



# ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL DE BILBAO



GADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

TRABAJO FIN DE GRADO

2014 / 2015

## *NAVE INDUSTRIAL DESTINADA AL EMBOTELLADO EN EL MUNICIPIO DE ARENZANA DE ABAJO (LA RIOJA)*

### **DOCUMENTO 3: ANEXOS**

DATOS DEL ALUMNO/A	DATOS DEL DIRECTOR/A
NOMBRE: ISMAEL APELLIDOS: MENDOZA RODRÍGUEZ	NOMBRE: IRANTZU APELLIDOS: URIARTE GALLAZTEGI DEPARTAMENTO: INGENIERÍA MECÁNICA
FDO.:	FDO.:
FECHA: 18-06-2015	FECHA: 18-06-2015

ORIGINAL  
 COPIA





# ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL DE BILBAO



GADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

TRABAJO FIN DE GRADO

2014 / 2015

## *NAVE INDUSTRIAL DESTINADA AL EMBOTELLADO EN EL MUNICIPIO DE ARENZANA DE ABAJO (LA RIOJA)*

### **DOCUMENTO 3.1: ANEXO FOTOGRÁFICO**

DATOS DEL ALUMNO/A	DATOS DEL DIRECTOR/A
NOMBRE: ISMAEL	NOMBRE: IRANTZU
APELLIDOS: MENDOZA RODRÍGUEZ	APELLIDOS: URIARTE GALLAZTEGI
DNI: 78946235T	DEPARTAMENTO: INGENIERÍA MECÁNICA
FDO.:	FDO.:
FECHA: 18-06-2015	FECHA: 18-06-2015

ORIGINAL  
 COPIA



## **3.1. ANEXO FOTOGRÁFICO**

	<b><u>Pág.</u></b>
<b>3.1.1.INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>3.1.2 – FOTOS DEL EMPLAZAMIENTO.....</b>	<b>2</b>
3.1.2.1- FOTOS TOMADAS DESDE EL LÍMITE SUR.....	2
3.1.2.2- FOTOS TOMADAS DESDE EL LÍMITE ESTE.....	3
3.1.2.3-FOTOS TOMADAS DESDE EL BORDE OESTE.....	5
<b>3.1.3- CONCLUSIONES.....</b>	<b>6</b>



## **3.1. ANEXO FOTOGRÁFICO**

### **3.1.1- INTRODUCCIÓN**

El objeto de este anexo es la localización de la obra, ver el estado actual del terreno y sus dificultades. El entorno de la zona del proyecto es el descrito a continuación.

El área donde se ubica la nave industrial que se pretende construir pertenece al municipio riojano de Arezana de Abajo. Los límites que se observan son tanto al Norte como al Oeste tierras de cultivo. Limitando al Sur se encuentra el propio pueblo, gracias a esta cercanía la red de aguas y luz del mismo será la utilizada para el suministro a la propia nave. En cuanto al límite por la parte Este se encuentra la carretera por donde se conseguirá el acceso a la instalación.

La elección de este terreno se debe a que se encuentra a escasos kilómetros de la central de la empresa Bodegas Najerilla. Esta parcela se encuentra a las afueras de un pueblo cuya población se dedica en su gran mayoría al sector vinícola y supondrá poder contratar trabajadores cualificados de dicho sector. Por otro lado el terreno se encuentra en óptimas condiciones debido a que se trata de una tierra de cultivo de cereal y presenta una orografía adecuada sin tener que efectuar grandes cambios.

La ubicación aproximada del terreno es la mostrada a continuación, obtenida de Google maps , actualizado en 2006 y con una escala de 1/10000



**Figura 1.1: Ubicación aproximada del terreno**

### **3.1.2 – FOTOS DEL EMPLAZAMIENTO**

#### **3.1.2.1- FOTOS TOMADAS DESDE EL LÍMITE SUR**

En el extremo Sur del terreno se encuentra Arenzana de abajo, municipio al que pertenece la parcela en cuestión. A continuación se muestran las fotos tomadas desde este borde.



**Figura 1.2: Foto tomada desde el Sur hacia el Este**



**Figura 1.3: Foto tomada desde el Sur hacia el Norte**





**Figura 1.4: Foto tomada desde el Sur hacia el Oeste**

A continuación se muestra una panorámica del emplazamiento



**Figura 1.5: Panorámica tomada desde el Sur**

### **3.1.2.2- FOTOS TOMADAS DESDE EL LÍMITE ESTE**

En el límite Este del área se encuentra la carretera comarcal LR-430 que comunica Arenzana de Abajo con la carretera comarcal LR-136 y con el municipio de Tricio. Esta vía será el acceso principal a este emplazamiento.



**Figura 1.6: foto tomada a la vía de acceso**



**Figura 1.7: Foto tomada desde el Este hacia el Sur**

En la foto anterior se puede observar que la parcela en cuestión se encuentra a pocos metros de las edificaciones del municipio, concretamente de una zona de pabellones propias de Arezana de Abajo. De este modo, será posible abastecer la nave que se proyecta tanto de agua como de corriente eléctrica. A su vez, gracias a esta cercanía también se utilizará la instalación de aguas residuales propias del pueblo.



**Figura 1.8: Foto tomada desde el Este hacia el Oeste**



**Figura 1.9: Foto tomada desde el Este hacia el Norte**

### **3.1.2.3-FOTOS TOMADAS DESDE EL BORDE OESTE**

En este borde se encuentran tierras de cultivo destinadas a la uva para su posterior elaboración de vino.



**Figura 1.10: Foto del terreno desde las tierras de cultivo del oeste**

### **3.1.3- CONCLUSIONES**

Tal y como se puede ver en las fotos, se trata de un terreno de tipo rural en el cual no será necesario llevar a cabo el desbroce de masa forestal prácticamente.

Todas las fotos han sido tomadas con cámara propia a pie de la parcela donde se ubica el proyecto.





# ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL DE BILBAO



GADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

TRABAJO FIN DE GRADO

2014 / 2015

*NAVE INDUSTRIAL DESTINADA AL EMBOTELLADO EN EL  
MUNICIPIO DE ARENZANA DE ABAJO (LA RIOJA)*

## **DOCUMENTO 3.2: ESTUDIO GEOTÉCNICO**

DATOS DEL ALUMNO/A	DATOS DEL DIRECTOR/A
NOMBRE: ISMAEL	NOMBRE: IRANTZU
APELLIDOS: MENDOZA RODRÍGUEZ	APELLIDOS: URIARTE GALLAZTEGI
DNI: 78946235T	DEPARTAMENTO: INGENIERÍA MECÁNICA
FDO.:	FDO.:
FECHA: 18-06-2015	FECHA: 18-06-2015

ORIGINAL  
 COPIA



## **3.2. ESTUDIO GEOTÉCNICO**

	<u>Pág.</u>
<b>3.2.1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>3.2.2. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DE LA REGIÓN.....</b>	<b>1</b>
3.2.2.1. Tectónica.....	3
3.2.2.2. Geomorfológica.....	3
3.2.2.3. Sismicidad.....	3
<b>3.2.3. PROGRAMACIÓN DEL RECONOCIMIENTO DEL TERRENO.....</b>	<b>4</b>
<b>3.2.4. MÉTODOS DE PROSPECCIÓN.....</b>	<b>4</b>
3.2.4.1. Sondeo mecánico.....	5
3.2.4.2. Ensayos penetrométricos.....	6
3.2.4.3. Geofísica.....	7
<b>3.2.5. CONTENIDO DEL INFORME.....</b>	<b>7</b>
<b>3.2.6. RESULTADOS.....</b>	<b>7</b>
3.2.6.1. Características físicas de los suelos.....	7
3.2.6.2. Propiedades resistentes de los suelos.....	8
<b>3.2.7. CONCLUSIÓN.....</b>	<b>8</b>





## **3.2 ESTUDIO GEOTÉCNICO**

### **3.2.1. INTRODUCCIÓN**

El estudio geotécnico es el conjunto de actividades que permiten obtener la información geológica y geotécnica del terreno. Mediante el estudio geotécnico se determinará el perfil del terreno existente en la parcela, las características y propiedades geotécnicas de cada uno de los materiales que aparecen en la zona de estudio y la carga admisible del terreno (con objeto de elegir la cimentación más apropiada).

Las características del terreno sobre el que se realizará la construcción se determinarán mediante una serie de actividades, denominadas reconocimiento del terreno, que se fijarán en el estudio geotécnico en cuanto a su intensidad y alcance.

Para la realización del estudio deben recabarse todos los datos en relación con las peculiaridades y problemas del emplazamiento, inestabilidad, deslizamientos, uso conflictivo previo tales como hornos, huertas o vertederos, obstáculos enterrados, configuración constructiva y de cimentación de las construcciones limítrofes, la información disponible sobre el agua freática y pluviometría, antecedentes del desarrollo urbano y, en su caso, sismicidad del municipio, de acuerdo con la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE vigente.

La autoría del estudio geotécnico corresponderá al proyectista, a otro técnico competente o, en su caso, al director de obra y contará con el preceptivo visado colegial. En este caso, al tratarse del proyecto fin de grado incluido en el plan de estudios del Grado en Ingeniería Mecánica, solamente se describirán las características del estudio.

### **3.2.2. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DE LA REGIÓN**

El relieve actual de La Rioja es el resultado de una larga y compleja evolución geológica, durante la cual se configuran tres de las más importantes unidades morfoestructurales de la Península Ibérica: el Sistema Ibérico, la Depresión del Ebro y los Pirineos.

El Sistema Ibérico se extiende por la mitad meridional de La Rioja, la Depresión del Ebro ocupa la mitad septentrional y las estribaciones más occidentales de los Pirineos aparecen someramente en el extremo noroccidental de la región (sierras Obarenes, Toloño y Cantabria).

Dentro del ámbito geológico de las cadenas ibéricas occidentales cabe distinguir dos regiones de características geológicas propias: la región de las sierras de la Demanda y Urbión y la región de la Sierra de Cameros.

Las sierras de la Demanda y Urbión constituyen dos macizos paleozoicos rodeados de formaciones mesozoicas. Esta región se caracteriza por la superposición de rasgos estructurales de dos orogénias diferentes: la orogénia herciniana y la orogénia alpina. La región de la Sierra de Cameros está formada por materiales jurásicos y cretácicos en facies deltaica.

En el área septentrional de la comunidad se encuentra el llamado urco Riojano, que incluye el Terciario del valle del Ebro, considerado como una gran fosa o cubeta tectónica.

Por último, un pequeño sector del noroeste pertenece a la sierra de Cantabria, penetrando en el dominio geológico del país vasco-cantábrico.

Exceptuando los diques de cuarzo que aparecen en la sierra de la Demanda, prácticamente todas las rocas aflorantes en La Rioja son de origen sedimentario, si bien conviene señalar el contraste existente entre el Sistema Ibérico y la Depresión del Ebro.

En el primero predominan los materiales de origen marino (a veces ligeramente metamorfizados, como en la Sierra de la Demanda) o de transición entre los ambientes marinos y continentales, con una gran variedad litológica: pizarras, cuarcitas, cuarzarenitas, arcillas, dolomías, calizas y areniscas.

En la Depresión del Ebro todos los materiales son de origen continental, depositados en una cuenca sin salida al mar, en un ambiente generalmente árido, por medio de corrientes fluviales con diferente grado de torrencialidad. Predominan las areniscas y las arcillas, intercalándose a veces niveles de margas, yesos y calizas y pudiendo localizarse importantes acumulaciones de conglomerados en el borde de la depresión. En la Sierra de Cantabria afloran sobre todo materiales carbonatados marinos de edad Cretácica.

Las tres unidades están estrechamente interrelacionadas. De hecho, la elevación del Sistema Ibérico y de los Pirineos, junto con la de la Cordillera Costero-Catalana, es contemporánea de la formación de la depresión del Ebro, que precisamente queda definida como cuenca cerrada por el levantamiento de las tres cadenas citadas. A la vez, la erosión de estas últimas contribuye al relleno de la depresión, donde se depositan los sedimentos originados por la erosión de las montañas circundantes.

#### **3.2.2.1. Tectónica**

La serie estratigráfica terciaria no se encuentra afectada por ninguna estructura de interés y poco se puede decir de la zona que nos ocupa, se puede destacar la horizontalidad casi perfecta de toda la estructura.

#### **3.2.2.2. Geomorfológica**

En este aspecto se destaca el efecto de la red fluvial sobre la zona, responsable tanto de la formación de los distintos niveles de terraza como de su posterior modelado, el cual se ve complementado por la acción antrópica, principalmente de tipo agrícola.

#### **3.2.2.3. Sismicidad**

Según el mapa sísmico de la norma sismorresistente (NCSE-02), la parcela en estudio se encuentra en una zona donde la aceleración básica sísmica es menor de 0,04 g, por lo que no es necesario la aplicación de dicha norma.

### **3.2.3. PROGRAMACIÓN DEL RECONOCIMIENTO DEL TERRENO.**

Como se ha comentado anteriormente, para programar el reconocimiento del terreno es necesario tener en cuenta los datos relevantes de la parcela (topográficos, urbanísticos, etc.), así como datos previos tanto de la misma parcela como de las parcelas colindantes.

Según lo estipulado en el Documento Básico SE-C "Seguridad estructural cimientos" del Código Técnico de la Edificación (en adelante, CTE), la construcción de este proyecto es de tipo C-1, otras construcciones de menos de cuatro plantas. En cuanto al tipo de terreno, nos encontramos con un T-1, terrenos favorables: aquéllos con poca variabilidad, y en los que la práctica habitual de la zona es de cimentación directa mediante elementos aislados.

La intensidad y la profundidad de los sondeos deben asegurar una cobertura idónea de la parcela, quedando fijadas en función del tipo de edificio, la superficie a construir y el tipo de terreno.

Según el tipo de construcción (C-1) y el grupo de terreno (T-1), en la parcela se llevarán a cabo reconocimientos en puntos situados a un máximo de 35 metros, los cuales alcanzarán una profundidad de 6 metros.

En el presente estudio, habrá que realizar como mínimo un sondeo mecánico, siendo el porcentaje de sustitución por pruebas continuas de penetración del 70%.

### **3.2.4. MÉTODOS DE PROSPECCIÓN**

La obtención de datos sobre la estructura del suelo se llevará a cabo mediante diversas técnicas, como calicatas, pruebas continuas de penetración o métodos geofísicos.

En los reconocimientos aplicables a los tipos de construcción C-1 y grupo de terreno T-1, las pruebas de penetración deben complementarse siempre con otras técnicas de reconocimiento como pueden ser las calicatas.

Según lo estipulado por CTE-DB-SE-C, no se pueden utilizar exclusivamente métodos geofísicos para caracterizar el terreno, debiendo siempre contrastar los resultados con sondeos mecánicos. En general, se podrán aplicar las técnicas geofísicas para la caracterización geotécnica y geológica, con el objeto de complementar datos, mejorar su correlación y acometer el estudio de grandes superficies.

Los procedimientos utilizados para la obtención de los datos requeridos para un informe geológico y/o geotécnico son los siguientes:

- **Métodos directos**: son los procedimientos que permiten un reconocimiento detallado de la naturaleza y localización de los diferentes estratos, niveles o capas de terreno con posibilidad de obtener muestras y/o testigos y, eventualmente, realizar ensayos in situ. Se incluyen en este grupo los sondeos mecánicos y en determinados casos las calicatas, zanjas y pozos.
- **Métodos indirectos**: son los procedimientos que se llevan a cabo sin necesidad de realizar un examen directo del terreno, midiendo desde la superficie algunas propiedades físicas de los materiales que constituyen los diferentes niveles o estratos del terreno. Se incluyen en este grupo los métodos basados en la geofísica y los ensayos de penetraciones dinámicas.

#### **3.2.4.1. Sondeo mecánico**

Los sondeos mecánicos son un método directo de reconocimiento, que consiste en una perforación capaz de extraer muestras de suelos y testigos de roca. Existen dos variantes, de percusión y de rotación.

Un ensayo muy frecuente es el SPT, conocido como ensayo de penetración estándar. El ensayo consiste en la hincada de un tomamuestras en cuatro tramos de 15 cm, registrando el número de golpes necesarios para cada hincada. La suma de los golpes necesarios para la hincada de los dos tramos centrales, en total 30 cm, es el llamado número N de resistencia a la penetración estándar. La presión vertical admisible se puede obtener a partir de dicho valor.

En este caso nos encontramos con un suelo formado por la acumulación progresiva de partículas sólidas, principalmente minerales, procedentes de la desintegración de las rocas transportadas por el agua, el viento o la fuerza de la gravedad.

Para la elección de la presión admisible en el terreno se procede al reconocimiento de éste. Los criterios que suelen seguirse son los que a continuación se indican:

- Estudio de las informaciones y observaciones locales, así como del comportamiento de cimentación en los edificios próximos.
- Se realizan calicatas con profundidad suficiente que puedan influir en los asientos de la obra y en un número necesario para juzgar la naturaleza de todo el terreno afectado por la edificación. La profundidad no será inferior a una vez y media del ancho de la placa de cimentación al tratarse de cimentaciones continuas.

Después de una observación del terreno se procedió a la realización de catas, comprobándose que en todas ellas aparecían los mismos materiales, constituidos por zahorras de baja plasticidad y con abundantes bolos de tamaño superior a 90 cm.

También hay que destacar que hasta que aparecen las zahorras es necesario eliminar de 60 a 70 cm de tierra vegetal y en una de las catas aparecen unos limos arenosos de muy baja plasticidad y una potencia de 1,50 m aproximadamente.

#### **3.2.4.2. Ensayos penetrométricos**

Se incluyen entre los métodos indirectos y son pruebas realizadas in situ, como complemento, y en sustitución a veces, de los sondeos de reconocimiento. El ensayo de penetración permite estimar la resistencia a la penetración de un útil hincado en el terreno con determinados medios operativos. Existen dos tipos de penetración: dinámica y estática.

En la penetración dinámica se utilizan dispositivos a percusión, midiendo el número de golpes correspondientes a un determinado avance (p. e.: ensayo DPL, DPH, DPSH). En la penetración estática se realiza un avance a velocidad constante midiendo la presión que se aplica (p. e.: ensayo CPT, CPTU).

### **3.2.4.3. Geofísica**

Es una técnica indirecta que permite medir propiedades físicas del terreno desde la superficie o en el interior de sondeos. Para ello se realizan sondeos eléctricos, sísmicos o electromagnéticos, que permiten conocer la presencia de agua y diferentes discontinuidades en el terreno.

### **3.2.5. CONTENIDO DEL INFORME.**

El informe geotécnico deberá contener una memoria acompañada de una serie de anejos. El alcance y detalle de cada uno de ellos dependerá de la entidad de la obra, del tipo de terreno y de la información recopilada.

En la memoria se definirán los siguientes apartados: antecedentes, metodología del trabajo, marco geológico e hidrogeológico, trabajos realizados, resultados del reconocimiento del terreno, identificación de suelos (granulometría, sulfatos, materia orgánica, carbonatos), estado natural del suelo (humedad natural, densidad seca, peso específico, grado de saturación), parámetros de resistencia, propuesta de cimentación, resumen y conclusiones.

Serán necesarios los siguientes anejos: anejo I, información previa; anejo II, planos de situación de la obra; anejo III, trabajos de campo; anejo IV, ensayos de laboratorio y anejo V, cálculos justificativos.

### **3.2.6. RESULTADOS.**

Dada la gran extensión y complejidad de un estudio geotécnico, en el presente anejo solo se va a mostrar un pequeño resumen con las características más importantes del suelo.

#### **3.2.6.1. Características físicas de los suelos**

- Textura: migajón arenoso
- Superficie específica: 56-60 m<sup>2</sup>/g
- Estructura: esferoidal, mediana, 2-5 mm.



- Consistencia: terreno húmedo
- Color: tonos rojizos, anaranjados, feldespatos y compuestos de hierro
- Profundidad: muy profundo, 150 m.
- Densidad aparente: 1,3-1,5 g/cm<sup>3</sup>
- Porosidad: 0,4-0,5 cm<sup>3</sup>/cm<sup>3</sup>
- Contenido en humedad: 35%
- Plasticidad: grado medio-bajo

#### **3.2.6.2. Propiedades resistentes de los suelos**

Se clasificará el terreno donde se realizará la cimentación, en función de su comportamiento frente a las cargas de cimentación. De esta manera, se encuentra un terreno sin cohesión formado por arenas finas, con menos de un 30% de grava y gravilla (mayor de 2 mm) y más del 50% de arenas finas (0,2-0,6 mm). También se encuentra limo inorgánico (menor de 0,06 mm), que contiene arcillas en cantidad moderada.

- Presiones admisibles: 1,6 kg/cm<sup>2</sup> para una profundidad de 0,5 m
- Asiento general admisible: mayor de 500 mm
- Peso específico aparente: 1,7 Tm/m<sup>3</sup>
- Índice de huecos: 40º
- Angulo de rozamiento interno: 40º

#### **3.2.7. CONCLUSIÓN**

Según el estudio geotécnico anteriormente expuesto se puede determinar que el terreno es adecuado para la construcción de la industria objeto del presente estudio.





# ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL DE BILBAO



GADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

TRABAJO FIN DE GRADO

2014 / 2015

*NAVE INDUSTRIAL DESTINADA AL EMBOTELLADO EN EL  
MUNICIPIO DE ARENZANA DE ABAJO (LA RIOJA)*

## **DOCUMENTO 3.3: ANEXO DE CÁLCULOS**

DATOS DEL ALUMNO/A	DATOS DEL DIRECTOR/A
NOMBRE: ISMAEL	NOMBRE: IRANTZU
APELLIDOS: MENDOZA RODRÍGUEZ	APELLIDOS: URIARTE GALLAZTEGI
DNI: 78946235T	DEPARTAMENTO: INGENIERÍA MECÁNICA
FDO.:	FDO.:
FECHA: 18-06-2015	FECHA: 18-06-2015

ORIGINAL  
 COPIA



## **3.3 CÁLCULOS**

	<u>Pág.</u>
<b>3.3.1 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>3.3.2 DATOS DE PARTIDA.....</b>	<b>1</b>
<b>3.3.3 DIMENSIONAMIENTO DE LA CUBIERTA.....</b>	<b>3</b>
3.3.3.1 ACCIONES SOBRE LA CUBIERTA.....	4
3.3.3.2 COMBINACIONES.....	12
<b>3.3.4 DIMENSIONAMIENTO DE LAS CORREAS DE LA CUBIERTA.....</b>	<b>14</b>
3.3.4.1 ACCIONES SOBRE LAS CORREAS.....	15
3.3.4.2 ESTADO LÍMITE ÚLTIMO.....	20
3.3.4.3 ESTADO LÍMITE DE SERVICIO.....	25
<b>3.3.5 DIMENSIONAMIENTO DE LOS PARAMENTOS VERTICALES.....</b>	<b>27</b>
3.3.5.1 ACCIONES SOBRE LOS PARAMENTOS VERTICALES.....	28
3.3.5.2 COMBINACIONES.....	31
<b>3.3.6 DIMENSIONAMIENTO DE LAS CORREAS DE LOS PARAMENTOS VERTICALES.....</b>	<b>32</b>
3.3.6.1 ACCIONES SOBRE LAS CORREAS LATERALES.....	32
3.3.6.2 ESTADO LÍMITE ÚLTIMO DE LAS CORREAS LATERALES.....	33
3.3.6.3 ESTADO LÍMITE DE SERVICIO DE LAS CORREAS LATERALES.....	38
3.3.6.4 ACCIONES SOBRE LAS CORREAS DEL HASTIAL DELANTERO.....	47
3.3.6.5 ESTADO LÍMITE ÚLTIMO DE LAS CORREAS LATERALES DEL HASTIAL DELANTERO.....	48

3.3.6.6 ESTADO LÍMITE DE SERVICIO DE LAS CORREAS LATERALES DEL HASTIAL DELANTERO.....	54
3.3.6.7 CALCULO DE LAS TIRANTILLAS DEL HASTIAL DELANTERO.....	56
3.3.6.8 ACCIONES SOBRE LAS CORREAS DEL HASTIAL TRASERO.....	61
3.3.6.9 ESTADO LÍMITE ÚLTIMO DE LAS CORREAS LATERALES DEL HASTIAL TRASERO.....	62
3.3.6.10 ESTADO LÍMITE DE SERVICIO DE LAS CORREAS LATERALES DEL HASTIAL TRASERO.....	66
3.3.6.11 CALCULO DE LA TIRANTILLAS DEL HASTIAL TRASERO.....	67
<b>3.3.7 SOLERA Y FORJADO DE LA ENTREPLANTA.....</b>	<b>69</b>
3.3.7.1 SOLERA.....	69
3.3.7.2 FORJADO DE LA ENTREPLANTA.....	70
3.3.7.2.1 Cálculo del forjado.....	71
3.3.7.2.2 Hipótesis de cálculo.....	75
3.3.7.2.3 Solución.....	77
<b>3.3.8 ESTUDIO EN METAL 3D.....</b>	<b>81</b>
3.3.8.1 PANDEO.....	81
3.3.8.2 FLECHA.....	84
3.3.8.3 CARGAS.....	84
3.3.8.4 OBTENCIÓN DE RESULTADOS.....	86
3.3.8.5 ESTUDIO DE LOS E.L.U. DE LAS BARRAS.....	100

<b>3.3.8.5.1 Pórtico tipo.....</b>	<b>100</b>
<b>3.3.8.5.2 Pórticos hastiales.....</b>	<b>118</b>
<b>3.3.8.5.3 Elementos entreplanta.....</b>	<b>156</b>
<b>3.3.8.5.4 Elementos para arriostrar.....</b>	<b>184</b>
<b>3.3.8.6 CÁLCULO DE UNIONES.....</b>	<b>214</b>
<b>3.3.8.7 PLACAS DE ANCLAJE.....</b>	<b>260</b>
<b>3.3.8.7.1 Agrupación.....</b>	<b>261</b>
<b>3.3.8.7.2 Pernos de las placas de anclaje.....</b>	<b>262</b>
<b>3.3.8.7.3 Comprobación.....</b>	<b>262</b>
<b>3.3.8.8 CIMENTACIÓN ZAPATAS.....</b>	<b>271</b>
<b>3.3.8.8.1 Agrupación.....</b>	<b>271</b>
<b>3.3.8.8.2 Medición de los elementos de cimentación.....</b>	<b>272</b>
<b>3.3.8.8.3 Comprobación.....</b>	<b>274</b>
<b>3.3.8.9 CIMENTACION VIGA DE ATADO.....</b>	<b>288</b>





## **3.3 CÁLCULOS**

### **3.3.1 INTRODUCCIÓN**

Este anexo sirve como justificación de las soluciones adoptadas, conteniendo las hipótesis de partida, los criterios y procedimientos de cálculo, así como los resultados finales, base del dimensionamiento o comprobación de los distintos elementos que constituyen el objeto del proyecto.

Inicialmente se presentan los datos de partida y las acciones que actúan sobre la estructura en cuestión. Una vez conocidos estos requisitos, se procede al predimensionamiento de la nave con ayuda del programa de cálculo Nuevo Metal 3D, de Cypecad. De esta manera, se evita que el posterior dimensionamiento manual de los elementos estructurales resulte un proceso largo y difícil, ya que no habrá que iterar hasta conseguir el resultado final, sino que se parte de unos resultados provisionales muy próximos o incluso iguales a los definitivos.

Concretamente, los cálculos del presente anexo referidos a esta nave serán los referentes a estructura y cimentación.

### **3.3.2. DATOS DE PARTIDA**

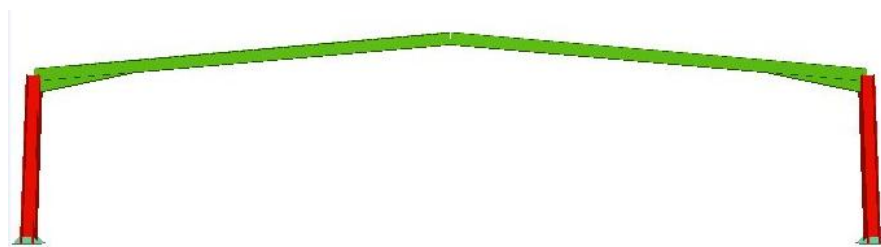
- Nave de estructura metálica
- Longitud: 100 m
- Luz: 30 m
- Luz entre pórticos: 5 m
- Altura libre: 6 m
- Altura en cumbrera: 7,322 m
- Cubierta a dos aguas
- Inclinación de cubierta: 5º

- Junta de dilatación cada 40 m.
- Fachadas: panel sándwich sobre correas
- Cubierta: panel sándwich sobre correas
- Ubicación: Arenzana de Abajo (La Rioja)
- Situación topográfica: normal
- Tensión admisible del terreno: 1,6 kg/cm<sup>2</sup>

Esta nave está formada por 20 vanos, es decir, 21 pórticos separados 5 metros entre sí y presenta juntas de dilatación a mitad de la nave, que impide la propagación de los esfuerzos longitudinales.



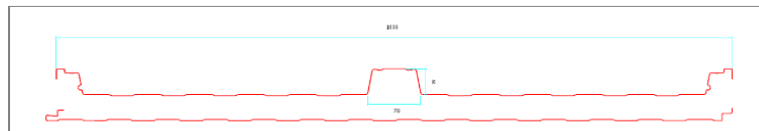
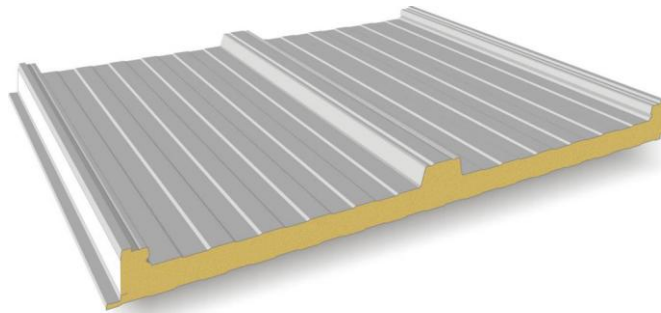
*Vista de la planta de la estructura*



*Dimensiones del pórtico central*

### 3.3.3 DIMENSIONAMIENTO DE LA CUBIERTA

Para resolver la cubierta se ha propuesto el siguiente panel sándwich de la empresa GRUPO PANEL SANDWICH, panel tapajuntas de tres grecas.



Con las siguientes especificaciones técnicas:

CARACTERÍSTICAS DEL PANEL (Chapas de acero interior y exterior de 0.50mm/0.40mm de espesor nominal)								
Espesor del panel (mm):		30	40	50	60	80	100	120
Peso del panel (kg/m <sup>2</sup> ):		9.30	9.70	10.10	10.50	11.30	12.10	12.80
Transmitancia térmica (U)	Kcal/m <sup>2</sup> h°C	0.56	0.43	0.35	0.29	0.22	0.18	0.15
	Watt/m <sup>2</sup> °C	0.65	0.50	0.41	0.34	0.26	0.21	0.17

Se escogerá un panel de grosor 40 mm.

ESQUEMA ESTÁTICO – CUATRO APOYOS – Distancia entre apoyos en cm.													
Espesor del panel (mm)	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	450	500
30	409	354	313	277	252	209	177	147	128	110	96	–	–
40	–	390	347	310	278	251	225	195	169	146	127	95	–
50	–	–	384	346	311	289	263	241	211	180	161	124	98
60	–	–	–	383	347	319	295	274	251	224	198	151	131
80	–	–	–	–	423	386	358	330	313	289	272	213	157

### **3.3.3.1 ACCIONES SOBRE LA CUBIERTA**

#### A. Peso propio:

Se elige un panel de espesor 40 mm, por tanto contará con un peso de

$$P_{propio} = 9,70 \text{ kg/m}^2$$

Descomponiendo en componente paralela y perpendicular al faldón:

$$P_{propio \text{ perpendicular}} = 9,70 \text{ kg/m}^2 \cos 5^\circ = 9,553 \text{ kg/m}^2 = 0,09553 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{propio \text{ paralelo}} = 9,70 \text{ kg/m}^2 \sin 5^\circ = 1,684 \text{ kg/m}^2 = 0,01684 \text{ kN/m}^2$$

#### B. Sobre carga de uso:

De la norma SE-AE Tabla 3.1 para cubiertas accesibles únicamente para conservación, siendo cubierta ligera ( $< 1 \text{ kN/m}^2$ ) sobre correas, la sobrecarga de uso será:

$$P_{uso} = 0,4 \text{ kN/m}^2 \text{ ya que se considera la carga distribuida mas desfavorable.}$$

La norma proporciona la componente horizontal, por lo tanto para obtener la componente gravitatoria:

$$P_{uso} = 0,4 \text{ kN/m}^2 \cos 5^\circ = 0,394 \text{ kN/m}^2$$

Descomponiendo en componente paralela y perpendicular al faldón:

$$P_{uso \text{ perpendicular}} = 0,388 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{uso \text{ paralela}} = 0,068 \text{ kN/m}^2$$

C. Nieve

La sobrecarga de nieve viene dada por la expresión:  $q_n = \mu S_k$

De la Norma SE-AE se obtiene que para un faldón limitado inferiormente por cornisas, y en el que no hay impedimento al deslizamiento de nieve, el coeficiente de forma  $\mu$  para inclinaciones menores que  $30^\circ$  es:  $\mu=1$

Según la Norma SE-AE Tabla 3.8 para el valor  $S_k$  de sobrecarga de nieve en un terreno horizontal el valor corresponde al valor obtenido en Logroño. Por tanto  $S_k = 0,6$

Así pues  $q_n = 0,6 \cdot 1 = 0,6 \text{ kN/m}^2$

Se multiplica por  $\cos 5^\circ$  para obtener la componente gravitatoria, de esta manera:

$$q_n = 0,591 \text{ kN/m}^2$$

Descomponiendo en componente perpendicular y paralelo al faldón:

$$q_n \text{ perpendicular} = 0,582 \text{ kN/m}^2$$

$$q_n \text{ paralela} = 0,103 \text{ kN/m}^2$$

D. Acciones térmicas

En lo que se refiere a las acciones térmicas, se ha de tener en cuenta que los edificios están sometidos a deformaciones y cambios geométricos debidos a las variaciones de la temperatura ambiente exterior. La magnitud de las mismas depende de las condiciones climáticas del lugar, la orientación y del grado de exposición del edificio, así como del aislamiento térmico. Las variaciones de la temperatura en el edificio conducen a deformaciones de todos los elementos constructivos, pero particularmente de los estructurales, que en los casos en los que estén impedidas, producirán tensiones en los elementos afectados.

Para esta nave, se ha optado por disponer dos juntas de dilatación ya que este elemento puede contribuir a disminuir los efectos de las variaciones de la temperatura. En edificios habituales con elementos estructurales de hormigón o acero, pueden no considerarse las acciones térmicas cuando se dispongan juntas de dilatación de forma que no existan elementos continuos de más de 40 metros de longitud.

En este caso, las juntas de dilatación se sitúan a 40 m de cada pódico hastial. Por lo tanto, no existirán elementos continuos de más 40 m, cumpliéndose con lo establecido en el CTE.

E. Acción de sismo

Las acciones sísmicas están reguladas en la NSCE, Norma de Construcción Sismorresistente. Así, se establece que la aplicación de esta norma no es obligatoria para este proyecto por tratarse de una construcción de importancia normal con pórticos bien arriostrados entre sí en todas las direcciones, situada en una zona donde la aceleración sísmica básica,  $a_b$ , no supera a 0,08 g, siendo g la aceleración de la gravedad.

Se considera a la estructura de importancia normal, ya que su destrucción por terremoto podría ocasionar víctimas o producir daños económicos significativos a terceros, pero en ningún caso se trata de un servicio imprescindible ni puede dar lugar a efectos catastróficos.

F. Acción de incendio

Las acciones debidas a la agresión térmica del incendio se definen en el Documento7: Estudios con entidad propia; concretamente en el Documento 7.2: Estudio de Protección contra Incendios.

G. Viento

Para el estudio del viento de una nave industrial a dos aguas se recurre al CTE para el viento transversal y al Eurocódigo para el viento longitudinal.

En cuanto al SE-AE señala que la acción del viento genera una presión perpendicular en cualquier punto expuesto, o presión estática  $q_e$  siendo:

$$q_e = q_b \cdot C_e \cdot C_p$$

Siendo  $q_b$  la presión dinámica del viento la norma indica que en el territorio español se puede usar el valor  $q_b = 0,5 \text{ KN/m}^2$

Para el Coeficiente de exposición  $C_e$  se utiliza la Tabla 3.4 del SE-AE puesto que la altura  $h$  de la nave es  $h = 8,645 \text{ m} < 30 \text{ m}$

**Tabla 3.4. Valores del coeficiente de exposición  $C_e$**

Grado de aspereza del entorno	Altura del punto considerado (m)							
	3	6	9	12	15	18	24	30
I Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	2,4	2,7	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5	3,7
II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	2,1	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,5
III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	1,6	2,0	2,3	2,5	2,6	2,7	2,9	3,1
IV Zona urbana en general, industrial o forestal	1,3	1,4	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6
V Centro de negocio de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	1,2	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	1,9	2,0

Para calcular el coeficiente para esta nave de  $h = 7,322\text{m}$  se interpola linealmente entre los valores indicados, por tanto:

$$\left. \begin{array}{l} h = 6\text{m} \rightarrow C_e = 1,4 \\ h = 7,322\text{m} \rightarrow C_e \\ h = 9\text{m} \rightarrow C_e = 1,7 \end{array} \right\} \begin{array}{l} C_e = 1,7 - \left( (1,7-1,4) \frac{9-7,322}{9-6} \right) \\ C_e = 1,6645 \end{array}$$

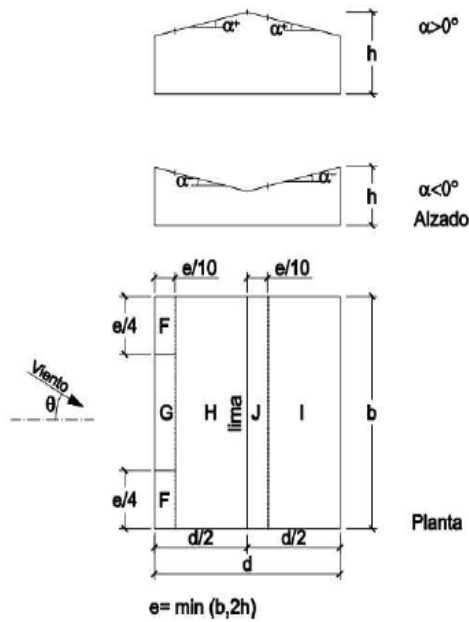
Para el coeficiente de presión  $C_p$  se distingue entre viento transversal y viento longitudinal.

Viento transversal

Se usa el valor  $C_p$  de la Tabla D6 del SE-AE ya que se considera el viento incidente en un pabellón

Tabla D.6 Cubiertas a dos aguas

a) Dirección del viento  $-45^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$



Pendiente de la cubierta $\alpha$	A (m <sup>2</sup> )	Zona (según figura)				
		F	G	H	I	J
-15°	≥ 10	-0,6	-0,6	-0,8	-0,7	-1
	≤ 1	-0,6	-0,6	-0,8	-0,7	-1,5
-30°	≥ 10	-1,1	-0,8	-0,8	-0,6	-0,8
	≤ 1	-2	-1,5	-0,8	-0,6	-1,4
-15°	≥ 10	-2,5	-1,3	-0,9	-0,6	-0,7
	≤ 1	-2,5	-2	-1,2	-0,5	-1,2
-5°	≥ 10	-2,3	-1,2	-0,8	0,2	0,2
	≤ 1	-2,5	-2	-1,2	0,2	0,2
5°	≥ 10	-1,7	-1,2	-0,6	-0,6	0,2
	≤ 1	+0,0	+0,0	+0,0	-0,6	-0,6
15°	≥ 10	-0,9	-0,8	-0,3	-0,4	-1
	≤ 1	0,2	0,2	0,2	+0,0	+0,0
30°	≥ 10	-0,5	-0,5	-0,2	-0,4	-0,5
	≤ 1	0,7	0,7	0,4	0	0
45°	≥ 10	-0,0	-0,0	-0,0	-0,2	-0,3
	≤ 1	0,7	0,7	0,6	+0,0	+0,0
60°	≥ 10	0,7	0,7	0,7	-0,2	-0,3
	≤ 1	0,7	0,7	0,7	-0,2	-0,3
75°	≥ 10	0,8	0,8	0,8	-0,2	-0,3
	≤ 1	0,8	0,8	0,8	-0,2	-0,3



Para acotar las zonas en las que se divide la cubierta se necesita el valor de e que será:

$$e = \min(b, 2h) = \min(100, 2 \cdot 8,645) = 17,29$$

El área del panel A será:

$A = 1\text{m}$  (ancho del panel)  $\times 15,231\text{m}$  (largo del panel)  $= 15,231 \text{ m}^2 > 10\text{m}^2$  por lo que se utilizarán los valores señalados para una inclinación de  $5^\circ$

ZONA F	Presión: $C_p = 0,1$
	Succión: $C_p = - 1,7$
ZONA G	Presión: $C_p = 0$
	Succión: $C_p = - 1,2$
ZONA H	Presión: $C_p = 0$
	Succión: $C_p = - 0,6$
ZONA I	Presión: $C_p = 0$
	Succión: $C_p = - 0,6$
ZONA J	Presión: $C_p = 0,2$
	Succión: $C_p = - 0,6$

De esta manera se observa que la zona más desfavorable es la zona F, los valores obtenidos de la acción del viento transversal en la nave serán:

$$\text{Presión: } q_{e \text{ presión}} = 0,5 \cdot 1,6645 \cdot 0,1 = 0,0832 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Succión: } q_{e \text{ succión}} = 0,5 \cdot 1,6645 \cdot (-1,7) = -1,082 \text{ kN/m}^2$$

Debido a que la nave no contara con aberturas en su fachada, no se tendrá en cuenta la presión interior ejercida por el viento.

Viento longitudinal

Para el cálculo de los valores de  $C_p$  correspondientes al viento longitudinal se utilizará la Tabla 7.7 del SE-AE, ya que se calculará suponiendo la nave como una marquesina a dos aguas cuyo factor de obstrucción  $\phi$  será 1, ya que toda el área queda obstruida.

Tabla 7.7  
Valores de  $c_{p,net}$  y  $c_f$  para marquesinas a dos aguas

Coefficientes de presión neta  $c_{p,net}$



Ángulo de la cubierta $\alpha$ [°]	Bloqueo $\phi$	Coefficiente global de fuerza $c_f$	Zona A	Zona B	Zona C	Zona D
-20	Valor máximo para cualquier $\phi$	+0,7	+0,8	+1,6	+0,6	+1,7
	Valor mínimo para $\phi=0$	-0,7	-0,9	-1,3	-1,6	-0,6
	Valor mínimo para $\phi=1$	-1,3	-1,5	-2,4	-2,4	-0,6
-15	Valor máximo para cualquier $\phi$	+0,5	+0,6	+1,5	+0,7	+1,4
	Valor mínimo para $\phi=0$	-0,6	-0,8	-1,3	-1,6	-0,6
	Valor mínimo para $\phi=1$	-1,4	-1,6	-2,7	-2,6	-0,6
-10	Valor máximo para cualquier $\phi$	+0,4	+0,6	+1,4	+0,8	+1,1
	Valor mínimo para $\phi=0$	-0,6	-0,8	-1,3	-1,5	-0,6
	Valor mínimo para $\phi=1$	-1,4	-1,6	-2,7	-2,6	-0,6
-5	Valor máximo para cualquier $\phi$	+0,3	+0,5	+1,5	+0,8	+0,8
	Valor mínimo para $\phi=0$	-0,5	-0,7	-1,3	-1,6	-0,6
	Valor mínimo para $\phi=1$	-1,3	-1,5	-2,4	-2,4	-0,6
+5	Valor máximo para cualquier $\phi$	-0,4	+0,7	-1,8	+1,4	+0,4
	Valor mínimo para $\phi=0$	-0,7	-0,7	-1,5	-1,4	-1,4
	Valor mínimo para $\phi=1$	-1,3	-1,3	-2,0	-1,8	-1,8
+10	Valor máximo para cualquier $\phi$	-0,4	+0,9	+1,9	+1,4	+0,4
	Valor mínimo para $\phi=0$	-0,8	-0,9	-1,7	-1,4	-1,8
	Valor mínimo para $\phi=1$	-1,3	-1,3	-2,2	-1,6	-2,1

Se tomarán los valores para cada zona señalados en la tabla anterior teniendo en cuenta el factor de obstrucción  $\phi = 1$  y la inclinación de  $5^\circ$  de la cubierta.

ZONA A	Presión: $C_p = 0,7$
	Succión: $C_p = - 1,3$
ZONA B	Presión: $C_p = 1,8$
	Succión: $C_p = - 2$
ZONA C	Presión: $C_p = 1,4$
	Succión: $C_p = - 1,8$
ZONA D	Presión: $C_p = 0,4$
	Succión: $C_p = - 1,8$

Por tanto se observa que la zona más desfavorable es la zona B y los valores obtenidos para la acción del viento longitudinal son los siguientes.

$$\text{Presión: } q_{e \text{ presión}} = 0,5 \cdot 1,6645 \cdot 1,8 = 1,499 \text{ kN/m}^2$$

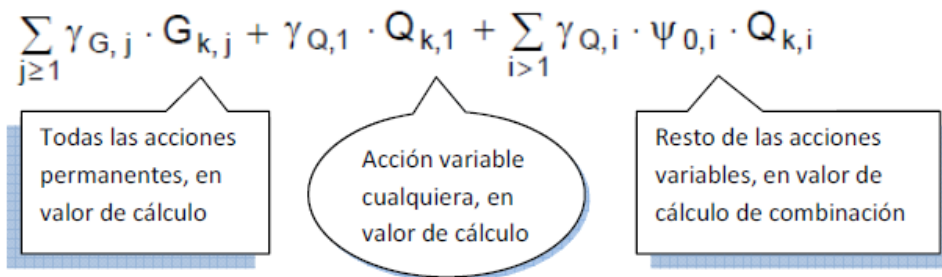
$$\text{Succión: } q_{e \text{ succión}} = 0,5 \cdot 1,6645 \cdot (-2) = -1.6645 \text{ kN/m}^2$$

A su vez, se observa que el valor más desfavorable entre los dos tipos de viento es el obtenido para el viento longitudinal, por tanto se trabajará únicamente con él, despreciando la acción del transversal.

**3.3.3.2 COMBINACIONES**

A continuación se verifica que la cubierta es capaz de soportar la combinación de las acciones desfavorables. Para ello se sigue el Documento Básico SE-9 en el apartado 4.2.2 combinación de acciones.

Para el estudio de los estados límites últimos es necesario mayorar las acciones de la siguiente manera indicada en la norma



Donde,

- $\gamma$  es el coeficiente parcial de seguridad para las acciones, y se tomarán los valores según la Tabla 4.1 del documento SE, teniendo en cuenta si globalmente su acción es favorable o desfavorable.

Tipo de acción	Situación persistente o transitoria	
	desfavorable	favorable
Permanente		
Peso propio, peso del terreno	1,35	0,80
Empuje del terreno	1,35	0,70
Presión del agua	1,20	0,90
Variable	1,50	0

- $\Psi$  corresponde al coeficiente de simultaneidad, cuyos valores están establecidos en la tabla 4.2 de SE

	$\Psi_0$	$\Psi_1$	$\Psi_2$
Nieve			
• para altitudes > 1000 m	0,7	0,5	0,2
• para altitudes ≤ 1000 m	0,5	0,2	0
Viento	0,6	0,5	0

También cabe destacar, que la sobrecarga de uso no se considera concomitante con el resto de acciones variables, acorde con la norma SE-AE

Tras realizar el estudio de las combinaciones de las acciones sobre la cubierta se comprueba que los casos más desfavorables serán los siguiente

$$\text{Presión: } 1,35 P_{propio} + 1,5 q_e \text{ presión} + 1,5 \cdot 0,5 S_{nieve} = 2,814 \text{ kN/m}^2$$

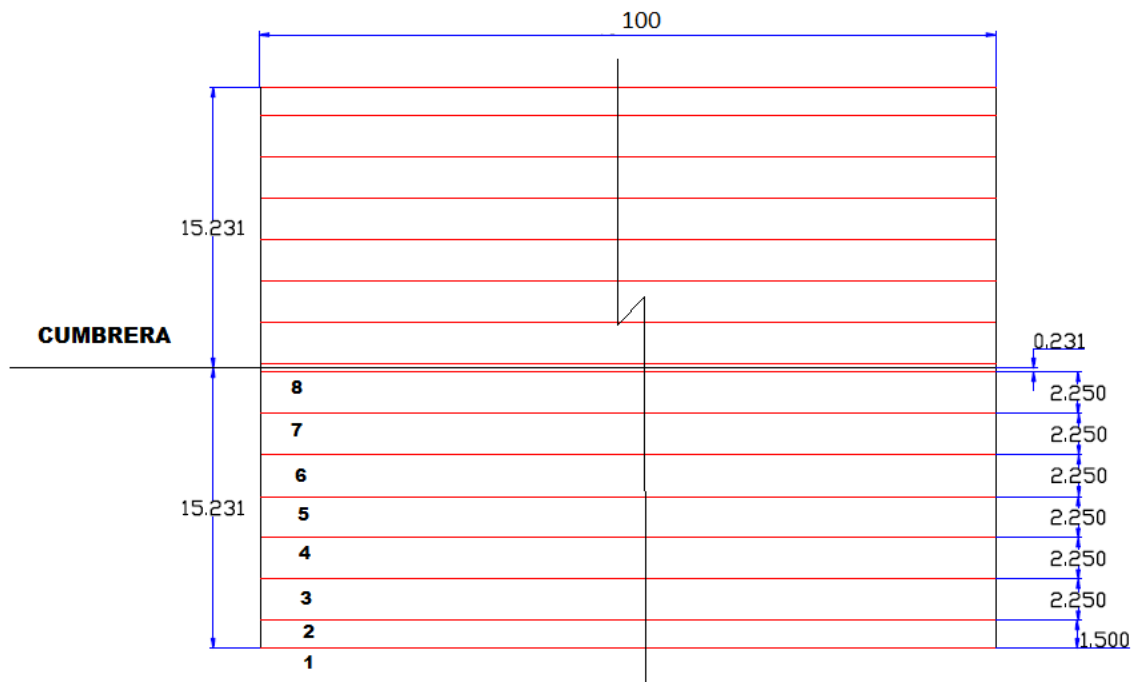
$$\text{Succión: } 0,8 P_{propio} + 1,5 q_e \text{ succión} = -2,42 \text{ kN/m}^2$$

Comparando con el prontuario los valores obtenidos, el fabricante señala que para que el panel resista correctamente las cargas calculadas la distancia entre correas será:

$$\text{Distancia entre correas} = 2,25 \text{ m}$$

### 3.3.4 DIMENSIONAMIENTO DE LAS CORREAS DE LA CUBIERTA

Una vez calculadas las acciones sobre la cubierta se calcula que la distancia entre correas será de 2,25m, por lo que la distribución de las correas sobre cada ala de la cubierta es la siguiente:



Las correas serán numeradas de tal manera como se muestra en la figura anterior.

Cada correa soporta las acciones que se dan en la mitad del área entre correa y correa, esto se conoce como área tributaria de cada correa. Por tanto se calcula que para cada correa el área tributaria será la siguiente.

- Correa 1:  $A_{\text{tributaria}} = 0,75 \text{ m}^2$
- Correa 2:  $A_{\text{tributaria}} = 1,875 \text{ m}^2$
- Correa 3:  $A_{\text{tributaria}} = 2,25 \text{ m}^2$
- Correa 4:  $A_{\text{tributaria}} = 2,25 \text{ m}^2$
- Correa 5:  $A_{\text{tributaria}} = 2,25 \text{ m}^2$
- Correa 6:  $A_{\text{tributaria}} = 2,25 \text{ m}^2$
- Correa 7:  $A_{\text{tributaria}} = 2,25 \text{ m}^2$
- Correa 8:  $A_{\text{tributaria}} = 1,356 \text{ m}^2$

### 3.3.4.1 ACCIONES SOBRE LAS CORREAS

#### A. Peso propio

En este apartado se tendrá en cuenta tanto el peso del panel sándwich sobre la correa, así como el propio peso del perfil elegido. Se debe considerar la acción tanto en el plano perpendicular como en el paralelo.

En cuanto al panel de la cubierta ejerce en perpendicular a el mismo  $0,09553 \text{ kN/m}^2$  y en paralelo  $0,01684 \text{ kN/m}^2$ . Estos valores se multiplicarán por el área tributaria de cada correa.

En cuanto al perfil, se comienza eligiendo un **IPE 140** cuyo peso es  $0,129 \text{ kN/m}$  que descomponiendo en planos perpendicular y paralelo a la cubierta ejercerá un peso de:

$$G_{\text{perpendicular}} = 0,129 \cos 5^\circ = 0,127 \text{ kN/m}$$

$$G_{\text{paralelo}} = 0,129 \sin 5^\circ = 0,022 \text{ kN/m}$$

Sumando ambos valores se obtienen los siguientes resultados

#### Perpendicular

Correa 1:  $G = 0,199 \text{ kN/m}$

Correa 2:  $G = 0,306 \text{ kN/m}$

Correas 3,4,5,6,7:  $G = 0,342 \text{ kN/m}$

Correa 8:  $G = 0,257 \text{ kN/m}$

#### Paralelo

Correa 1:  $G = 0,035 \text{ kN/m}$

Correa 2:  $G = 0,0536 \text{ kN/m}$

Correas 3,4,5,6,7:  $G = 0,06 \text{ kN/m}$

Correa 8:  $G = 0,045 \text{ kN/m}$

B. Sobrecarga de uso

En este apartado se recoge la sobrecarga de uso que se ejerce sobre la cubierta y es soportada a su vez por las correas. Los valores calculados anteriormente son en perpendicular a la cubierta  $0,388 \text{ kN/m}^2$  y en paralelo  $0,068 \text{ kN/m}^2$

Multiplicando por cada área tributaria se obtiene:

Perpendicular

Correa 1:  $S_{\text{uso}} = 0,291 \text{ kN/m}$

Correa 2:  $S_{\text{uso}} = 0,728 \text{ kN/m}$

Correas 3,4,5,6,7:  $S_{\text{uso}} = 0,873 \text{ kN/m}$

Correa 8:  $S_{\text{uso}} = 0,526 \text{ kN/m}$

Paralelo

Correa 1:  $S_{\text{uso}} = 0,051 \text{ kN/m}$

Correa 2:  $S_{\text{uso}} = 0,128 \text{ kN/m}$

Correas 3,4,5,6,7:  $S_{\text{uso}} = 0,153 \text{ kN/m}$

Correa 8:  $S_{\text{uso}} = 0,092 \text{ kN/m}$

C. Nieve

En este apartado se tendrá en cuenta el peso ejercido por la nieve sobre la cubierta. Los valores calculados anteriormente son en el sentido perpendicular a la cubierta  $0,582 \text{ kN/m}^2$  y en el paralelo  $0,103 \text{ kN/m}^2$ . Por tanto multiplicando por el área tributaria se obtiene



Perpendicular

Correa 1:  $S_{nieve} = 0,437 \text{ kN/m}$

Correa 2:  $S_{nieve} = 1,093 \text{ kN/m}$

Correas 3,4,5,6,7:  $S_{nieve} = 1,312 \text{ kN/m}$

Correa 8:  $S_{nieve} = 0,791 \text{ kN/m}$

Paralelo

Correa 1:  $S_{nieve} = 0,077 \text{ kN/m}$

Correa 2:  $S_{nieve} = 0,193 \text{ kN/m}$

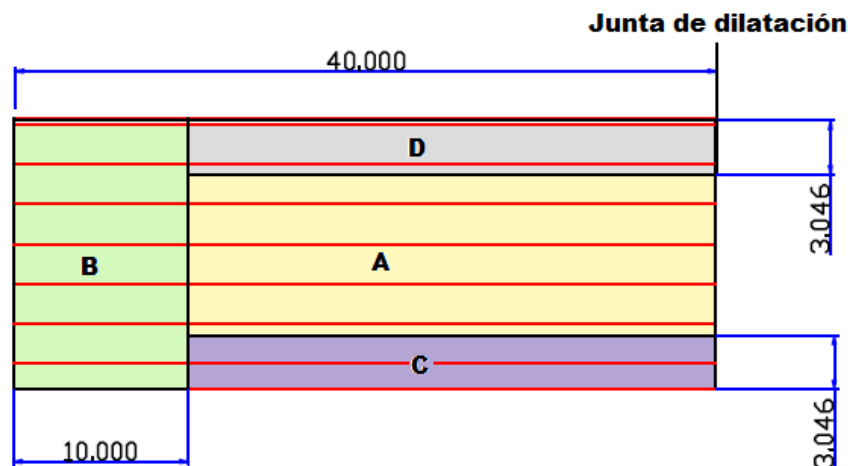
Correas 3,4,5,6,7:  $S_{nieve} = 0,232 \text{ kN/m}$

Correa 8:  $S_{nieve} = 0,14 \text{ kN/m}$

D. Viento

Para el estudio de las acciones del viento se estudiará el primer vano de cubierta hasta la junta de dilatación, ya que es esta parte la que soporta las cargas más desfavorables.

Solo se realiza del estudio del viento longitudinal despreciando el transversal ya que las cargas que actúan son mayores, como se ha explicado anteriormente.



Cada correa soporta diferentes cargas distribuidas linealmente depende de la zona donde se encuentre y de su área tributaria. De esta manera se debe encontrar la correa más desfavorable y proceder a su estudio.

Las cargas distribuidas para cada zona se calculan con los datos calculados con anterioridad en base a la fórmula  $q_e = q_b \cdot C_e \cdot C_p$

ZONA A	Presión: $q_e = 0,5 \cdot 1,6645 \cdot 0,7 = 0,582 \text{ kN/m}^2$
	Succión: $q_e = 0,5 \cdot 1,6645 \cdot (-1,3) = -1,082 \text{ kN/m}^2$
ZONA B	Presión: $q_e = 0,5 \cdot 1,6645 \cdot 1,8 = 1,499 \text{ kN/m}^2$
	Succión: $q_e = 0,5 \cdot 1,6645 \cdot (-2) = -1,665 \text{ kN/m}^2$
ZONA C	Presión: $q_e = 0,5 \cdot 1,6645 \cdot 1,4 = 11,65 \text{ kN/m}^2$
	Succión: $q_e = 0,5 \cdot 1,6645 \cdot (-1,8) = -1,498 \text{ kN/m}^2$
ZONA D	Presión: $q_e = 0,5 \cdot 1,6645 \cdot 0,4 = 0,333 \text{ kN/m}^2$
	Succión: $q_e = 0,5 \cdot 1,6645 \cdot (-1,8) = -1,498 \text{ kN/m}^2$

Como se puede observar las vigas que sufrirán las cargas más desfavorables debido a las acciones que se dan sobre su área tributar y con las que a continuación se procederá a realizar el estudio son:

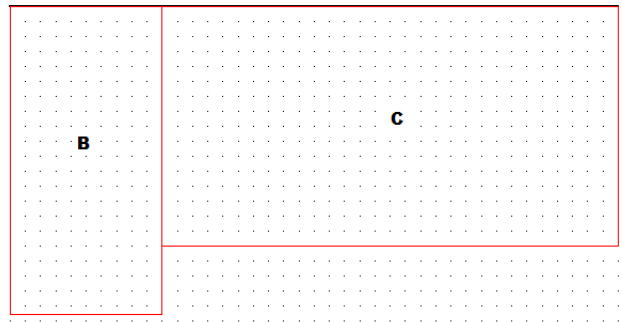
Presión → Correas 2 y 3

Succión → Correa 7

Se debe analizar la correa 2 y la 3 debido a que en cada una de ellas actúan cargas máximas en diferentes secciones.

A continuación se muestran las cargas distribuidas linealmente, multiplicando por el área tributaria de cada correa.

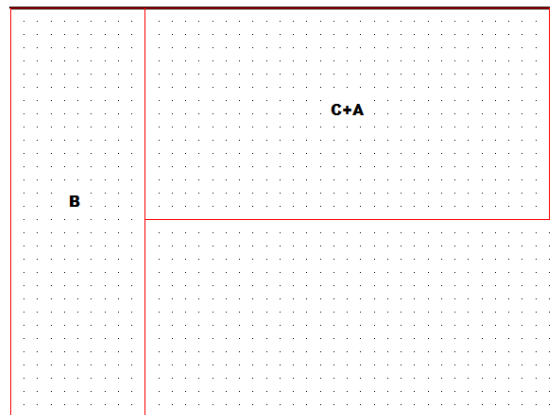
Correa 2 Presión



$$q_b = 1,499 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,875\text{m} = 2,811 \text{ kN/m}$$

$$q_c = 1,165 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,875\text{m} = 2,184 \text{ kN/m}$$

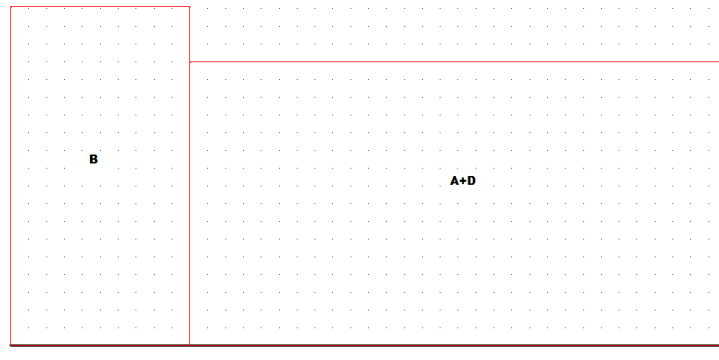
Correa 3 Presión



$$q_b = 1,499 \text{ kN/m}^2 \cdot 2,25\text{m} = 3,373 \text{ kN/m}$$

$$q_{c+a} = 1,165 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,421\text{m} + 0,582 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,829 \text{ m} = 1,555 \text{ kN/m}$$

Correa 7 Succión



$$q_b = (-1,665) \text{ kN/m}^2 \cdot 2,25\text{m} = -3,746 \text{ kN/m}$$

$$q_{a+d} = (-1,082) \text{ kN/m}^2 \cdot 0,56\text{m} + (-1,498) \text{ kN/m}^2 \cdot 1,69 \text{ m} = -3,138 \text{ kN/m}$$

**3.3.4.2 ESTADO LÍMITE ÚLTIMO**

Para el estudio del estado límite último se combinarán las cargas siendo estas mayoradas como se realizó anteriormente.

De este modo la combinación a estudiar como la más desfavorable sera:

Para las acciones perpendiculares a la cubierta

Presión:  $1,35 G + 1,5 S_{viento} + 1,5 \cdot 0,5 \cdot S_{nieve}$

Succión:  $0,8 G + 1,5 S_{viento}$

Para las acciones paralelas a la cubierta

$1,35 G + 1,5 \cdot 0,5 \cdot S_{nieve}$

Para la comprobación resistente los momentos flectores máximos deben cumplir que

$$\frac{M_{y,Sd}}{W_{el,y}} + \frac{M_{z,Sd}}{W_{el,z}} \leq f_{yd}$$

Siendo  $f_{yd}$  la resistencia de cálculo, que se determina a través de la tensión límite elástica del material que en este caso es el acero. Por tanto:

$f_y = 275 \text{ N/mm}^2$  y el coeficiente de seguridad relativo a la plastificación del material es  $Y_m = 1,05$

De este modo se obtiene que

$$f_{yd} = f_y / Y_m = 261904,762 \text{ kN/m}^2$$

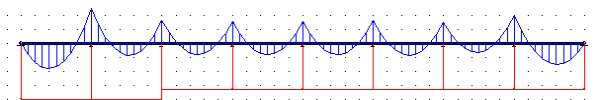
Para un IPE 140

$W_{el,y} = 7,732 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$

$W_{el,z} = 1,2310 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$

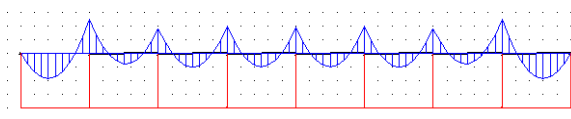
## Correa 2

### Perpendicular



Hipótesis		Elemento	
1,35G+1,5Svpres8C+1,5*0,5Sn		1 Viga plana E-A Nudos: 2,1	
Esfuerzos en el sistema local del elemento			
X	Axial N	Cortante Q	Flector M
0.0	0.00	16.55	1463.826
50.0	0.00	13.83	704.431
100.0	0.00	11.10	81.261
150.0	0.00	8.38	-405.684
200.0	0.00	5.65	-756.404
250.0	0.00	2.93	-970.900
300.0	0.00	0.20	-1049.170
350.0	0.00	-2.52	-991.215
400.0	0.00	-5.25	-797.035
Valores extremos			
Axial	Max: 0	Min: 0	
Cortante	Max: 16.5502	Min: -10.6948	
Momento	Max: 1463.83	Min: -1049.17	
Sentidos		Puntos	
		Todos (11)	

### Paralelo



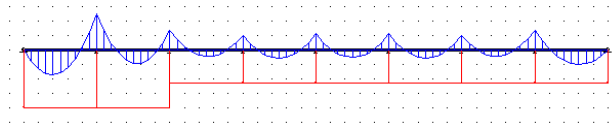
Hipótesis		Elemento	
1,35G+1,5*0,5Sn		1 Viga plana E-A Nudos: 2,1	
Esfuerzos en el sistema local del elemento			
X	Axial N	Cortante Q	Flector M
0.0	0.00	0.66	57.326
50.0	0.00	0.55	27.181
100.0	0.00	0.44	2.461
150.0	0.00	0.33	-16.834
200.0	0.00	0.22	-30.704
250.0	0.00	0.11	-39.149
300.0	0.00	0.01	-42.170
350.0	0.00	-0.10	-39.765
400.0	0.00	-0.21	-31.935
Valores extremos			
Axial	Max: 0	Min: 0	
Cortante	Max: 0.657152	Min: -0.427848	
Momento	Max: 57.326	Min: -42.1696	
Sentidos		Puntos	
		Todos (11)	

$$\frac{14,638 \text{ kNm}}{7,732 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3} + \frac{0,573 \text{ kNm}}{1,231 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3} \leq 261904,762 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

235864,646 kN/m<sup>2</sup> < 261904,762 → **CUMPLE**

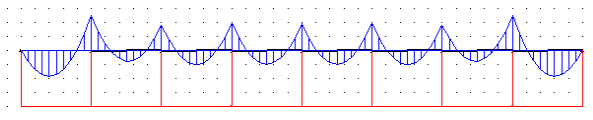
### Correa 3

Perpendicular



Hipótesis		Elemento	
1.35G+1.5SypresABC+1.5*0.5Sn		1 Viga plana E-A Nudos: 2,1	
Esfuerzos en el sistema local del elemento			
X	Axial N	Cortante Q	Flector M
0.0	0.00	19.84	1789.057
50.0	0.00	16.59	878.339
100.0	0.00	13.34	130.246
150.0	0.00	10.08	-455.222
200.0	0.00	6.83	-878.066
250.0	0.00	3.58	-1138.284
300.0	0.00	0.33	-1235.877
350.0	0.00	-2.93	-1170.845
400.0	0.00	-6.18	-943.189
Valores extremos			
Axial	Max: 0	Min: 0	
Cortante	Max: 19.8406	Min: -12.6844	
Momento	Max: 1789.06	Min: -1235.88	

Paralelo



Hipótesis		Elemento	
1.35G+1.5*0.5Sn		1 Viga plana E-A Nudos: 2,1	
Esfuerzos en el sistema local del elemento			
X	Axial N	Cortante Q	Flector M
0.0	0.00	0.77	67.365
50.0	0.00	0.64	31.941
100.0	0.00	0.52	2.892
150.0	0.00	0.39	-19.782
200.0	0.00	0.26	-36.081
250.0	0.00	0.13	-46.005
300.0	0.00	0.01	-49.554
350.0	0.00	-0.12	-46.728
400.0	0.00	-0.25	-37.527
Valores extremos			
Axial	Max: 0	Min: 0	
Cortante	Max: 0.772229	Min: -0.502771	
Momento	Max: 67.3647	Min: -49.5541	

$$\frac{17,891 \text{ kNm}}{7,732 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3} + \frac{0,674 \text{ kNm}}{1,231 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3} \leq 261904,762 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

286141,266 kN/m<sup>2</sup> < 261904,762 → **NO CUMPLE**

Se debe aumentar el perfil a un **IPE 160** para comprobar si es capaz de soportar las sollicitaciones previstas.

Al variar el perfil varía el peso propio. Para el perfil IPE 160 se cuenta con un peso de 0,1577kN/m, descomponiéndolo:

Perpendicular:  $G = 0,1553 \text{ kN/m}$

Paralelo:  $G = 0,0274 \text{ kN/m}$

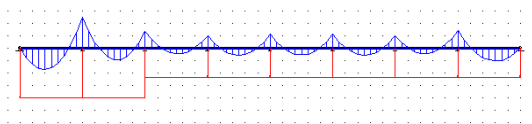
Por tanto para las vigas 3 y 7 sumando tanto el peso de la cubierta como del perfil

Perpendicular:  $G = 0,37 \text{ kN/m}$   
 Paralelo:  $G = 0,065 \text{ kN/m}$

Para un IPE 160  
 $W_{el,y} = 10,866 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$   
 $W_{el,z} = 1,666 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$

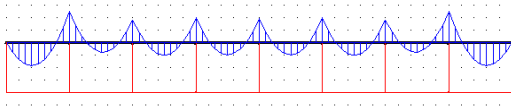
### Correa 3

#### Perpendicular



Hipótesis		Elemento	
1,35G+1,5SypresABC+1,5*0,5Sn		1 Viga plana E-A Nudos: 2,1	
Esfuerzos en el sistema local del elemento			
X	Axial N	Cortante Q	Flector M
0.0	0.00	19.96	1799.096
50.0	0.00	16.68	883.099
100.0	0.00	13.41	130.677
150.0	0.00	10.14	-458.170
200.0	0.00	6.87	-883.442
250.0	0.00	3.60	-1145.140
300.0	0.00	0.33	-1243.262
350.0	0.00	-2.94	-1177.809
400.0	0.00	-6.22	-948.781
Valores extremos			
Axial	Max: 0	Min: 0	
Cortante	Max: 19.9557	Min: -12.7593	
Momento	Max: 1799.1	Min: -1243.26	
Sentidos			Puntos
			Todos (11)

Paralelo



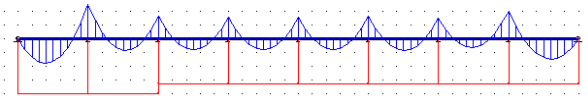
Hipótesis		Elemento	
1,35G+1,5*0,5Sn		1 Viga plana E-A Nudos: 2,1	
Esfuerzos en el sistema local del elemento			
X	Axial N	Cortante Q	Flector M
0.0	0.00	0.79	69.214
50.0	0.00	0.66	32.818
100.0	0.00	0.53	2.971
150.0	0.00	0.40	-20.325
200.0	0.00	0.27	-37.072
250.0	0.00	0.14	-47.268
300.0	0.00	0.01	-50.914
350.0	0.00	-0.12	-48.011
400.0	0.00	-0.25	-38.557
Valores extremos			
Axial	Max: 0	Min: 0	
Cortante	Max: 0.793428	Min: -0.516572	
Momento	Max: 69.2139	Min: -50.9144	
Sentidos		Puntos	
		Todos (11)	

$$\frac{17,991 \text{ kNm}}{10,866 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3} + \frac{0,69214 \text{ kNm}}{1,666 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3} \leq 261904,762 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

207116,5255 kN/m<sup>2</sup> < 261904,762 → CUMPLE

Correa 7

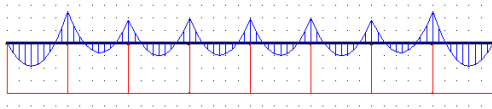
Perpendicular



Hipótesis		Elemento	
1,35G+1,5SvpresABD+1,5*0,5Sn		1 Viga plana E-A Nudos: 2,1	
Esfuerzos en el sistema local del elemento			
X	Axial N	Cortante Q	Flector M
0.0	0.00	16.17	1429.815
50.0	0.00	13.51	687.996
100.0	0.00	10.84	79.252
150.0	0.00	8.18	-396.417
200.0	0.00	5.52	-739.011
250.0	0.00	2.86	-948.530
300.0	0.00	0.20	-1024.974
350.0	0.00	-2.46	-968.343
400.0	0.00	-5.12	-778.637
Valores extremos			
Axial	Max: 0	Min: 0	
Cortante	Max: 16.1671	Min: -10.4479	
Momento	Max: 1429.81	Min: -1024.97	
Sentidos		Puntos	
		Todos (11)	



Paralelo



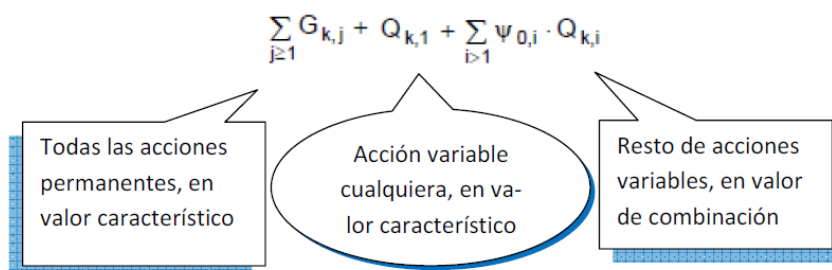
Hipótesis		Elemento		
1.35G+1.5*0.5Sn		1 Viga plana E-A Nudos: 2,1		
Esfuerzos en el sistema local del elemento				
X	Axial N	Cortante Q	Flector M	
0.0	0.00	0.79	69.214	
50.0	0.00	0.66	32.818	
100.0	0.00	0.53	2.971	
150.0	0.00	0.40	-20.325	
200.0	0.00	0.27	-37.072	
250.0	0.00	0.14	-47.268	
300.0	0.00	0.01	-50.914	
350.0	0.00	-0.12	-48.011	
400.0	0.00	-0.25	-38.557	
Valores extremos				
Axial	Max: 0	Min: 0		
Cortante	Max: 0.793428	Min: -0.516572		
Momento	Max: 69.2139	Min: -50.9144		
			Sentidos	Puntos
				Todos (11)

$$\frac{14,2981 \text{ kNm}}{10,866 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3} + \frac{0,69214 \text{ kNm}}{1,666 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3} \leq 261904,762 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

173130,698 kN/m<sup>2</sup> < 261904,762 → CUMPLE

**3.3.4.3 ESTADO LÍMITE DE SERVICIO**

En este apartado se verifica que la instalación sea adecuada para el servicio. Para ello acorde con la norma SE, los efectos de acciones de corta duración, como por ejemplo el pandeo, se determinan mediante la combinación de acciones, a partir de la expresión



De esta manera, la norma indica que para cualquier combinación de acciones la flecha relativa no excederá de  $L$  (distancia entre apoyos)/ 300

Para este caso  $L = 5$  por tanto  $f \leq 5/300 = 0,0166 \text{ m}$

En cuanto a las combinaciones de acciones, la más desfavorable para este caso será

Perpendicular:  $G + Sviento + 0,5 Snieve$

Paralelo:  $G + 0,5 Snieve$

La correa que se analiza es la 3 ya que como se ha demostrado es la que soporta las mayores cargas

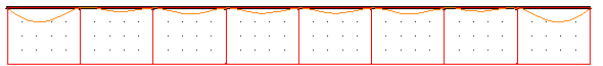
### Correa 3

#### Perpendicular



Hipótesis		Elemento	
G+SvpresABC+0.5Sn		1 Viga plana E-A Nudos: 2,1	
Deformaciones en el sistema local del elemento			
X	Axial	Lateral	Giro Z
0.0	0	0	1.5116417e-005
50.0	0	0.0014434637	3.9810085e-005
100.0	0	0.0037249135	4.9138056e-005
150.0	0	0.0061513941	4.611351e-005
200.0	0	0.0081806089	3.3749624e-005
250.0	0	0.0094209205	1.5059579e-005
300.0	0	0.0096313504	-6.9434473e-006
350.0	0	0.0087215791	-2.9246276e-005
400.0	0	0.0067519458	-4.8835728e-005
Valores máximos (absolutos)			
Axial X	0	Lateral Y	0.00963135
Giro Z	6.78218e-005	Puntos: Todos (11)	

#### Paralelo



Hipótesis		Elemento	
G+0.5Sn		1 Viga plana E-A Nudos: 2,1	
Deformaciones en el sistema local del elemento			
X	Axial	Lateral	Giro Z
0.0	0	0	1.0163818e-005
50.0	0	0.00085186348	2.2449841e-005
100.0	0	0.0021120414	2.67593e-005
150.0	0	0.0034211412	2.4669619e-005
200.0	0	0.0044986414	1.7758223e-005
250.0	0	0.005142892	7.6025359e-006
300.0	0	0.0052311139	-4.2200173e-006
350.0	0	0.0047193995	-1.6132012e-005
400.0	0	0.0036427124	-2.6556024e-005
Valores máximos (absolutos)			
Axial X	0	Lateral Y	0.00523111
Giro Z	3.66304e-005	Puntos: Todos (11)	

Tanto la flecha perpendicular como la paralela a la cubierta cumplen la norma, por último se deben de sumar para comprobar que también se cumple con la normativa.

$$f = \sqrt{0,00963^2 + 0,00523^2} = 0,0109 \text{ m} < 0,0166 \text{ m} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

Por tanto queda demostrado que

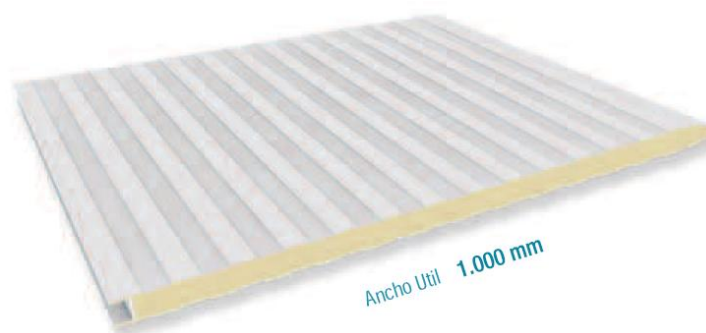
**El perfil IPE 160 es válido**

### **3.3.5. DIMENSIONAMIENTO DE LOS PARAMENTOS VERTICALES**

Distinguiremos dos cerramientos:

- Pared frontal: de 15 m de longitud
- Pared lateral: de 100 m de longitud

El panel elegido para resolver este caso es un panel tipo sándwich de la empresa GRUPO PANEL SANDWICH, panel de fachada con fijación vista



Con las siguientes especificaciones técnicas. Se escogerá un panel de grosor 50mm.

Espesor del panel (mm)	Transmitancia Térmica (U)	Peso del panel Acero/Acero (Kg/m <sup>2</sup> ) Espesor nominal chapa 0.5 mm
	W/m <sup>2</sup> K	
30	0.658	8.75
40	0.500	9.15
50	0.409	9.55
60	0.344	9.95
80	0.261	10.75
100	0.210	11.55
120	0.176	12.35

Espesor del Panel (mm)	ESQUEMA ESTÁTICO - TRES O MAS APOYOS - Distancia entre apoyos en cm.														
	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	450	500	550	600
30	190	161	140	124	110	89	67	-	-	-	-	-	-	-	-
40	256	218	190	168	150	136	124	97	75	-	-	-	-	-	-
50	322	275	239	212	190	172	156	144	123	98	79	-	-	-	-
60	-	332	289	256	229	207	189	174	161	146	118	79	-	-	-
80	-	-	-	344	308	279	255	235	217	202	189	149	105	76	-
100	-	-	-	-	-	-	321	296	274	255	238	210	171	125	93
120	-	-	-	-	-	-	-	356	330	307	287	254	227	185	139

### 3.3.5.1 ACCIONES SOBRE LOS PARAMENTOS VERTICALES

#### A. Peso propio

Como se ha indicado con anterioridad, se ha elegido un panel de 50 mm, que como indican las especificaciones proporcionadas por el fabricante pesa

$$G = 0,0955 \text{ kN/m}^2$$

Este peso se ejercerá de manera paralela al paramento únicamente.

#### B. Viento

Para el estudio del viento se acude al CTE, que al igual que para la cubierta, el viento ejercerá una fuerza perpendicular al cerramiento en cada punto expuesto de la misma. Esta presión estática puede expresarse como

$$q_e = q_b \cdot C_e \cdot C_p$$

Siendo  $q_b$  la presión dinámica del viento la norma indica que en el territorio español se puede usar el valor  $q_b = 0,5 \text{ KN/m}^2$

Para el Coeficiente de exposición  $C_e$  se utiliza la Tabla 3.4 del SE-AE puesto que la altura  $h$  del cerramiento es  $h = 6 \text{ m} < 30 \text{ m}$

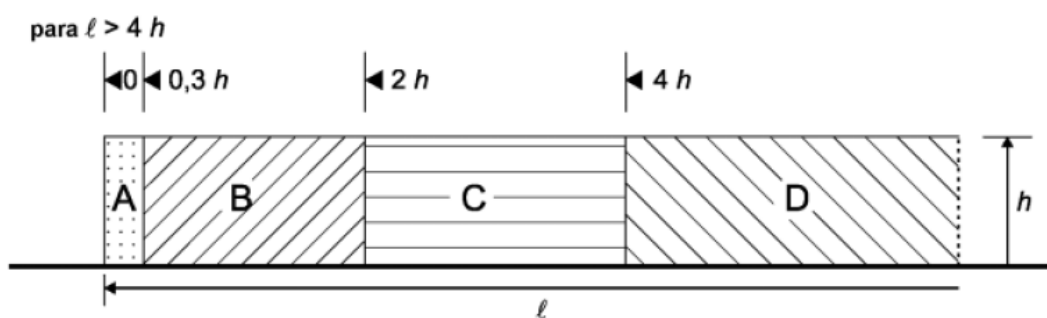
Tabla 3.4. Valores del coeficiente de exposición  $C_e$

Grado de aspereza del entorno	Altura del punto considerado (m)							
	3	6	9	12	15	18	24	30
I Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	2,4	2,7	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5	3,7
II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	2,1	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,5
III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	1,6	2,0	2,3	2,5	2,6	2,7	2,9	3,1
<b>IV Zona urbana en general, industrial o forestal</b>	1,3	<b>1,4</b>	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6
V Centro de negocio de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	1,2	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	1,9	2,0

Por tanto para este caso  $C_e = 1,4$

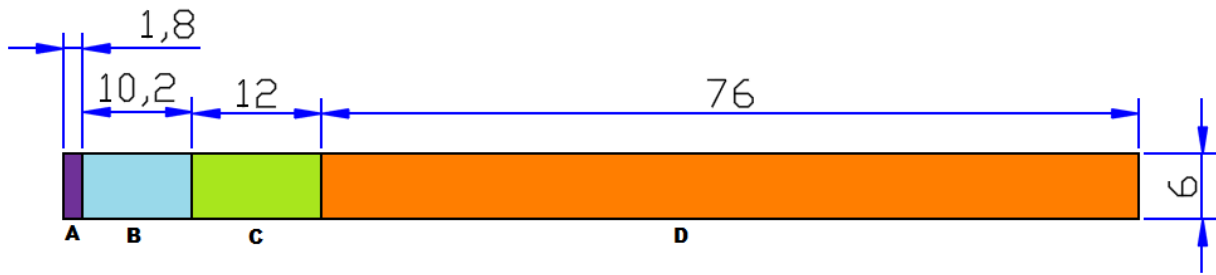
Por último, para el coeficiente  $C_p$  se utiliza el eurocódigo, el cual plantea la siguiente distribución de presiones dependiendo de la longitud de la pared a estudio

Pared lateral



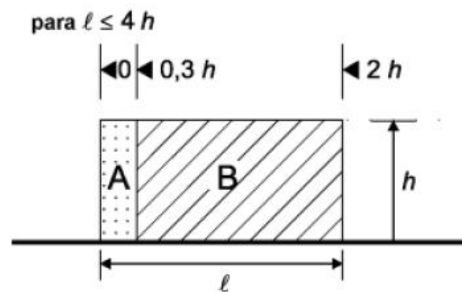
Puesto que la longitud de la nave entre juntas de dilatación son

$40 \text{ m} > 4h = 4 \cdot 6 = 24$ , se prevé la siguiente disposición de presiones en las paredes laterales.

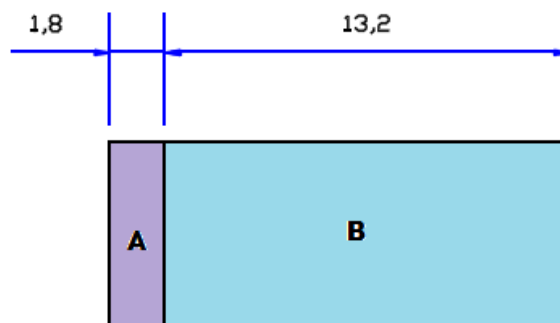


Pared frontal

En la pared frontal se cuenta con una longitud de 15 m por lo que al ser menor que  $4h$  se usa la siguiente distribución



Por tanto en la pared frontal se tiene la siguiente disposición de presiones



Para calcular la magnitud del coeficiente  $C_p$  se recurre a la siguiente tabla, entrando con un grado de solidez  $\phi = 1$ , y teniendo en cuenta que tanto la pared lateral como la frontal cuentan con contrafuerte, se obtienen los siguientes coeficientes

Tabla 7.9  
 Coeficientes de presión recomendados  $c_{p,net}$

Solidez	Zona		A	B	C	D
$\phi = 1$	Sin contrafuertes en los extremos	$l/h \leq 3$	2,3	1,4	1,2	1,2
		$l/h = 5$	2,9	1,8	1,4	1,2
		$l/h \geq 10$	3,4	2,1	1,7	1,2
	Con contrafuertes en los extremos de longitud $\geq h^a$		2,1	1,8	1,4	1,2
$\phi = 0,8$			1,2	1,2	1,2	1,2

<sup>a</sup> Se puede emplear la interpolación lineal para las longitudes de los contrafuertes en los extremos en vuelta entre 0.0 y  $h$

Por tanto la presión del viento en cada zona, sustituyendo cada coeficiente será

$$ZONA A \rightarrow q_A = 0,5 \cdot 1,4 \cdot 2,1 = 1,47 \text{ kN/m}^2$$

$$ZONA B \rightarrow q_B = 0,5 \cdot 1,4 \cdot 1,8 = 1,26 \text{ kN/m}^2$$

$$ZONA C \rightarrow q_C = 0,5 \cdot 1,4 \cdot 1,4 = 0,98 \text{ kN/m}^2$$

$$ZONA D \rightarrow q_D = 0,5 \cdot 1,4 \cdot 1,2 = 0,84 \text{ kN/m}^2$$

### 3.3.5.2 COMBINACIONES

En la dirección perpendicular del panel solo actuará la presión del viento, por tanto para calcular la resistencia del panel se debe mayorar la presión del viento más desfavorable.

$$1,5 q_A = 1,5 \cdot 1,47 \text{ kN/m}^2 = 2,205 \text{ kN/m}^2 = 220,5 \text{ kg/m}^2$$

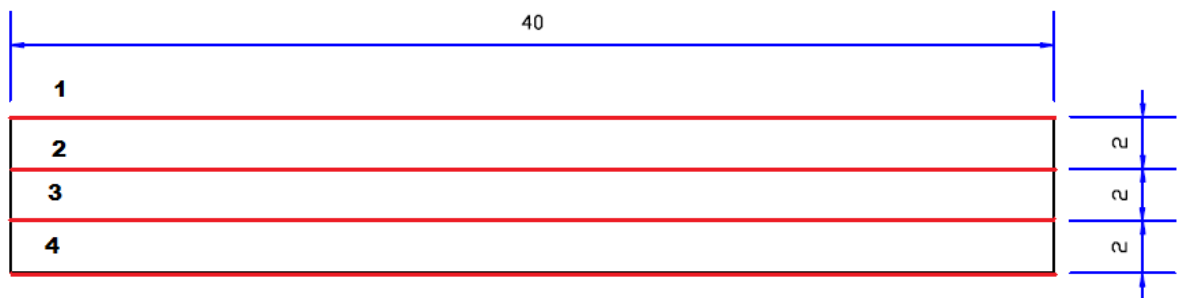
Por tanto del prontuario se calcula que para que el panel elegido de 50mm de espesor, la distancia entre correas ha de ser 200cm = 2m

**Distancia entre correas = 2 m**

### **3.3.6 DIMENSIONAMIENTO DE LAS CORREAS DE LOS PARAMENTOS VERTICALES**

#### ⇒ Paredes laterales

Tras calcular que la distancia entre las correas de los paramentos verticales ha de ser de 2 m, la disposición de dichas correas será la siguiente.



Se estudiarán las correas 2 y 3 ya que su área tributaria es mayor que en el caso de las otras dos correas

#### **3.3.6.1 ACCIONES SOBRE LAS CORREAS LATERALES**

##### A) Peso propio

El peso que se ejercerá sobre las correas será debido al peso del panel de fachada y al peso propio del perfil, que para este caso se comenzará eligiendo un IPE 120. Ambos pesos se ejercerán en la dirección paralela al panel.

Peso panel:  $G = 0,0955 \text{ kN/m}^2 \cdot 2 \text{ m} = 0,191 \text{ kN/m}$

Peso perfil:  $G = 0,1037 \text{ kN/m}$  (como se indica en el prontuario para un IPE120)

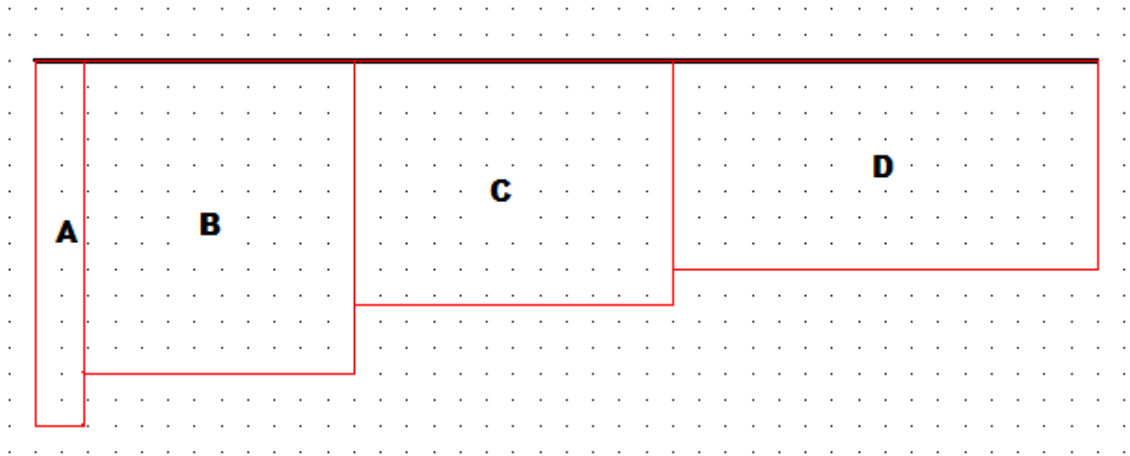
Por tanto

$$G = 0,191 + 0,1037 = 0,2947 \text{ kN/m}$$



B) Viento

El viento provocará una distribución de tensiones de la siguiente manera, separado en zonas del tamaño explicado anteriormente.



La presión que se ejerce será perpendicular al panel de fachada, y tendrá el siguiente valor para cada zona de la correa

$$q_A = 1,47 \text{ kN/m}^2 \cdot 2 \text{ m} = 2,94 \text{ kN/m}$$

$$q_B = 1,26 \text{ kN/m}^2 \cdot 2 \text{ m} = 2,52 \text{ kN/m}$$

$$q_C = 0,98 \text{ kN/m}^2 \cdot 2 \text{ m} = 1,96 \text{ kN/m}$$

$$q_D = 0,84 \text{ kN/m}^2 \cdot 2 \text{ m} = 1,68 \text{ kN/m}$$

**3.3.6.2 ESTADO LÍMITE ÚLTIMO DE LAS CORREAS LATERALES**

Para el estudio del estado límite último se combinarán las cargas siendo estas mayoradas como se realizó anteriormente

Paralela  $\rightarrow 1,35 G = 1,35 \cdot 0,2947 = 0,398 \text{ kN/m}$

Perpendicular  $\rightarrow 1,5 S_{viento}$

$$q_A = 2,94 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,5 = 4,41 \text{ kN/m}$$

$$q_B = 2,52 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,5 = 3,78 \text{ kN/m}$$

$$q_C = 1,96 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,5 = 2,94 \text{ kN/m}$$

$$q_D = 1,68 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,5 = 2,52 \text{ kN/m}$$

Para la comprobación resistente los momentos flectores máximos deben cumplir que

$$\frac{M_{y,Sd}}{W_{el,y}} + \frac{M_{z,Sd}}{W_{el,z}} \leq f_{yd}$$

Siendo  $f_{yd}$  la resistencia de cálculo, que se determina a través de la tensión límite elástica del material que en este caso es el acero. Por tanto

$f_y = 275 \text{ N/mm}^2$  y el coeficiente de seguridad relativo a la plastificación del material es  $Y_m = 1,05$

De este modo se obtiene que

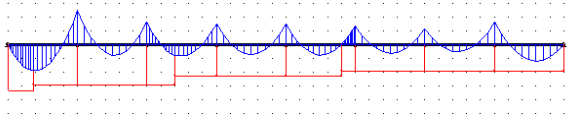
$$f_{yd} = f_y / Y_m = 261904,762 \text{ kN/m}^2$$

Para un IPE 120

$$W_{el,y} = 5,296 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$$

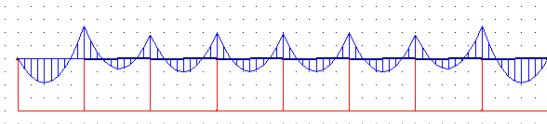
$$W_{el,z} = 0,865 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$$

Perpendicular



Hipótesis		Elemento	
1,55 viento		2 Viga plana Nudos: 2,3	
Esfuerzos en el sistema local del elemento			
X	Axial N	Cortante Q	Flector M
0.0	0.00	-0.38	781.978
32.0	0.00	0.83	774.635
64.0	0.00	2.04	728.584
96.0	0.00	3.25	643.826
128.0	0.00	4.46	520.361
160.0	0.00	5.67	358.189
192.0	0.00	6.88	157.310
224.0	0.00	8.09	-82.277
256.0	0.00	9.30	-360.570
Valores extremos			
Axial	Max: 0	Min: 0	
Cortante	Max: 11.7207	Min: -0.375321	
Momento	Max: 781.978	Min: -1033.28	

Paralelo



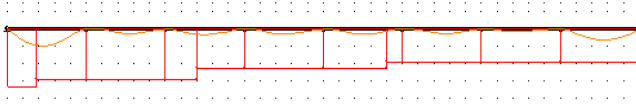
Hipótesis		Elemento	
1,35G		2 Viga plana Nudos: 2,3	
Esfuerzos en el sistema local del elemento			
X	Axial N	Cortante Q	Flector M
0.0	0.00	-1.05	-105.142
50.0	0.00	-0.85	-57.546
100.0	0.00	-0.65	-19.900
150.0	0.00	-0.45	7.796
200.0	0.00	-0.26	25.542
250.0	0.00	-0.06	33.338
300.0	0.00	0.14	31.184
350.0	0.00	0.34	19.079
400.0	0.00	0.54	-2.975
Valores extremos			
Axial	Max: 0	Min: 0	
Cortante	Max: 0.938582	Min: -1.05142	
Momento	Max: 33.3376	Min: -105.142	

$$\frac{10,3328 \text{ kNm}}{5,296 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3} + \frac{1,05142 \text{ kNm}}{0,865 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3} \leq 261904,762 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

316657,1853 kN/m<sup>2</sup> > 261904,762 → **NO CUMPLE**

El valor de la capacidad resistente se puede reducir si se comprueba que la exigencia de la flecha perpendicular cumple, poniendo tirantillas que reduzcan la flecha paralela y el momento paralelo a la fachada

Estudio de la flecha perpendicular



Hipótesis		Elemento		
Sviento		2 Viga plana Nudos: 2,3		
Deformaciones en el sistema local del elemento				
X	Axial	Lateral	Giro Z	
0.0	0	-0.015818559	-3.0343725e-005	
32.0	0	-0.016391116	-5.4801944e-006	
64.0	0	-0.016178389	1.8530484e-005	
96.0	0	-0.015227452	4.0451784e-005	
128.0	0	-0.013624951	5.9047175e-005	
160.0	0	-0.011497099	7.3080129e-005	
192.0	0	-0.009009678	8.131412e-005	
224.0	0	-0.006368042	8.2512617e-005	
256.0	0	-0.0038171055	7.5439092e-005	

Valores máximos (absolutos)		Puntos
Axial X	0	Todos (11)
Lateral Y	0.0163911	
Giro Z	8.25126e-005	

Para este caso  $L = 5$  por tanto  $f \leq 5/300 = 0,0166 \text{ m}$

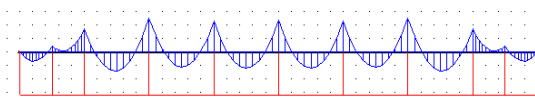
$f = 0,0164 < 0,0166 \rightarrow$  CUMPLE

Como cumple la flecha perpendicular se colocaran tirantillas para aumentar de este modo la capacidad resistiva

Capacidad resistiva con tirantillas

Se colocará la tirantilla en el primer vano ya que en él se da el mayor momento y la mayor flecha.

Paralelo



Hipótesis		Elemento		
1,5G		2 Viga plana Nudos: 2,3		
Esfuerzos en el sistema local del elemento				
X	Axial N	Cortante Q	Flector M	
75.0	0.00	-0.02	-3.277	
100.0	0.00	0.08	-4.066	
125.0	0.00	0.18	-7.343	
150.0	0.00	0.28	-13.108	
175.0	0.00	0.38	-21.359	
200.0	0.00	0.48	-32.099	
225.0	0.00	0.58	-45.326	
250.0	0.00	0.68	-61.040	

Valores extremos		Sentidos	Puntos
Axial Max:	0	Min: 0	Todos (11)
Cortante Max:	0.678326	Min: -0.316674	
Momento Max:	-3.27689	Min: -61.0401	

En el punto  $x = 5$  se tiene el momento flector máximo. A continuación se realizara la comprobación para ese punto.

$$\frac{10,3328 \text{ kNm}}{5,296 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3} + \frac{0,610401 \text{ kNm}}{0,865 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3} \leq 261904,762 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$265672,1853 \text{ kN/m}^2 > 261904,762 \rightarrow \text{NO CUMPLE}$

Se debe aumentar el perfil a un **IPE 140** para comprobar si es capaz de soportar las sollicitaciones previstas.

Al variar el perfil varía el peso propio. Para el perfil IPE 140 se cuenta con un peso de  $0,129 \text{ kN/m}$ , descomponiéndolo

Por tanto el peso propio será la suma del peso del perfil y el peso del panel de la fachada

$$G = 0,191 \text{ kN/m} + 0,129 \text{ kN/m} = 0,32 \text{ kN/m}$$

$$\text{Mayorando: } 1,35 \cdot G = 1,35 \cdot 0,32 \text{ kN/m} = 0,432 \text{ kN/m}$$

Por otro lado:

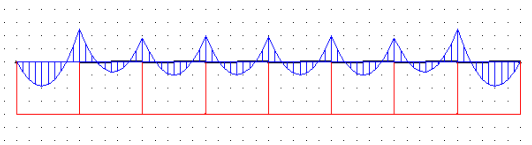
Para un IPE 140

$$W_{el,y} = 7,732 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$W_{el,z} = 1,231 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$$

Solo varía el momento flector paralelo, ya que al variar el perfil solo varían las cargas en ese sentido

Paralelo



Hipótesis		Elemento		
1,35G		2 Viga plana Nudos: 2,3		
Esfuerzos en el sistema local del elemento				
X	Axial N	Cortante Q	Flector M	
0.0	0.00	-0.85	-84.536	
50.0	0.00	-0.69	-46.268	
100.0	0.00	-0.53	-16.000	
150.0	0.00	-0.37	6.268	
200.0	0.00	-0.21	20.536	
250.0	0.00	-0.05	26.804	
300.0	0.00	0.11	25.072	
350.0	0.00	0.27	15.340	
400.0	0.00	0.43	-2.392	
Valores extremos				
Axial	Max: 0	Min: 0	Sentidos	
Cortante	Max: 0.754639	Min: -0.845361	Puntos	
Momento	Max: 26.8041	Min: -84.5361	Todos (11)	

$$\frac{10,3328 \text{ kNm}}{7,732 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3} + \frac{0,84536 \text{ kNm}}{1,231 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3} \leq 261904,762 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

202309,4578 kN/m<sup>2</sup> < 261904,762 → CUMPLE

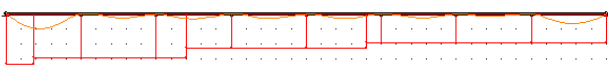
**3.3.6.3 ESTADO LÍMITE DE SERVICIO DE LAS CORREAS LATERALES**

La norma indica que para cualquier combinación de acciones la flecha relativa no excederá de L (distancia entre apoyos)/ 300

Para este caso L = 5 por tanto  $f \leq 5/300 = 0,0166 \text{ m}$

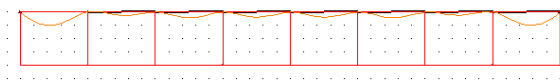
Las cargas aplicadas a la correa se deben aplicar sin mayorar

Perpendicular



Hipótesis		Elemento		
Sviento		2 Viga plana Nudos: 2,3		
Deformaciones en el sistema local del elemento				
X	Axial	Lateral	Giro Z	
0.0	0	-0.0092981548	-1.7836053e-005	
32.0	0	-0.0096347041	-3.2212603e-006	
64.0	0	-0.0095096627	1.0892226e-005	
96.0	0	-0.0089507018	2.3777573e-005	
128.0	0	-0.0080087511	3.4707951e-005	
160.0	0	-0.0067579988	4.2956527e-005	
192.0	0	-0.0052958921	4.779647e-005	
224.0	0	-0.0037431364	4.8500947e-005	
256.0	0	-0.002243696	4.4343126e-005	
Valores máximos (absolutos)				
Axial X	0	Puntos		
Lateral Y	0.0096347	Todos (11)		
Giro Z	4.85009e-005			

Paralela



Tanto la flecha perpendicular como la paralela al cerramiento cumplen la norma, por último se deben de sumar para comprobar que también se cumple con la normativa.

Hipótesis		Elemento		
G		1 Viga plana E-A Nudos: 2.1		
Deformaciones en el sistema local del elemento				
X	Axial	Lateral	Giro Z	
0.0	0	0	2.7333965e-005	
50.0	0	0.0022909507	6.0375261e-005	
100.0	0	0.0056799979	7.1964862e-005	
150.0	0	0.0092006125	6.6344939e-005	
200.0	0	0.012098377	4.7757903e-005	
250.0	0	0.013830986	2.0445806e-005	
300.0	0	0.014068245	-1.1349062e-005	
350.0	0	0.012692071	-4.3384469e-005	
400.0	0	0.0097964929	-7.1418183e-005	

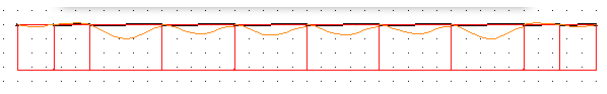
Valores máximos (absolutos)		Puntos
Axial X	0	Todos (11)
Lateral Y	0.0140682	
Giro Z	9.85116e-005	

$$f = \sqrt{0,0096347^2 + 0,0140682^2} = 0,01705 \text{ m} > 0,0166 \text{ m} \rightarrow \text{NO CUMPLE}$$

Para conseguir disminuir la flecha paralela a la fachada, se colocarán tirantillas con el objetivo de que se logre una flecha apta para el servicio.

Estudiando la correa tras colocar una tirantilla en el primer y último vano:

Paralelo



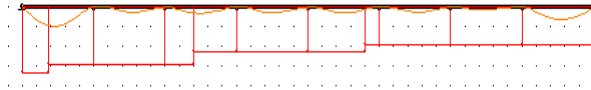
Hipótesis		Elemento		
G		3 Viga plana Nudos: 3.4		
Deformaciones en el sistema local del elemento				
X	Axial	Lateral	Giro Z	
0.0	0	0	-2.6905295e-005	
50.0	0	-0.0018466653	-4.397695e-005	
100.0	0	-0.0041346101	-4.5263512e-005	
150.0	0	-0.0061806355	-3.5007214e-005	
200.0	0	-0.0075136543	-1.7450285e-005	
250.0	0	-0.0078746908	3.1650411e-006	
300.0	0	-0.0072168808	2.2596535e-005	
350.0	0	-0.0057054717	3.6601964e-005	
400.0	0	-0.0037178226	4.0939097e-005	

Valores máximos (absolutos)		Puntos
Axial X	0	Todos (11)
Lateral Y	0.00787469	
Giro Z	4.52635e-005	

La flecha máxima se encuentra en el punto x = 7,5 m y es f = 0,00787 m

En ese punto en el caso perpendicular:



Hipótesis		Elemento		
Sviento		3 Viga plana Nudos: 3,4		
Deformaciones en el sistema local del elemento				
X	Axial	Lateral	Giro Z	
0.0	0	0	1.9138961e-005	
50.0	0	0.00031146688	-4.4316407e-006	
100.0	0	-0.00024140415	-1.5896647e-005	
150.0	0	-0.0011226488	-1.8028701e-005	
200.0	0	-0.0019349358	-1.3600447e-005	
250.0	0	-0.0024195657	-5.3845269e-006	
300.0	0	-0.0024564714	3.846415e-006	
350.0	0	-0.0020642179	1.1319736e-005	
400.0	0	-0.0014000023	1.4262792e-005	
Valores máximos (absolutos)				
Axial X	0			
Lateral Y	0.00245647			
Giro Z	1.9139e-005			
Puntos		Todos (11)		

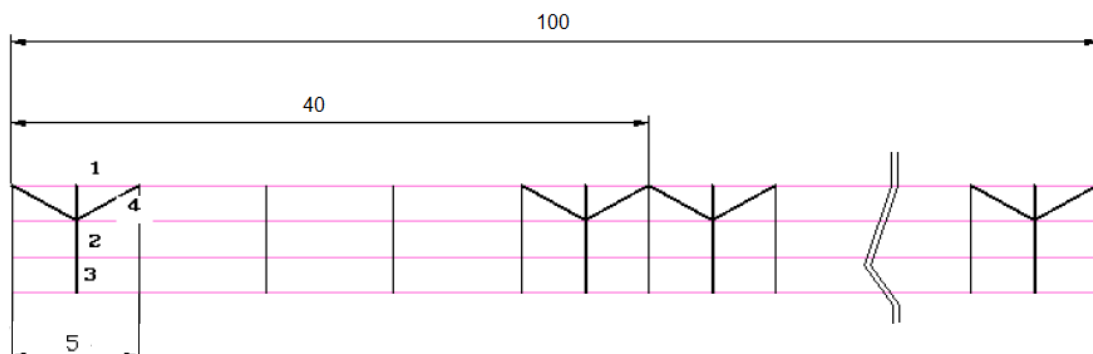
Tanto la flecha perpendicular como la paralela a la cubierta cumplen la norma, por último se deben de sumar para comprobar que también se cumple con la normativa.

$$f = \sqrt{0,002456^2 + 0,007875^2} = 0,008249 \text{ m} < 0,0166 \text{ m} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

De esta manera al colocar las tirantillas en el primer y en el último tramo de cada vano separado por las juntas de dilatación el perfil **IPE 140** es válido, ya que la flecha cumple la normativa necesaria.

### Calculo de la tirantillas

Para el cálculo de las tirantillas se diseñará en base a un perfil tubular, se dispondrán de la siguiente manera





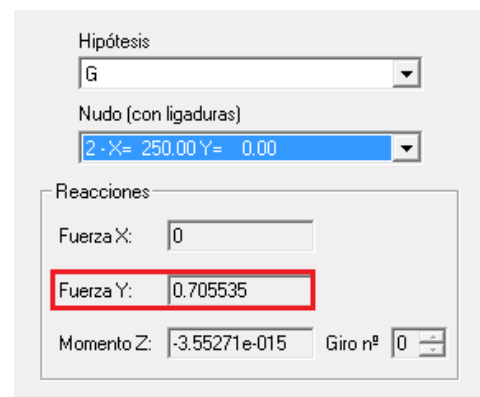
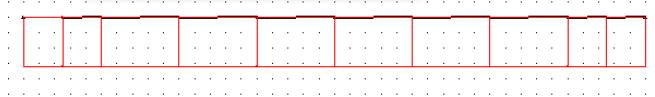
1: Tirantilla a compresión

2,3: Tirantillas a tracción

4: Tirantillas diagonales trabajando a tracción (mayor longitud de pandeo)

A) Tirantillas a tracción (2 y 3)

Se necesita conocer la reacción que se produce en la tirantilla



La reacción que se calcula es de 0,7055 kN

Se debe multiplicar por el número de tirantilla a tracción que se colocará en la estructura, por tanto

$$R = 0,7055 \text{ kN} \cdot 2 = 1,411 \text{ kN}$$

Como referencia para el comienzo del diseño de la tirantilla se calculará el área, de manera que la resistencia de la barra a tracción  $N_{t,rd}$  debe ser menor que la resistencia plástica de la sección bruta  $N_{pl,rd}$

$$N_{t,rd} \leq N_{pl,rd} = A \cdot f_{yd}$$

Siendo

$$F_{axial} = N_{t,rd} = 1,411 \text{ kN}$$

$$N_{pl,rd} = A \cdot f_{yd} = A \cdot 261904,762 \text{ kN/m}^2$$

$$A = \frac{1,411 \text{ kN}}{261904,762 \text{ kN/m}^2}$$

Por tanto el área será:  $A \geq 5,387 \text{ mm}^2$

Puesto que el área que se necesita, calculada anteriormente, no es restrictiva al ser muy pequeña, se diseñará según la longitud de pandeo de la tirantilla, que para una barra biarticulada  $L_k$  corresponde con  $L$ . por tanto

$$L_k = L = 2m$$

De este modo, la norma indica que la esbeltez  $\lambda$  sea menor que 4

$$\text{Siendo } \lambda = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{t,rd}}} \quad \text{y por otro lado} \quad N_{t,rd} = \left(\frac{\pi}{L_k}\right)^2 \cdot EI$$

Es conocido que para el acero:

$$E = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$f_y = 275 \text{ N/mm}^2$$

Se comenzará eligiendo un perfil tubular de  $\varnothing 22$

$$A = 380 \text{ mm}^2$$

$$I_x = 11500 \text{ mm}^4$$

$$N_{t,rd} = \left(\frac{\pi}{2000\text{mm}}\right)^2 \cdot 210000 \text{ N/mm}^2 \cdot 11500 \text{ mm}^4 = 5958,774$$

$$\lambda = \sqrt{\frac{380\text{mm}^2 \cdot 275 \text{ mm}^4}{5958,774}} = 4,1877 > 4 \rightarrow \text{NO CUMPLE}$$

Aumentando el perfil tubular a  $\varnothing 25$

$$A = 491 \text{ mm}^2$$

$$I_x = 19200 \text{ mm}^4$$

$$Nt, rd = \left(\frac{\pi}{2000\text{mm}}\right)^2 210000 \text{ N/mm}^2 \cdot 19200 \text{ mm}^4 = 9948,561$$

$$\lambda = \sqrt{\frac{380\text{mm} \cdot 2.275 \text{ mm}^4}{9948,561}} = 3,68 > 4 \rightarrow \text{CUMPLE}$$

### B) Tirantilla a compresión (1)

Se colocará tirantilla a compresión únicamente si la correa superior no cumple las sollicitaciones para el servicio. Por ello se procederá al estudio de su flecha.

La peculiaridad de esta correa es que su área tributaria es de 1 m, a diferencia de las estudiadas con anterioridad.

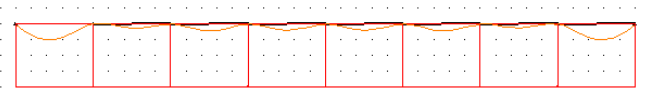
### Flecha paralela

Se le aplicara las sollicitaciones sin mayorar del peso propio del perfil y del peso del panel de fachada en su área tributaria

$$\text{Panel fachada: } G = 0,0955 \text{ kN/m}^2 \cdot 1\text{m} = 0,0955\text{kN/m}$$

$$\text{Peso perfil IPE 140 } G = 0,129 \text{ kN/m}$$

$$G = 0,0955 \text{ kN/m} + 0,0129 \text{ kN/m} = 0,1084 \text{ kN/m}$$



Hipótesis		Elemento	
G		1 Viga plana E-A Nudos: 2,1	
Deformaciones en el sistema local del elemento			
X	Áxial	Lateral	Giro Z
0.0	0	0	9.2593807e-006
50.0	0	0.00077605956	2.045212e-005
100.0	0	0.0019240993	2.4378097e-005
150.0	0	0.0031167075	2.2474369e-005
200.0	0	0.0040983253	1.617799e-005
250.0	0	0.0046852466	6.9260167e-006
300.0	0	0.004765618	-3.8444948e-006
350.0	0	0.0042994391	-1.4696489e-005
400.0	0	0.003318562	-2.419291e-005
Valores máximos (absolutos)		Puntos	
Áxial X	0	Todos (11)	
Lateral Y	0.00476562		
Giro Z	3.33708e-005		

Flecha perpendicular

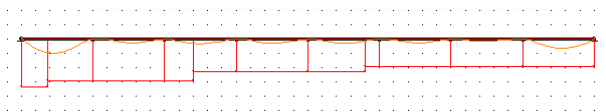
Se tendrán en cuenta las acciones del viento sin mayorar y en el área tributaria de la correa

$$q_A = 1,47 \text{ kN/m}^2 \cdot 1 \text{ m} = 1,47 \text{ kN/m}$$

$$q_B = 1,26 \text{ kN/m}^2 \cdot 1 \text{ m} = 1,26 \text{ kN/m}$$

$$q_C = 0,98 \text{ kN/m}^2 \cdot 1 \text{ m} = 0,98 \text{ kN/m}$$

$$q_D = 0,84 \text{ kN/m}^2 \cdot 1 \text{ m} = 0,84 \text{ kN/m}$$



Hipótesis		Elemento		
Sviento		2 Viga plana Nudos: 2,3		
Deformaciones en el sistema local del elemento				
X	Axial	Lateral	Giro Z	
0.0	0	-0.0046490774	-8.9180263e-006	
32.0	0	-0.0048173521	-1.6106302e-006	
64.0	0	-0.0047548314	5.4461128e-006	
96.0	0	-0.0044753509	1.1888787e-005	
128.0	0	-0.0040043755	1.7353976e-005	
160.0	0	-0.0033789994	2.1478264e-005	
192.0	0	-0.002647946	2.3898235e-005	
224.0	0	-0.0018715682	2.4250473e-005	
256.0	0	-0.001121848	2.2171563e-005	
Valores máximos (absolutos)				
Axial X	0			
Lateral Y	0.00481735			
Giro Z	2.42505e-005			
Puntos		Todos (11)		

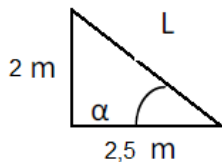
Tanto la flecha perpendicular como la paralela cumplen la norma, por último se deben de sumar para comprobar que también se cumple con la normativa.

$$f = \sqrt{0,004766^2 + 0,00482^2} = 0,00678 \text{ m} < 0,0166 \text{ m} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

Así pues, queda demostrado que la tirantilla de compresión no es necesaria para este caso.

Tirantillas diagonales

Como se ha comprobado anteriormente la restricción más dura para este tipo de tirantillas se da en cuanto al pandeo. En la tirantilla diagonal esta longitud de pandeo es mayor, se procede a su cálculo.



$$L = \sqrt{2^2 + 2,5^2} = 3,202 \text{ m}$$

Al ser una viga biarticulada,  $L_k = L = 3,202 \text{ m}$

Se comenzará eligiendo un perfil tubular de  $\varnothing 36$

$$A = 1020 \text{ mm}^2$$

$$I_x = 82400 \text{ mm}^4$$

$$N_{t,rd} = \left(\frac{\pi}{3202\text{mm}}\right)^2 210000 \text{ N/mm}^2 \cdot 82400 \text{ mm}^4 = 16657,261$$

$$\lambda = \sqrt{\frac{1020\text{mm}^2 \cdot 275 \text{ mm}^4}{16657,261}} = 4,104 > 4 \rightarrow \text{NO CUMPLE}$$

Aumentando el perfil tubular a  $\varnothing 40$

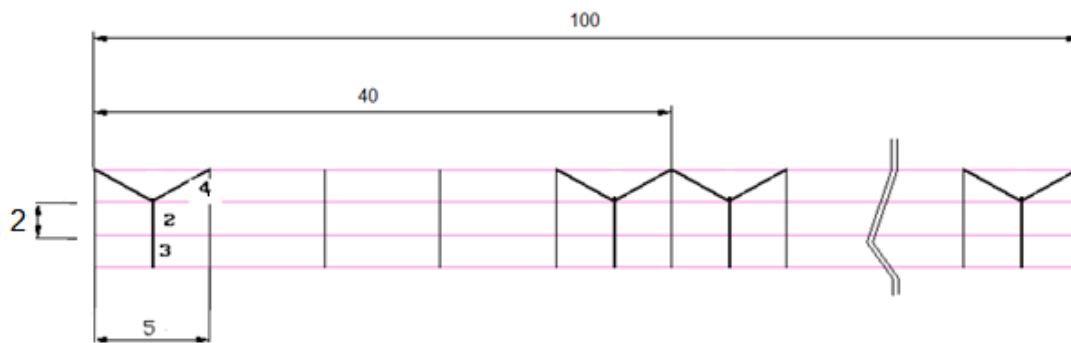
$$A = 1260 \text{ mm}^2$$

$$I_x = 126000 \text{ mm}^4$$

$$N_{t,rd} = \left(\frac{\pi}{3202\text{mm}}\right)^2 210000 \text{ N/mm}^2 \cdot 126000 \text{ mm}^4 = 25471,055$$

$$\lambda = \sqrt{\frac{1260\text{mm}^2 \cdot 275 \text{ mm}^4}{25471,055}} = 3,688 < 4 \rightarrow \text{CUMPLE}$$

Por tanto, las correas de las paredes laterales tendrán la siguiente disposición



Las correas serán de un **IPE 140**

Las tirantillas de tracción 2,3 serán de **perfil tubular a  $\varnothing 25$**

Las tirantillas de tracción diagonales 4 serán de **perfil tubular a  $\varnothing 40$**

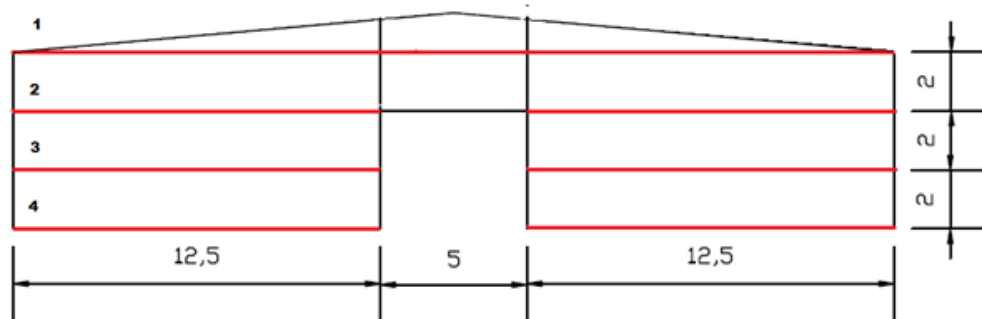
#### ⇒ CONTRAFUERTE

De ambos contrafuertes distinguimos delantero y trasero. El delantero será el utilizado como entrada de materia prima y salida del producto final ya que cuenta con una puerta de 5m de ancho y 4 de alto, capaz de permitir la carga y descarga de camiones.

Por otro lado se encuentra el hastial trasero que es el destinado a la entrada del personal que trabaja en la nave. Cuenta con dos puertas de 1,5m de ancho y 2 de alto

### Hastial delantero

La distribución de las correas es la siguiente



Se realiza el estudio a las correas 2 y 3 ya que son las que mayor área tributaria soportan.

#### **3.3.6.4 ACCIONES SOBRE LAS CORREAS DEL HASTIAL DELANTERO**

##### A) Peso propio

El peso que se ejercerá sobre las correas será debido al peso del panel de fachada y al peso propio del perfil, que para este caso se comenzará eligiendo un IPE 140. Ambos pesos se ejercerán en la dirección paralela al panel.

Peso panel:  $G = 0,0955 \text{ kN/m}^2 \cdot 2 \text{ m} = 0,191 \text{ kN/m}$

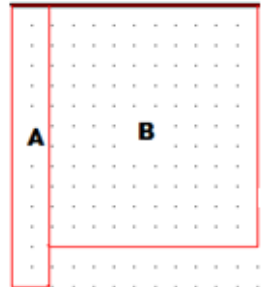
Peso perfil:  $G = 0,129 \text{ kN/m}$  (como se indica en el prontuario para un IPE140)

Por tanto

$$G = 0,191 + 0,129 = 0,32 \text{ kN/m}$$

B) Viento

El viento provocará una distribución de tensiones de la siguiente manera, separado en zonas del tamaño explicado anteriormente.



La presión que se ejerce será perpendicular al panel de fachada, y tendrá el siguiente valor para cada zona de la correa

$$q_A = 1,47 \text{ kN/m}^2 \cdot 2 \text{ m} = 2,94 \text{ kN/m}$$

$$q_B = 1,26 \text{ kN/m}^2 \cdot 2 \text{ m} = 2,52 \text{ kN/m}$$

**3.3.6.5 ESTADO LÍMITE ÚLTIMO DE LAS CORREAS LATERALES DEL HASTIAL DELANTERO**

Para el estudio del estado límite último se combinarán las cargas siendo estas mayoradas como se realizó anteriormente

$$\text{Paralela} \rightarrow 1,35 G = 1,35 \cdot 0,2947 = 0,398 \text{ kN/m}$$

$$\text{Perpendicular} \rightarrow 1,5 S_{\text{viento}}$$

$$q_A = 2,94 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,5 = 4,41 \text{ kN/m}$$

$$q_B = 2,52 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,5 = 3,78 \text{ kN/m}$$

Para la comprobación resistente los momentos flectores máximos deben cumplir que

$$\frac{M_{y,Sd}}{W_{el,y}} + \frac{M_{z,Sd}}{W_{el,z}} \leq f_{yd}$$



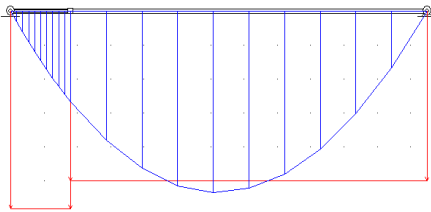
$$f_{yd} = f_y / \gamma_m = 261904,762 \text{ kN/m}^2$$

Para un IPE 140

$$W_{el,y} = 7,732 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$$

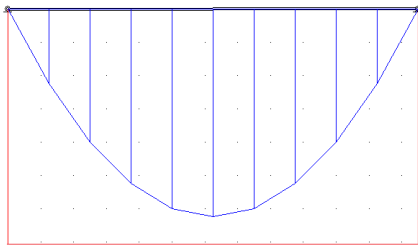
$$W_{el,z} = 1,231 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$$

Perpendicular



Hipótesis		Elemento	
1,5 qviento		2 Viga plana E-A Nudos: 2,3	
Esfuerzos en el sistema local del elemento			
X	Axial N	Cortante Q	Flector M
0.0	0.00	-16.74	3727.503
107.0	0.00	-12.69	5302.228
214.0	0.00	-8.65	6444.180
321.0	0.00	-4.61	7153.360
428.0	0.00	-0.56	7429.768
535.0	0.00	3.48	7273.404
642.0	0.00	7.53	6684.268
749.0	0.00	11.57	5662.359
856.0	0.00	15.62	4207.678
Valores extremos			
Axial	Max: 0	Min: 0	
Cortante	Max: 23.7066	Min: -16.7394	
Momento	Max: 7429.77	Min: 0	
Sentidos		Puntos	
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> Todos (11)	

Paralelo



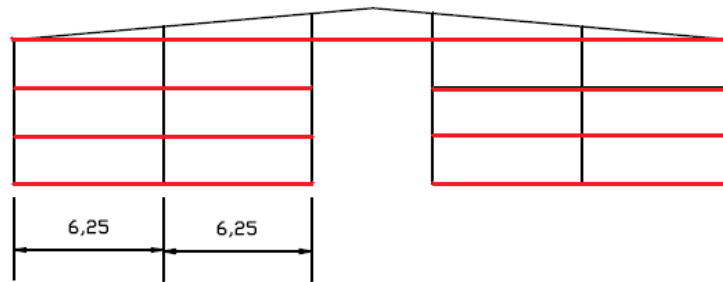
Hipótesis		Elemento	
1,35 G		1 Barra 2D A-A Nudos: 1,2	
Esfuerzos en el sistema local del elemento			
X	Axial N	Cortante Q	Flector M
0.0	0.00	-2.70	0.000
125.0	0.00	-2.16	303.750
250.0	0.00	-1.62	540.000
375.0	0.00	-1.08	708.750
500.0	0.00	-0.54	810.000
625.0	0.00	0.00	843.750
750.0	0.00	0.54	810.000
875.0	0.00	1.08	708.750
1000.0	0.00	1.62	540.000
Valores extremos			
Axial	Max: 0	Min: 0	
Cortante	Max: 2.7	Min: -2.7	
Momento	Max: 843.75	Min: 0	
Sentidos		Puntos	
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> Todos (11)	

Los momentos máximos en ambos estudios no se dan en el mismo punto pero la aproximación se da por aceptable.

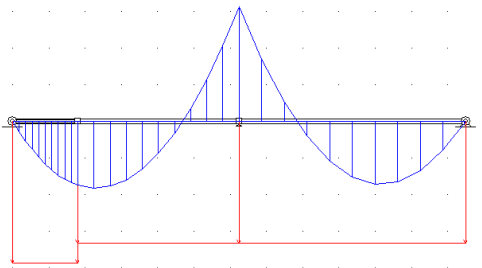
$$\frac{74,2977 \text{ kNm}}{7,732 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3} + \frac{8,4375 \text{ kNm}}{1,231 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3} \leq 261904,762 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

1646330,154 kN/m<sup>2</sup> > 261904,762 → NO CUMPLE

Como se ha obtenido un valor demasiado grande se procede a colocar un nuevo pilarillo en  $x=6,25$  m.



Perpendicular



Hipótesis: 1,5 viento | Elemento: 2 Viga plana Nudos: 2,3

Esfuerzos en el sistema local del elemento

X	Axial N	Cortante Q	Flector M
0.0	0.00	-1.85	1047.951
44.5	0.00	-0.17	1092.980
89.0	0.00	1.51	1063.156
133.5	0.00	3.19	958.479
178.0	0.00	4.88	778.948
222.5	0.00	6.56	524.563
267.0	0.00	8.24	195.326
311.5	0.00	9.92	-208.766
356.0	0.00	11.60	-687.710

Valores extremos:

Axial Max: 0 Min: 0

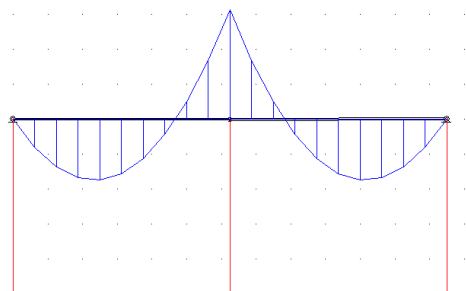
Cortante Max: 14.9681 Min: -1.85295

Momento Max: 1092.98 Min: -1870.16

Sentidos:

Puntos: Todos (11)

Paralelo



Hipótesis: 1,35 G | Elemento: 1 Viga plana E-A Nudos: 2,1

Esfuerzos en el sistema local del elemento

X	Axial N	Cortante Q	Flector M
0.0	0.00	1.69	210.937
62.5	0.00	1.42	113.906
125.0	0.00	1.15	33.750
187.5	0.00	0.88	-29.531
250.0	0.00	0.61	-75.937
312.5	0.00	0.34	-105.469
375.0	0.00	0.07	-118.125
437.5	0.00	-0.20	-113.906
500.0	0.00	-0.47	-92.812

Valores extremos:

Axial Max: 0 Min: 0

Cortante Max: 1.6875 Min: -1.0125

Momento Max: 210.937 Min: -118.125

Sentidos:

Puntos: Todos (11)

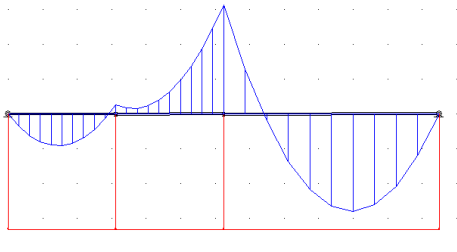
$$\frac{18,7016 \text{ kNm}}{7,732 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3} + \frac{2,1094 \text{ kNm}}{1,231 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3} \leq 261904,762 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

413504,9529 kN/m<sup>2</sup> > 261904,762 → **NO CUMPLE**

Tirantilla

Se pretende aumentar la capacidad resistiva añadiendo tirantillas en el primer vano. Solo varía el valor para el momento máximo paralelo.

Paralelo



Hipótesis		Elemento	
1,35 G		2 Viga plana Nudos: 2,3	
Esfuerzos en el sistema local del elemento			
X	Axial N	Cortante Q	Flector M
0,0	0,00	-0,22	-13,757
31,3	0,00	-0,09	-8,988
62,5	0,00	0,05	-8,437
93,8	0,00	0,18	-12,106
125,0	0,00	0,32	-19,993
156,3	0,00	0,45	-32,099
187,5	0,00	0,59	-48,424
218,8	0,00	0,72	-68,967
250,0	0,00	0,86	-93,730
Valores extremos			
Axial	Max: 0	Min: 0	
Cortante	Max: 1,12989	Min: -0,220109	
Momento	Max: -8,4375	Min: -155,91	

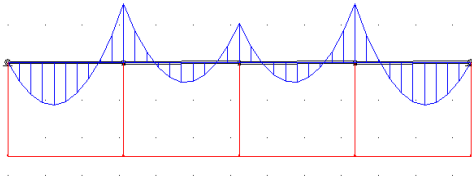
$$\frac{18,7016 \text{ kNm}}{7,732 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3} + \frac{1,5591 \text{ kNm}}{1,231 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3} \leq 261904,762 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

368525,86 kN/m<sup>2</sup> > 261904,762 → **NO CUMPLE**

Doble tirantilla

Se continúa añadiendo una nueva tirantilla en el segundo vano para comprobar si el IPE 140 puede ser válido

Paralelo



Hipótesis		Elemento		
1,35 G		2 Viga plana Nudos: 2,3		
Esfuerzos en el sistema local del elemento				
X	Axial N	Cortante Q	Flector M	
93.8	0.00	-0.32	3.616	
125.0	0.00	-0.18	11.451	
156.3	0.00	-0.05	15.067	
187.5	0.00	0.09	14.464	
218.8	0.00	0.22	9.643	
250.0	0.00	0.36	0.603	
281.3	0.00	0.49	-12.656	
312.5	0.00	0.63	-30.134	
Valores extremos:				
Axial	Max: 0	Min: 0	Sentidos:	
Cortante	Max: 0.626786	Min: -0.723214	Puntos: Todos (11)	
Momento	Max: 15.067	Min: -45.2009		

Estudiamos el punto donde el momento perpendicular es máximo,  $x=6,25m$

$$\frac{18,7016 \text{ kNm}}{7,732 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3} + \frac{0,3134 \text{ kNm}}{1,231 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3} \leq 261904,762 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$267331,71 \text{ kN/m}^2 > 261904,762 \rightarrow \text{NO CUMPLE}$

Se debe aumentar el perfil a un **IPE 160** para comprobar si es capaz de soportar las sollicitaciones previstas.

Al variar el perfil varía el peso propio. Por tanto el peso propio será la suma del peso del perfil y el peso del panel de la fachada

$$G = 0,1577 \text{ kN/m} + 0,129 \text{ kN/m} = 0,3487 \text{ kN/m}$$

$$\text{Mayorando: } 1,35 \cdot G = 1,35 \cdot 0,3487 \text{ kN/m} = 0,4707 \text{ kN/m}$$

Por otro lado:

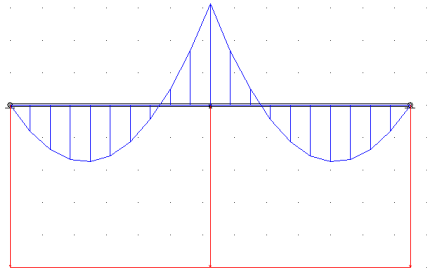
Para un IPE 160

$$W_{el,y} = 10,866 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$W_{el,z} = 1,666 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$$

Solo varía el momento flector paralelo ya que es el que ha variado las cargas

Paralelo



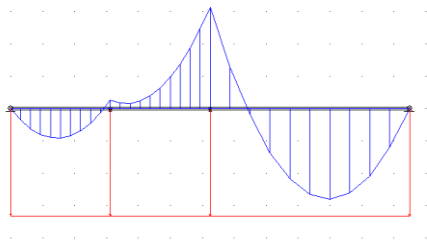
Hipótesis		Elemento	
1,35 G		1 Viga plana E-A Nudos: 2,1	
Esfuerzos en el sistema local del elemento			
X	Axial N	Cortante Q	Flector M
0.0	0.00	1.84	229.834
62.5	0.00	1.54	124.110
125.0	0.00	1.25	36.773
187.5	0.00	0.96	-32.177
250.0	0.00	0.66	-82.740
312.5	0.00	0.37	-114.917
375.0	0.00	0.07	-128.707
437.5	0.00	-0.22	-124.110
500.0	0.00	-0.51	-101.127
Valores extremos			
Axial	Max: 0	Min: 0	
Cortante	Max: 1.83867	Min: -1.1032	
Momento	Max: 229.834	Min: -128.707	
Sentidos			Puntos
			Todos (11)

$$\frac{18,7016 \text{ kNm}}{10,866 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3} + \frac{2,29834 \text{ kNm}}{1,666 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3} \leq 261904,762 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

310066,75 kN/m<sup>2</sup> > 261904,762 → **NO CUMPLE**

Tirantilla

Paralela



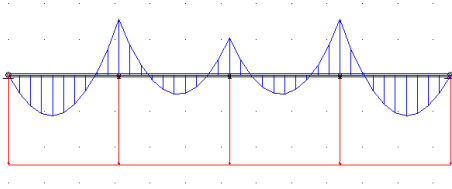
Hipótesis		Elemento	
1,35 G		2 Viga plana Nudos: 2,3	
Esfuerzos en el sistema local del elemento			
X	Axial N	Cortante Q	Flector M
0.0	0.00	-0.24	-14.989
31.3	0.00	-0.09	-9.793
62.5	0.00	0.05	-9.193
93.8	0.00	0.20	-13.190
125.0	0.00	0.35	-21.784
156.3	0.00	0.50	-34.975
187.5	0.00	0.64	-52.762
218.8	0.00	0.79	-75.146
250.0	0.00	0.94	-102.126
Valores extremos			
Axial	Max: 0	Min: 0	
Cortante	Max: 1.23111	Min: -0.239827	
Momento	Max: -9.19336	Min: -169.877	
Sentidos			Puntos
			Todos (11)

$$\frac{18,7016 \text{ kNm}}{10,866 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3} + \frac{1,69877 \text{ kNm}}{1,666 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3} \leq 261904,762 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

274078,16 kN/m<sup>2</sup> > 261904,762 → **NO CUMPLE**

Doble tirantilla

Paralela



Hipótesis		Elemento	
1,35 G		2 Viga plana Nudos: 2,3	
Esfuerzos en el sistema local del elemento			
X	Axial N	Cortante Q	Flector M
93.8	0.00	-0.35	3.940
125.0	0.00	-0.20	12.477
156.3	0.00	-0.05	16.417
187.5	0.00	0.09	15.760
218.8	0.00	0.24	10.507
250.0	0.00	0.39	0.657
281.3	0.00	0.54	-13.790
312.5	0.00	0.68	-32.833
Valores extremos			
Axial	Max: 0	Min: 0	
Cortante	Max: 0.682935	Min: -0.788002	
Momento	Max: 16.4167	Min: -49.2501	
Sentidos			Puntos
			Todos (11)

En el punto donde el momento perpendicular es máximo: x=6,25m

$$\frac{18,7016 \text{ kNm}}{10,866 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3} + \frac{0,32833 \text{ kNm}}{1,666 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3} \leq 261904,762 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

191818,855 kN/m<sup>2</sup> < 261904,762 → CUMPLE

En el punto donde el momento paralelo es máximo: x=3,125m

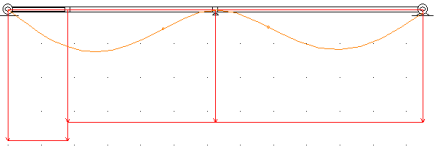
$$\frac{9,58479 \text{ kNm}}{10,866 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3} + \frac{0,492501 \text{ kNm}}{1,666 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3} \leq 261904,762 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

201673,0572 kN/m<sup>2</sup> < 261904,762 → CUMPLE

**3.3.6.6 ESTADO LÍMITE DE SERVICIO DE LAS CORREAS LATERALES DEL HASTIAL DELANTERO**

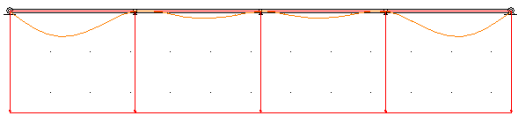
Para este caso L = 6,25 por tanto  $f \leq 6,25/300 = 0,02083$ . Las cargas aplicadas a la correa se deben aplicar sin mayorar

Perpendicular



Hipótesis		Elemento	
qviento		2 Viga plana Nudos: 2,3	
Deformaciones en el sistema local del elemento			
X	Axial	Lateral	Giro Z
0.0	0	-0.010727479	-3.271222e-005
44.5	0	-0.01179869	-1.5310094e-005
89.0	0	-0.012088244	2.2156267e-006
133.5	0	-0.011617716	1.864808e-005
178.0	0	-0.010462832	3.2770402e-005
222.5	0	-0.0087534673	4.3365732e-005
267.0	0	-0.0066736488	4.9217206e-005
311.5	0	-0.0044615532	4.9107963e-005
356.0	0	-0.0024095076	4.1821139e-005
Valores máximos (absolutos)			
Axial X	0		
Lateral Y	0.0120882		
Giro Z	4.92172e-005		
Puntos			
Todos (11)			

Paralela



Hipótesis		Elemento	
G		1 Viga plana E-A Nudos: 2,1	
Deformaciones en el sistema local del elemento			
X	Axial	Lateral	Giro Z
0.0	0	0	4.4162407e-006
31.3	0	0.00024068512	1.0298673e-005
62.5	0	0.00060447294	1.2418469e-005
93.8	0	0.0009853737	1.1517556e-005
125.0	0	0.0013005829	8.3378624e-006
156.3	0	0.0014904812	3.6213174e-006
187.5	0	0.0015186348	-1.890151e-006
218.8	0	0.0013717948	-7.4546143e-006
250.0	0	0.0010598978	-1.2330144e-005
Valores máximos (absolutos)			
Axial X	0		
Lateral Y	0.00151863		
Giro Z	1.70467e-005		
Puntos			
Todos (11)			

Tanto la flecha perpendicular como la paralela cumplen la norma, por último se deben de sumar en los puntos de flecha máxima para comprobar que también se cumple con la normativa.

En el punto donde la perpendicular es máxima: (x=2,69m)

$$f = \sqrt{0,01209^2 + 0,000265^2} = 0,0121 \text{ m} < 0,02083 \text{ m} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

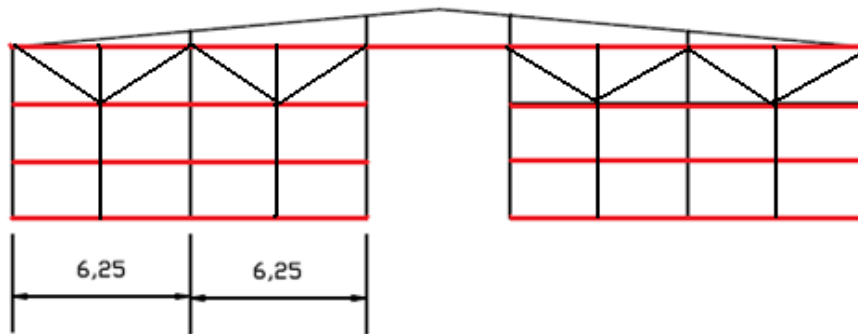
En el punto donde la paralela es máxima: (x=1,875mm)

$$f = \sqrt{0,0118^2 + 0,00152^2} = 0,0119 \text{ m} < 0,02083 \text{ m} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

De esta manera al colocar las tirantillas en cada vano el perfil **IPE 160** es válido, ya que la flecha cumple la normativa necesaria.

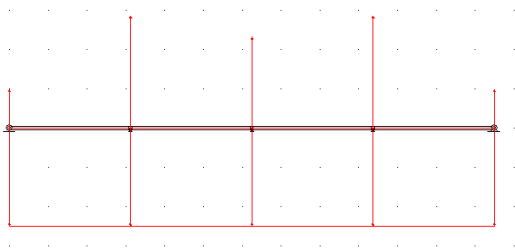
### 3.3.6.7 CALCULO DE LAS TIRANTILLAS DEL HASTIAL DELANTERO

Para el cálculo de las tirantillas se diseñará en base a un perfil tubular, se dispondrán de la siguiente manera



#### Tirantillas a tracción (2 y 3)

Se necesita conocer la reacción mayor que se produce entre las dos tirantillas



Hipótesis	1,35 G
Nudo (con ligaduras)	2 - X= 312.50 Y= 0.00
Reacciones	
Fuerza X:	0
Fuerza Y:	1,68107
Momento Z:	0
Giro nº	0

La mayor reacción es 1,68107 kN

Se multiplica por el número de tirantilla a tracción

$$R = 1,68107 \text{ kN} \cdot 2 = 3,36214 \text{ kN}$$

Se calcula el área como se ha explicado anteriormente

$$N_{t,rd} \leq N_{pl,rd} = A \cdot f_{yd}$$



Siendo:

$$F_{axial} = N_{t,rd} = 3,36214 \text{ kN}$$

$$N_{pl,rd} = A \cdot f_{yd} = A \cdot 261904,762 \text{ kN/m}^2$$

$$A = \frac{3,36214 \text{ kN}}{261904,762 \text{ kN/m}^2}$$

Por tanto el área será:  $A \geq 12,84 \text{ mm}^2$

Se diseñará según la longitud de pandeo de la tirantilla, que para una barra biarticulada  $L_k$  corresponde con  $L$ . Por tanto

$$L_k = L = 2 \text{ m}$$

De este modo, la norma indica que la esbeltez  $\lambda$  sea menor que 4

$$\text{Siendo } \lambda = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{t,rd}}} \quad \text{y por otro lado} \quad N_{t,rd} = \left(\frac{\pi}{L_k}\right)^2 \cdot EI$$

Se comenzará eligiendo un perfil tubular de  $\varnothing 22$

$$A = 380 \text{ mm}^2$$

$$I_x = 11500 \text{ mm}^4$$

$$N_{t,rd} = \left(\frac{\pi}{2000 \text{ mm}}\right)^2 210000 \text{ N/mm}^2 \cdot 11500 \text{ mm}^4 = 5958,774$$

$$\lambda = \sqrt{\frac{380 \text{ mm}^2 \cdot 275 \text{ mm}^2}{5958,774}} = 4,1877 > 4 \rightarrow \text{NO CUMPLE}$$

Aumentando el perfil tubular a  $\varnothing 25$

$$A = 491 \text{ mm}^2$$

$$I_x = 19200 \text{ mm}^4$$

$$N_{t,rd} = \left(\frac{\pi}{2000 \text{ mm}}\right)^2 210000 \text{ N/mm}^2 \cdot 19200 \text{ mm}^4 = 9948,561$$

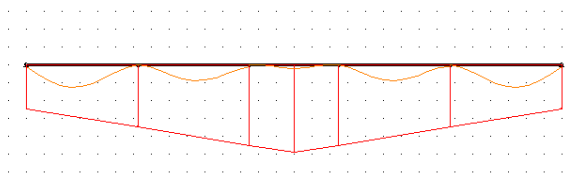
$$\lambda = \sqrt{\frac{380\text{mm}^2 \cdot 275\text{mm}^4}{9948,561}} = 3,68 > 4 \rightarrow \text{CUMPLE}$$

**A) Tirantilla a compresión (1)**

Se colocará tirantilla a compresión únicamente si la correa superior no cumple las sollicitaciones para el servicio. Por ello se procederá al estudio de su flecha.

Flecha paralela

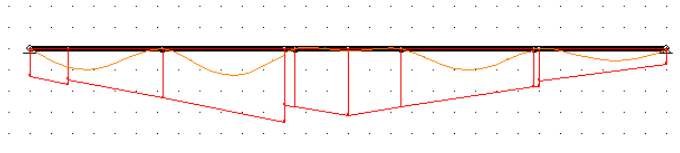
Se le aplicara las sollicitaciones sin mayorar del peso propio del perfil y del peso del panel de fachada en su área tributaria



Hipótesis		Elemento	
G		1 Viga plana E-A Nudos: 2,1	
Deformaciones en el sistema local del elemento			
X	Axial	Lateral	Giro Z
0.0	0	0	6.6780674e-006
62.5	0	0.0020885492	5.5013068e-005
125.0	0	0.0062954468	7.5451104e-005
187.5	0	0.011060129	7.3818323e-005
250.0	0	0.01518059	5.576249e-005
312.5	0	0.017802238	2.6752979e-005
375.0	0	0.01840674	-7.9192189e-006
437.5	0	0.016800876	-4.31415e-005
500.0	0	0.013105389	-7.3979645e-005
Valores máximos (absolutos)			
Axial X	0		
Lateral Y	0.0184067		
Giro Z	0.000103659		
Puntos		Todos (11)	

Flecha perpendicular

Se tendrán en cuenta las acciones del viento sin mayorar y en el área tributaria de la correa



Hipótesis		Elemento	
qviento		3 Viga plana Nudos: 3,4	
Deformaciones en el sistema local del elemento			
X	Axial	Lateral	Giro Z
0.0	0	0	-8.4839378e-006
57.5	0	-0.0012986707	-3.3915986e-005
115.0	0	-0.003609368	-4.4166968e-005
172.5	0	-0.0061436186	-4.2196031e-005
230.0	0	-0.0082869249	-3.1095357e-005
287.5	0	-0.0096064146	-1.4090159e-005
345.0	0	-0.0098584896	5.4613176e-006
402.5	0	-0.0089964755	2.4067797e-005
460.0	0	-0.0071782712	3.8104972e-005
Valores máximos (absolutos)			
Axial X	0		
Lateral Y	0.00985849		
Giro Z	4.4167e-005		
Puntos		Todos (11)	

Tanto la flecha perpendicular como la paralela cumplen la norma,

En el punto donde la perpendicular es máxima: (x=9,7m)

$$f = \sqrt{0,009858^2 + 0,01296^2} = 0,01628 \text{ m} < 0,02083 \text{ m} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

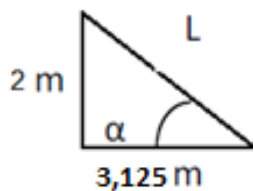
En el punto donde la paralela es máxima: (x=3,75m)

$$f = \sqrt{0,007472^2 + 0,0184067^2} = 0,01987 \text{ m} < 0,02083 \text{ m} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

Así pues, queda demostrado que la tirantilla de compresión no es necesaria para este caso.

### Tirantillas diagonales

Como se ha comprobado anteriormente la restricción más dura para este tipo de tirantillas se da en cuanto al pandeo. En la tirantilla diagonal esta longitud de pandeo es mayor, se procede a su cálculo.



$$L = \sqrt{2^2 + 3,125^2} = 3,71 \text{ m}$$

Al ser una viga biarticulada,  $L_k = L = 3,71 \text{ m}$

Se comenzará eligiendo un perfil tubular de  $\varnothing 40$

$$A = 1260 \text{ mm}^2$$

$$I_x = 126000 \text{ mm}^4$$

$$N_{t,rd} = \left(\frac{\pi}{3710 \text{ mm}}\right)^2 210000 \text{ N/mm}^2 \cdot 126000 \text{ mm}^4 = 18973,252$$

$$\lambda = \sqrt{\frac{1260 \text{ mm}^2 \cdot 275 \text{ mm}^4}{18973,252}} = 4,273 > 4 \rightarrow \text{NO CUMPLE}$$

Aumentando el perfil tubular a  $\varnothing 45$

$$A = 1590 \text{ mm}^2$$

$$I_x = 202000 \text{ mm}^4$$

$$Nt, rd = \left(\frac{\pi}{3710\text{mm}}\right)^2 210000 \text{ N/mm}^2 \cdot 202000 \text{ mm}^4 = 30417,435$$

$$\lambda = \sqrt{\frac{1590\text{mm}^2 \cdot 275 \text{ mm}^4}{30417,435}} = 3,7914 < 4 \rightarrow \text{CUMPLE}$$

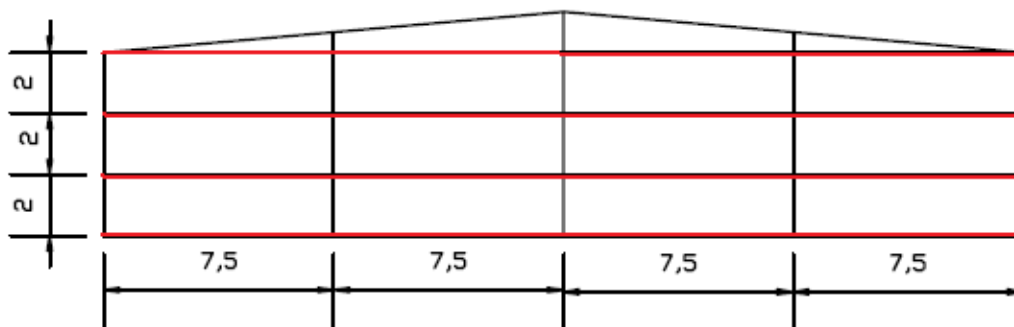
Las correas serán de un **IPE 160**

Las tirantillas de tracción 2,3 serán de **perfil tubular a  $\varnothing 25$**

Las tirantillas de tracción diagonales 4 serán de **perfil tubular a  $\varnothing 45$**

### Hastial trasero

La distribución de las correas es la siguiente



Se realiza el estudio a las correas 2 y 3 ya que son las que mayor área tributaria soportan.

### **3.3.6.8 ACCIONES SOBRE LAS CORREAS DEL HASTIAL TRASERO**

#### A) Peso propio

El peso que se ejercerá sobre las correas será debido al peso del panel de fachada y al peso propio del perfil, que para este caso se comenzará eligiendo un IPE 140. Ambos pesos se ejercerán en la dirección paralela al panel.

$$\text{Peso panel: } G = 0,0955 \text{ kN/m}^2 \cdot 2 \text{ m} = 0,191 \text{ kN/m}$$

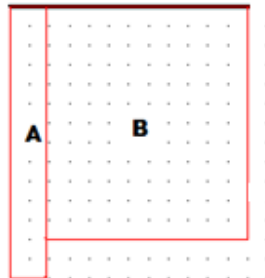
$$\text{Peso perfil: } G = 0,129 \text{ kN/m} \text{ (como se indica en el prontuario para un IPE140)}$$

Por tanto

$$G = 0,191 + 0,129 = 0,32 \text{ kN/m}$$

#### B) Viento

El viento provocará una distribución de tensiones de la siguiente manera, separado en zonas del tamaño explicado anteriormente.



La presión que se ejerce será perpendicular al panel de fachada, y tendrá el siguiente valor para cada zona de la correa

$$q_A = 1,47 \text{ kN/m}^2 \cdot 2 \text{ m} = 2,94 \text{ kN/m}$$

$$q_B = 1,26 \text{ kN/m}^2 \cdot 2 \text{ m} = 2,52 \text{ kN/m}$$

**3.3.6.9 ESTADO LÍMITE ÚLTIMO DE LAS CORREAS LATERALES DEL HASTIAL TRASERO**

Para el estudio del estado límite último se combinarán las cargas siendo estas mayoradas como se realizó anteriormente

Paralela →  $1,35 G = 1,35 \cdot 0,2947 = 0,398 \text{ kN/m}$

Perpendicular →  $1,5 Sviento$

$q_A = 2,94 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,5 = 4,41 \text{ kN/m}$

$q_B = 2,52 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,5 = 3,78 \text{ kN/m}$

Para la comprobación resistente los momentos flectores máximos deben cumplir que

$$\frac{M_{y,Sd}}{W_{el,y}} + \frac{M_{z,Sd}}{W_{el,z}} \leq f_{yd}$$

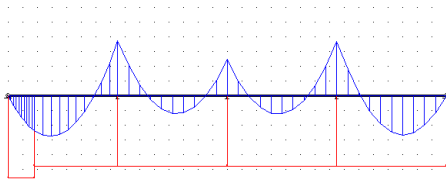
$f_{yd} = f_y/Y_m = 261904,762 \text{ kN/m}^2$

Para un IPE 140

$W_{el,y} = 7,732 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$

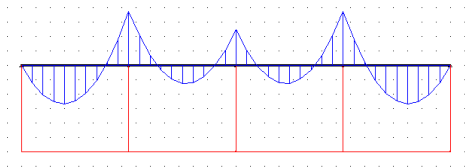
$W_{el,z} = 1,231 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$

Perpendicular



Hipótesis		Elemento	
1,5qViento		2 Viga plana Nudos: 2,3	
Esfuerzos en el sistema local del elemento			
X	Axial N	Cortante Q	Flector M
0.0	0.00	-4.16	1463.584
57.0	0.00	-2.01	1639.413
114.0	0.00	0.15	1692.429
171.0	0.00	2.30	1622.634
228.0	0.00	4.46	1430.026
285.0	0.00	6.61	1114.607
342.0	0.00	8.77	676.375
399.0	0.00	10.92	115.331
456.0	0.00	13.07	-568.526
Valores extremos			
Axial	Max: 0	Min: 0	
Cortante	Max: 17.384	Min: -4.16202	
Momento	Max: 1692.43	Min: -2304.68	
			Sentidos
			Puntos
			Todos (11)

Paralelo



Hipótesis		Elemento	
1,35G		2 Viga plana Nudos: 2,3	
Esfuerzos en el sistema local del elemento			
X	Axial N	Cortante Q	Flector M
0.0	0.00	-0.17	-26.036
75.0	0.00	-0.14	-14.233
150.0	0.00	-0.11	-4.860
225.0	0.00	-0.08	2.083
300.0	0.00	-0.04	6.596
375.0	0.00	-0.01	8.679
450.0	0.00	0.02	8.331
525.0	0.00	0.05	5.554
600.0	0.00	0.09	0.347
Valores extremos			
Axial	Max: 0	Min: 0	
Cortante	Max: 0.150429	Min: -0.173571	
Momento	Max: 8.67857	Min: -26.0357	
Sentidos			Puntos
			Todos (11)

$$\frac{23,0468 \text{ kNm}}{7,732 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3} + \frac{0,26036 \text{ kNm}}{1,231 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3} \leq 261904,762 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

319220,6413 kN/m<sup>2</sup> > 261904,762 → **NO CUMPLE**

Se aumenta el perfil a un IPE 160 ya que únicamente con la capacidad resistiva perpendicular ya se supera el límite marcado por la norma, por lo que la puesta de tirantillas no puede tratarse como una solución

Al variar el perfil varía el peso propio. Por tanto el peso propio será la suma del peso del perfil y el peso del panel de la fachada

$$G = 0,1577 \text{ kN/m} + 0,129 \text{ kN/m} = 0.3487 \text{ kN/m}$$

$$\text{Mayorando: } 1,35 \cdot G = 1,35 \cdot 0,3487 \text{ kN/m} = 0,4707 \text{ kN/m}$$

Por otro lado:

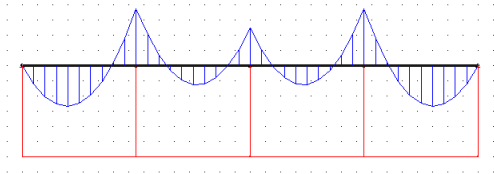
Para un IPE 160

$$W_{el,y} = 10,866 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$W_{el,z} = 1,666 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$$

Solo varía el momento flector paralelo ya que es el que ha variado las cargas.

Paralelo



Hipótesis		Elemento	
1,35G		2 Viga plana Nudos: 2,3	
Esfuerzos en el sistema local del elemento			
X	Axial N	Cortante Q	Flector M
0.0	0.00	-1.89	-283.681
75.0	0.00	-1.54	-155.079
150.0	0.00	-1.19	-52.954
225.0	0.00	-0.83	22.694
300.0	0.00	-0.48	71.866
375.0	0.00	-0.13	94.560
450.0	0.00	0.23	90.778
525.0	0.00	0.58	60.519
600.0	0.00	0.93	3.782
Valores extremos			
Axial	Max: 0	Min: 0	
Cortante	Max: 1.63904	Min: -1.89121	
Momento	Max: 94.5603	Min: -283.681	
Sentidos			Puntos
			Todos (11)

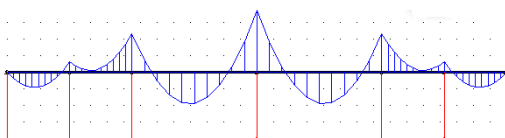
$$\frac{23,0468 \text{ kNm}}{10,866 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3} + \frac{2,83681 \text{ kNm}}{1,666 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3} \leq 261904,762 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

310066,75 kN/m<sup>2</sup> > 261904,762 → NO CUMPLE

Tirantilla

Se colocan tirantillas tanto en el primer como último vano, con el fin de reducir el momento máximo paralelo

Paralelo



Hipótesis		Elemento	
1,35G		2 Viga plana Nudos: 2,3	
Esfuerzos en el sistema local del elemento			
X	Axial N	Cortante Q	Flector M
0.0	0.00	-0.58	-43.547
37.5	0.00	-0.40	-25.083
75.0	0.00	-0.23	-13.238
112.5	0.00	-0.05	-8.013
150.0	0.00	0.13	-9.406
187.5	0.00	0.30	-17.419
225.0	0.00	0.48	-32.051
262.5	0.00	0.65	-53.302
300.0	0.00	0.83	-81.173
Valores extremos			
Axial	Max: 0	Min: 0	
Cortante	Max: 1.18449	Min: -0.580633	
Momento	Max: -8.01274	Min: -156.771	
Sentidos			Puntos
			Todos (11)



En el punto donde el momento perpendicular es máximo:  $x=7,5m$

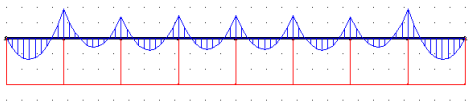
$$\frac{23,0468 kNm}{10,866 \cdot 10^{-5} m^3} + \frac{1,56771 kNm}{1,666 \cdot 10^{-5} m^3} \leq 261904,762 \frac{kN}{m^2}$$

$306200,369 \text{ kN/m}^2 > 261904,762 \rightarrow$  **NO CUMPLE**

### Doble tirantilla

Se coloca tirantillas en cada uno de los vanos.

### Paralela



Hipótesis		Elemento	
1,35G		2 Viga plana Nudos: 2,3	
Esfuerzos en el sistema local del elemento			
X	Axial N	Cortante Q	Flector M
112.5	0.00	-0.40	5.186
150.0	0.00	-0.23	16.992
187.5	0.00	-0.05	22.178
225.0	0.00	0.13	20.745
262.5	0.00	0.30	12.693
300.0	0.00	0.48	-1.979
337.5	0.00	0.66	-23.270
375.0	0.00	0.83	-51.180
Valores extremos			
Axial Max:	0	Min:	0
Cortante Max:	0.83252	Min:	-0.932605
Momento Max:	22.1778	Min:	-69.9454
Sentidos			Puntos
			Todos (11)

En el punto donde el momento perpendicular es máximo:  $x=7,5m$

$$\frac{23,0468 kNm}{10,866 \cdot 10^{-5} m^3} + \frac{0,5118 kNm}{1,666 \cdot 10^{-5} m^3} \leq 261904,762 \frac{kN}{m^2}$$

$242820,417 \text{ kN/m}^2 < 261904,762 \rightarrow$  **CUMPLE**

En el punto donde el momento paralelo es máximo:  $x=3,75m$

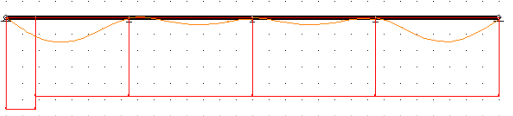
$$\frac{16,22634 kNm}{10,866 \cdot 10^{-5} m^3} + \frac{0,699454 kNm}{1,666 \cdot 10^{-5} m^3} \leq 261904,762 \frac{kN}{m^2}$$

$191315,3423 \text{ kN/m}^2 < 261904,762 \rightarrow$  **CUMPLE**

**3.3.6.10 ESTADO LÍMITE DE SERVICIO DE LAS CORREAS LATERALES DEL HASTIAL TRASERO**

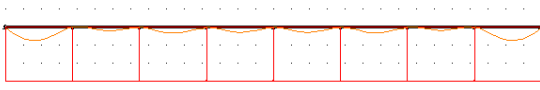
Para este caso  $L = 7,5$  por tanto  $f \leq 7,5/300 = 0,025$  m. Las cargas aplicadas a la correa se deben aplicar sin mayorar

Perpendicular



Hipótesis		Elemento	
qViento		2 Viga plana Nudos: 2,3	
Deformaciones en el sistema local del elemento			
X	Axial	Lateral	Giro Z
0.0	0	-0.022456271	-8.8761914e-005
57.0	0	-0.026612343	-5.6454978e-005
114.0	0	-0.028846868	-2.1765407e-005
171.0	0	-0.029096919	1.2749474e-005
228.0	0	-0.027445337	4.4532338e-005
285.0	0	-0.02412073	7.1025861e-005
342.0	0	-0.019497475	8.9672717e-005
399.0	0	-0.014095716	9.7915579e-005
456.0	0	-0.008581364	9.3197123e-005
Valores máximos (absolutos)			
Axial X	0	Lateral Y	0.0224563
Giro Z	9.79156e-005	Puntos: Todos (11)	

Paralela



Hipótesis		Elemento	
G		1 Viga plana E-A Nudos: 2,1	
Deformaciones en el sistema local del elemento			
X	Axial	Lateral	Giro Z
0.0	0	0	7.5807479e-006
37.5	0	0.00047652582	1.6744356e-005
75.0	0	0.0011814596	1.9958593e-005
112.5	0	0.0019137598	1.8399991e-005
150.0	0	0.0025165051	1.3245083e-005
187.5	0	0.0028768938	5.6703994e-006
225.0	0	0.0029262445	-3.1475265e-006
262.5	0	0.0026399955	-1.2032163e-005
300.0	0	0.002037705	-1.9806978e-005
Valores máximos (absolutos)			
Axial X	0	Lateral Y	0.00292624
Giro Z	2.7321e-005	Puntos: Todos (11)	

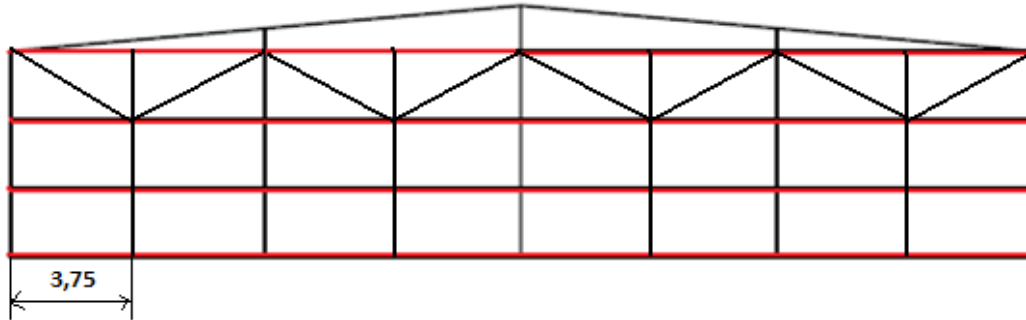
Tanto la flecha perpendicular como la paralela cumplen la norma.

Combinando ambas

$$f = \sqrt{0,02246^2 + 0,002926^2} = 0,02265 \text{ m} < 0,025 \text{ m} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

### 3.3.6.11 CALCULO DE LA TIRANTILLAS DEL HASTIAL TRASERO

Para el cálculo de las tirantillas se diseñará en base a un perfil tubular, se dispondrán de la siguiente manera



#### A) Tirantillas a tracción (2 y 3)

Como se ha demostrado anteriormente, el factor más restrictivo es el pando, se diseñará según la longitud de pando de la tirantilla, que para una barra biarticulada  $L_k$  corresponde con  $L$ . Por tanto

$$L_k = L = 2m$$

De este modo, la norma indica que la esbeltez  $\lambda$  sea menor que 4

$$\text{Siendo } \lambda = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{t,rd}}} \quad \text{y por otro lado} \quad N_{t,rd} = \left(\frac{\pi}{L_k}\right)^2 \cdot EI$$

Se comenzará eligiendo un perfil tubular de  $\varnothing 22$

$$A = 380 \text{ mm}^2$$

$$I_x = 11500 \text{ mm}^4$$

$$N_{t,rd} = \left(\frac{\pi}{2000\text{mm}}\right)^2 \cdot 210000 \text{ N/mm}^2 \cdot 11500 \text{ mm}^4 = 5958,774$$

$$\lambda = \sqrt{\frac{380\text{mm}^2 \cdot 275 \text{ mm}^4}{5958,774}} = 4,1877 > 4 \rightarrow \text{NO CUMPLE}$$

Aumentando el perfil tubular a  $\varnothing 25$

$$A = 491 \text{ mm}^2$$

$$I_x = 19200 \text{ mm}^4$$

$$Nt, rd = \left(\frac{\pi}{2000\text{mm}}\right)^2 210000 \text{ N/mm}^2 \cdot 19200 \text{ mm}^4 = 9948,561$$

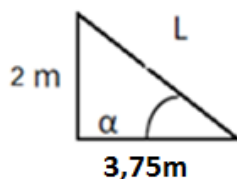
$$\lambda = \sqrt{\frac{380\text{mm} \cdot 2.275 \text{ mm}^4}{9948,561}} = 3,68 > 4 \rightarrow \text{CUMPLE}$$

### B) Tirantilla a compresión (1)

Se colocará tirantilla a compresión únicamente si la correa superior no cumple las solicitaciones para el servicio. Como ha sido demostrado en el cálculo de las tirantillas del hastial delantero la viga superior debido a la inclinación de la cubierta no se prevén deformaciones elevadas en la viga, por lo que se descarta que sea necesaria una tirantilla a compresión.

### C) Tirantillas diagonales

Como se ha comprobado anteriormente la restricción más dura para este tipo de tirantillas se da en cuanto al pandeo. En la tirantilla diagonal esta longitud de pandeo es mayor, se procede a su cálculo.



$$L = \sqrt{2^2 + 3,75^2} = 4,25 \text{ m}$$

Al ser una viga biarticulada,  $L_k = L = 4,25 \text{ m}$

Se comenzará eligiendo un perfil tubular a  $\varnothing 45$

$$A = 1590 \text{ mm}^2$$

$$I_x = 202000 \text{ mm}^4$$

$$Nt, rd = \left(\frac{\pi}{3710\text{mm}}\right)^2 210000 \text{ N/mm}^2 \cdot 202000 \text{ mm}^4 = 23178,885$$

$$\lambda = \sqrt{\frac{1590\text{mm} \cdot 2.275 \text{ mm}^4}{23178,885}} = 4,3433 > 4 \rightarrow \text{NO CUMPLE}$$

Aumentando a un perfil tubular a  $\varnothing 45$

$$A = 1960 \text{ mm}^2$$

$$I_x = 307000 \text{ mm}^4$$

$$N_{t,rd} = \left(\frac{\pi}{3710\text{mm}}\right)^2 210000 \text{ N/mm}^2 \cdot 307000 \text{ mm}^4 = 35227,316$$

$$\lambda = \sqrt{\frac{1960\text{mm}^2 \cdot 275 \text{ mm}^4}{35227,316}} = 3,9116 < 4 \rightarrow \text{CUMPLE}$$

Las correas serán de un **IPE 160**

Las tirantillas de tracción 2,3 serán de **perfil tubular a  $\varnothing 25$**

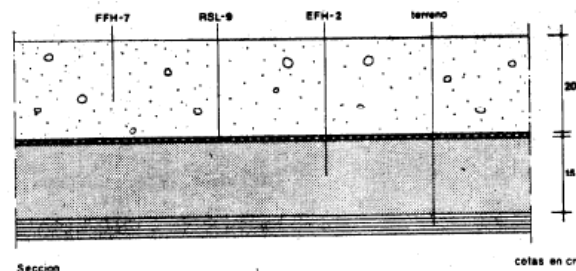
Las tirantillas de tracción diagonales 4 serán de **perfil tubular a  $\varnothing 50$**

### 3.3.7 SOLERA Y FORJADO DE LA ENTREPLANTA

#### 3.3.7.1 SOLERA

Según la norma NTE-RSS referente a soleras, en locales con una sobrecarga estática prevista superior a  $5 \text{ t/m}^2$ , se utilizan soleras pesadas (RSS-6).

Este tipo de solera se compone de una capa inicial de arena de río con tamaño máximo de grano  $0,5 \text{ cm}$  de espesor, extendida sobre el terreno compactado mecánicamente. Esta capa se terminará enrasándola previo compactado en dos capas.



A continuación se dispone una lámina aislante de polietileno y después se pone una capa de hormigón de resistencia característica  $250 \text{ kg/cm}^2$ , formando una capa de  $20 \text{ cm}$  de

espesor, extendido sobre la lámina aislante. Normalmente la superficie se terminará mediante reglado y el curado del hormigón se realizará mediante riego que no produzca deslavado.

En la mayor parte de las naves, sin procesos industriales, es necesario y suficiente un acabado antipolvo y antideslizante, si bien pueden utilizarse recubrimientos con otro material cuando existan requisitos especiales (estéticos, señalización, circunstancias especiales de desgaste, etc.).

En este caso, además, para poder vincular el área de la nave con el resto de la zona, se dispondrá de un entorno formadas por una capa asfáltica de 0,07 m de espesor, una base granular compactada de 0,20 m de espesor y una sub-base de suelo seleccionado de 0,25 m de espesor compactado. En dicho entrono se dispondrá un aparcamiento para los empleados así como de una zona verde.

Además, se incluirá una junta de contorno, a modo de separación, alrededor de cualquier elemento que interrumpa la solera, como en los pilares, y se colocará antes de verter el hormigón. El separador tendrá una altura igual al espesor de la capa de hormigón.

#### **3.3.7.2 FORJADO DE LA ENTREPLANTA**

El forjado que se utilizará para la edificación de la zona de oficinas será un forjado compuesto colaborante proporcionado por la empresa Hainsa. El fundamento de los forjados compuestos radica en la tecnología que potencia la adherencia entre acero y hormigón para hacer frente a las tensiones inducidas por las cargas.

El forjado compuesto o colaborante representa la solución constructiva más idónea para todas aquellas obras donde se requieran tanto las máximas prestaciones técnicas y mecánicas, como rapidez de ejecución y garantías. Gracias a sus características superiores, se adapta a cualquier tipología edificatoria (industrial, comercial, deportiva, residencial). Presenta notables beneficios económicos, sobre todo si se tiene en cuenta al inicio del proyecto: comporta una disminución del canto medio del forjado, y por tanto una reducción de peso que se traduce en una reducción de la sección resistente de la estructura (pilares, vigas, cimentaciones). La adhesión mecánica de los dos componentes se realiza a través de las indentaciones del perfil de

acero galvanizado. La adhesión química por si sola, no sería suficiente para garantizar una unión eficiente que haga realmente trabajar el forjado compuesto como estructura mixta.



#### **3.3.7.2.1 Cálculo del forjado**

A continuación se abordará el desarrollo de cálculo para el forjado con chapa colaborante por medio de un software proporcionado por “Hainsa”. Todos los procesos y resultados cumplen con las normas más avanzadas y estrictas en Europa, los EUROCÓDIGOS 3 Y 4.

El cálculo se desarrolla partiendo de la introducción de tres tipos de datos: DATOS GEOMÉTRICOS, MATERIALES, CARGAS.

Para comenzar se define la situación estructural, indicado el número de vanos a cubrir con una chapa (definido por el número de apoyos de la misma sobre la estructura principal), la luz libre entre apoyos y el canto total del forjado.

Para el apartado de límite de flecha se considera la página 12 del CTE- Seguridad Estructural, donde se detalla que:

“Cuando se considere la integridad de los elementos constructivos, se admite que la estructura horizontal de un piso o cubierta es suficientemente rígida si, para cualquiera de sus piezas, ante cualquier combinación de acciones característica, considerando sólo las deformaciones que se producen después de la puesta en obra del elemento, la flecha relativa es menor que:

- a) 1/500 en pisos con tabiques frágiles (como los de gran formato, rasillones, o placas) o pavimentos rígidos sin juntas;
- b) 1/400 en pisos con tabiques ordinarios o pavimentos rígidos con juntas;
- c) 1/300 en el resto de los casos.”

Tras una pequeña reflexión se opta por considerar una flecha relativa menor que 1/500 dado que es la más restrictiva y para poder hacer frente a posibles futuros cambios de la zona de oficinas.

$$\frac{\text{luz de vanos}}{500} = \frac{5000}{500} = 10$$

Es decir, en este apartado se ha introducido los siguientes datos:

- Número de vanos: 4
- (Luz de vano) Distancia máxima de cada vano: 5 m
- Lim. Flecha rel. (Lv/X): 500
- Lim Flecha abs (mm): 10

Como segundo punto – Materiales – se especifican las características técnicas y propiedades de todos los materiales que concurren en la composición del forjado: es aquí donde se define el tipo de hormigón a emplear (normal o aligerado), su resistencia característica, el recubrimiento mecánico de las armaduras, el límite elástico de la chapa de acero y la calidad del acero de armado siempre escogiendo entre un abanico de valores propuestos por el programa.

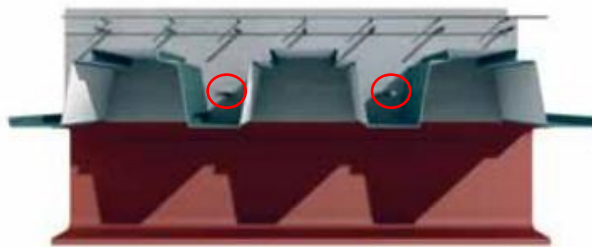
Tal y como muestra el fabricante en el catálogo hay que considerar los siguientes datos:

- Resistencia característica a compresión:  $f_{ck} = 300 \text{ N/cm}^2$  ( $30 \text{ N/mm}^2$ ).
- Coeficiente parcial de seguridad para Estados Límites Últimos: 1.50.
- Densidad:  $2400 \text{ kg/m}^3$  (hormigón normal).



- Fisuración: para los cálculos de deformaciones se considera que la inercia del forjado es un promedio entre la inercia de la losa con hormigón no fisurado y con hormigón fisurado, considerando así mismo la sección equivalente homogeneizada y teniendo en cuenta el coeficiente de fluencia.
- Límite elástico mínimo del acero de la armadura: 500 MPa.
- Coeficiente parcial de seguridad para Estados Límites Últimos para el acero de las armaduras: 1.15.

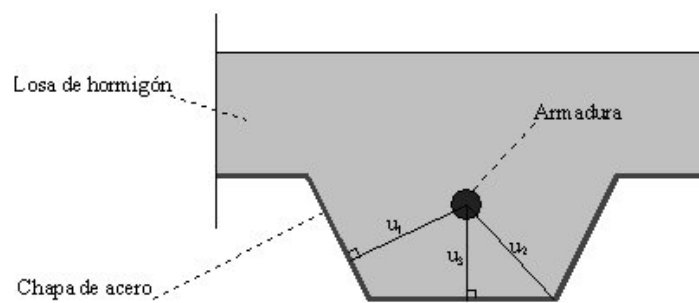
Además, se dedica un apartado al requerimiento de prestaciones de RESISTENCIA AL FUEGO, donde en base a las necesidades definidas, el software ofrece un detallado dimensionamiento de las armaduras necesarias a fin de alcanzar el nivel de Resistencia necesario.



El forjado cuenta con una armadura adicional (armadura inferior). Esta armadura se coloca en los nervios de la losa mixta para contribuir a soportar los esfuerzos de flexión (momento flector positivo) cuando la sobrecarga de uso alcanzada por el forjado no es suficiente. En estos casos los redondos corrugados se colocan en los valles del perfil metálico: esta medida aumenta la capacidad resistente de la losa, permitiendo por ejemplo, disminuir el espesor de la chapa manteniendo constante el canto del forjado y a la vez, aumentar la resistencia al fuego del mismo. Cabe señalar que los valores de sobrecargas estáticas que aparecen en las tablas del MT-100 se refieren a un forjado que no dispone de ningún tipo de armadura adicional.

El programa informa del valor de estas distancias en el perfil de forjado considerado, así como del cumplimiento de los requisitos mínimos para estas dimensiones que son:

$u_1 \geq 50$  mm;  $u_2 \geq 50$  mm y  $u_3 \geq 35$  mm. En el caso de que se incumpla con los valores mínimos  $u_1$  y  $u_2$ , el programa permite la realización del cálculo de resistencia al fuego, debiendo ser el usuario consciente del incumplimiento de estos valores mínimos.



La última parte – Cargas – describe las cargas o combinaciones de cargas que actuarán sobre el forjado colaborante en su fase mixta, incluyendo cargas superficiales uniformemente distribuidas, lineales, puntuales, y hasta las cargas dinámicas (definidas por su frecuencia) y sísmicas (definidas por su componente de fuerza horizontal).

<b>Superficial</b> Permanente (kN/m²): <input type="text" value="2"/> Variable (kN/m²): <input type="text" value="3"/> <input type="checkbox"/> Alternancia de sobrecargas	<b>Lineal</b> Valor (kN/m): <input type="text"/> Posic. X (m): <input type="text"/>	<b>Puntual</b> Valor (kN): <input type="text"/> Posic. X (m): <input type="text"/> Posic. Y (m): <input type="text"/>
<b>Coef. mayoración</b> Coef. perman. $\gamma_p$ : <input type="text" value="1.35"/> Coef. variable $\gamma_Q$ : <input type="text" value="1.5"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Resistencia al fuego ● RF-60 ○ RF-90 ○ RF-120 ○ RF-180 ○ RF-240 <input type="checkbox"/> Cargas sísmicas Fuerza horiz. (kN/m): <input type="text"/>	<input type="checkbox"/> Cargas dinámicas Valor (kN): <input type="text"/> Frecuencia (Hz): <input type="text"/> Posic. X (m): <input type="text"/> Posic. Y (m): <input type="text"/>
<input type="button" value="Calcular"/>		<input type="button" value="Ayuda"/>

Tal y como se ve en la imagen , se han introducido las cargas de manera superficial. La carga permanente es la producida por toda la tabiquería, techos y barandillas. Tras hacer un pequeño estudio de la distribución de las plantas se considera una carga permanente de 2 kN/m<sup>2</sup>. Por otro lado la carga variable, tal y como muestra el Documento Basico SE-AE Acciones en la edificación en la página 5, se consideran 3 kN/m<sup>2</sup>.

Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m <sup>2</sup> ]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 <sup>(1)</sup>
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente <sup>(2)</sup>			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación <sup>(3)</sup>	G1 <sup>(7)</sup>	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 <sup>(4)(6)</sup>	2
		G2	Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) <sup>(5)</sup>	0,4 <sup>(4)</sup>	1
				0	2

### 3.3.7.2.2 Hipótesis de cálculo

Los resultados que figuran en las tablas de sobrecarga estática admisible, obtenidos según el procedimiento establecido por la Normativa EC4 y EC3, parten de las siguientes hipótesis de cálculo:

- Las cargas que actúan sobre el forjado son uniformemente distribuidas y predominantemente estáticas.
- Las luces del forjado se sitúan en la dirección de los nervios de la chapa.
- Para el estudio de las losas en fase de servicio se usa el análisis elástico, para la comprobación tensional a flexión se considera la teoría plástica.

- Los casos considerados comprenden el forjado biapoyado y el forjado en continuo sobre 3 o más apoyos (más tramos con una sola chapa).
- Los resultados de las tablas se refieren a un forjado colaborante sin conectores, es decir, no describen el comportamiento de la solución de viga mixta.
- Las hipótesis de cálculo concernientes al hormigón quedan especificadas en la sección “Hormigón”, y las correspondientes al perfil MT-100 en la tabla “Características mecánicas del perfil MT-100”.
- El límite elástico del acero del perfil MT-100 es 320 MPa, y el coeficiente parcial de seguridad para Estados Límites Últimos del acero del perfil es 1,10.
- El modelo de cálculo empleado considera los siguientes estados límites: en fase de ejecución la flexión representa el estado límite último, y la deformación el estado límite de servicio. En fase de servicio los estados límites últimos son representados por la flexión, los esfuerzos rasantes, los cortantes verticales, mientras que el estado límite último es la deformación.
- Criterio de flecha cuando la chapa de acero nervada actúa como encofrado:  $f < L/250$  ó  $f < 20$  mm, con  $L$ =luz libre entre apoyos. En el cálculo de estas deformaciones se considera el peso de la chapa y del hormigón fresco, pero no se consideran las cargas de ejecución, puesto que son temporales.
- Criterio de flecha en fase de servicio:  $f < L/250$  en cualquier caso contemplado en las tablas.
- Coeficientes de mayoración de las cargas empleados en los cálculos:
  - Coeficiente de mayoración de pesos propios: 1.35.
  - Coeficiente de mayoración de cargas permanentes: 1.35.
  - Coeficiente de mayoración de cargas de uso: 1.50.
- Los valores de las “Tablas de carga de Servicio para el Perfil MT-100” han sido calculados de acuerdo con las especificaciones del EC4 parte 1.1 en fase de ejecución del forjado, y como losa mixta en fase de servicio del mismo. Las tablas hacen referencia a una tipología genérica de forjado definida en los puntos anteriores.

### 3.3.7.2.3 Solución

Una vez introducidos los datos, el programa muestra la siguiente tabla de resultados posibles:

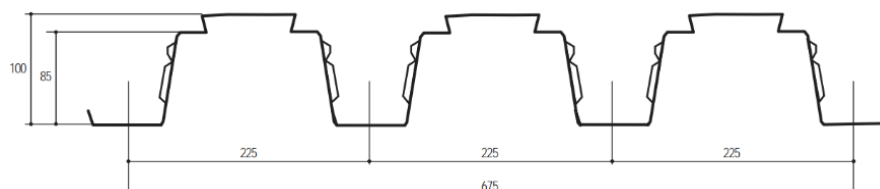
ESPESOR	MT-60	MT-76	MT-100
0.8		24.00 (0.21)	
0.9		21.00 (0.18)	28.00 (0.21)
1.0		19.00 (0.16)	25.00 (0.18)
1.2		18.00 (0.15)	15.00 (0.08)
1.5	28.00 (0.25)	17.00 (0.14)	14.00 (0.07)

Para cada combinación espesor-tipo de perfil se indica el resultado, en el fondo rojo o azul según deba apuntalarse o no. Una casilla vacía significa que falló alguna comprobación (flecha, canto excesivo, datos...). El dato entre paréntesis es el volumen de hormigón en  $m^3/m^2$ .



Una vez analizado el abanico de soluciones aportado por el programa, se opta por el perfil del forjado colaborante tipo MT-100 (llamado así por la altura de greca de 100 mm) y espesor 1.20 mm sin necesidad de apuntalamiento en su instalación. Dicho perfil de forjado está particularmente indicado para edificios de importantes dimensiones con estructura metálica y luz entre apoyos significativa como es el de este proyecto.

Las características del MT-100 han sido desarrolladas en colaboración con el Grupo de Estructuras del Departamento de Medios Continuos de la Escuela de Ingenieros Superiores de Sevilla, dentro de un marco de cooperación con AICIA - Asociación de Investigación y Cooperación Industrial de Andalucía.



Los ensayos experimentales llevados a cabo se ajustan a las prescripciones de las Normativas Eurocódigo 4 y Eurocódigo 3, únicas normativas de referencia en breve plazo a nivel europeo. Los valores publicados en las tablas se refieren a la sobrecarga estática admisible y la sección de armadura al momento flector negativo en caso de apoyos intermedios. Los ensayos a rotura de losas de diferente tipología han facilitado los parámetros característicos “m” y “k” que definen la recta de referencia del forjado MT-100. Esta recta proporciona el dato de sobrecarga admisible en función del espesor de la chapa y del canto del forjado. Tras su obtención, estos valores se han comprobado por medio de los obligados ensayos, siguiendo las modalidades descritas en el EC4.

PESO PROPIO DEL FORJADO COLABORANTE (perfil+hormigón) Kg/m<sup>2</sup>

CANTO DE LA LOSA (cm)	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
CONSUMO DE HORMIGÓN DEL FORJADO (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> )	0,075	0,085	0,095	0,105	0,115	0,125	0,135	0,145	0,155	0,165	0,175	0,185	
ESPESOR CHAPA (mm)	0.8	191	215	239	263	287	311	335	359	383	406	430	454
	1.0	193	217	241	265	289	313	337	361	385	409	433	457
	1.2	196	220	244	268	292	316	340	364	388	412	436	460

		CUATRO APOYOS										SOBRECARGAS ESTÁTICAS EN daN/m <sup>2</sup>													
		H (cm)																							
		14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
LUZ (m)	2.00	1636	1818	1998	2174	2348	2466	2551	2634	2716	2795	2874	2950												
	2.20	1471	1635	1796	1955	2111	2216	2291	2365	2437	2508	2577	2644												
	2.40	1334	1482	1628	1772	1913	2008	2075	2141	2205	2268	2329	2389												
	2.60	1218	1353	1486	1617	1746	1831	1892	1951	2008	2065	2120	2174												
	2.80	1118	1242	1364	1484	1602	1680	1735	1788	1840	1891	1940	1989												
	3.00	1032	1146	1259	1369	1478	1549	1599	1647	1694	1740	1785	1829												
	3.20	956	1062	1166	1268	1369	1435	1480	1524	1566	1608	1649	1688												
	3.40	889	988	1085	1180	1273	1334	1375	1415	1454	1492	1529	1565												
	3.60	830	922	1012	1101	1188	1244	1281	1318	1354	1388	1422	1455												
	3.80	777	863	947	1030	1111	1163	1198	1231	1264	1296	1327	1356												
	4.00	725	810	889	967	1043	1091	1123	1153	1183	1212	1241	1268												
	4.20	663	742	822	901	980	1025	1054	1083	1110	1137	1163	1188												
	4.40	609	682	755	828	901	966	993	1019	1044	1068	1092	1115												
	4.60	561	629	696	763	831	898	936	960	983	1006	1028	1051												
	4.80	520	582	644	707	769	831	884	907	929	951	973	995												
	5.00	483	541	598	656	714	772	824	847	869	891	913	935												
	5.20	450	504	558	612	666	720	772	795	817	839	861	883												
	5.40	420	471	521	571	621	673	724	747	769	791	813	835												
	5.60	394	443	491	539	587	638	688	711	733	755	777	799												
	5.80	372	419	465	511	557	607	656	679	701	723	745	767												
6.00	352	397	441	486	531	580	628	651	673	695	717	739													
6.20	334	377	419	463	506	554	601	624	646	668	690	712													
6.40	318	359	399	441	482	529	574	597	619	641	663	685													
6.60	304	343	382	422	461	507	551	574	596	618	640	662													
6.80	292	329	367	405	442	487	529	552	574	596	618	640													
7.00	282	318	355	391	427	471	512	535	557	579	601	623													

Restricciones: Puntales  = colocar 1 puntal en el centro del vano. Flecha  $\triangleleft$  1/50

PARÁMETROS GEOMÉTRICOS					
I (cm <sup>4</sup> /m)	Pc (KN/m <sup>2</sup> )	Wi (cm <sup>3</sup> /m)	Xg (Dist mm)	Ap (mm <sup>2</sup> /m)	Espesor (mm)
195,78	0,109	34,50	56,74	1.385	0,8
244,81	0,136	43,09	56,81	1.732	1,0
294,72	0,163	52,06	56,62	2.078	1,2

I = Inercia del perfil por metro lineal de forjado. Pc = Peso de la chapa. Wi = Modulo resistente por metro lineal de forjado. Xg = Distancia del eje del centro de masas del perfil a la base del mismo. Ap = Sección útil de acero por metro lineal de forjado.

CARACTERÍSTICAS		VALOR	
Material		Acero	
Denominación		DX51D 1.0226	
Peso específico del acero (KN/m <sup>3</sup> )		78,5	
Ancho útil (mm.) (e=0,8 mm. - e=1,0 mm. - e=1,2 mm.)		675	
Peso de la chapa (KN/m <sup>2</sup> )	e=0,8 mm.	0,109	
	e=1,0 mm.	0,136	
	e=1,2 mm.	0,163	
Número de grecas/ml. forjados		4,44	
Limite elástico (N/mm <sup>2</sup> ) (MP <sub>s</sub> )		>240	
Resistencia a tracción máxima (N/mm <sup>2</sup> )		345	
Alargamiento de rotura (A <sub>50</sub> )		22%	
Tipo de recubrimiento (por ambas caras)		Z = zinc	
Masa de recubrimiento (en g/m <sup>2</sup> )		según DX51D (275 <sup>(1)</sup> )	
Espesor de recubrimiento (µm)		19,5 <sup>(1)</sup>	
Aspecto del recubrimiento (ambas caras)		N	
Acabado superficial (ambas caras)		A	
Tratamiento superficial (protección superficial)		C	
Tolerancias dimensionales de la chapa laminada de suministro	Espesor	0,8 mm.	±0,08 mm.
		1,0 mm.	±0,09 mm.
		1,2 mm.	± 0,10 mm.
	Anchura		Inferior = 0 mm.
			Superior = + 6 mm.
	Longitud <sup>(2)</sup>		Inferior = -3 mm.
			Superior = 0 mm.
	Planidad	e=0,8 mm.	12 mm.
		e=1,0 mm.	
e=1,2 mm.			
Altura del perfil MT-100 (incluida la cola de milano)		100 mm.	
Altura de las embuticiones lat. inf. - lat. sup. horizontales del perfil MT-100 <sup>(3)</sup>	e=0,8 mm.	3,0-3,5 ± 0,2 mm.	
	e=1,0 mm.	2,8-3,3 ± 0,2 mm.	
	e=1,2 mm.	2,6-3,1 ± 0,2 mm.	
Anchura de la cola de milano en su base		84 mm.	
Anchura de la cola de milano en su coronación		88 mm.	
Altura de la cola de milano		15 mm.	

<sup>(1)</sup> Este valor corresponde a la masa total de ambas caras. Una masa de recubrimiento de 100 g/m<sup>2</sup> equivale aproximadamente a un espesor de recubrimiento de 7,1 µm.

<sup>(2)</sup> La tolerancia superior de la longitud de las chapas es 0 para evitar acumulaciones en longitud que podrían provocar que alguno de los cambios de chapa no apoyara correctamente sobre el soporte. Por el contrario, si es aceptable una tolerancia de -3 mm. puesto que se permite dejar una pequeña holgura entre chapas consecutivas.

<sup>(3)</sup> Se trata de la altura de la embutición medida desde la cara superior de la cara lateral de la greca, a la cara superior de la embutición.

### **NORMATIVA Y CERTIFICADOS:**

El perfil MT-100 Hiansa cumple, independientemente del espesor, las siguientes Normativas internacionales:

- Eurocódigo 3, Partes 1-1 y 1-3. Proyecto de estructuras de acero.
- Eurocódigo 4. Partes 1-1 y 1-2. Proyecto de estructuras mixtas de hormigón y acero.
- NBE EA 95 Cálculo de estructuras de acero.
- EN 10147 Bandas (chapas y bobinas) de acero de construcción galvanizadas en continuo por inmersión en caliente. Condiciones técnicas de suministro.
- EN 10130 Productos planos laminados en frío de acero bajo en carbono para embutición o conformación en frío. Condiciones técnicas de suministro.



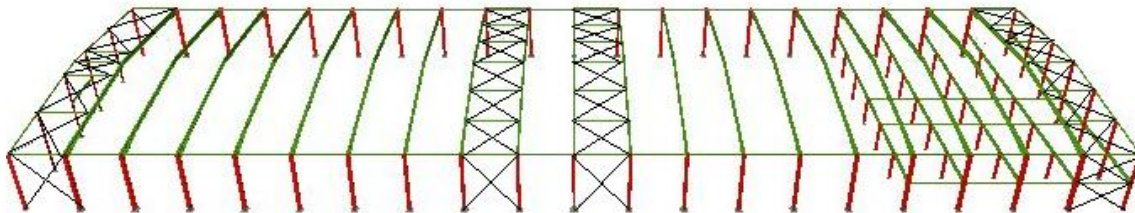
### **3.3.8 ESTUDIO EN METAL 3D**

Una vez conocidas las dimensiones de todas las correas que conforman la estructura y el tipo de forjado de la entreplanta, se procede a realizar el estudio de los pórticos, vigas y pilares para la entreplanta, uniones, placas de anclaje, cimentaciones y el resto de los elementos estructurales de la nave. Para ello se utiliza la herramienta Metal 3D, programa informático de gran utilidad en el diseño de este tipo de proyectos.

Conocidas las dimensiones del pórtico tipo, tal y como se ha indicado anteriormente, y teniendo en cuenta las siguientes condiciones

- Pórtico biempotrado
- Pandeo en pórticos traslacionales

la estructura se forma mediante la repetición de pórticos cada 5 m hasta una longitud de 100 m como se ilustra en la siguiente imagen



Para el cálculo, se debe conocer los siguientes requisitos para la estructura.

#### **3.3.8.1. PANDEO**

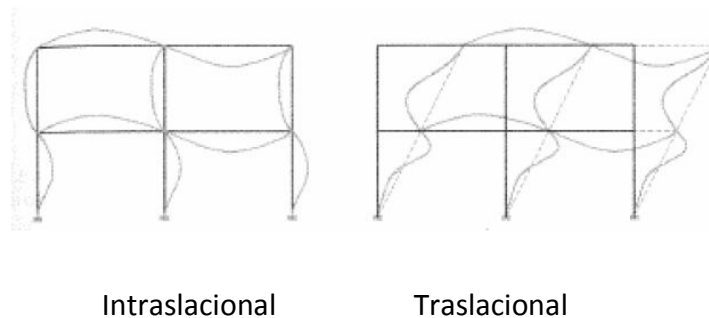
El pandeo es un fenómeno de inestabilidad global o local, esto quiere decir que el fallo debido a este fenómeno se produce de forma súbita y dicho fenómeno depende de las características geométricas del perfil. Éste condiciona a piezas sometidas a compresión, y limita su capacidad portante puesto que al deformarse la barra con la carga se pierde su forma de máxima resistencia.

Para comprobar a pandeo las barras de una estructura en Metal 3D, se define un coeficiente de pandeo  $\beta$ , el cual depende en gran medida de las ligaduras del elemento en sus extremos.

El coeficiente de pandeo es un valor mayor o igual que 0 que pondera la longitud de la barra, llamada longitud de pandeo. Esta longitud, rigurosamente hablando es la distancia que hay entre dos puntos de inflexión consecutivos en la deformada de la barra para ese plano de pandeo.

Como a priori no se sabe qué piezas de la estructura trabajaran a compresión y bajo qué combinación de hipótesis, se asignan coeficientes de pandeo a todas las piezas y en sus planos principales. Hay que considerar que las cruces de San Andrés, son tirantes que trabajan a tracción como su propio nombre indica y si no es así no trabajan, por lo tanto a estas no se le asignan ningún coeficiente de pandeo.

Para los pandeos es muy importante saber si una estructura va a comportarse como traslacional o intraslacional. En este estudio se considera la estructura como traslacional en el plano del pórtico y en su perpendicular intraslacional gracias a la rigidez que la infieren los elementos estructurales secundarios y los propios materiales de cierre de la nave.



### ASIGNACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE PANDEO A LAS BARRAS

En la asignación de los coeficientes de pandeos, los ejes o los planos de los que se habla son locales para cada barra. Así el plano débil de las barras (xy) es el paralelo a las alas que equidistan de ellas, es decir, que pasa por su eje de gravedad. Por otro lado el plano fuerte (xz) coincide con el plano del alma de la pieza.

Los coeficientes de pandeo para el caso de este proyecto se han considerado de la siguiente manera:

- **Dinteles:** para el plano de inercia débil (xy) el pandeo es despreciable, debido a que las correas arriostran en dicho plano los cavíos, por lo que el programa da por bueno  $\beta = 0,149$ . Para el plano de inercia fuerte (xz) la pieza es biempotrada translacional, por lo que  $\beta = 1$ .
- **Pilares centrales:** para el plano de inercia débil (xy) las correas arriostran el pilar, por lo que al dividir el pilar en 3 secciones  $\beta = 0,33$ . Para el plano de inercia fuerte (xz) se trabaja con  $\beta = 1,325$ .
- **Pilares de los pórticos hastiales:** Se trabaja con la hipotesis de que tienen el mismo comportamiento que los pilares de los pórticos centrales.
- **Pilarillos:** en el plano débil (xy) se dispone de un  $\beta = 0,7$  afuera y para el plano fuerte (xz)  $\beta = 0,7$ , considerando el pilar empotrado – articulado.
- **Pilares de entreplanta:** Calculando el coeficiente de pandeo según la norma SE-A en el punto 6.3.2.5 en cuanto al cálculo de pilares de edificios se da un coeficiente para ambos planos de  $\beta = 2,1$ .
- **Jácnas de la entreplanta:**  $\beta = 0$  para el plano débil, porque un forjado arriostra mucho más la pieza en ese plano y para el plano (xz)  $\beta = 1$  por tratarse de una barra biempotrada de un pórtico traslacional.

### **PANDEO LATERAL**

Este fenómeno se encuentra en elementos sometidos a flexión cuya ala comprimida no posee arriostramientos transversales a distancias adecuadas, o éstos no son suficientemente rígidos como para impedir su desplazamiento. El efecto del pandeo lateral puede llegar a producir el vuelco de la viga pudiendo verse comprometida la estabilidad de la estructura.

En este proyecto desestimamos la comprobación de pandeo lateral.

### **3.3.8.2. FLECHA**

Es necesario limitar la deformación debida a la flexión de la barra, tal y como se contempla en el epígrafe 4.3.3.1 del CTE DB SE para obtener de esta manera “buena aptitud al servicio”.

En consecuencia a dicho documento, se limita la flecha relativa en el plano xz a L/300. Por otro lado, con la hipótesis de habilitar las estancias de la entreplanta con una actividad en el futuro que sea otra que la que se destina en este proyecto, y para quedar del lado de la seguridad, los perfiles se calculan en base a una flecha relativa L/500.

### **3.3.8.3 CARGAS**

A continuación se enumeran las cargas que se prevén en la estructura y en base a las cuales se ha diseñado para poder soportar las solicitaciones y cumplir la normativa que así lo acredita.

- **Carga permanente:** La carga permanente es un tipo de carga que está presente en toda la vida útil de la estructura. Por eso todos los elementos que tenga que soportar constantemente la estructura pueden aglutinarse en una sola hipótesis de carga. Se añade carga permanente correspondiente al forjado de la entreplanta.

- **Sobrecarga de uso cubierta:** Según pág 7 del DB SE-AE.

- **Sobrecarga del forjado:** Según pág 7 del DB SE-AE. Se ha tomado este valor como hipótesis para el cálculo sustituyendo el calculado en el estudio del forjado colaborante realizado anteriormente. En el estudio se calculó un peso de  $2,2 \text{ N/m}^2$ , siendo el extraído de la norma  $3 \text{ N/m}^2$ , quedando de esta manera del lado de la seguridad.

- **Cargas de viento:** Según pág 7 del DB SE-AE se considera los siguientes casos de viento ya mostrados anteriormente

- 1 - V(0°) H1, Viento a 0°, presión exterior tipo 1 con succión interior
- 2 - V(0°) H2, Viento a 0°, presión exterior tipo 1 con presión interior
- 3 - V(0°) H3, Viento a 0°, presión exterior tipo 2 con succión interior
- 4 - V(0°) H4, Viento a 0°, presión exterior tipo 2 con presión interior
- 5 - V(90°) H1, Viento a 90° con succión interior
- 6 - V(90°) H2, Viento a 90° con presión interior
- 7 - V(180°) H1, Viento a 180°, presión exterior tipo 1 con succión interior
- 8 - V(180°) H2, Viento a 180°, presión exterior tipo 1 con presión interior
- 9 - V(180°) H3, Viento a 180°, presión exterior tipo 2 con succión interior
- 10 - V(180°) H4, Viento a 180°, presión exterior tipo 2 con presión interior
- 11 - V(270°) H1, Viento a 270° con succión interior
- 12 - V(270°) H2, Viento a 270° con presión interior

- **Cargas de nieve:**

Según pág 11 del DB SE-AE se estudian 3 casos distintos:

- Nieve posada simétricamente
- Nieve posada en la parte de la cubierta derecha
- Nieve posada en la parte de la cubierta izquierda

### 3.3.8.4 OBTENCION DE RESULTADOS

Una vez conocidos todos los datos de partida anteriormente mostrados, se realiza el estudio mediante el programa informático, obteniendo los siguientes resultados.

Referencias:

**N:** Esfuerzo axil (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

**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	(%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (t)	Vy (t)	Vz (t)	Mt (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)		
N1/N2	34.11	0.000	-3.917	-2.015	1.150	0.014	2.729	-2.898	GV	Cumple
N3/N4	34.11	0.000	-3.917	-2.015	-1.150	-0.014	-2.729	-2.898	GV	Cumple
N2/N110	75.29	6.274	-0.772	-0.009	2.114	0.000	-2.333	0.012	GV	Cumple
N110/N111	75.42	0.000	-0.798	0.007	-2.147	0.000	-2.333	0.012	GV	Cumple
N111/N5	51.17	0.000	-0.837	-0.004	-1.558	0.001	-1.622	-0.003	GV	Cumple

Comprobación de resistencia										
Barra	(%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (t)	Vy (t)	Vz (t)	Mt (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)		
N4/N113	66.71	6.274	-0.547	0.020	1.860	0.000	-2.031	-0.030	GV	Cumple
N113/N112	66.60	0.000	0.492	-0.026	-1.873	0.000	-2.031	-0.030	GV	Cumple
N112/N5	50.34	0.000	2.898	-0.011	-1.483	0.000	-1.446	-0.009	GV	Cumple
N6/N7	87.16	6.000	-19.779	-0.042	-24.508	-0.019	84.525	0.017	GV	Cumple
N8/N9	82.89	6.000	-17.607	0.011	25.078	0.020	-80.703	0.017	GV	Cumple
N7/N179	84.09	0.000	-27.392	-0.001	-16.168	0.014	-78.905	-0.021	GV	Cumple
N179/N178	69.88	6.274	-25.435	0.003	-0.337	0.015	26.518	-0.038	GV	Cumple
N178/N10	68.52	0.000	-25.458	-0.027	-0.294	0.015	26.518	-0.038	GV	Cumple
N9/N181	87.66	3.501	-26.199	0.004	-11.248	-0.015	-34.397	0.007	GV	Cumple
N181/N180	61.82	6.274	-23.201	-0.016	-0.152	-0.013	23.123	0.103	GV	Cumple
N180/N10	62.18	1.464	-25.405	0.015	0.187	-0.015	23.793	-0.014	GV	Cumple
N11/N12	86.81	6.000	-19.694	-0.034	-24.489	0.000	84.221	0.000	GV	Cumple
N13/N14	82.24	6.000	-17.414	0.014	24.846	0.000	-80.126	0.000	GV	Cumple
N12/N15	90.89	3.501	-25.788	0.000	-12.528	0.000	-31.784	0.000	GV	Cumple
N14/N15	96.63	3.501	-25.943	0.000	-11.170	0.000	-34.096	0.000	GV	Cumple
N16/N17	86.81	6.000	-19.694	-0.031	-24.489	0.000	84.221	0.000	GV	Cumple
N18/N19	82.24	6.000	-17.414	0.012	24.846	0.000	-80.126	0.000	GV	Cumple
N17/N20	90.89	3.501	-25.788	0.000	-12.528	0.000	-31.784	0.000	GV	Cumple
N19/N20	96.63	3.501	-25.943	0.000	-11.170	0.000	-34.096	0.000	GV	Cumple
N21/N22	86.81	6.000	-19.694	-0.029	-24.489	0.000	84.221	0.000	GV	Cumple
N23/N24	82.24	6.000	-17.414	0.011	24.846	0.000	-80.126	0.000	GV	Cumple
N22/N25	90.89	3.501	-25.788	0.000	-12.528	0.000	-31.784	0.000	GV	Cumple
N24/N25	96.63	3.501	-25.943	0.000	-11.170	0.000	-34.096	0.000	GV	Cumple
N26/N27	86.81	6.000	-19.694	-0.026	-24.489	0.000	84.221	0.000	GV	Cumple
N28/N29	82.24	6.000	-17.414	0.010	24.846	0.000	-80.126	0.000	GV	Cumple
N27/N30	90.89	3.501	-25.788	0.000	-12.528	0.000	-31.784	0.000	GV	Cumple
N29/N30	96.63	3.501	-25.943	0.000	-11.170	0.000	-34.096	0.000	GV	Cumple
N31/N32	86.81	6.000	-19.694	-0.024	-24.489	0.000	84.221	0.000	GV	Cumple

Comprobación de resistencia										
Barra	(%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (t)	Vy (t)	Vz (t)	Mt (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)		
N33/N34	82.24	6.000	-17.414	0.010	24.846	0.000	-80.126	0.000	GV	Cumple
N32/N35	90.89	3.501	-25.788	0.000	-12.528	0.000	-31.784	0.000	GV	Cumple
N34/N35	96.62	3.501	-25.943	0.000	-11.170	0.000	-34.096	0.000	GV	Cumple
N36/N37	86.81	6.000	-19.694	-0.022	-24.489	0.000	84.221	0.000	GV	Cumple
N38/N39	82.24	6.000	-17.414	0.009	24.846	0.000	-80.126	0.000	GV	Cumple
N37/N40	90.89	3.501	-25.788	0.000	-12.528	0.000	-31.784	0.000	GV	Cumple
N39/N40	96.62	3.501	-25.943	0.000	-11.170	0.000	-34.096	0.000	GV	Cumple
N41/N42	87.41	6.000	-19.946	-0.021	-24.637	0.000	84.770	0.000	GV	Cumple
N43/N44	82.86	6.000	-17.526	0.008	25.030	0.000	-80.723	0.000	GV	Cumple
N42/N204	84.35	0.000	-27.263	0.000	-16.199	0.000	-79.146	0.000	GV	Cumple
N204/N205	57.58	5.019	-25.357	0.000	-3.755	0.000	21.441	0.000	GV	Cumple
N205/N45	68.83	2.761	-25.109	0.000	0.013	0.000	26.547	0.000	GV	Cumple
N44/N207	86.71	3.501	-26.280	0.000	-11.265	0.000	-34.359	0.000	GV	Cumple
N207/N206	51.29	0.000	-25.985	0.000	-9.582	0.000	-18.499	-0.001	GV	Cumple
N206/N45	62.88	3.765	-25.180	0.000	-0.055	0.000	23.856	0.000	GV	Cumple
N46/N47	87.42	6.000	-19.808	-0.021	-24.674	0.000	84.818	0.000	GV	Cumple
N48/N49	82.81	6.000	-17.546	0.007	24.994	0.000	-80.676	0.000	GV	Cumple
N47/N186	84.39	0.000	-27.293	0.000	-16.201	0.000	-79.187	0.000	GV	Cumple
N186/N187	57.55	5.019	-25.376	0.000	-3.758	0.000	21.425	0.000	GV	Cumple
N187/N50	68.82	2.761	-25.116	0.000	0.010	0.000	26.540	0.000	GV	Cumple
N49/N193	86.62	3.501	-26.250	0.000	-11.262	0.000	-34.323	0.000	GV	Cumple
N193/N192	51.21	0.000	-25.967	0.000	-9.579	0.000	-18.467	0.000	GV	Cumple
N192/N50	62.88	3.765	-25.173	0.000	-0.052	0.000	23.860	0.000	GV	Cumple
N51/N52	87.41	6.000	-19.807	0.038	-24.665	0.000	84.806	0.000	GV	Cumple
N53/N54	82.82	6.000	-17.524	0.024	25.002	0.000	-80.687	0.000	GV	Cumple
N52/N188	84.38	0.000	-27.287	0.000	-16.200	0.000	-79.177	0.000	GV	Cumple
N188/N189	57.56	5.019	-25.371	0.000	-3.758	0.000	21.429	0.000	GV	Cumple
N189/N55	68.83	2.761	-25.114	0.000	0.011	0.000	26.541	0.000	GV	Cumple



Comprobación de resistencia										
Barra	(%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (t)	Vy (t)	Vz (t)	Mt (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)		
N54/N196	86.64	3.501	-26.259	0.000	-11.263	0.000	-34.331	0.000	GV	Cumple
N196/N194	51.23	0.000	-25.971	0.000	-9.580	0.000	-18.475	0.000	GV	Cumple
N194/N55	62.89	3.765	-25.175	0.000	-0.053	0.000	23.859	0.000	GV	Cumple
N56/N57	87.44	6.000	-20.052	0.038	-24.646	0.000	84.782	0.000	GV	Cumple
N58/N59	82.88	6.000	-17.687	0.023	25.022	0.000	-80.712	0.000	GV	Cumple
N57/N190	84.36	0.000	-27.271	0.000	-16.199	0.000	-79.156	0.000	GV	Cumple
N190/N191	57.57	5.019	-25.362	0.000	-3.756	0.000	21.437	0.000	GV	Cumple
N191/N60	68.83	2.761	-25.111	0.000	0.012	0.000	26.545	0.000	GV	Cumple
N59/N197	86.69	3.501	-26.275	0.000	-11.264	0.000	-34.351	0.000	GV	Cumple
N197/N195	51.27	0.000	-25.981	0.000	-9.582	0.000	-18.492	0.000	GV	Cumple
N195/N60	62.88	3.765	-25.178	0.000	-0.054	0.000	23.857	0.000	GV	Cumple
N61/N62	86.81	6.000	-19.694	0.041	-24.489	0.000	84.221	0.000	GV	Cumple
N63/N64	82.24	6.000	-17.414	0.025	24.846	0.000	-80.126	0.000	GV	Cumple
N62/N65	90.89	3.501	-25.788	0.000	-12.528	0.000	-31.784	0.000	GV	Cumple
N64/N65	96.62	3.501	-25.943	0.000	-11.170	0.000	-34.096	0.000	GV	Cumple
N66/N67	86.81	6.000	-19.694	0.045	-24.489	0.000	84.221	0.000	GV	Cumple
N68/N69	82.24	6.000	-17.414	0.027	24.846	0.000	-80.126	0.000	GV	Cumple
N67/N70	90.89	3.501	-25.788	0.000	-12.528	0.000	-31.784	0.000	GV	Cumple
N69/N70	96.62	3.501	-25.943	0.000	-11.170	0.000	-34.096	0.000	GV	Cumple
N71/N72	86.81	6.000	-19.694	0.048	-24.489	0.000	84.221	0.000	GV	Cumple
N73/N74	82.24	6.000	-17.414	0.029	24.846	0.000	-80.126	0.000	GV	Cumple
N72/N75	90.89	3.501	-25.788	0.000	-12.528	0.000	-31.784	0.000	GV	Cumple
N74/N75	96.62	3.501	-25.943	0.000	-11.170	0.000	-34.096	0.000	GV	Cumple
N76/N77	86.81	6.000	-19.694	0.053	-24.489	0.000	84.221	0.000	GV	Cumple
N78/N79	82.24	6.000	-17.414	0.032	24.846	0.000	-80.126	0.000	GV	Cumple
N77/N80	90.89	3.501	-25.788	0.000	-12.528	0.000	-31.784	0.000	GV	Cumple
N79/N80	96.62	3.501	-25.943	0.000	-11.170	0.000	-34.096	0.000	GV	Cumple
N82/N85	92.35	3.501	-37.906	0.000	-11.501	0.000	-28.466	-0.002	GV	Cumple

Comprobación de resistencia										
Barra	(%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (t)	Vy (t)	Vz (t)	Mt (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)		
N84/N85	95.91	3.501	-38.053	0.000	-10.061	0.000	-29.824	0.003	GV	Cumple
N87/N90	92.22	3.501	-38.442	0.000	-11.454	0.000	-28.252	-0.002	GV	Cumple
N89/N90	95.79	3.501	-38.589	0.000	-10.014	0.000	-29.609	0.003	GV	Cumple
N92/N95	92.22	3.501	-38.442	0.000	-11.454	0.000	-28.252	-0.002	GV	Cumple
N94/N95	95.79	3.501	-38.589	0.000	-10.014	0.000	-29.609	0.003	GV	Cumple
N97/N182	78.03	3.501	-39.327	0.008	-11.430	-0.008	-27.977	-0.013	GV	Cumple
N182/N183	55.74	5.019	-39.341	-0.026	-2.565	-0.008	17.694	0.104	GV	Cumple
N183/N100	60.46	1.757	-39.337	0.038	-0.151	-0.008	20.042	0.037	GV	Cumple
N99/N185	80.38	3.501	-38.947	-0.012	-9.965	0.008	-29.053	0.025	GV	Cumple
N185/N184	49.69	0.000	-39.557	0.024	-8.282	0.008	-15.167	0.044	GV	Cumple
N184/N100	53.40	1.757	-35.033	-0.038	-0.031	0.007	17.615	-0.051	GV	Cumple
N102/N119	47.54	5.019	-1.589	0.009	1.638	0.000	-1.375	-0.010	GV	Cumple
N119/N120	44.99	0.000	-0.679	-0.006	-1.632	0.000	-1.389	-0.009	GV	Cumple
N120/N105	44.23	5.019	0.131	0.006	1.626	0.000	-1.378	-0.016	GV	Cumple
N104/N122	42.73	5.019	-1.448	-0.015	1.443	0.000	-1.211	0.018	GV	Cumple
N122/N121	39.87	0.000	-0.155	0.017	-1.439	0.000	-1.225	0.018	GV	Cumple
N121/N105	41.32	5.019	0.868	-0.011	1.433	0.000	-1.217	0.020	GV	Cumple
N106/N110	61.60	0.000	-1.500	0.003	-3.557	0.000	-5.617	0.021	GV	Cumple
N109/N113	61.60	0.000	-1.500	-0.003	-3.557	0.000	-5.617	-0.021	GV	Cumple
N2/N7	18.30	2.500	-4.564	0.000	0.000	0.000	0.054	0.000	GV	Cumple
N7/N12	52.46	2.500	-2.640	0.000	0.000	0.000	0.025	0.000	GV	Cumple
N12/N17	47.16	2.500	-2.350	0.000	0.000	0.000	0.025	0.000	GV	Cumple
N17/N22	42.31	2.500	-2.086	0.000	0.000	0.000	0.025	0.000	GV	Cumple
N22/N27	37.87	2.500	-1.844	0.000	0.000	0.000	0.025	0.000	GV	Cumple
N27/N32	33.79	2.500	-1.621	0.000	0.000	0.000	0.025	0.000	GV	Cumple
N32/N37	30.03	2.500	-1.416	0.000	0.000	0.000	0.025	0.000	GV	Cumple
N37/N42	26.54	2.500	-1.225	0.000	0.000	0.000	0.025	0.000	GV	Cumple
N4/N9	18.30	2.500	-4.564	0.000	0.000	0.000	0.054	0.000	GV	Cumple

Comprobación de resistencia										
Barra	(%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (t)	Vy (t)	Vz (t)	Mt (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)		
N9/N14	52.46	2.500	-2.640	0.000	0.000	0.000	0.025	0.000	GV	Cumple
N14/N19	47.16	2.500	-2.350	0.000	0.000	0.000	0.025	0.000	GV	Cumple
N19/N24	42.31	2.500	-2.086	0.000	0.000	0.000	0.025	0.000	GV	Cumple
N24/N29	37.87	2.500	-1.844	0.000	0.000	0.000	0.025	0.000	GV	Cumple
N29/N34	33.79	2.500	-1.621	0.000	0.000	0.000	0.025	0.000	GV	Cumple
N34/N39	30.03	2.500	-1.416	0.000	0.000	0.000	0.025	0.000	GV	Cumple
N39/N44	26.54	2.500	-1.225	0.000	0.000	0.000	0.025	0.000	GV	Cumple
N52/N57	4.33	2.500	-0.578	0.000	0.000	0.000	0.054	0.000	GV	Cumple
N62/N67	18.39	2.500	-0.781	0.000	0.000	0.000	0.025	0.000	GV	Cumple
N67/N72	20.47	2.500	-0.894	0.000	0.000	0.000	0.025	0.000	GV	Cumple
N72/N77	22.72	2.500	-1.017	0.000	0.000	0.000	0.025	0.000	GV	Cumple
N77/N82	25.16	2.500	-1.150	0.000	0.000	0.000	0.025	0.000	GV	Cumple
N82/N87	25.86	2.500	-1.188	0.000	0.000	0.000	0.025	0.000	GV	Cumple
N87/N92	27.06	2.500	-1.254	0.000	0.000	0.000	0.025	0.000	GV	Cumple
N97/N102	11.90	2.500	-2.738	0.000	0.000	0.000	0.054	0.000	GV	Cumple
N92/N97	28.35	2.500	-1.324	0.000	0.000	0.000	0.025	0.000	GV	Cumple
N54/N59	4.32	2.500	-0.577	0.000	0.000	0.000	0.054	0.000	GV	Cumple
N64/N69	18.37	2.500	-0.780	0.000	0.000	0.000	0.025	0.000	GV	Cumple
N69/N74	20.44	2.500	-0.893	0.000	0.000	0.000	0.025	0.000	GV	Cumple
N74/N79	22.69	2.500	-1.015	0.000	0.000	0.000	0.025	0.000	GV	Cumple
N79/N84	25.14	2.500	-1.149	0.000	0.000	0.000	0.025	0.000	GV	Cumple
N84/N89	25.84	2.500	-1.187	0.000	0.000	0.000	0.025	0.000	GV	Cumple
N89/N94	27.03	2.500	-1.252	0.000	0.000	0.000	0.025	0.000	GV	Cumple
N94/N99	28.32	2.500	-1.323	0.000	0.000	0.000	0.025	0.000	GV	Cumple
N99/N104	11.89	2.500	-2.735	0.000	0.000	0.000	0.054	0.000	GV	Cumple
N143/N144	38.85	5.000	-1.339	0.004	11.747	-0.002	-10.324	-0.020	GV	Cumple
N144/N145	36.17	0.000	-0.478	-0.007	-11.097	-0.001	-9.691	-0.029	GV	Cumple
N145/N146	36.07	5.000	-0.930	0.023	11.059	-0.001	-9.500	-0.085	GV	Cumple

Comprobación de resistencia										
Barra	(%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (t)	Vy (t)	Vz (t)	Mt (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)		
N146/N147	35.82	0.000	-0.692	-0.020	-11.058	0.001	-9.498	-0.065	GV	Cumple
N147/N148	36.30	5.000	-0.714	0.008	11.093	0.001	-9.681	-0.039	GV	Cumple
N148/N149	38.61	0.000	-1.110	-0.002	-11.736	0.001	-10.304	-0.009	GV	Cumple
N123/N162	47.98	0.000	-39.736	-0.406	-0.431	0.001	-0.674	-1.217	GV	Cumple
N124/N161	52.56	0.000	-39.924	-0.562	-0.170	0.001	-0.296	-1.685	GV	Cumple
N125/N160	53.87	0.000	-39.890	-0.622	0.000	0.000	0.000	-1.866	GV	Cumple
N126/N159	52.53	0.000	-39.924	-0.561	0.170	-0.001	0.296	-1.683	GV	Cumple
N127/N158	47.88	0.000	-39.736	-0.403	0.431	-0.001	0.674	-1.209	GV	Cumple
N158/N154	92.94	5.000	38.977	-0.006	21.187	0.002	-21.151	-0.011	GV	Cumple
N159/N158	79.32	5.000	30.261	0.006	21.668	0.001	-18.267	-0.033	GV	Cumple
N160/N159	79.38	5.000	29.454	-0.015	21.676	0.000	-18.429	-0.002	GV	Cumple
N161/N160	78.47	5.000	29.039	0.020	21.538	-0.001	-18.075	-0.078	GV	Cumple
N162/N161	77.43	0.000	25.498	-0.006	-21.658	0.000	-18.254	-0.023	GV	Cumple
N150/N162	88.80	0.000	34.024	0.004	-21.011	-0.001	-20.546	-0.009	GV	Cumple
N150/N143	23.69	2.500	-2.254	0.000	0.000	0.000	0.034	0.000	GV	Cumple
N162/N144	17.40	2.500	-1.561	0.000	0.000	0.000	0.034	0.000	GV	Cumple
N161/N145	22.06	2.500	-2.074	0.000	0.000	0.000	0.034	0.000	GV	Cumple
N160/N146	24.56	2.500	-2.350	0.000	0.000	0.000	0.034	0.000	GV	Cumple
N159/N147	22.08	2.500	-2.077	0.000	0.000	0.000	0.034	0.000	GV	Cumple
N158/N148	17.58	2.500	-1.581	0.000	0.000	0.000	0.034	0.000	GV	Cumple
N154/N149	23.67	2.500	-2.253	0.000	0.000	0.000	0.034	0.000	GV	Cumple
N128/N163	47.25	0.000	-39.722	-0.376	-0.509	0.001	-0.801	-1.127	GV	Cumple
N129/N164	51.52	0.000	-39.924	-0.530	-0.181	0.000	-0.315	-1.589	GV	Cumple
N130/N165	52.63	0.000	-39.887	-0.586	0.000	0.000	0.000	-1.758	GV	Cumple
N131/N166	51.49	0.000	-39.924	-0.529	0.181	0.000	0.315	-1.587	GV	Cumple
N132/N167	47.13	0.000	-39.708	-0.373	0.509	-0.001	0.801	-1.117	GV	Cumple
N167/N155	93.92	5.000	39.673	-0.009	21.247	0.002	-21.348	0.008	GV	Cumple
N166/N167	79.60	5.000	30.710	0.006	21.682	0.001	-18.297	-0.033	GV	Cumple

Comprobación de resistencia										
Barra	(%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (t)	Vy (t)	Vz (t)	Mt (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)		
N165/N166	79.72	5.000	29.838	-0.013	21.693	0.000	-18.474	-0.005	GV	Cumple
N164/N165	78.67	5.000	29.360	0.018	21.553	-0.001	-18.115	-0.069	GV	Cumple
N163/N164	77.79	0.000	26.182	-0.005	-21.672	0.000	-18.285	-0.022	GV	Cumple
N151/N163	90.00	0.000	34.965	0.007	-21.081	-0.001	-20.777	0.005	GV	Cumple
N151/N150	11.77	2.500	-0.940	0.000	0.000	0.000	0.034	0.000	GV	Cumple
N163/N162	13.65	2.500	-1.147	0.000	0.000	0.000	0.034	0.000	GV	Cumple
N164/N161	17.01	2.500	-1.518	0.000	0.000	0.000	0.034	0.000	GV	Cumple
N165/N160	18.84	2.500	-1.720	0.000	0.000	0.000	0.034	0.000	GV	Cumple
N166/N159	17.03	2.500	-1.520	0.000	0.000	0.000	0.034	0.000	GV	Cumple
N167/N158	13.86	2.500	-1.171	0.000	0.000	0.000	0.034	0.000	GV	Cumple
N155/N154	11.76	2.500	-0.940	0.000	0.000	0.000	0.034	0.000	GV	Cumple
N137/N172	47.04	0.000	-39.732	-0.397	0.507	-0.001	0.796	-1.109	GV	Cumple
N136/N171	50.77	0.000	-39.925	-0.508	0.179	0.000	0.311	-1.524	GV	Cumple
N135/N170	51.83	0.000	-39.887	-0.562	0.000	0.000	0.000	-1.686	GV	Cumple
N134/N169	50.80	0.000	-39.925	-0.509	-0.179	0.000	-0.311	-1.526	GV	Cumple
N133/N168	46.71	0.000	-39.719	-0.360	-0.507	0.001	-0.796	-1.080	GV	Cumple
N152/N168	89.99	0.000	34.965	0.006	-21.081	-0.001	-20.777	0.005	GV	Cumple
N168/N169	77.77	0.000	26.182	-0.004	-21.672	0.000	-18.285	-0.019	GV	Cumple
N169/N170	78.62	5.000	29.360	0.016	21.553	-0.001	-18.115	-0.063	GV	Cumple
N170/N171	79.74	5.000	29.838	-0.011	21.693	0.000	-18.474	-0.008	GV	Cumple
N171/N172	79.57	5.000	30.710	0.004	21.682	0.001	-18.297	-0.029	GV	Cumple
N172/N156	93.92	5.000	39.673	-0.009	21.247	0.001	-21.348	0.008	GV	Cumple
N156/N155	8.90	2.500	-0.624	0.000	0.000	0.000	0.034	0.000	GV	Cumple
N172/N167	14.58	0.000	-0.781	0.000	-0.042	0.000	-0.075	0.001	GV	Cumple
N171/N166	12.28	2.500	-0.996	0.000	0.000	0.000	0.034	0.000	GV	Cumple
N170/N165	13.46	2.500	-1.126	0.000	0.000	0.000	0.034	0.000	GV	Cumple
N169/N164	12.26	2.500	-0.994	0.000	0.000	0.000	0.034	0.000	GV	Cumple
N168/N163	10.06	2.500	-0.752	0.000	0.000	0.000	0.034	0.000	GV	Cumple

Comprobación de resistencia										
Barra	(%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (t)	Vy (t)	Vz (t)	Mt (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)		
N152/N151	8.90	2.500	-0.624	0.000	0.000	0.000	0.034	0.000	GV	Cumple
N142/N177	30.74	0.000	-22.428	0.294	-1.213	0.001	-1.606	0.881	GV	Cumple
N141/N176	31.78	0.000	-20.232	-0.487	0.328	0.000	0.517	-1.459	GV	Cumple
N140/N175	32.62	0.000	-20.419	-0.535	0.118	0.000	0.199	-1.605	GV	Cumple
N139/N174	31.81	0.000	-20.232	-0.487	-0.328	0.000	-0.517	-1.462	GV	Cumple
N138/N173	30.84	0.000	-22.441	0.297	1.213	-0.001	1.605	0.890	GV	Cumple
N173/N174	47.14	0.000	34.150	-0.004	-10.379	-0.001	-9.332	-0.022	GV	Cumple
N174/N175	45.96	5.000	30.349	0.015	10.966	-0.001	-9.307	-0.060	GV	Cumple
N175/N176	46.73	5.000	37.641	-0.013	10.221	0.000	-8.902	-0.008	GV	Cumple
N176/N177	48.93	5.000	38.678	0.005	10.389	0.001	-9.345	-0.032	GV	Cumple
N157/N156	6.28	2.500	-0.335	0.000	0.000	0.000	0.034	0.000	GV	Cumple
N177/N172	8.20	5.000	0.334	0.000	0.041	0.000	-0.070	0.001	GV	Cumple
N176/N171	7.71	2.500	-0.493	0.000	0.000	0.000	0.034	0.000	GV	Cumple
N175/N170	8.29	2.500	-0.557	0.000	0.000	0.000	0.034	0.000	GV	Cumple
N174/N169	7.70	2.500	-0.492	0.000	0.000	0.000	0.034	0.000	GV	Cumple
N173/N168	6.62	2.500	-0.372	0.000	0.000	0.000	0.034	0.000	GV	Cumple
N153/N152	6.28	2.500	-0.335	0.000	0.000	0.000	0.034	0.000	GV	Cumple
N110/N179	15.50	2.500	-3.612	0.000	0.000	0.000	0.054	0.005	GV	Cumple
N111/N178	9.45	2.500	-1.885	0.000	0.000	0.000	0.054	0.005	GV	Cumple
N5/N10	3.99	2.813	-0.322	0.000	0.002	0.000	0.064	-0.001	GV	Cumple
N112/N180	9.45	2.500	-1.885	0.000	0.000	0.000	0.054	-0.005	GV	Cumple
N113/N181	15.50	2.500	-3.612	0.000	0.000	0.000	0.054	-0.005	GV	Cumple
N53/N59	18.57	0.000	0.763	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N51/N57	18.59	0.000	0.764	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N56/N52	18.72	0.000	0.769	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N58/N54	18.70	0.000	0.768	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N8/N4	57.09	0.000	2.346	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N4/N181	90.73	0.000	5.940	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple

Comprobación de resistencia										
Barra	(%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (t)	Vy (t)	Vz (t)	Mt (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)		
N181/N112	72.75	0.000	2.197	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N112/N10	9.49	0.000	0.287	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N111/N10	11.38	0.000	0.344	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N179/N111	72.75	0.000	2.197	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N1/N7	61.06	0.000	2.509	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N7/N110	77.33	0.000	5.063	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N110/N178	90.91	0.000	2.745	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N178/N5	16.00	0.000	0.483	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N180/N5	16.00	0.000	0.483	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N113/N180	90.91	0.000	2.745	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N9/N113	77.33	0.000	5.063	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N3/N9	61.06	0.000	2.509	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N143/N97	39.43	0.000	1.621	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N96/N143	26.82	0.000	1.102	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N101/N150	25.69	0.000	1.056	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N150/N102	38.30	0.000	1.574	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N154/N104	38.26	0.000	1.572	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N149/N99	39.39	0.000	1.619	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N98/N149	26.79	0.000	1.101	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N103/N154	25.66	0.000	1.054	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N55/N60	2.48	2.500	-0.049	0.000	0.000	0.000	0.054	0.000	GV	Cumple
N100/N105	5.68	2.500	-0.963	0.000	0.000	0.000	0.054	0.000	GV	Cumple
N97/N119	45.98	0.000	3.010	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N120/N100	24.92	0.000	0.752	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N121/N100	25.00	0.000	0.755	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N99/N122	45.92	0.000	3.006	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N182/N119	10.73	2.500	-2.249	0.000	0.000	0.000	0.054	0.005	GV	Cumple
N183/N120	7.66	2.500	-1.374	0.000	0.000	0.000	0.054	0.005	GV	Cumple

Comprobación de resistencia										
Barra	(%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (t)	Vy (t)	Vz (t)	Mt (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)		
N184/N121	7.66	2.500	-1.375	0.000	0.000	0.000	0.054	-0.005	GV	Cumple
N185/N122	10.72	2.500	-2.246	0.000	0.000	0.000	0.054	-0.005	GV	Cumple
N104/N185	51.27	0.000	3.357	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N185/N121	59.95	0.000	1.810	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N122/N184	64.06	0.000	1.934	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N184/N105	37.70	0.000	1.138	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N183/N105	37.64	0.000	1.137	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N119/N183	64.01	0.000	1.933	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N102/N182	51.34	0.000	3.361	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N182/N120	59.91	0.000	1.809	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N188/N190	3.57	2.500	-0.153	0.000	0.000	0.000	0.054	0.005	GV	Cumple
N189/N191	3.33	2.500	-0.049	0.000	0.000	0.000	0.054	0.005	GV	Cumple
N194/N195	3.33	2.500	-0.049	0.000	0.000	0.000	0.054	-0.005	GV	Cumple
N196/N197	3.55	2.500	-0.148	0.000	0.000	0.000	0.054	-0.005	GV	Cumple
N54/N197	3.25	0.000	0.213	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N197/N194	1.35	0.000	0.041	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N194/N60	1.34	0.000	0.041	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N189/N60	1.34	0.000	0.041	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N190/N189	1.35	0.000	0.041	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N52/N190	3.29	0.000	0.216	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N57/N188	3.36	0.000	0.220	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N188/N191	1.35	0.000	0.041	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N191/N55	1.34	0.000	0.040	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N195/N55	1.34	0.000	0.040	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N196/N195	1.35	0.000	0.041	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N59/N196	3.18	0.000	0.208	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N203/N202	4.92	0.000	0.017	0.000	-0.343	0.000	-0.630	0.001	GV	Cumple
N6/N2	57.09	0.000	2.346	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple



Comprobación de resistencia										
Barra	(%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (t)	Vy (t)	Vz (t)	Mt (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)		
N2/N179	90.73	0.000	5.940	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N42/N47	6.06	2.500	-1.072	0.000	0.000	0.000	0.054	0.000	GV	Cumple
N57/N62	16.47	2.500	-0.676	0.000	0.000	0.000	0.025	0.000	GV	Cumple
N204/N186	3.56	2.500	-0.153	0.000	0.000	0.000	0.054	0.005	GV	Cumple
N205/N187	3.33	2.500	-0.050	0.000	0.000	0.000	0.054	0.005	GV	Cumple
N45/N50	2.48	2.500	-0.049	0.000	0.000	0.000	0.054	0.000	GV	Cumple
N206/N192	3.33	2.500	-0.050	0.000	0.000	0.000	0.054	-0.005	GV	Cumple
N207/N193	3.55	2.500	-0.147	0.000	0.000	0.000	0.054	-0.005	GV	Cumple
N44/N49	6.06	2.500	-1.072	0.000	0.000	0.000	0.054	0.000	GV	Cumple
N59/N64	16.45	2.500	-0.675	0.000	0.000	0.000	0.025	0.000	GV	Cumple
N46/N42	30.90	0.000	1.270	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N42/N186	3.38	0.000	0.221	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N186/N205	1.35	0.000	0.041	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N205/N50	1.34	0.000	0.041	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N206/N50	1.34	0.000	0.041	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N193/N206	1.35	0.000	0.041	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N44/N193	3.12	0.000	0.204	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N48/N44	30.90	0.000	1.270	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N43/N49	33.34	0.000	1.370	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N49/N207	3.25	0.000	0.213	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N207/N192	1.35	0.000	0.041	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N192/N45	1.36	0.000	0.041	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N187/N45	1.36	0.000	0.041	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N204/N187	1.35	0.000	0.041	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N47/N204	3.24	0.000	0.212	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N41/N47	33.34	0.000	1.370	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N107/N203	69.28	0.000	-1.040	-0.013	-3.540	0.000	-6.436	-0.017	GV	Cumple
N203/N111	28.70	0.194	-2.838	0.091	0.244	0.000	-1.977	0.264	GV	Cumple

Comprobación de resistencia										
Barra	(%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (t)	Vy (t)	Vz (t)	Mt (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)		
N108/N202	69.28	0.000	-1.040	0.013	-3.540	0.000	-6.436	0.017	GV	Cumple
N202/N112	28.70	0.194	-2.838	-0.091	0.244	0.000	-1.977	-0.264	GV	Cumple
N198/N199	32.64	1.600	37.690	0.004	-0.481	-0.001	5.089	-0.005	GV	Cumple
N199/N173	46.72	2.000	27.635	0.002	11.974	-0.001	-9.897	-0.006	GV	Cumple
N153/N198	72.48	0.000	35.518	0.005	-14.558	-0.001	-16.096	0.005	GV	Cumple
N177/N201	45.94	0.000	22.927	0.001	-12.140	0.000	-10.157	0.005	GV	Cumple
N201/N200	32.70	0.200	40.226	-0.008	0.028	0.001	4.830	-0.015	GV	Cumple
N200/N157	76.33	1.000	40.226	-0.008	14.724	0.001	-16.667	0.007	GV	Cumple
N101/N143	19.85	3.000	-12.667	-0.083	-1.940	0.001	3.848	0.081	GV	Cumple
N143/N102	18.71	0.000	-1.610	0.345	-1.784	-0.004	-4.509	0.190	GV	Cumple
N96/N150	21.57	3.000	-36.635	0.131	1.860	0.004	-14.861	0.163	GV	Cumple
N150/N97	78.39	3.000	-19.718	0.035	-37.015	0.015	76.569	-0.009	GV	Cumple
N91/N151	22.59	3.000	-37.218	0.121	2.047	0.003	-15.850	0.149	GV	Cumple
N151/N92	78.73	3.000	-19.735	0.035	-37.189	-0.002	76.930	0.000	GV	Cumple
N86/N152	22.51	3.000	-37.218	0.121	2.047	0.003	-15.850	0.123	GV	Cumple
N152/N87	78.73	3.000	-19.735	0.031	-37.189	-0.001	76.930	0.000	GV	Cumple
N81/N153	23.82	3.000	-30.668	0.135	3.138	0.003	-18.538	0.080	GV	Cumple
N153/N82	79.10	3.000	-19.735	0.019	-36.651	-0.001	77.310	0.000	GV	Cumple
N114/N144	27.59	0.000	-24.057	0.553	-1.975	-0.001	-3.358	0.817	GV	Cumple
N144/N119	10.64	0.000	-3.852	0.235	0.031	0.000	0.796	0.807	GV	Cumple
N115/N145	26.55	0.000	-23.124	0.405	-1.772	0.000	-3.482	0.668	GV	Cumple
N145/N120	10.21	0.000	-3.883	0.121	0.232	0.000	1.391	0.468	GV	Cumple
N116/N146	26.45	0.000	-21.118	0.037	1.740	0.000	4.930	0.065	GV	Cumple
N146/N105	15.69	0.000	-3.493	0.285	0.691	0.001	2.637	0.599	GV	Cumple
N117/N147	26.53	0.000	-23.124	-0.405	-1.769	0.000	-3.477	-0.668	GV	Cumple
N147/N121	10.25	0.000	-2.450	0.128	0.691	0.000	1.483	0.497	GV	Cumple
N118/N148	27.52	0.000	-24.057	-0.553	-1.965	0.001	-3.338	-0.817	GV	Cumple
N148/N122	8.33	0.000	-3.666	-0.186	-0.226	0.000	0.538	-0.641	GV	Cumple

Comprobación de resistencia										
Barra	(%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (t)	Vy (t)	Vz (t)	Mt (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)		
N103/N149	19.84	3.000	-12.761	-0.245	1.679	0.000	-3.669	0.208	GV	Cumple
N149/N104	18.71	0.000	-1.609	0.345	1.784	0.004	4.508	0.190	GV	Cumple
N98/N154	25.14	3.000	-39.294	0.034	-2.561	-0.006	18.071	0.151	GV	Cumple
N154/N99	72.37	3.000	-17.297	0.054	36.974	-0.016	-70.864	-0.009	GV	Cumple
N93/N155	25.87	3.000	-39.679	0.044	-2.686	-0.005	18.859	0.120	GV	Cumple
N155/N94	73.08	3.000	-17.373	0.041	37.545	0.003	-71.592	0.000	GV	Cumple
N88/N156	25.79	3.000	-39.679	0.052	-2.685	-0.005	18.859	0.094	GV	Cumple
N156/N89	73.08	3.000	-17.373	0.032	37.545	0.003	-71.592	0.000	GV	Cumple
N83/N157	27.15	3.000	-33.129	0.063	-3.776	-0.004	21.546	0.065	GV	Cumple
N157/N84	73.45	3.000	-17.373	0.022	37.007	0.003	-71.972	0.000	GV	Cumple

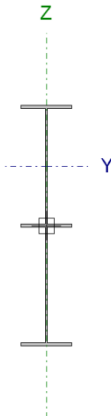
**3.3.8.5 ESTUDIO DE LOS E. L. U. DE LAS BARRAS**

Se muestran los estudios límites últimos de cada una de las barras más restrictivas de cada agrupación.

**3.3.8.5.1 Pórtico tipo**

**DINTEL**

Perfil: IPE 450, Simple con cartelas (Cartela inicial inferior: 3.50 m.) Material: Acero (S275)								
Nudos	Longitud (m)	Características mecánicas <sup>(1)</sup>						
		Inicial	Final	Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(3)</sup> (cm <sup>4</sup> )	Y <sub>g</sub> <sup>(4)</sup> (mm)
N29	N30	15.058	166.10	157699.95	2513.42	98.23	0.00	217.70
Notas: <sup>(1)</sup> Las características mecánicas y el dibujo mostrados corresponden a la sección inicial del perfil (N29) <sup>(2)</sup> Inercia respecto al eje indicado <sup>(3)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme <sup>(4)</sup> Coordenadas del centro de gravedad								
		Pandeo		Pandeo lateral				
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.			
b		0.15	1.00	0.00	0.00			
L <sub>K</sub>		2.250	15.058	0.000	0.000			
C <sub>m</sub>		1.000	1.000	1.000	1.000			
C <sub>1</sub>		-	-	1.000				
Notación: b: Coeficiente de pandeo L <sub>K</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico								



Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	λ	I <sub>w</sub>	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>	
N29/N30	x: 3.5 m λ < 2.0	x: 1.31 m I <sub>w</sub> ≤ I <sub>w,máx</sub>	x: 3.5 m h = 5.5	x: 3.5 m h = 14.6	x: 0 m h = 79.4	x: 3.5 m h < 0.1	x: 3.5 m h = 17.1	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	h < 0.1	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 3.5 m h = 96.6	h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	<b>CUMPLE</b> h = 96.6
Notación: λ: Limitación de esbeltez I <sub>w</sub> : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida N <sub>t</sub> : Resistencia a tracción N <sub>c</sub> : Resistencia a compresión M <sub>y</sub> : Resistencia a flexión eje Y M <sub>z</sub> : Resistencia a flexión eje Z V <sub>z</sub> : Resistencia a corte Z V <sub>y</sub> : Resistencia a corte Y M <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> : Resistencia a flexión y axil combinados NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M <sub>t</sub> : Resistencia a torsión M <sub>t</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M <sub>t</sub> V <sub>y</sub> : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra h: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede																

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\lambda$	$I_w$	$N_t$	$N_c$	$M_y$	$M_z$	$V_z$	$V_y$	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	$M_t$	$M_t V_z$	$M_t V_y$	
Comprobaciones que no proceden (N.P.):																
<sup>(1)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.																
<sup>(2)</sup> No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.																
<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.																

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

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

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{ef} \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}$  : 0.91

Donde:

<b>Clase:</b> Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.	<b>Clase :</b> <u>4</u>
<b>A<sub>ef</sub>:</b> Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.	<b>A<sub>ef</sub> :</b> <u>93.67</u> cm <sup>2</sup>
<b>f<sub>y</sub>:</b> Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	<b>f<sub>y</sub> :</b> <u>275.0</u> MPa
<b>N<sub>cr</sub>:</b> Axil crítico de pandeo elástico.	<b>N<sub>cr</sub> :</b> <u>3084.05</u> kN
El axil crítico de pandeo elástico <b>N<sub>cr</sub></b> es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):	
a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.	<b>N<sub>cr,y</sub> :</b> <u>3084.05</u> kN
b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.	<b>N<sub>cr,z</sub> :</b> <u>6861.62</u> kN
c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.	<b>N<sub>cr,T</sub> :</b> <u>¥</u>

Donde:

<b>I<sub>y</sub>:</b> Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	<b>I<sub>y</sub> :</b> <u>33740.00</u> cm <sup>4</sup>
<b>I<sub>z</sub>:</b> Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	<b>I<sub>z</sub> :</b> <u>1676.00</u> cm <sup>4</sup>
<b>I<sub>t</sub>:</b> Momento de inercia a torsión uniforme.	<b>I<sub>t</sub> :</b> <u>66.87</u> cm <sup>4</sup>
<b>I<sub>w</sub>:</b> Constante de alabeo de la sección.	<b>I<sub>w</sub> :</b> <u>791000.00</u> cm <sup>6</sup>
<b>E:</b> Módulo de elasticidad.	<b>E :</b> <u>210000</u> MPa
<b>G:</b> Módulo de elasticidad transversal.	<b>G :</b> <u>81000</u> MPa
<b>L<sub>ky</sub>:</b> Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	<b>L<sub>ky</sub> :</b> <u>15.058</u> m
<b>L<sub>kz</sub>:</b> Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	<b>L<sub>kz</sub> :</b> <u>2.250</u> m
<b>L<sub>kt</sub>:</b> Longitud efectiva de pandeo por torsión.	<b>L<sub>kt</sub> :</b> <u>0.000</u> m
<b>i<sub>0</sub>:</b> Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	<b>i<sub>0</sub> :</b> <u>18.93</u> cm

Siendo:

<b>i<sub>y</sub>, i<sub>z</sub>:</b> Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	<b>i<sub>y</sub> :</b> <u>18.48</u> cm
	<b>i<sub>z</sub> :</b> <u>4.12</u> cm
<b>y<sub>0</sub>, z<sub>0</sub>:</b> Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	<b>y<sub>0</sub> :</b> <u>0.00</u> mm
	<b>z<sub>0</sub> :</b> <u>0.00</u> mm

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

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

74.31 ≤ 352.46



Donde:

$h_w$ : Altura del alma.

$h_w$ : 698.53 mm

$t_w$ : Espesor del alma.

$t_w$ : 9.40 mm

$A_w$ : Área del alma.

$A_w$ : 65.66 cm<sup>2</sup>

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

$A_{fc,ef}$ : 27.74 cm<sup>2</sup>

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

$k$ : 0.30

$E$ : Módulo de elasticidad.

$E$ : 210000 MPa

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

$f_{yf}$ : 275.0 MPa

Siendo:

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

h : 0.055



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.499 m del nudo N29, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(90°)H1.

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

$N_{t,Ed}$ : 142.66 kN

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

$N_{t,Rd}$ : 2587.62 kN

Donde:

$A$ : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$A$ : 98.80 cm<sup>2</sup>

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

$f_{yd}$ : 261.9 MPa

Siendo:

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

$f_y$ : 275.0 MPa

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

$\gamma_{M0}$ : 1.05

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

h : 0.106



$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

h : 0.146



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.499 m del nudo N29, para la combinación de acciones  $1.35 \cdot G + 1.05 \cdot Q + 0.9 \cdot V(0^\circ)H4 + 1.5 \cdot N(EI)$ .

$N_{c,Ed}$ : Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.  $N_{c,Ed} : 258.93$  kN

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

$N_{c,Rd} : 2453.21$  kN

Donde:

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

$A_{ef}$ : Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.  $A_{ef} : 93.67$  cm<sup>2</sup>

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.  $f_{yd} : 261.9$  MPa

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)  $f_y : 275.0$  MPa

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.  $\gamma_{M0} : 1.05$

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

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

$N_{b,Rd} : 1777.90$  kN

Donde:

$A_{ef}$ : Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.  $A_{ef} : 93.67$  cm<sup>2</sup>

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.  $f_{yd} : 261.9$  MPa

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)  $f_y : 275.0$  MPa

$\gamma_{M1}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.  $\gamma_{M1} : 1.05$

$c$ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$c_y : 0.72$

$c_z : 0.83$

Siendo:

$f_y : 0.99$

$f_z : 0.76$

$a$ : Coeficiente de imperfección elástica.  $a_y : 0.21$

$a_z : 0.34$

$\lambda$ : Esbeltez reducida.

$\lambda_y : 0.91$

$\lambda_z : 0.61$

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

$N_{cr} : 3084.05$  kN

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

$N_{cr,y} : 3084.05$  kN

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

$N_{cr,z} : 6861.62$  kN

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

$N_{cr,T} : \text{¥}$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : 0.794



Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N29, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(270°)H1.

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

$M_{Ed}^+$  : 376.96 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N29, para la combinación de acciones 1.35·G+1.05·Q+0.9·V(0°)H4+1.5·N(EI).

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

$M_{Ed}^-$  : 731.20 kN·m

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

$M_{c,Rd}^+$  : 920.49 kN·m

$M_{c,Rd}^-$  : 920.49 kN·m

Donde:

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

$Clase^+$  : 3

$W_{el,y}^+$ : Módulo resistente elástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 3.

$W_{el,y}^+$  : 3514.60 cm<sup>3</sup>

$W_{ef,y}^-$ : Módulo resistente elástico de la sección eficaz correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 4.

$W_{ef,y}^-$  : 3514.60 cm<sup>3</sup>

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

$f_{yd}$  : 261.9 MPa

Siendo:

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

$f_y$  : 275.0 MPa

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

$\gamma_{M0}$  : 1.05

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h < 0.001



Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.499 m del nudo N29, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(180°)H1.

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

$M_{Ed}^+$  : 0.00 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.499 m del nudo N29, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(0°)H2.

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

$M_{Ed}^-$  : 0.00 kN·m

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

$M_{c,Rd}$  : 72.39 kN·m



Donde:

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

**W<sub>pl,z</sub>:** Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **W<sub>pl,z</sub> :** 276.40 cm<sup>3</sup>

**f<sub>yd</sub>:** Resistencia de cálculo del acero. **f<sub>yd</sub> :** 261.9 MPa

Siendo:

**f<sub>y</sub>:** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f<sub>y</sub> :** 275.0 MPa

**g<sub>M0</sub>:** Coeficiente parcial de seguridad del material. **g<sub>M0</sub> :** 1.05

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

**h :** 0.171 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.501 m del nudo N29, para la combinación de acciones 1.35·G+1.05·Q+0.9·V(0°)H4+1.5·N(EI).

**V<sub>Ed</sub>:** Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V<sub>Ed</sub> :** 109.58 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **V<sub>c,Rd</sub>** viene dado por:

**V<sub>c,Rd</sub> :** 639.62 kN

Donde:

**A<sub>v</sub>:** Área transversal a cortante. **A<sub>v</sub> :** 42.30 cm<sup>2</sup>

Siendo:

**h:** Canto de la sección. **h :** 450.00 mm

**t<sub>w</sub>:** Espesor del alma. **t<sub>w</sub> :** 9.40 mm

**f<sub>yd</sub>:** Resistencia de cálculo del acero. **f<sub>yd</sub> :** 261.9 MPa

Siendo:

**f<sub>y</sub>:** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f<sub>y</sub> :** 275.0 MPa

**g<sub>M0</sub>:** Coeficiente parcial de seguridad del material. **g<sub>M0</sub> :** 1.05

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

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

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

**44.77 < 64.71**

Donde:

**l<sub>w</sub>:** Esbeltez del alma. **l<sub>w</sub> :** 44.77

**l<sub>máx</sub>:** Esbeltez máxima. **l<sub>máx</sub> :** 64.71

e: Factor de reducción.

e : 0.92

Siendo:

$f_{ref}$ : Límite elástico de referencia.

$f_{ref}$  : 235.0 MPa

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

$f_y$  : 275.0 MPa

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

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

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

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

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

14.293 £ 64.016

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G+1.05·Q+0.9·V(180°)H4+1.5·N(EI).

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

$V_{Ed}$  : 140.22 kN

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

$V_{c,Rd}$  : 1256.00 kN

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

h : 0.849 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

h : 0.966 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

h : 0.616 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 3.501 m del nudo N29, para la combinación de acciones 1.35·G+1.05·Q+0.9·V(0°)H4+1.5·N(EI).

Donde:

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

$N_{c,Ed}$  : 254.50 kN

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

$M_{y,Ed}$  : 334.48 kN·m

Z, respectivamente.

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

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

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

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

$$N_{pl,Rd} : \underline{2587.62} \text{ kN}$$

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

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{445.76} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{72.39} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

**A:** Área de la sección bruta.

$$A : \underline{98.80} \text{ cm}^2$$

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

$$W_{pl,y} : \underline{1702.00} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{276.40} \text{ cm}^3$$

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

$$f_{yd} : \underline{261.9} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$$

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

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

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

$$k_y : \underline{1.10}$$

$$k_z : \underline{1.08}$$

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

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

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

$c_y$ ,  $c_z$ : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$c_y : \underline{0.71}$$

$$c_z : \underline{0.82}$$

$\lambda_y$ ,  $\lambda_z$ : Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\lambda_y : \underline{0.94}$$

$$\lambda_z : \underline{0.63}$$

$a_y$ ,  $a_z$ : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$a_y : \underline{0.60}$$

$$a_z : \underline{0.60}$$

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

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

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones  $1.35\cdot G+1.05\cdot Q+0.9\cdot V(180^\circ)H4+1.5\cdot N(EI)$ .

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$14.293 \leq 64.016$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \underline{140.22} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \underline{1256.00} \text{ kN}$$

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

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

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

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

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

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

**PILAR**

Perfil: HE 450 B		Material: Acero (S275)					
		Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas		
Inicial	Final	Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )		I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	
N56	N57	6.000	218.00	79890.00	11720.00	440.50	
Notas: <sup>(1)</sup> Inercia respecto al eje indicado <sup>(2)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme							
		Pandeo		Pandeo lateral			
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
b	0.33	1.32	0.00	0.00			
L <sub>K</sub>	2.000	7.947	0.000	0.000			
C <sub>m</sub>	1.000	1.000	1.000	1.000			
C <sub>1</sub>	-		1.000				
Notación: b: Coeficiente de pandeo L <sub>K</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico							

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	λ	I <sub>w</sub>	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>	
N56/N57	λ < 2.0	I <sub>w</sub> ≤ I <sub>w,máx</sub>	x: 6 m h = 1.7	x: 0 m h = 4.2	x: 6 m h = 82.8	x: 0 m h = 1.9	x: 6 m h = 26.3	h < 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 6 m h = 87.4	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 12.7	h < 0.1	<b>CUMPLE</b> h = 87.4
Notación: λ: Limitación de esbeltez I <sub>w</sub> : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida N <sub>t</sub> : Resistencia a tracción N <sub>c</sub> : Resistencia a compresión M <sub>y</sub> : Resistencia a flexión eje Y M <sub>z</sub> : Resistencia a flexión eje Z V <sub>z</sub> : Resistencia a corte Z V <sub>y</sub> : Resistencia a corte Y M <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> : Resistencia a flexión y axil combinados NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M <sub>t</sub> : Resistencia a torsión M <sub>t</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M <sub>t</sub> V <sub>y</sub> : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra h: Coeficiente de aprovechamiento (%)																

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

La esbeltez reducida λ̄ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

λ̄ : 0.47 ✓

Donde:

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

**Clase :** 1

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

**A :** 218.00 cm<sup>2</sup>

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

**f<sub>y</sub> :** 265.0 MPa

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

**N<sub>cr</sub> :** 26217.42 kN

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

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

**N<sub>cr,y</sub> :** 26217.42 kN

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

**N<sub>cr,z</sub> :** 60727.80 kN

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

**N<sub>cr,T</sub> :** ∞

Donde:

**I<sub>y</sub>:** Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

**I<sub>y</sub> :** 79890.00 cm<sup>4</sup>

**I<sub>z</sub>:** Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

**I<sub>z</sub> :** 11720.00 cm<sup>4</sup>

**I<sub>t</sub>:** Momento de inercia a torsión uniforme.

**I<sub>t</sub> :** 440.50 cm<sup>4</sup>

**I<sub>w</sub>:** Constante de alabeo de la sección.

**I<sub>w</sub> :** 5258000.00 cm<sup>6</sup>

**E:** Módulo de elasticidad.

**E :** 210000 MPa

**G:** Módulo de elasticidad transversal.

**G :** 81000 MPa

**L<sub>ky</sub>:** Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

**L<sub>ky</sub> :** 7.947 m

**L<sub>kz</sub>:** Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

**L<sub>kz</sub> :** 2.000 m

**L<sub>kt</sub>:** Longitud efectiva de pandeo por torsión.

**L<sub>kt</sub> :** 0.000 m

**i<sub>0</sub>:** Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

**i<sub>0</sub> :** 20.50 cm

Siendo:

**i<sub>y</sub>, i<sub>z</sub>:** Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

**i<sub>y</sub> :** 19.14 cm

**i<sub>z</sub> :** 7.33 cm

**y<sub>0</sub>, z<sub>0</sub>:** Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

**y<sub>0</sub> :** 0.00 mm

**z<sub>0</sub> :** 0.00 mm

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

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

28.43 ≤ 200.93



Donde:

$h_w$ : Altura del alma.	$h_w$ : <u>398.00</u> mm
$t_w$ : Espesor del alma.	$t_w$ : <u>14.00</u> mm
$A_w$ : Área del alma.	$A_w$ : <u>55.72</u> cm <sup>2</sup>
$A_{fc,ef}$ : Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$ : <u>78.00</u> cm <sup>2</sup>
$k$ : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	$k$ : <u>0.30</u>
$E$ : Módulo de elasticidad.	$E$ : <u>210000</u> MPa
$f_{yf}$ : Límite elástico del acero del ala comprimida.	$f_{yf}$ : <u>265.0</u> MPa
Siendo:	

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$h$  : 0.017 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N57, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(270°)H1.

$N_{t,Ed}$ : Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.  $N_{t,Ed}$  : 90.93 kN

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

$N_{t,Rd}$  : 5501.90 kN

Donde:

$A$ : Área bruta de la sección transversal de la barra.  $A$  : 218.00 cm<sup>2</sup>  
 $f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.  $f_{yd}$  : 252.4 MPa

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)  $f_y$  : 265.0 MPa  
 $\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.  $\gamma_{M0}$  : 1.05

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$h$  : 0.039 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$h$  : 0.042 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N56, para la combinación de acciones 1.35·G+1.05·Q+0.9·V(0°)H4+1.5·N(EI).

$N_{c,Ed}$ : Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.  $N_{c,Ed}$  : 216.42 kN

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

$N_{c,Rd}$  : 5501.90 kN

Donde:

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

**A:** Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A :** 218.00 cm<sup>2</sup>

**f<sub>yd</sub>:** Resistencia de cálculo del acero. **f<sub>yd</sub> :** 252.4 MPa

Siendo:

**f<sub>y</sub>:** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f<sub>y</sub> :** 265.0 MPa

**g<sub>M0</sub>:** Coeficiente parcial de seguridad del material. **g<sub>M0</sub> :** 1.05

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

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

**N<sub>b,Rd</sub> :** 5136.07 kN

Donde:

**A:** Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A :** 218.00 cm<sup>2</sup>

**f<sub>yd</sub>:** Resistencia de cálculo del acero. **f<sub>yd</sub> :** 252.4 MPa

Siendo:

**f<sub>y</sub>:** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f<sub>y</sub> :** 265.0 MPa

**g<sub>M1</sub>:** Coeficiente parcial de seguridad del material. **g<sub>M1</sub> :** 1.05

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

**c<sub>y</sub> :** 0.93

**c<sub>z</sub> :** 0.96

Siendo:

**f<sub>y</sub> :** 0.64

**f<sub>z</sub> :** 0.57

**a:** Coeficiente de imperfección elástica. **a<sub>y</sub> :** 0.21

**a<sub>z</sub> :** 0.34

**λ:** Esbeltez reducida.

**λ<sub>y</sub> :** 0.47

**λ<sub>z</sub> :** 0.31

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

**N<sub>cr</sub> :** 26217.42 kN

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

**N<sub>cr,y</sub> :** 26217.42 kN

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

**N<sub>cr,z</sub> :** 60727.80 kN


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

**N<sub>cr,T</sub> :** ¥

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

**h :** 0.828 

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N57, para la combinación de acciones 1.35·G+1.05·Q+0.9·V(0°)H4+1.5·N(EI).

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

$M_{Ed}^+$ : 831.71 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N57, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(270°)H1.

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

$M_{Ed}^-$ : 403.39 kN·m

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

$M_{c,Rd}$ : 1004.98 kN·m

Donde:

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

**Clase:** 1

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

$W_{pl,y}$ : 3982.00 cm<sup>3</sup>

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

$f_{yd}$ : 252.4 MPa

Siendo:

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

$f_y$ : 265.0 MPa

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

$\gamma_{M0}$ : 1.05

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$\eta$ : 0.019 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N56, para la combinación de acciones 1.35·G+1.05·Q+1.5·V(0°)H3+0.75·N(EI).

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

$M_{Ed}^+$ : 5.84 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N56, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(270°)H2.

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

$M_{Ed}^-$ : 5.89 kN·m

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

$M_{c,Rd}$ : 302.35 kN·m

Donde:

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

**Clase:** 1

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

$W_{pl,z}$ : 1198.00 cm<sup>3</sup>

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

$f_{yd}$ : 252.4 MPa

Siendo:

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

$f_y$ : 265.0 MPa

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

$\gamma_{M0}$ : 1.05



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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$h : 0.263$  ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N57, para la combinación de acciones  $1.35 \cdot G + 1.05 \cdot Q + 0.9 \cdot V(0^\circ)H4 + 1.5 \cdot N(EI)$ .

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

$V_{Ed} : 241.78$  kN

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

$V_{c,Rd} : 917.99$  kN

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$A_v : 63.00$  cm<sup>2</sup>

Siendo:

$h$ : Canto de la sección.

$h : 450.00$  mm

$t_w$ : Espesor del alma.

$t_w : 14.00$  mm

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

$f_{yd} : 252.4$  MPa

Siendo:

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

$f_y : 265.0$  MPa

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

$\gamma_{M0} : 1.05$

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

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

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

$28.43 < 65.92$

Donde:

$l_w$ : Esbeltez del alma.

$l_w : 28.43$

$l_{m\acute{a}x}$ : Esbeltez máxima.

$l_{m\acute{a}x} : 65.92$

$e$ : Factor de reducción.

$e : 0.94$

Siendo:

$f_{ref}$ : Límite elástico de referencia.

$f_{ref} : 235.0$  MPa

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

$f_y : 265.0$  MPa

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$h < 0.001$  ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(270°)H2.

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

$V_{Ed}$  : 0.98 kN

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

$V_{c,Rd}$  : 2364.62 kN

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$A_v$  : 162.28 cm<sup>2</sup>

Siendo:

$A$ : Área de la sección bruta.

$A$  : 218.00 cm<sup>2</sup>

$d$ : Altura del alma.

$d$  : 398.00 mm

$t_w$ : Espesor del alma.

$t_w$  : 14.00 mm

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

$f_{yd}$  : 252.4 MPa

Siendo:

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

$f_y$  : 265.0 MPa

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

$\gamma_{M0}$  : 1.05

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

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

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

21.573 £ 46.788

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G+1.05·Q+0.9·V(180°)H4+1.5·N(EI).

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

$V_{Ed}$  : 211.63 kN

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

$V_{c,Rd}$  : 917.99 kN

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

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

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

0.100 £ 120.521

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(270°)H2.

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

$V_{Ed}$  : 0.98 kN

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

$V_{c,Rd}$  : 2364.62 kN

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

h : 0.863 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

h : 0.874 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

h : 0.539 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N57, para la combinación de acciones 1.35·G+1.05·Q+0.9·V(0°)H4+1.5·N(EI).

Donde:

**N<sub>c,Ed</sub>**: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

**N<sub>c,Ed</sub>** : 196.71 kN

**M<sub>y,Ed</sub>**, **M<sub>z,Ed</sub>**: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

**M<sub>y,Ed</sub>** : 831.71 kN·m

**M<sub>z,Ed</sub>** : 0.00 kN·m

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

**Clase** : 1

**N<sub>pl,Rd</sub>**: Resistencia a compresión de la sección bruta.

**N<sub>pl,Rd</sub>** : 5501.90 kN

**M<sub>pl,Rd,y</sub>**, **M<sub>pl,Rd,z</sub>**: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

**M<sub>pl,Rd,y</sub>** : 1004.98 kN·m

**M<sub>pl,Rd,z</sub>** : 302.35 kN·m

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

**A**: Área de la sección bruta.

**A** : 218.00 cm<sup>2</sup>

**W<sub>pl,y</sub>**, **W<sub>pl,z</sub>**: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

**W<sub>pl,y</sub>** : 3982.00 cm<sup>3</sup>

**W<sub>pl,z</sub>** : 1198.00 cm<sup>3</sup>

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

**f<sub>yd</sub>** : 252.4 MPa

Siendo:

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

**f<sub>y</sub>** : 265.0 MPa

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

**g<sub>M1</sub>** : 1.05

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

**k<sub>y</sub>** : 1.01

**k<sub>z</sub>** : 1.00

**C<sub>m,y</sub>**, **C<sub>m,z</sub>**: Factores de momento flector uniforme equivalente.

**C<sub>m,y</sub>** : 1.00

**C<sub>m,z</sub>** : 1.00

**c<sub>y</sub>**, **c<sub>z</sub>**: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

**c<sub>y</sub>** : 0.93

**c<sub>z</sub>** : 0.96

**λ<sub>y</sub>**, **λ<sub>z</sub>**: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

**λ<sub>y</sub>** : 0.47

**λ<sub>z</sub>** : 0.31

**a<sub>y</sub>**, **a<sub>z</sub>**: Factores dependientes de la clase de la sección.

**a<sub>y</sub>** : 0.60

**a<sub>z</sub>** : 0.60

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

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

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones  $1.35 \cdot G + 1.05 \cdot Q + 0.9 \cdot V(180^\circ)H4 + 1.5 \cdot N(EI)$ .

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$21.573 \leq 46.786$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \underline{211.63} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \underline{917.95} \text{ kN}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

$$h < \underline{0.001}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones  $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1$ .

$M_{T,Ed}$ : Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

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

El momento torsor resistente de cálculo  $M_{T,Rd}$  viene dado por:

$$M_{T,Rd} : \underline{24.69} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{169.42} \text{ cm}^3$$

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

$$f_{yd} : \underline{252.4} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{265.0} \text{ MPa}$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.127}$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N56, para la combinación de acciones  $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot Q + 0.9 \cdot V(270^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(R)2$ .

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

$$V_{Ed} : \underline{116.32} \text{ kN}$$

$M_{T,Ed}$ : Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

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

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

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{917.95} \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.  
 $t_{T,Ed}$ : Tensiones tangenciales por torsión.

$V_{pl,Rd}$  :  $\frac{917.99}{}$  kN  
 $t_{T,Ed}$  :  $\frac{0.0}{}$  MPa

Siendo:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.  
 $f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$W_T$  :  $\frac{169.42}{}$  cm<sup>3</sup>  
 $f_{yd}$  :  $\frac{252.4}{}$  MPa

Siendo:


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

$f_y$  :  $\frac{265.0}{}$  MPa  
 $g_{M0}$  :  $\frac{1.05}{}$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

$h < \frac{0.001}{}$  

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q+0.9·V(270°)H2+0.75·N(R)2.

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

$V_{Ed}$  :  $\frac{0.43}{}$  kN

$M_{T,Ed}$ : Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$M_{T,Ed}$  :  $\frac{0.00}{}$  kN·m

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

$V_{pl,T,Rd}$  :  $\frac{2364.52}{}$  kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.  
 $t_{T,Ed}$ : Tensiones tangenciales por torsión.

$V_{pl,Rd}$  :  $\frac{2364.62}{}$  kN  
 $t_{T,Ed}$  :  $\frac{0.0}{}$  MPa

Siendo:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.  
 $f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$W_T$  :  $\frac{169.42}{}$  cm<sup>3</sup>  
 $f_{yd}$  :  $\frac{252.4}{}$  MPa

Siendo:

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

$f_y$  :  $\frac{265.0}{}$  MPa  
 $g_{M0}$  :  $\frac{1.05}{}$

**3.3.8.5.2 Pórticos hastiales**

**DINTELES**

Barra N110/N111

Perfil: IPE 160		Material: Acero (S275)					
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas				
Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	
N110	N111	6.274	20.10	869.30	68.31	3.60	
Notas: <sup>(1)</sup> Inercia respecto al eje indicado <sup>(2)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme							
		Pandeo		Pandeo lateral			
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
b		0.15	1.00	0.00	0.00		
L <sub>K</sub>		0.938	6.274	0.000	0.000		
C <sub>m</sub>		1.000	1.000	1.000	1.000		
C <sub>1</sub>		-		1.000			
Notación: b: Coeficiente de pandeo L <sub>K</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico							

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	λ	I <sub>w</sub>	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>	
N110/N111	λ < 2.0	I <sub>w</sub> ≤ I <sub>w,máx</sub>	x: 6.27 m h = 9.1	x: 0 m h = 17.0	x: 0 m h = 70.5	x: 0 m h = 11.8	x: 0 m h = 17.4	x: 0 m h = 0.4	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 75.4	h < 0.1	h = 0.7	x: 0 m h = 7.6	x: 0 m h < 0.1	<b>CUMPLE</b> h = 75.4
Notación: λ: Limitación de esbeltez I <sub>w</sub> : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida N <sub>t</sub> : Resistencia a tracción N <sub>c</sub> : Resistencia a compresión M <sub>y</sub> : Resistencia a flexión eje Y M <sub>z</sub> : Resistencia a flexión eje Z V <sub>z</sub> : Resistencia a corte Z V <sub>y</sub> : Resistencia a corte Y M <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> : Resistencia a flexión y axil combinados NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M <sub>t</sub> : Resistencia a torsión M <sub>t</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M <sub>t</sub> V <sub>y</sub> : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra h: Coeficiente de aprovechamiento (%)																

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

La esbeltez reducida λ̄ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

λ̄ : 1.10 ✓

Donde:

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

<b>A:</b> Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.	<b>A :</b> $\frac{20.10}{}$ cm <sup>2</sup>
<b>f<sub>y</sub>:</b> Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	<b>f<sub>y</sub> :</b> $\frac{275.0}{}$ MPa
<b>N<sub>cr</sub>:</b> Axil crítico de pandeo elástico.	<b>N<sub>cr</sub> :</b> $\frac{457.69}{}$ kN
El axil crítico de pandeo elástico <b>N<sub>cr</sub></b> es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):	
a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.	<b>N<sub>cr,y</sub> :</b> $\frac{457.69}{}$ kN
b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.	<b>N<sub>cr,z</sub> :</b> $\frac{1610.87}{}$ kN
c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.	<b>N<sub>cr,T</sub> :</b> $\frac{\text{¥}}{}$

Donde:

<b>I<sub>y</sub>:</b> Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	<b>I<sub>y</sub> :</b> $\frac{869.30}{}$ cm <sup>4</sup>
<b>I<sub>z</sub>:</b> Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	<b>I<sub>z</sub> :</b> $\frac{68.31}{}$ cm <sup>4</sup>
<b>I<sub>t</sub>:</b> Momento de inercia a torsión uniforme.	<b>I<sub>t</sub> :</b> $\frac{3.60}{}$ cm <sup>4</sup>
<b>I<sub>w</sub>:</b> Constante de alabeo de la sección.	<b>I<sub>w</sub> :</b> $\frac{3960.00}{}$ cm <sup>6</sup>
<b>E:</b> Módulo de elasticidad.	<b>E :</b> $\frac{210000}{}$ MPa
<b>G:</b> Módulo de elasticidad transversal.	<b>G :</b> $\frac{81000}{}$ MPa
<b>L<sub>ky</sub>:</b> Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	<b>L<sub>ky</sub> :</b> $\frac{6.274}{}$ m
<b>L<sub>kz</sub>:</b> Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	<b>L<sub>kz</sub> :</b> $\frac{0.938}{}$ m
<b>L<sub>kt</sub>:</b> Longitud efectiva de pandeo por torsión.	<b>L<sub>kt</sub> :</b> $\frac{0.000}{}$ m
<b>i<sub>0</sub>:</b> Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	<b>i<sub>0</sub> :</b> $\frac{6.83}{}$ cm

Siendo:

<b>i<sub>y</sub> , i<sub>z</sub>:</b> Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	<b>i<sub>y</sub> :</b> $\frac{6.58}{}$ cm
	<b>i<sub>z</sub> :</b> $\frac{1.84}{}$ cm
<b>y<sub>0</sub> , z<sub>0</sub>:</b> Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	<b>y<sub>0</sub> :</b> $\frac{0.00}{}$ mm
	<b>z<sub>0</sub> :</b> $\frac{0.00}{}$ mm

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

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

29.04 ≤ 250.58



Donde:

<b>h<sub>w</sub>:</b> Altura del alma.	<b>h<sub>w</sub> :</b> $\frac{145.20}{}$ mm
<b>t<sub>w</sub>:</b> Espesor del alma.	<b>t<sub>w</sub> :</b> $\frac{5.00}{}$ mm
<b>A<sub>w</sub>:</b> Área del alma.	<b>A<sub>w</sub> :</b> $\frac{7.26}{}$ cm <sup>2</sup>
<b>A<sub>fc,ef</sub>:</b> Área reducida del ala comprimida.	<b>A<sub>fc,ef</sub> :</b> $\frac{6.07}{}$ cm <sup>2</sup>
<b>k:</b> Coeficiente que depende de la clase de la sección.	<b>k :</b> $\frac{0.30}{}$

E: Módulo de elasticidad.

E : 210000 MPa

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

$f_{yf}$  : 275.0 MPa

Siendo:

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

h : 0.091 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N111, para la combinación de acciones 1.35·G+1.05·Q+1.5·V(270°)H1+0.75·N(R)2.

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

$N_{t,Ed}$  : 47.78 kN

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

$N_{t,Rd}$  : 526.43 kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

A : 20.10 cm<sup>2</sup>

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

$f_{yd}$  : 261.9 MPa

Siendo:

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

$f_y$  : 275.0 MPa

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

$\gamma_{M0}$  : 1.05

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

h : 0.101 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

h : 0.170 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N110, para la combinación de acciones 0.8·G+1.05·Q+1.5·V(90°)H2+0.75·N(R)2.

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

$N_{c,Ed}$  : 53.26 kN

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

$N_{c,Rd}$  : 526.43 kN

Donde:

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

Clase : 1

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

A : 20.10 cm<sup>2</sup>

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

$f_{yd}$  : 261.9 MPa



Siendo:

$$f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y: \underline{275.0} \text{ MPa}$$

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

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

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

$$N_{b,Rd}: \underline{314.13} \text{ kN}$$

Donde:

$$A: \text{Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.} \quad A: \underline{20.10} \text{ cm}^2$$

$$f_{yd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{yd}: \underline{261.9} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y: \underline{275.0} \text{ MPa}$$

$$g_{M1}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad g_{M1}: \underline{1.05}$$

c: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$c_y: \underline{0.60}$$

$$c_z: \underline{0.84}$$

Siendo:

$$f_y: \underline{1.20}$$

$$f_z: \underline{0.74}$$

a: Coeficiente de imperfección elástica.

$$a_y: \underline{0.21}$$

$$a_z: \underline{0.34}$$

l: Esbeltez reducida.

$$l_y: \underline{1.10}$$

$$l_z: \underline{0.59}$$

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

$$N_{cr}: \underline{457.69} \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,y}: \underline{457.69} \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,z}: \underline{1610.87} \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,T}: \underline{\text{¥}}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$h: \underline{0.705} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N110, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(90°)H1.

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

$$M_{Ed}^+: \underline{16.85} \text{ kN·m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N110, para la combinación de acciones 1.35·G+1.05·Q+0.9·V(0°)H4+1.5·N(R)2.

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

$$M_{Ed}^-: \underline{22.88} \text{ kN·m}$$

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

$$M_{c,Rd} : \underline{32.45} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

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

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

$$W_{pl,y} : \underline{123.90} \text{ cm}^3$$

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

$$f_{yd} : \underline{261.9} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.118} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N110, para la combinación de acciones  $1.35\cdot G+1.05\cdot Q+1.5\cdot V(0^\circ)H3+0.75\cdot N(EI)$ .

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.81} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N110, para la combinación de acciones  $0.8\cdot G+1.5\cdot V(90^\circ)H2$ .

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

$$M_{Ed}^- : \underline{0.79} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : \underline{6.84} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

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

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

$$W_{pl,z} : \underline{26.10} \text{ cm}^3$$

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

$$f_{yd} : \underline{261.9} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.174} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N110, para la combinación de acciones 1.35·G+1.05·Q+0.9·V(0°)H4+1.5·N(R)2.

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.  $V_{Ed}$  : 21.07 kN

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

$V_{c,Rd}$  : 120.97 kN

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.  $A_v$  : 8.00 cm<sup>2</sup>

Siendo:

$h$ : Canto de la sección.  $h$  : 160.00 mm

$t_w$ : Espesor del alma.  $t_w$  : 5.00 mm

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.  $f_{yd}$  : 261.9 MPa

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)  $f_y$  : 275.0 MPa

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.  $\gamma_{M0}$  : 1.05

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

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

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon \quad 29.04 < 64.71$$

Donde:

$I_w$ : Esbeltez del alma.  $I_w$  : 29.04

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

$e$ : Factor de reducción.  $e$  : 0.92

Siendo:

$f_{ref}$ : Límite elástico de referencia.  $f_{ref}$  : 235.0 MPa

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)  $f_y$  : 275.0 MPa

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1 \quad h : 0.004 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N110, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(90°)H2.

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.  $V_{Ed}$  : 0.83 kN

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

$$V_{c,Rd} : \underline{194.15} \text{ kN}$$

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{12.84} \text{ cm}^2$$

Siendo:

$A$ : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{20.10} \text{ cm}^2$$

$d$ : Altura del alma.

$$d : \underline{145.20} \text{ mm}$$

$t_w$ : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{5.00} \text{ mm}$$

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

$$f_{yd} : \underline{261.9} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$$

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

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

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

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

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$2.147 \leq 6.166$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones  $1.35 \cdot G + 1.05 \cdot Q + 0.9 \cdot V(0^\circ)H4 + 1.5 \cdot N(R)2$ .

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

$$V_{Ed} : \underline{21.07} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{120.97} \text{ kN}$$

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

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

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$0.085 \leq 9.896$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones  $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(90^\circ)H2$ .

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

$$V_{Ed} : \underline{0.83} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{194.15} \text{ kN}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.737}$$



$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.754}$$



$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

h : 0.466



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N110, para la combinación de acciones 1.35·G+1.05·Q+0.9·V(0°)H4+1.5·N(R)2.

Donde:

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

$N_{c,Ed}$  : 7.83 kN

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

$M_{y,Ed}$  : 22.88 kN·m

$M_{z,Ed}$  : 0.11 kN·m

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

**Clase** : 1

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

$N_{pl,Rd}$  : 526.43 kN

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

$M_{pl,Rd,y}$  : 32.45 kN·m

$M_{pl,Rd,z}$  : 6.84 kN·m

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

**A**: Área de la sección bruta.

**A** : 20.10 cm<sup>2</sup>

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

$W_{pl,y}$  : 123.90 cm<sup>3</sup>

$W_{pl,z}$  : 26.10 cm<sup>3</sup>

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

$f_{yd}$  : 261.9 MPa

Siendo:

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

$f_y$  : 275.0 MPa

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

$\gamma_{M1}$  : 1.05

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

$k_y$  : 1.02

$k_z$  : 1.01

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

$C_{m,y}$  : 1.00

$C_{m,z}$  : 1.00

$c_y$ ,  $c_z$ : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$c_y$  : 0.60

$c_z$  : 0.84

$\lambda_y$ ,  $\lambda_z$ : Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$\lambda_y$  : 1.10

$\lambda_z$  : 0.59

$a_y$ ,  $a_z$ : Factores dependientes de la clase de la sección.

$a_y$  : 0.60

$a_z$  : 0.60

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

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

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G+1.05·Q+0.9·V(0°)H4+1.5·N(R)2.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

2.147 £ 6.160

Donde:

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

$V_{Ed,z}$  : 21.07 kN

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

$V_{c,Rd,z}$  : 120.85 kN

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

h : 0.007 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones  $0.8 \cdot G + 1.05 \cdot Q + 0.9 \cdot V(0^\circ)H4 + 1.5 \cdot N(EI)$ .

$M_{T,Ed}$ : Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$M_{T,Ed}$  : 0.01 kN·m

El momento torsor resistente de cálculo  $M_{T,Rd}$  viene dado por:

$M_{T,Rd}$  : 0.74 kN·m

Donde:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.

$W_T$  : 4.86 cm<sup>3</sup>

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

$f_{yd}$  : 261.9 MPa

Siendo:

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

$f_y$  : 275.0 MPa

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

$\gamma_{MO}$  : 1.05

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : 0.076 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N110, para la combinación de acciones  $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot Q + 0.9 \cdot V(270^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(R)2$ .

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

$V_{Ed}$  : 9.19 kN

$M_{T,Ed}$ : Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$M_{T,Ed}$  : 0.00 kN·m

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

$V_{pl,T,Rd}$  : 120.85 kN

Donde:

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

$V_{pl,Rd}$  : 120.97 kN

$t_{T,Ed}$ : Tensiones tangenciales por torsión.

$t_{T,Ed}$  : 0.4 MPa

Siendo:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.

$W_T$  : 4.86 cm<sup>3</sup>

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

$f_{yd}$  : 261.9 MPa

Siendo:

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

$f_y$ : 275.0 MPa


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

$\gamma_{M0}$ : 1.05

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

$h < \underline{0.001}$  

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N110, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q+0.9·V(270°)H2+0.75·N(R)2.

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

$V_{Ed}$ : 0.07 kN

$M_{T,Ed}$ : Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$M_{T,Ed}$ : 0.00 kN·m

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

$V_{pl,T,Rd}$ : 193.96 kN

Donde:

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

$V_{pl,Rd}$ : 194.15 kN

$\tau_{T,Ed}$ : Tensiones tangenciales por torsión.

$\tau_{T,Ed}$ : 0.4 MPa

Siendo:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.

$W_T$ : 4.86 cm<sup>3</sup>

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

$f_{yd}$ : 261.9 MPa

Siendo:

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

$f_y$ : 275.0 MPa

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

$\gamma_{M0}$ : 1.05

**PILAR PÓRTICO HASTIAL**

Barra N1/N2

<b>Perfil: HE 240 B</b>							
<b>Material: Acero (S275)</b>							
	Nudos		Características mecánicas				
	Inicial	Final	Longitud (m)	Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )
	N1	N2	6.000	106.00	11260.00	3923.00	102.70
	<b>Notas:</b> <sup>(1)</sup> Inercia respecto al eje indicado <sup>(2)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme						
			Pandeo		Pandeo lateral		
			Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
	b	0.33	1.32	0.00	0.00		
	L <sub>K</sub>	2.000	7.947	0.000	0.000		
	C <sub>m</sub>	1.000	1.000	1.000	1.000		
	C <sub>1</sub>	-		1.000			
<b>Notación:</b> <i>b</i> : Coeficiente de pandeo <i>L<sub>K</sub></i> : Longitud de pandeo (m) <i>C<sub>m</sub></i> : Coeficiente de momentos <i>C<sub>1</sub></i> : Factor de modificación para el momento crítico							

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	λ	I <sub>w</sub>	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>	
N1/N2	λ < 2.0	I <sub>w</sub> ∈ I <sub>w,max</sub>	x: 6 m h = 0.7	x: 0 m h = 2.3	x: 0 m h = 15.0	x: 0 m h = 22.7	x: 0 m h = 6.0	x: 0 m h = 1.6	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 34.1	h < 0.1	h = 1.7	x: 0 m h = 1.2	x: 0 m h = 0.1	<b>CUMPLE</b> h = 34.1
<b>Notación:</b> λ: Limitación de esbeltez I <sub>w</sub> : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida N <sub>t</sub> : Resistencia a tracción N <sub>c</sub> : Resistencia a compresión M <sub>y</sub> : Resistencia a flexión eje Y M <sub>z</sub> : Resistencia a flexión eje Z V <sub>z</sub> : Resistencia a corte Z V <sub>y</sub> : Resistencia a corte Y M <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> : Resistencia a flexión y axil combinados NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M <sub>t</sub> : Resistencia a torsión M <sub>t</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M <sub>t</sub> V <sub>y</sub> : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra h: Coeficiente de aprovechamiento (%)																

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

La esbeltez reducida λ̄ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

λ̄ : 0.87 ✓

Donde:

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

**A:** Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A :** 106.00 cm<sup>2</sup>

**f<sub>y</sub>:** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f<sub>y</sub> :** 265.0 MPa



$N_{cr}$ : Axil crítico de pandeo elástico.

$$N_{cr} : \underline{3695.18} \text{ kN}$$

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

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

$$N_{cr,y} : \underline{3695.18} \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,z} : \underline{20327.23} \text{ kN}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\quad \quad \quad} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$I_y : \underline{11260.00} \text{ cm}^4$$

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

$$I_z : \underline{3923.00} \text{ cm}^4$$

$I_t$ : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{102.70} \text{ cm}^4$$

$I_w$ : Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : \underline{486900.00} \text{ cm}^6$$

E: Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

G: Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{81000} \text{ MPa}$$

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

$$L_{ky} : \underline{7.947} \text{ m}$$

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

$$L_{kz} : \underline{2.000} \text{ m}$$

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

$$L_{kt} : \underline{0.000} \text{ m}$$

$i_0$ : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_0 : \underline{11.97} \text{ cm}$$

Siendo:

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

$$i_y : \underline{10.31} \text{ cm}$$

$$i_z : \underline{6.08} \text{ cm}$$

$y_0, z_0$ : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$y_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$z_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

$$20.60 \leq 168.93 \quad \checkmark$$

Donde:

$h_w$ : Altura del alma.

$$h_w : \underline{206.00} \text{ mm}$$

$t_w$ : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{10.00} \text{ mm}$$

$A_w$ : Área del alma.

$$A_w : \underline{20.60} \text{ cm}^2$$

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

$$A_{fc,ef} : \underline{40.80} \text{ cm}^2$$

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

$$k : \underline{0.30}$$

E: Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

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

$$f_{yf} : \underline{265.0} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

h : 0.007 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(90°)H1.

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

$N_{t,Ed}$  : 17.59 kN

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

$N_{t,Rd}$  : 2675.24 kN

Donde:

$A$ : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$A$  : 106.00 cm<sup>2</sup>

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

$f_{yd}$  : 252.4 MPa

Siendo:

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

$f_y$  : 265.0 MPa

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

$\gamma_{M0}$  : 1.05

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

h : 0.016 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

h : 0.023 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1, para la combinación de acciones 1.35·G+1.05·Q+1.5·V(0°)H3+0.75·N(EI).

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

$N_{c,Ed}$  : 42.18 kN

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

$N_{c,Rd}$  : 2675.24 kN

Donde:

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

**Clase** : 1

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

$A$  : 106.00 cm<sup>2</sup>

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

$f_{yd}$  : 252.4 MPa

Siendo:

$$f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y: \underline{265.0} \text{ MPa}$$

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

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

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

$$N_{b,Rd}: \underline{1817.05} \text{ kN}$$

Donde:

$$A: \text{Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.} \quad A: \underline{106.00} \text{ cm}^2$$

$$f_{yd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{yd}: \underline{252.4} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y: \underline{265.0} \text{ MPa}$$

$$g_{M1}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad g_{M1}: \underline{1.05}$$

c: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$c_y: \underline{0.68}$$

$$c_z: \underline{0.91}$$

Siendo:

$$f_y: \underline{0.99}$$

$$f_z: \underline{0.61}$$

a: Coeficiente de imperfección elástica.

$$a_y: \underline{0.34}$$

$$a_z: \underline{0.49}$$

λ: Esbeltez reducida.

$$\lambda_y: \underline{0.87}$$

$$\lambda_z: \underline{0.37}$$

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

$$N_{cr}: \underline{3695.18} \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,y}: \underline{3695.18} \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,z}: \underline{20327.23} \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,T}: \underline{\text{¥}}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$h: \underline{0.150}$$



Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1, para la combinación de acciones  $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(0^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(R)2$ .

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

$$M_{Ed}^+: \underline{39.82} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1, para la combinación de acciones  $1.35 \cdot G + 1.05 \cdot Q + 1.5 \cdot V(180^\circ)H3 + 0.75 \cdot N(R)1$ .

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

$M_{Ed}^-$ : 31.69 kN·m

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

$M_{c,Rd}$ : 265.76 kN·m

Donde:

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

**Clase**: 1

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

$W_{pl,y}$ : 1053.00 cm<sup>3</sup>

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

$f_{yd}$ : 252.4 MPa

Siendo:

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

$f_y$ : 265.0 MPa


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

$g_{M0}$ : 1.05

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$h$ : 0.227 

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(90°)H2.

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

$M_{Ed}^+$ : 24.65 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1, para la combinación de acciones 1.35·G+1.05·Q+1.5·V(0°)H3+0.75·N(R)1.

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

$M_{Ed}^-$ : 28.53 kN·m

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

$M_{c,Rd}$ : 125.79 kN·m

Donde:

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

**Clase**: 1

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

$W_{pl,z}$ : 498.40 cm<sup>3</sup>

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

$f_{yd}$ : 252.4 MPa

Siendo:

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

$f_y$ : 265.0 MPa


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

$g_{M0}$ : 1.05

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$h$ : 0.060 

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(0°)H4.

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.  $V_{Ed} : 20.82$  kN

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

$V_{c,Rd} : 349.71$  kN

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.  $A_v : 24.00$  cm<sup>2</sup>

Siendo:

$h$ : Canto de la sección.  $h : 240.00$  mm

$t_w$ : Espesor del alma.  $t_w : 10.00$  mm

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.  $f_{yd} : 252.4$  MPa

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)  $f_y : 265.0$  MPa

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.  $\gamma_{M0} : 1.05$

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

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

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon \quad 20.60 < 65.92$$

Donde:

$I_w$ : Esbeltez del alma.  $I_w : 20.60$

$I_{m\acute{a}x}$ : Esbeltez máxima.  $I_{m\acute{a}x} : 65.92$

$e$ : Factor de reducción.  $e : 0.94$

Siendo:

$f_{ref}$ : Límite elástico de referencia.  $f_{ref} : 235.0$  MPa

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)  $f_y : 265.0$  MPa

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1 \quad h : 0.016 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N1, para la combinación de acciones 1.35·G+1.05·Q+1.5·V(0°)H3+0.75·N(EI).

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.  $V_{Ed} : 19.78$  kN

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

$$V_{c,Rd} : \underline{1244.38} \text{ kN}$$

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{85.40} \text{ cm}^2$$

Siendo:

$A$ : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{106.00} \text{ cm}^2$$

$d$ : Altura del alma.

$$d : \underline{206.00} \text{ mm}$$

$t_w$ : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{10.00} \text{ mm}$$

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

$$f_{yd} : \underline{252.4} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{265.0} \text{ MPa}$$

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

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

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

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

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$2.122 \text{ € } 17.824$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones  $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(0^\circ)H4$ .

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

$$V_{Ed} : \underline{20.82} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{349.71} \text{ kN}$$

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

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

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$2.017 \text{ € } 63.424$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones  $1.35 \cdot G + 1.05 \cdot Q + 1.5 \cdot V(0^\circ)H3 + 0.75 \cdot N(EI)$ .

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

$$V_{Ed} : \underline{19.78} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{1244.38} \text{ kN}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.341}$$



$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

h : 0.259 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

h : 0.304 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N1, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·V(0°)H3+0.75·N(R)2.

Donde:

$N_{c,Ed}$ : Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	$N_{c,Ed}$ : 38.43 kN
$M_{y,Ed}$ , $M_{z,Ed}$ : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{y,Ed}^+$ : 26.77 kN·m $M_{z,Ed}^-$ : 28.43 kN·m
<b>Clase</b> : Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.	<b>Clase</b> : 1
$N_{pl,Rd}$ : Resistencia a compresión de la sección bruta.	$N_{pl,Rd}$ : 2675.24 kN
$M_{pl,Rd,y}$ , $M_{pl,Rd,z}$ : Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{pl,Rd,y}$ : 265.76 kN·m $M_{pl,Rd,z}$ : 125.79 kN·m
<b>Resistencia a pandeo</b> : (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)	
<b>A</b> : Área de la sección bruta.	<b>A</b> : 106.00 cm <sup>2</sup>
$W_{pl,y}$ , $W_{pl,z}$ : Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	$W_{pl,y}$ : 1053.00 cm <sup>3</sup> $W_{pl,z}$ : 498.40 cm <sup>3</sup>
$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.	$f_{yd}$ : 252.4 MPa

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	$f_y$ : 265.0 MPa
$\gamma_{M1}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.	$\gamma_{M1}$ : 1.05
$k_y$ , $k_z$ : Coeficientes de interacción.	$k_y$ : 1.01 $k_z$ : 1.00
$C_{m,y}$ , $C_{m,z}$ : Factores de momento flector uniforme equivalente.	$C_{m,y}$ : 1.00 $C_{m,z}$ : 1.00
$c_y$ , $c_z$ : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	$c_y$ : 0.68 $c_z$ : 0.91
$\lambda_y$ , $\lambda_z$ : Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.	$\lambda_y$ : 0.87 $\lambda_z$ : 0.37
$a_y$ , $a_z$ : Factores dependientes de la clase de la sección.	$a_y$ : 0.60 $a_z$ : 0.60

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

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

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones  
 $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(0^\circ)H4$ .

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

2.122 £ 17.818

Donde:

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

$V_{Ed,z}$  : 20.82 kN

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

$V_{c,Rd,z}$  : 349.59 kN

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

h : 0.017 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones  
 $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1$ .

$M_{T,Ed}$ : Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$M_{T,Ed}$  : 0.15 kN·m

El momento torsor resistente de cálculo  $M_{T,Rd}$  viene dado por:

$M_{T,Rd}$  : 8.80 kN·m

Donde:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.

$W_T$  : 60.41 cm<sup>3</sup>

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

$f_{yd}$  : 252.4 MPa

Siendo:

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

$f_y$  : 265.0 MPa

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

$\gamma_{M0}$  : 1.05

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : 0.012 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N1, para la  
combinación de acciones  $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot Q + 0.9 \cdot V(270^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(R)2$ .

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

$V_{Ed}$  : 4.33 kN

$M_{T,Ed}$ : Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$M_{T,Ed}$  : 0.01 kN·m

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

$V_{pl,T,Rd}$  : 349.59 kN

Donde:

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

$V_{pl,Rd}$  : 349.71 kN

$\tau_{T,Ed}$ : Tensiones tangenciales por torsión.

$\tau_{T,Ed}$  : 0.1 MPa



Siendo:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.  $W_T : 60.41 \text{ cm}^3$   
 $f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.  $f_{yd} : 252.4 \text{ MPa}$


Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)  $f_y : 265.0 \text{ MPa}$   
 $g_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.  $g_{M0} : 1.05$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

$h : 0.001$  

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N1, para la combinación de acciones  $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot Q + 0.9 \cdot V(270^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(R)2$ .

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.  $V_{Ed} : 1.38 \text{ kN}$

$M_{T,Ed}$ : Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.  $M_{T,Ed} : 0.01 \text{ kN}\cdot\text{m}$

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

$V_{pl,T,Rd} : 1243.97 \text{ kN}$

Donde:

$V_{pl,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.  $V_{pl,Rd} : 1244.38 \text{ kN}$

$t_{T,Ed}$ : Tensiones tangenciales por torsión.  $t_{T,Ed} : 0.1 \text{ MPa}$

Siendo:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.  $W_T : 60.41 \text{ cm}^3$   
 $f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.  $f_{yd} : 252.4 \text{ MPa}$

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)  $f_y : 265.0 \text{ MPa}$   
 $g_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.  $g_{M0} : 1.05$

**PILARILLO PÓRTICO HASTIAL SIN ENTREPLANTA**

<b>Perfil: HE 160 B</b>							
<b>Material: Acero (S275)</b>							
	<b>Nudos</b>		<b>Longitud (m)</b>	<b>Características mecánicas</b>			
	<b>Inicial</b>	<b>Final</b>		<b>Área (cm²)</b>	$I_y^{(1)}$ (cm4)	$I_z^{(1)}$ (cm4)	$I_t^{(2)}$ (cm4)
	N106	N110	6.551	54.30	2492.00	889.20	31.24
	<b>Notas:</b>						
	<sup>(1)</sup> Inercia respecto al eje indicado						
	<sup>(2)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme						
			<b>Pandeo</b>		<b>Pandeo lateral</b>		
			<b>Plano XY</b>	<b>Plano XZ</b>	<b>Ala sup.</b>	<b>Ala inf.</b>	
	<b>b</b>	0.70	0.70	0.00	0.00		
	$L_K$	4.586	4.586	0.000	0.000		
$C_m$	1.000	1.000	1.000	1.000			
$C_1$	-		1.000				
<b>Notación:</b>							
<i>b</i> : Coeficiente de pandeo							
$L_K$ : Longitud de pandeo (m)							
$C_m$ : Coeficiente de momentos							
$C_1$ : Factor de modificación para el momento crítico							

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\lambda$	$I_w$	$N_t$	$N_c$	$M_y$	$M_z$	$V_z$	$V_y$	$M_yV_z$	$M_zV_y$	$NM_yM_z$	$NM_yM_zV_yV_z$	$M_t$	$M_tV_z$	$M_tV_y$	
N106/N110	$\lambda < 2.0$	x: 0 m $I_w \leq I_{w,m\acute{a}x}$	x: 6.55 m h = 2.2	x: 0 m h = 9.9	x: 0 m h = 59.4	x: 0 m h = 3.7	x: 0 m h = 18.0	h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h = 61.6	x: 0 m h < 0.1	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> h = 61.6
<b>Notación:</b>																
$\lambda$ : Limitación de esbeltez																
$I_w$ : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida																
$N_t$ : Resistencia a tracción																
$N_c$ : Resistencia a compresión																
$M_y$ : Resistencia a flexión eje Y																
$M_z$ : Resistencia a flexión eje Z																
$V_z$ : Resistencia a corte Z																
$V_y$ : Resistencia a corte Y																
$M_yV_z$ : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados																
$M_zV_y$ : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados																
$NM_yM_z$ : Resistencia a flexión y axil combinados																
$NM_yM_zV_yV_z$ : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados																
$M_t$ : Resistencia a torsión																
$M_tV_z$ : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados																
$M_tV_y$ : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados																
x: Distancia al origen de la barra																
h: Coeficiente de aprovechamiento (%)																
N.P.: No procede																
<b>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</b>																
<sup>(1)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.																
<sup>(2)</sup> No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.																

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

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

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\lambda$ : 1.31 ✓

Donde:

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

<b>A:</b> Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.	<b>A :</b> <u>54.30</u> cm <sup>2</sup>
<b>f<sub>y</sub>:</b> Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	<b>f<sub>y</sub> :</b> <u>275.0</u> MPa
<b>N<sub>cr</sub>:</b> Axil crítico de pandeo elástico.	<b>N<sub>cr</sub> :</b> <u>876.45</u> kN

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

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **N<sub>cr,y</sub> :** 2456.28 kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **N<sub>cr,z</sub> :** 876.45 kN

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

Donde:

<b>I<sub>y</sub>:</b> Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	<b>I<sub>y</sub> :</b> <u>2492.00</u> cm <sup>4</sup>
<b>I<sub>z</sub>:</b> Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	<b>I<sub>z</sub> :</b> <u>889.20</u> cm <sup>4</sup>
<b>I<sub>t</sub>:</b> Momento de inercia a torsión uniforme.	<b>I<sub>t</sub> :</b> <u>31.24</u> cm <sup>4</sup>
<b>I<sub>w</sub>:</b> Constante de alabeo de la sección.	<b>I<sub>w</sub> :</b> <u>47940.00</u> cm <sup>6</sup>
<b>E:</b> Módulo de elasticidad.	<b>E :</b> <u>210000</u> MPa
<b>G:</b> Módulo de elasticidad transversal.	<b>G :</b> <u>81000</u> MPa
<b>L<sub>ky</sub>:</b> Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	<b>L<sub>ky</sub> :</b> <u>4.586</u> m
<b>L<sub>kz</sub>:</b> Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	<b>L<sub>kz</sub> :</b> <u>4.586</u> m
<b>L<sub>kt</sub>:</b> Longitud efectiva de pandeo por torsión.	<b>L<sub>kt</sub> :</b> <u>0.000</u> m
<b>i<sub>0</sub>:</b> Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	<b>i<sub>0</sub> :</b> <u>7.89</u> cm

Siendo:

<b>i<sub>y</sub> , i<sub>z</sub>:</b> Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	<b>i<sub>y</sub> :</b> <u>6.77</u> cm
	<b>i<sub>z</sub> :</b> <u>4.05</u> cm
<b>y<sub>0</sub> , z<sub>0</sub>:</b> Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	<b>y<sub>0</sub> :</b> <u>0.00</u> mm
	<b>z<sub>0</sub> :</b> <u>0.00</u> mm

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

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

16.75 ≤ 164.47



Donde:

<b>h<sub>w</sub>:</b> Altura del alma.	<b>h<sub>w</sub> :</b> <u>134.00</u> mm
<b>t<sub>w</sub>:</b> Espesor del alma.	<b>t<sub>w</sub> :</b> <u>8.00</u> mm
<b>A<sub>w</sub>:</b> Área del alma.	<b>A<sub>w</sub> :</b> <u>10.72</u> cm <sup>2</sup>
<b>A<sub>fc,ef</sub>:</b> Área reducida del ala comprimida.	<b>A<sub>fc,ef</sub> :</b> <u>20.80</u> cm <sup>2</sup>
<b>k:</b> Coeficiente que depende de la clase de la sección.	<b>k :</b> <u>0.30</u>

E: Módulo de elasticidad.  
 $f_{yf}$ : Límite elástico del acero del ala comprimida.  
Siendo:

E : 210000 MPa  
 $f_{yf}$  : 275.0 MPa

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

h : 0.022 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N110, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(90°)H1.

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

$N_{t,Ed}$  : 30.97 kN

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

$N_{t,Rd}$  : 1422.14 kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

A : 54.30 cm<sup>2</sup>

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

$f_{yd}$  : 261.9 MPa

Siendo:

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

$f_y$  : 275.0 MPa

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

$\gamma_{M0}$  : 1.05

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

h : 0.038 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

h : 0.099 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N106, para la combinación de acciones 1.35·G+1.05·Q+0.9·V(0°)H4+1.5·N(R)2.

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

$N_{c,Ed}$  : 54.23 kN

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

$N_{c,Rd}$  : 1422.14 kN

Donde:

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

Clase : 1

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

A : 54.30 cm<sup>2</sup>

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

$f_{yd}$  : 261.9 MPa

Siendo:

$$f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y: \underline{275.0} \text{ MPa}$$

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

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

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

$$N_{b,Rd}: \underline{549.80} \text{ kN}$$

Donde:

$$A: \text{Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.} \quad A: \underline{54.30} \text{ cm}^2$$

$$f_{yd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{yd}: \underline{261.9} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y: \underline{275.0} \text{ MPa}$$

$$g_{M1}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad g_{M1}: \underline{1.05}$$

c: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$c_y: \underline{0.74}$$

$$c_z: \underline{0.39}$$

Siendo:

$$f_y: \underline{0.90}$$

$$f_z: \underline{1.62}$$

a: Coeficiente de imperfección elástica.

$$a_y: \underline{0.34}$$

$$a_z: \underline{0.49}$$

l: Esbeltez reducida.

$$l_y: \underline{0.78}$$

$$l_z: \underline{1.31}$$

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

$$N_{cr}: \underline{876.45} \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,y}: \underline{2456.28} \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,z}: \underline{876.45} \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,T}: \underline{\text{¥}}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$h: \underline{0.594}$$



Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N106, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(0°)H1.

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

$$M_{Ed}^+: \underline{51.31} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N106, para la combinación de acciones 1.35·G+1.05·Q+1.5·V(90°)H2+0.75·N(EI).

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

$$M_{Ed}^-: \underline{55.10} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : \underline{92.71} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

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

**W<sub>pl,y</sub>:** Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{354.00} \text{ cm}^3$$

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

$$f_{yd} : \underline{261.9} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.037}$$



Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N106, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(0°)H4+0.75·N(R)2.

**M<sub>Ed</sub><sup>+</sup>:** Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{1.48} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N106, para la combinación de acciones 1.35·G+1.05·Q+1.5·V(180°)H3+0.75·N(R)1.

**M<sub>Ed</sub><sup>-</sup>:** Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{1.63} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo **M<sub>c,Rd</sub>** viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{44.52} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

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

**W<sub>pl,z</sub>:** Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,z} : \underline{170.00} \text{ cm}^3$$

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

$$f_{yd} : \underline{261.9} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.180}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N106, para la combinación de acciones 1.35·G+1.05·Q+1.5·V(90°)H2+0.75·N(EI).

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

$$V_{Ed} : \underline{34.89} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{193.55} \text{ kN}$$

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{12.80} \text{ cm}^2$$

Siendo:

$h$ : Canto de la sección.

$$h : \underline{160.00} \text{ mm}$$

$t_w$ : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{8.00} \text{ mm}$$

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

$$f_{yd} : \underline{261.9} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$$

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

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

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

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

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$16.75 < 64.71$$

Donde:

$l_w$ : Esbeltez del alma.

$$l_w : \underline{16.75}$$

$l_{m\acute{a}x}$ : Esbeltez máxima.

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

$e$ : Factor de reducción.

$$e : \underline{0.92}$$

Siendo:

$f_{ref}$ : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{235.0} \text{ MPa}$$

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

$$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$h < 0.001$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones  $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(180^\circ)H3 + 0.75 \cdot N(R)1$ .

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

$$V_{Ed} : \underline{0.25} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{658.98} \text{ kN}$$

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.  $A_v$ : 43.58 cm<sup>2</sup>

Siendo:

$A$ : Área de la sección bruta.  $A$ : 54.30 cm<sup>2</sup>

$d$ : Altura del alma.  $d$ : 134.00 mm

$t_w$ : Espesor del alma.  $t_w$ : 8.00 mm

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.  $f_{yd}$ : 261.9 MPa

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)  $f_y$ : 275.0 MPa

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.  $\gamma_{M0}$ : 1.05

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

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

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

3.557 £ 9.865

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N106, para la combinación de acciones 1.35·G+1.05·Q+1.5·V(90°)H2+0.75·N(EI).

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.  $V_{Ed}$ : 34.89 kN

$V_{c,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.  $V_{c,Rd}$ : 193.55 kN

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

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

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

0.025 £ 33.587

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N106, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(180°)H3+0.75·N(R)1.

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.  $V_{Ed}$ : 0.25 kN

$V_{c,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.  $V_{c,Rd}$ : 658.98 kN

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$\eta$ : 0.609 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$\eta$ : 0.616 ✓



$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

h : 0.391



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N106, para la combinación de acciones 1.35·G+1.05·Q+1.5·V(90°)H2+0.75·N(EI).

Donde:

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

$N_{c,Ed}$  : 14.71 kN

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

$M_{y,Ed}$  : 55.10 kN·m

$M_{z,Ed}$  : 0.20 kN·m

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

**Clase** : 1

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

$N_{pl,Rd}$  : 1422.14 kN

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

$M_{pl,Rd,y}$  : 92.71 kN·m

$M_{pl,Rd,z}$  : 44.52 kN·m

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

**A**: Área de la sección bruta.

**A** : 54.30 cm<sup>2</sup>

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

$W_{pl,y}$  : 354.00 cm<sup>3</sup>

$W_{pl,z}$  : 170.00 cm<sup>3</sup>

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

$f_{yd}$  : 261.9 MPa

Siendo:

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

$f_y$  : 275.0 MPa

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

$\gamma_{M1}$  : 1.05

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

$k_y$  : 1.01

$k_z$  : 1.04

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

$C_{m,y}$  : 1.00

$C_{m,z}$  : 1.00

$c_y$ ,  $c_z$ : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$c_y$  : 0.74

$c_z$  : 0.39

$\lambda_y$ ,  $\lambda_z$ : Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$\lambda_y$  : 0.78

$\lambda_z$  : 1.31

$a_y$ ,  $a_z$ : Factores dependientes de la clase de la sección.

$a_y$  : 0.60

$a_z$  : 0.60

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

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

$V_{c,Rd}$ .

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N106, para la combinación de acciones 1.35·G+1.05·Q+1.5·V(90°)H2+0.75·N(EI).

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

3.557 £ 9.865

Donde:

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

$V_{Ed,z}$  : 34.89 kN  
 $V_{c,Rd,z}$  : 193.55 kN

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

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

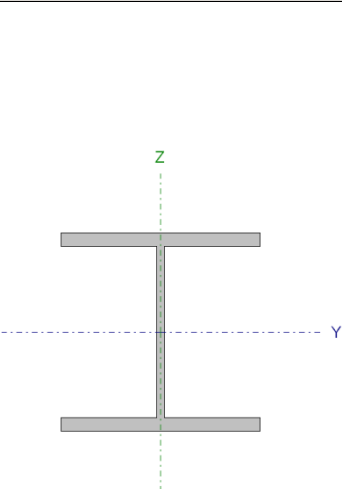
**Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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

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

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

**PILARILLO PÓTICO HASTIAL CON ENTREPLANTA**

Perfil: HE 240 B							
Material: Acero (S275)							
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	$I_y^{(1)}$ (cm <sup>4</sup> )	$I_z^{(1)}$ (cm <sup>4</sup> )	$I_t^{(2)}$ (cm <sup>4</sup> )
	N114	N144	3.000	106.00	11260.00	3923.00	102.70
	Notas:						
	<sup>(1)</sup> Inercia respecto al eje indicado						
	<sup>(2)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme						
			Pandeo		Pandeo lateral		
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
	b	0.70	0.70	0.00	0.00		
	$L_K$	2.100	2.100	0.000	0.000		
$C_m$	1.000	1.000	1.000	1.000			
$C_1$	-		1.000				
Notación:							
b: Coeficiente de pandeo							
$L_K$ : Longitud de pandeo (m)							
$C_m$ : Coeficiente de momentos							
$C_1$ : Factor de modificación para el momento crítico							

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	$I_w$	$N_t$	$N_c$	$M_y$	$M_z$	$V_z$	$V_y$	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	$M_t$	$M_y V_z$		$M_z V_y$
N114/N144	$\bar{\lambda} < 2.0$	$I_w \leq I_{w,m\acute{a}x}$	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m h = 10.9	x: 0 m h = 14.1	x: 3 m h = 6.6	x: 0 m h = 5.6	h = 0.4	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 27.6	h < 0.1	h = 0.1	x: 0 m h = 3.1	h = 0.1	<b>CUMPLE</b> h = 27.6
<p>Notación:</p> <p><math>\bar{\lambda}</math>: Limitación de esbeltez  <math>I_w</math>: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida  <math>N_t</math>: Resistencia a tracción  <math>N_c</math>: Resistencia a compresión  <math>M_y</math>: Resistencia a flexión eje Y  <math>M_z</math>: Resistencia a flexión eje Z  <math>V_z</math>: Resistencia a corte Z  <math>V_y</math>: Resistencia a corte Y  <math>M_y V_z</math>: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados  <math>M_z V_y</math>: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados  <math>N M_y M_z</math>: Resistencia a flexión y axil combinados  <math>N M_y M_z V_y V_z</math>: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados  <math>M_t</math>: Resistencia a torsión  <math>M_y V_z</math>: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados  <math>M_z V_y</math>: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados  x: Distancia al origen de la barra  h: Coeficiente de aprovechamiento (%)  N.P.: No procede</p> <p>Comprobaciones que no proceden (N.P.):  <sup>(1)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.</p>																

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

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

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}$  : 0.39 ✓

Donde:

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

**A:** Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A :** 106.00 cm<sup>2</sup>

**f<sub>y</sub>:** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f<sub>y</sub> :** 265.0 MPa

**N<sub>cr</sub>:** Axil crítico de pandeo elástico. **N<sub>cr</sub> :** 18437.36 kN

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

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **N<sub>cr,y</sub> :** 52919.88 kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **N<sub>cr,z</sub> :** 18437.36 kN

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **N<sub>cr,t</sub> :** ¥

Donde:

**I<sub>y</sub>:** Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I<sub>y</sub> :** 11260.00 cm<sup>4</sup>

**I<sub>z</sub>:** Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I<sub>z</sub> :** 3923.00 cm<sup>4</sup>

**I<sub>t</sub>:** Momento de inercia a torsión uniforme. **I<sub>t</sub> :** 102.70 cm<sup>4</sup>

**I<sub>w</sub>:** Constante de alabeo de la sección. **I<sub>w</sub> :** 486900.00 cm<sup>6</sup>

**E:** Módulo de elasticidad. **E :** 210000 MPa

**G:** Módulo de elasticidad transversal. **G :** 81000 MPa

$L_{ky}$ : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	$L_{ky} : \underline{2.100}$ m
$L_{kz}$ : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	$L_{kz} : \underline{2.100}$ m
$L_{kt}$ : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	$L_{kt} : \underline{0.000}$ m
$i_0$ : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	$i_0 : \underline{11.97}$ cm

Siendo:

$i_y, i_z$ : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	$i_y : \underline{10.31}$ cm
	$i_z : \underline{6.08}$ cm
$y_0, z_0$ : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	$y_0 : \underline{0.00}$ mm
	$z_0 : \underline{0.00}$ mm

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

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

20.60 ≤ 168.93



Donde:

$h_w$ : Altura del alma.	$h_w : \underline{206.00}$ mm
$t_w$ : Espesor del alma.	$t_w : \underline{10.00}$ mm
$A_w$ : Área del alma.	$A_w : \underline{20.60}$ cm <sup>2</sup>
$A_{fc,ef}$ : Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef} : \underline{40.80}$ cm <sup>2</sup>
$k$ : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	$k : \underline{0.30}$
$E$ : Módulo de elasticidad.	$E : \underline{210000}$ MPa
$f_{yf}$ : Límite elástico del acero del ala comprimida.	$f_{yf} : \underline{265.0}$ MPa

Siendo:

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$\eta : \underline{0.098}$



$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$\eta : \underline{0.109}$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N114, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q+0.9·V(0°)H4+0.75·N(R)2.

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

$$N_{c,Ed} : \underline{262.91} \text{ kN}$$

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

$$N_{c,Rd} : \underline{2675.24} \text{ kN}$$

Donde:

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

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

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

$$A : \underline{106.00} \text{ cm}^2$$

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

$$f_{yd} : \underline{252.4} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{265.0} \text{ MPa}$$

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

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

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

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

$$N_{b,Rd} : \underline{2414.20} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$A : \underline{106.00} \text{ cm}^2$$

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

$$f_{yd} : \underline{252.4} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{265.0} \text{ MPa}$$

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

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

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

$$c_y : \underline{0.99}$$

$$c_z : \underline{0.90}$$

Siendo:

$$f_y : \underline{0.53}$$

$$f_z : \underline{0.62}$$

**a**: Coeficiente de imperfección elástica.

$$a_y : \underline{0.34}$$

$$a_z : \underline{0.49}$$

$\lambda$ : Esbeltez reducida.

$$\lambda_y : \underline{0.23}$$

$$\lambda_z : \underline{0.39}$$

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

$$N_{cr} : \underline{18437.36} \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,y} : \underline{52919.88} \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,z} : \underline{18437.36} \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,T} : \underline{\text{¥}}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : 0.141



Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N114, para la combinación de acciones 1.35·G+1.05·Q+1.5·V(270°)H2+0.75·N(EI).

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

$M_{Ed}^+$  : 37.49 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N114, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(0°)H1.

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

$M_{Ed}^-$  : 35.71 kN·m

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

$M_{c,Rd}$  : 265.76 kN·m

Donde:

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

**Clase :** 1

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

$W_{pl,y}$  : 1053.00 cm<sup>3</sup>

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

$f_{yd}$  : 252.4 MPa

Siendo:

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

$f_y$  : 265.0 MPa

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

$\gamma_{M0}$  : 1.05

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : 0.066



Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N144, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(180°)H3+0.75·N(R)1.

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

$M_{Ed}^+$  : 4.97 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N144, para la combinación de acciones 1.35·G+1.05·Q+1.5·V(0°)H4+0.75·N(R)2.

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

$M_{Ed}^-$  : 8.28 kN·m

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

$M_{c,Rd}$  : 125.79 kN·m

Donde:

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

**Clase :** 1

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

$W_{pl,z}$  : 498.40 cm<sup>3</sup>

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

$f_{yd}$  : 252.4 MPa

Siendo:

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

$f_y$  : 265.0 MPa

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

$\gamma_{M0}$  : 1.05

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$\eta$  : 0.056 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N114, para la combinación de acciones 1.35·G+1.05·Q+1.5·V(0°)H3+0.75·N(EI).

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

$V_{Ed}$  : 19.50 kN

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

$V_{c,Rd}$  : 349.71 kN

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$A_v$  : 24.00 cm<sup>2</sup>

Siendo:

$h$ : Canto de la sección.

$h$  : 240.00 mm

$t_w$ : Espesor del alma.

$t_w$  : 10.00 mm

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

$f_{yd}$  : 252.4 MPa

Siendo:

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

$f_y$  : 265.0 MPa

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

$\gamma_{M0}$  : 1.05

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

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

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

20.60 < 65.92

Donde:

$I_w$ : Esbeltez del alma.

$I_w$  : 20.60

$I_{m\acute{a}x}$ : Esbeltez máxima.

$I_{m\acute{a}x}$  : 65.92

$e$ : Factor de reducción.

$e$  : 0.94

Siendo:

$f_{ref}$ : Límite elástico de referencia.

$f_{ref}$  : 235.0 MPa

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

$f_y$  : 265.0 MPa

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : 0.004 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·G+1.05·Q+1.5·V(0°)H4+0.75·N(R)2.

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

$V_{Ed}$  : 5.47 kN

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

$V_{c,Rd}$  : 1244.38 kN

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$A_v$  : 85.40 cm<sup>2</sup>

Siendo:

$A$ : Área de la sección bruta.

$A$  : 106.00 cm<sup>2</sup>

$d$ : Altura del alma.

$d$  : 206.00 mm

$t_w$ : Espesor del alma.

$t_w$  : 10.00 mm

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

$f_{yd}$  : 252.4 MPa

Siendo:

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

$f_y$  : 265.0 MPa

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

$\gamma_{M0}$  : 1.05

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

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

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

1.988 £ 17.824

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G+1.05·Q+1.5·V(0°)H3+0.75·N(EI).

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

$V_{Ed}$  : 19.50 kN

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

$V_{c,Rd}$  : 349.71 kN

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

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

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

0.558 £ 63.424



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G+1.05·Q+1.5·V(0°)H4+0.75·N(R)2.

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

$V_{Ed}$ : 5.47 kN

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

$V_{c,Rd}$ : 1244.38 kN

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$\eta$ : 0.276 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$\eta$ : 0.252 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$\eta$ : 0.237 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N114, para la combinación de acciones 1.35·G+1.05·Q+1.5·V(0°)H3+0.75·N(R)2.

Donde:

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

$N_{c,Ed}$ : 236.00 kN

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

$M_{y,Ed}$ : 32.94 kN·m

$M_{z,Ed}$ : 8.02 kN·m

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

**Clase**: 1

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

$N_{pl,Rd}$ : 2675.24 kN

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

$M_{pl,Rd,y}$ : 265.76 kN·m

$M_{pl,Rd,z}$ : 125.79 kN·m

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

**A**: Área de la sección bruta.

**A**: 106.00 cm<sup>2</sup>

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

$W_{pl,y}$ : 1053.00 cm<sup>3</sup>

$W_{pl,z}$ : 498.40 cm<sup>3</sup>

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

$f_{yd}$ : 252.4 MPa

Siendo:

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

$f_y$ : 265.0 MPa

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

$\gamma_{M1}$ : 1.05

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

$k_y$ : 1.00

$k_z$ : 1.02

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

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

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

$c_y$ ,  $c_z$ : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$c_y : \underline{0.99}$$

$$c_z : \underline{0.90}$$

$\lambda_y$ ,  $\lambda_z$ : Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\lambda_y : \underline{0.23}$$

$$\lambda_z : \underline{0.39}$$

$a_y$ ,  $a_z$ : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$a_y : \underline{0.60}$$

$$a_z : \underline{0.60}$$

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

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

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones  $1.35 \cdot G + 1.05 \cdot Q + 1.5 \cdot V(0^\circ)H3 + 0.75 \cdot N(EI)$ .

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$1.988 \leq 17.816$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \underline{19.50} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \underline{349.56} \text{ kN}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones  $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(90^\circ)H1$ .

$M_{T,Ed}$ : Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo  $M_{T,Rd}$  viene dado por:

$$M_{T,Rd} : \underline{8.80} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{60.41} \text{ cm}^3$$

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

$$f_{yd} : \underline{252.4} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{265.0} \text{ MPa}$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.031} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N114, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q+0.9·V(270°)H2+0.75·N(R)2.

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

$$V_{Ed} : \underline{10.67} \text{ kN}$$

$M_{T,Ed}$ : Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{349.56} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$V_{pl,Rd} : \underline{349.71} \text{ kN}$$

$t_{T,Ed}$ : Tensiones tangenciales por torsión.

$$t_{T,Ed} : \underline{0.2} \text{ MPa}$$

Siendo:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{60.41} \text{ cm}^3$$

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

$$f_{yd} : \underline{252.4} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{265.0} \text{ MPa}$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.001}$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q+0.9·V(270°)H2+0.75·N(R)2.

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

$$V_{Ed} : \underline{1.47} \text{ kN}$$

$M_{T,Ed}$ : Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{1243.84} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$V_{pl,Rd} : \underline{1244.38} \text{ kN}$$

$t_{T,Ed}$ : Tensiones tangenciales por torsión.

$$t_{T,Ed} : \underline{0.2} \text{ MPa}$$

Siendo:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{60.41} \text{ cm}^3$$

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

$$f_{yd} : \underline{252.4} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{265.0} \text{ MPa}$$

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

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

**3.3.8.5.3 Elementos de la entreplanta**

**JÁCENA**

<b>Perfil: HE 240 B</b> <b>Material: Acero (S275)</b>							
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )
	N151	N163	5.000	106.00	11260.00	3923.00	102.70
	Notas: <sup>(1)</sup> Inercia respecto al eje indicado <sup>(2)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme						
			Pandeo		Pandeo lateral		
			Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
	b	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	
	L <sub>K</sub>	0.000	5.000	0.000	0.000	0.000	
	C <sub>m</sub>	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	
	C <sub>1</sub>	-		1.000			
Notación: b: Coeficiente de pandeo L <sub>K</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico							

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	λ	I <sub>w</sub>	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>z</sub>		M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>
N151/N163	λ < 2.0	I <sub>w</sub> £ I <sub>w,máx</sub>	h = 13.6	h = 8.6	x: 0 m h = 78.8	x: 5 m h = 0.4	x: 0 m h = 63.3	h < 0.1	x: 0 m h = 79.5	h < 0.1	x: 0 m h = 89.6	x: 0 m h = 90.0	h = 0.2	x: 0 m h = 61.2	h < 0.1	<b>CUMPLE</b> h = 90.0
Notación: λ: Limitación de esbeltez I <sub>w</sub> : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida N <sub>t</sub> : Resistencia a tracción N <sub>c</sub> : Resistencia a compresión M <sub>y</sub> : Resistencia a flexión eje Y M <sub>z</sub> : Resistencia a flexión eje Z V <sub>z</sub> : Resistencia a corte Z V <sub>y</sub> : Resistencia a corte Y M <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> : Resistencia a flexión y axil combinados NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M <sub>t</sub> : Resistencia a torsión M <sub>t</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M <sub>t</sub> V <sub>y</sub> : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra h: Coeficiente de aprovechamiento (%)																

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

La esbeltez reducida λ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

λ : **0.55** ✓

Donde:

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

**A:** Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A :** 106.00 cm<sup>2</sup>

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

$f_y$ : 265.0 MPa

$N_{cr}$ : Axil crítico de pandeo elástico.

$N_{cr}$ : 9335.07 kN

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

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

$N_{cr,y}$ : 9335.07 kN

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

$N_{cr,z}$ : ¥

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$N_{cr,T}$ : ¥

Donde:

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

$I_y$ : 11260.00 cm<sup>4</sup>

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

$I_z$ : 3923.00 cm<sup>4</sup>

$I_t$ : Momento de inercia a torsión uniforme.

$I_t$ : 102.70 cm<sup>4</sup>

$I_w$ : Constante de alabeo de la sección.

$I_w$ : 486900.00 cm<sup>6</sup>

E: Módulo de elasticidad.

E: 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal.

G: 81000 MPa

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

$L_{ky}$ : 5.000 m

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

$L_{kz}$ : 0.000 m

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

$L_{kt}$ : 0.000 m

$i_0$ : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$i_0$ : 11.97 cm

Siendo:

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

$i_y$ : 10.31 cm

$i_z$ : 6.08 cm

$y_0, z_0$ : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$y_0$ : 0.00 mm

$z_0$ : 0.00 mm

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

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

20.60 ≤ 168.93



Donde:

$h_w$ : Altura del alma.

$h_w$ : 206.00 mm

$t_w$ : Espesor del alma.

$t_w$ : 10.00 mm

$A_w$ : Área del alma.

$A_w$ : 20.60 cm<sup>2</sup>

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

$A_{fc,ef}$ : 40.80 cm<sup>2</sup>

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

k: 0.30

E: Módulo de elasticidad.

E: 210000 MPa

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

$$f_{yf} : \underline{265.0} \text{ MPa}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.136} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·G+1.05·Q+0.9·V(0°)H4+1.5·N(EI).

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

$$N_{t,Ed} : \underline{364.31} \text{ kN}$$

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

$$N_{t,Rd} : \underline{2675.24} \text{ kN}$$

Donde:

$A$ : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{106.00} \text{ cm}^2$$

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

$$f_{yd} : \underline{252.4} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{265.0} \text{ MPa}$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

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

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.086} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(90°)H1.

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

$$N_{c,Ed} : \underline{197.87} \text{ kN}$$

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

$$N_{c,Rd} : \underline{2675.24} \text{ kN}$$

Donde:

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

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

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

$$A : \underline{106.00} \text{ cm}^2$$

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

$$f_{yd} : \underline{252.4} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{265.0} \text{ MPa}$$

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

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

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

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

$$N_{b,Rd} : \underline{2306.21} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$A : \underline{106.00} \text{ cm}^2$$

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

$$f_{yd} : \underline{252.4} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{265.0} \text{ MPa}$$

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

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

$c$ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$c_y : \underline{0.86}$$

Siendo:

$$f_y : \underline{0.71}$$

$a$ : Coeficiente de imperfección elástica.

$$a_y : \underline{0.34}$$

$\lambda$ : Esbeltez reducida.

$$\lambda_y : \underline{0.55}$$

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

$$N_{cr} : \underline{9335.07} \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,y} : \underline{9335.07} \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,z} : \underline{\text{¥}}$$

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

$$N_{cr,T} : \underline{\text{¥}}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.788}$$



Para flexión positiva:

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

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

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N151, para la combinación de acciones  $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot Q + 0.9 \cdot V(180^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(R)1$ .

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

$$M_{Ed}^- : \underline{209.35} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : \underline{265.76} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

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

$W_{pl,y}$ : Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión,

$$W_{pl,y} : \underline{1053.00} \text{ cm}^3$$

para las secciones de clase 1 y 2.

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

$f_{yd}$  : 252.4 MPa

Siendo:

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

$f_y$  : 265.0 MPa

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

$\gamma_{M0}$  : 1.05

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : 0.004 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N163, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(0°)H1.

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

$M_{Ed}^+$  : 0.50 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N163, para la combinación de acciones 1.35·G+1.05·Q+1.5·V(270°)H2+0.75·N(EI).

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

$M_{Ed}^-$  : 0.42 kN·m

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

$M_{c,Rd}$  : 125.79 kN·m

Donde:

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

**Clase** : 1

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

$W_{pl,z}$  : 498.40 cm<sup>3</sup>

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

$f_{yd}$  : 252.4 MPa

Siendo:

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

$f_y$  : 265.0 MPa

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

$\gamma_{M0}$  : 1.05

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : 0.633 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N151, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q+0.9·V(180°)H4+0.75·N(R)1.

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

$V_{Ed}$  : 221.25 kN

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

$V_{c,Rd}$  : 349.71 kN



Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.  $A_v : 24.00 \text{ cm}^2$

Siendo:

$h$ : Canto de la sección.  $h : 240.00 \text{ mm}$

$t_w$ : Espesor del alma.  $t_w : 10.00 \text{ mm}$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.  $f_{yd} : 252.4 \text{ MPa}$

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)  $f_y : 265.0 \text{ MPa}$

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.  $\gamma_{M0} : 1.05$

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

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

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon \quad 20.60 < 65.92$$

Donde:

$I_w$ : Esbeltez del alma.  $I_w : 20.60$

$I_{m\acute{a}x}$ : Esbeltez máxima.  $I_{m\acute{a}x} : 65.92$

$e$ : Factor de reducción.  $e : 0.94$

Siendo:

$f_{ref}$ : Límite elástico de referencia.  $f_{ref} : 235.0 \text{ MPa}$

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)  $f_y : 265.0 \text{ MPa}$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1 \quad h < 0.001 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(0°)H1.

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.  $V_{Ed} : 0.12 \text{ kN}$

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

$V_{c,Rd} : 1244.38 \text{ kN}$

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.  $A_v : 85.40 \text{ cm}^2$

Siendo:

<b>A</b> : Área de la sección bruta.	<b>A</b> :	<u>106.00</u> cm <sup>2</sup>
<b>d</b> : Altura del alma.	<b>d</b> :	<u>206.00</u> mm
<b>t<sub>w</sub></b> : Espesor del alma.	<b>t<sub>w</sub></b> :	<u>10.00</u> mm
<b>f<sub>yd</sub></b> : Resistencia de cálculo del acero.	<b>f<sub>yd</sub></b> :	<u>252.4</u> MPa


Siendo:

<b>f<sub>y</sub></b> : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	<b>f<sub>y</sub></b> :	<u>265.0</u> MPa
<b>g<sub>M0</sub></b> : Coeficiente parcial de seguridad del material.	<b>g<sub>M0</sub></b> :	<u>1.05</u>

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{v,Rd}} \leq 1$$

**h** : 0.795 

Ya que el esfuerzo cortante solicitante **V<sub>Ed</sub>** es superior al 50% del esfuerzo cortante resistente **V<sub>c,Rd</sub>**, es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión.

**22.553 € 17.824**

Donde:

<b>V<sub>Ed</sub></b> : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.	<b>V<sub>Ed</sub></b> :	<u>221.25</u> kN
<b>V<sub>c,Rd</sub></b> : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.	<b>V<sub>c,Rd</sub></b> :	<u>349.71</u> kN

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N151, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q+0.9·V(180°)H4+0.75·N(R)1.

<b>M<sub>Ed</sub></b> : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.	<b>M<sub>Ed</sub></b> :	<u>209.35</u> kN·m
<b>V<sub>Ed</sub></b> : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.	<b>V<sub>Ed</sub></b> :	<u>221.25</u> kN

El momento flector resistente de cálculo reducido **M<sub>v,Rd</sub>** viene dado por:

**M<sub>v,Rd</sub>** : 263.20 kN·m

Donde:

<b>W<sub>pl</sub></b> : Módulo resistente plástico.	<b>W<sub>pl</sub></b> :	<u>1053.00</u> cm <sup>3</sup>
<b>r</b> : Coeficiente de reducción por interacción de esfuerzos.	<b>r</b> :	<u>0.07</u>

Siendo:

<b>V<sub>pl,Rd</sub></b> : Esfuerzo cortante plástico resistente de cálculo.	<b>V<sub>pl,Rd</sub></b> :	<u>349.71</u> kN
<b>A<sub>v</sub></b> : Área transversal a cortante.	<b>A<sub>v</sub></b> :	<u>24.00</u> cm <sup>2</sup>
<b>t<sub>w</sub></b> : Espesor del alma.	<b>t<sub>w</sub></b> :	<u>10.00</u> mm
<b>f<sub>yd</sub></b> : Resistencia de cálculo del acero.	<b>f<sub>yd</sub></b> :	<u>252.4</u> MPa

Siendo:

<b>f<sub>y</sub></b> : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	<b>f<sub>y</sub></b> :	<u>265.0</u> MPa
<b>g<sub>M0</sub></b> : Coeficiente parcial de seguridad del material.	<b>g<sub>M0</sub></b> :	<u>1.05</u>
<b>M<sub>c,Rd</sub></b> : Momento flector resistente de cálculo.	<b>M<sub>c,Rd</sub></b> :	<u>265.76</u> kN·m

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

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

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

0.012 € 63.424

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(0°)H1.

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

$V_{Ed}$  : 0.12 kN

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

$V_{c,Rd}$  : 1244.38 kN

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

h : 0.896



$$\eta = \frac{M_{ef,Ed}}{M_{b,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

h : 0.665



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N151, para la combinación de acciones 1.35·G+1.05·Q+0.9·V(180°)H4+1.5·N(EI).

Donde:

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

$N_{t,Ed}$  : 343.01 kN

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

$M_{y,Ed}$  : 203.82 kN·m

$M_{z,Ed}$  : 0.05 kN·m

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

**Clase** : 1

$N_{pl,Rd}$ : Resistencia a tracción.

$N_{pl,Rd}$  : 2675.24 kN

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

$M_{pl,Rd,y}$  : 265.76 kN·m

$M_{pl,Rd,z}$  : 125.79 kN·m

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

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

$M_{ef,Ed}$  : -176.56 kN·m

Siendo:

$s_{com,Ed}$ : Tensión combinada en la fibra extrema comprimida.

$s_{com,Ed}$  : 167.7 MPa

$W_{y,com}$ : Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y.

$W_{y,com}$  : 1053.00 cm<sup>3</sup>

**A**: Área de la sección bruta.

**A** : 106.00 cm<sup>2</sup>

$M_{b,Rd,y}$ : Momento flector resistente de cálculo.

$M_{b,Rd,y}$  : 265.76 kN·m

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{v,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{v,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{v,Rd,z}} \leq 1$$

h : **0.900** ✓

Ya que el esfuerzo cortante solicitante  $V_{Ed}$  es superior al 50% del esfuerzo cortante resistente  $V_{c,Rd}$ , es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil.

**21.081 £ 17.812**

Donde:

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

$V_{Ed,z} : \frac{206.80}{kN}$

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

$V_{c,Rd,z} : \frac{349.47}{kN}$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N151, para la combinación de acciones 1.35·G+1.05·Q+0.9·V(180°)H4+1.5·N(EI).

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

$N_{t,Ed} : \frac{343.01}{kN}$

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

$M_{y,Ed} : \frac{203.82}{kN}$

$M_{z,Ed}^+ : \frac{0.05}{kN}$

El axil resistente de cálculo reducido  $N_{v,Rd}$  viene dado por:

$N_{v,Rd} : \frac{2657.73}{kN}$

Donde:

$r_N$ : Coeficiente de reducción ponderado por interacción de esfuerzos.

$r_N : \frac{0.01}$

Siendo:

$S_w$ : Relación entre el área bruta del alma y el área bruta de la sección.

$S_w : \frac{0.194}$

$S_f$ : Relación entre el área bruta del ala y el área bruta de la sección.

$S_f : \frac{0.806}$

Los momentos flectores resistentes de cálculo reducido  $M_{v,Rd,y}$  y  $M_{v,Rd,z}$  vienen dados por:

$M_{v,Rd,y} : \frac{264.53}{kN \cdot m}$

$M_{v,Rd,z}^+ : \frac{125.79}{kN \cdot m}$

Donde:

$r_{yy}$ ,  $r_{zz}$ : Coeficientes de reducción por interacción de esfuerzos.

$r_{yy} : \frac{0.03}$

$r_{zz} : \frac{0.00}$

Siendo:

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

$V_{Ed,y} : \frac{0.07}{kN}$

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

$V_{Ed,z} : \frac{206.80}{kN}$

$V_{pl,Rd,y}$ : Esfuerzo cortante plástico resistente de cálculo.

$V_{pl,Rd,y} : \frac{1243.52}{kN}$

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

$V_{pl,Rd,z} : \frac{349.47}{kN}$

$A_{v,z}$ : Áreas transversales a cortante.	$A_{v,z}$ : <u>24.00</u> cm <sup>2</sup>
$t_w$ : Espesor del alma.	$t_w$ : <u>10.00</u> mm
$W_{pl,y}, W_{pl,z}$ : Módulos resistentes plásticos.	$W_{pl,y}$ : <u>1053.00</u> cm <sup>3</sup>
	$W_{pl,z}$ : <u>498.40</u> cm <sup>3</sup>
$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.	$f_{yd}$ : <u>252.4</u> MPa

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	$f_y$ : <u>265.0</u> MPa
$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.	$\gamma_{M0}$ : <u>1.05</u>
$N_{t,Rd}$ : Axil resistente de cálculo.	$N_{t,Rd}$ : <u>2675.24</u> kN
$M_{c,Rd,y}, M_{c,Rd,z}$ : Momentos flectores resistentes de cálculo.	$M_{c,Rd,y}$ : <u>265.76</u> kN·m
	$M_{c,Rd,z}$ : <u>125.79</u> kN·m

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

h : 0.002 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(90°)H1.

$M_{T,Ed}$ : Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.  $M_{T,Ed}$ : 0.02 kN·m

El momento torsor resistente de cálculo  $M_{T,Rd}$  viene dado por:

$M_{T,Rd}$ : 8.80 kN·m

Donde:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.	$W_T$ : <u>60.41</u> cm <sup>3</sup>
$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.	$f_{yd}$ : <u>252.4</u> MPa

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	$f_y$ : <u>265.0</u> MPa
$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.	$\gamma_{M0}$ : <u>1.05</u>

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : 0.612 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N151, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q+0.9·V(270°)H2+0.75·N(R)2.

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.  $V_{Ed}$ : 214.01 kN

$M_{T,Ed}$ : Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.  $M_{T,Ed}$ : 0.02 kN·m

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

$V_{pl,T,Rd}$ : 349.47 kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.  
 $t_{T,Ed}$ : Tensiones tangenciales por torsión.

$V_{pl,Rd}$  :  $\frac{349.71}{}$  kN  
 $t_{T,Ed}$  :  $\frac{0.3}{}$  MPa

Siendo:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.  
 $f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$W_T$  :  $\frac{60.41}{}$  cm<sup>3</sup>  
 $f_{yd}$  :  $\frac{252.4}{}$  MPa

Siendo:


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

$f_y$  :  $\frac{265.0}{}$  MPa  
 $g_{M0}$  :  $\frac{1.05}{}$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

$h < \frac{0.001}{}$  

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q+0.9·V(270°)H2+0.75·N(R)2.

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

$V_{Ed}$  :  $\frac{0.08}{}$  kN

$M_{T,Ed}$ : Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$M_{T,Ed}$  :  $\frac{0.02}{}$  kN·m

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

$V_{pl,T,Rd}$  :  $\frac{1243.52}{}$  kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.  
 $t_{T,Ed}$ : Tensiones tangenciales por torsión.

$V_{pl,Rd}$  :  $\frac{1244.38}{}$  kN  
 $t_{T,Ed}$  :  $\frac{0.3}{}$  MPa

Siendo:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.  
 $f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$W_T$  :  $\frac{60.41}{}$  cm<sup>3</sup>  
 $f_{yd}$  :  $\frac{252.4}{}$  MPa

Siendo:

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

$f_y$  :  $\frac{265.0}{}$  MPa  
 $g_{M0}$  :  $\frac{1.05}{}$

**VIGA DE ATADO**

Perfil: IPE 100		Material: Acero (S275)					
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )
	N150	N143	5.000	10.30	171.00	15.92	1.20
	<b>Notas:</b> <sup>(1)</sup> Inercia respecto al eje indicado <sup>(2)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme						
	Pandeo			Pandeo lateral			
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
	b	0.00	1.00	0.00	0.00		
	L <sub>K</sub>	0.000	5.000	0.000	0.000		
	C <sub>m</sub>	1.000	1.000	1.000	1.000		
	C <sub>1</sub>	-		1.000			
<b>Notación:</b> <i>b</i> : Coeficiente de pandeo <i>L<sub>K</sub></i> : Longitud de pandeo (m) <i>C<sub>m</sub></i> : Coeficiente de momentos <i>C<sub>1</sub></i> : Factor de modificación para el momento crítico							

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	λ	I <sub>w</sub>	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>z</sub>		M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>
N150/N143	λ < 2.0	x: 0.313 m I <sub>w</sub> E I <sub>w,máx</sub>	h = 1.4	h = 20.2	x: 2.5 m h = 3.2	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m h = 0.4	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	x: 0.313 m h < 0.1	N.P. <sup>(3)</sup>	x: 2.5 m h = 23.7	x: 0.313 m h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	<b>CUMPLE</b> h = 23.7
<b>Notación:</b> λ: Limitación de esbeltez I <sub>w</sub> : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida N <sub>t</sub> : Resistencia a tracción N <sub>c</sub> : Resistencia a compresión M <sub>y</sub> : Resistencia a flexión eje Y M <sub>z</sub> : Resistencia a flexión eje Z V <sub>z</sub> : Resistencia a corte Z V <sub>y</sub> : Resistencia a corte Y M <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> : Resistencia a flexión y axil combinados NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M <sub>t</sub> : Resistencia a torsión M <sub>t</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M <sub>t</sub> V <sub>y</sub> : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra h: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede																
<b>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</b> <sup>(1)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. <sup>(2)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. <sup>(3)</sup> No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. <sup>(4)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. <sup>(5)</sup> No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.																

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

La esbeltez reducida λ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

λ : 1.41

Donde:

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

**Clase :** 1

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

**A :** 10.30 cm<sup>2</sup>

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

**f<sub>y</sub> :** 275.0 MPa

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

**N<sub>cr</sub> :** 141.77 kN

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

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

**N<sub>cr,y</sub> :** 141.77 kN

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

**N<sub>cr,z</sub> :** ¥

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

**N<sub>cr,T</sub> :** ¥

Donde:

**I<sub>y</sub>:** Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

**I<sub>y</sub> :** 171.00 cm<sup>4</sup>

**I<sub>z</sub>:** Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

**I<sub>z</sub> :** 15.92 cm<sup>4</sup>

**I<sub>t</sub>:** Momento de inercia a torsión uniforme.

**I<sub>t</sub> :** 1.20 cm<sup>4</sup>

**I<sub>w</sub>:** Constante de alabeo de la sección.

**I<sub>w</sub> :** 350.00 cm<sup>6</sup>

**E:** Módulo de elasticidad.

**E :** 210000 MPa

**G:** Módulo de elasticidad transversal.

**G :** 81000 MPa

**L<sub>ky</sub>:** Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

**L<sub>ky</sub> :** 5.000 m

**L<sub>kz</sub>:** Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

**L<sub>kz</sub> :** 0.000 m

**L<sub>kt</sub>:** Longitud efectiva de pandeo por torsión.

**L<sub>kt</sub> :** 0.000 m

**i<sub>0</sub>:** Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

**i<sub>0</sub> :** 4.26 cm

Siendo:

**i<sub>y</sub> , i<sub>z</sub>:** Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

**i<sub>y</sub> :** 4.07 cm

**i<sub>z</sub> :** 1.24 cm

**y<sub>0</sub> , z<sub>0</sub>:** Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

**y<sub>0</sub> :** 0.00 mm

**z<sub>0</sub> :** 0.00 mm

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

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

21.61 ≤ 246.60 ✓

Donde:

**h<sub>w</sub>:** Altura del alma.

**h<sub>w</sub> :** 88.60 mm

**t<sub>w</sub>:** Espesor del alma.

**t<sub>w</sub> :** 4.10 mm

**A<sub>w</sub>:** Área del alma.

**A<sub>w</sub> :** 3.63 cm<sup>2</sup>

**A<sub>fc,ef</sub>:** Área reducida del ala comprimida.

**A<sub>fc,ef</sub> :** 3.14 cm<sup>2</sup>



k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.  
E: Módulo de elasticidad.  
 $f_{yf}$ : Límite elástico del acero del ala comprimida.  
Siendo:

k : 0.30  
E : 210000 MPa  
 $f_{yf}$  : 275.0 MPa

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

h : 0.014 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(0°)H1.

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

$N_{t,Ed}$  : 3.70 kN

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

$N_{t,Rd}$  : 269.76 kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

A : 10.30 cm<sup>2</sup>

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

$f_{yd}$  : 261.9 MPa

Siendo:

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

$f_y$  : 275.0 MPa

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

$\gamma_{M0}$  : 1.05

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

h : 0.083 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

h : 0.202 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(270°)H2.

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

$N_{c,Ed}$  : 22.45 kN

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

$N_{c,Rd}$  : 269.76 kN

Donde:

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

Clase : 1

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

A : 10.30 cm<sup>2</sup>

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

$f_{yd}$  : 261.9 MPa

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)  $f_y : 275.0$  MPa  
 $g_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.  $g_{M0} : 1.05$

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

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

$N_{b,Rd} : 110.97$  kN

Donde:

**A**: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.  $A : 10.30$  cm<sup>2</sup>  
 $f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.  $f_{yd} : 261.9$  MPa

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)  $f_y : 275.0$  MPa  
 $g_{M1}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.  $g_{M1} : 1.05$

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

$c_y : 0.41$

Siendo:

$f_y : 1.63$

**a**: Coeficiente de imperfección elástica.

$a_y : 0.21$

$\lambda$ : Esbeltez reducida.

$\lambda_y : 1.41$

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

$N_{cr} : 141.77$  kN

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

$N_{cr,y} : 141.77$  kN

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

$N_{cr,z} : \text{¥}$


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

$N_{cr,T} : \text{¥}$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$h : 0.032$  

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.500 m del nudo N150, para la combinación de acciones 1.35·G.

$M_{Ed}^+$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.  $M_{Ed}^+ : 0.33$  kN·m

Para flexión negativa:

$M_{Ed}^-$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.  $M_{Ed}^- : 0.00$  kN·m

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

$M_{c,Rd} : 10.32$  kN·m

Donde:

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

**Clase :** 1

**W<sub>pl,y</sub>:** Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

**W<sub>pl,y</sub> :** 39.41 cm<sup>3</sup>

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

**f<sub>yd</sub> :** 261.9 MPa

Siendo:

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

**f<sub>y</sub> :** 275.0 MPa

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

**g<sub>M0</sub> :** 1.05

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

**h :** 0.004 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N150, para la combinación de acciones 1.35·G.

**V<sub>Ed</sub>:** Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

**V<sub>Ed</sub> :** 0.27 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **V<sub>c,Rd</sub>** viene dado por:

**V<sub>c,Rd</sub> :** 62.00 kN

Donde:

**A<sub>v</sub>:** Área transversal a cortante.

**A<sub>v</sub> :** 4.10 cm<sup>2</sup>

Siendo:

**h:** Canto de la sección.

**h :** 100.00 mm

**t<sub>w</sub>:** Espesor del alma.

**t<sub>w</sub> :** 4.10 mm

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

**f<sub>yd</sub> :** 261.9 MPa

Siendo:

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

**f<sub>y</sub> :** 275.0 MPa

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

**g<sub>M0</sub> :** 1.05

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

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

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

**21.61 < 64.71**

Donde:

$I_w$ : Esbeltez del alma.  $I_w$ : 21.61

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

e: Factor de reducci3n. e: 0.92

Siendo:

$f_{ref}$ : Límite elástico de referencia.  $f_{ref}$ : 235.0 MPa

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)  $f_y$ : 275.0 MPa

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

La comprobaci3n no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

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

No es necesario reducir la resistencia de cculo a flexi3n, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cculo pésimo  $V_{Ed}$  no es superior al 50% de la resistencia de cculo a cortante  $V_{c,Rd}$ .

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad \mathbf{0.024 \leq 3.160}$$

Los esfuerzos solicitantes de cculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.313 m del nudo N150, para la combinaci3n de acciones 1.35-G.

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cculo pésimo.  $V_{Ed}$ : 0.23 kN

$V_{c,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cculo.  $V_{c,Rd}$ : 62.00 kN

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

No hay interacci3n entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinaci3n. Por lo tanto, la comprobaci3n no procede.

**Resistencia a flexi3n y axil combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1 \quad \mathbf{h : 0.114 \checkmark}$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \mathbf{h : 0.237 \checkmark}$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \mathbf{h : 0.105 \checkmark}$$

Los esfuerzos solicitantes de cculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 2.500 m del nudo N150, para la combinaci3n de acciones 1.35-G+1.5-V(270)H2.

Donde:

$N_{c,Ed}$ : Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	$N_{c,Ed} : 22.12$ kN
$M_{y,Ed}, M_{z,Ed}$ : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{y,Ed}^+ : 0.33$ kN·m $M_{z,Ed}^+ : 0.00$ kN·m
<b>Clase</b> : Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.	<b>Clase</b> : 1
$N_{pl,Rd}$ : Resistencia a compresión de la sección bruta.	$N_{pl,Rd} : 269.76$ kN
$M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z}$ : Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{pl,Rd,y} : 10.32$ kN·m $M_{pl,Rd,z} : 2.40$ kN·m
<b>Resistencia a pandeo:</b> (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)	
<b>A</b> : Área de la sección bruta.	<b>A</b> : 10.30 cm <sup>2</sup>
$W_{pl,y}, W_{pl,z}$ : Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	$W_{pl,y} : 39.41$ cm <sup>3</sup> $W_{pl,z} : 9.15$ cm <sup>3</sup>
$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.	$f_{yd} : 261.9$ MPa

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	$f_y : 275.0$ MPa
$\gamma_{M1}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.	$\gamma_{M1} : 1.05$
$k_y, k_z$ : Coeficientes de interacción.	$k_y : 1.16$ $k_z : 1.00$
$C_{m,y}, C_{m,z}$ : Factores de momento flector uniforme equivalente.	$C_{m,y} : 1.00$ $C_{m,z} : 1.00$
$c_y, c_z$ : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	$c_y : 0.41$ $c_z : 1.00$
$\lambda_y, \lambda_z$ : Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.	$\lambda_y : 1.41$ $\lambda_z : 0.00$
$a_y, a_z$ : Factores dependientes de la clase de la sección.	$a_y : 0.60$ $a_z : 0.60$

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

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

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.313 m del nudo N150, para la combinación de acciones 1.35-G.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2} \quad 0.024 \leq 3.160$$

Donde:

$V_{Ed,z}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.	$V_{Ed,z} : 0.23$ kN
$V_{c,Rd,z}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.	$V_{c,Rd,z} : 62.00$ kN

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

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

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

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

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

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

**PILARES**

Perfil: HE 240 B		Material: Acero (S275)					
	Nudos		Características mecánicas				
	Inicial	Final	Longitud (m)	Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )
	N125	N160	3.000	106.00	11260.00	3923.00	102.70
	Notas: <sup>(1)</sup> Inercia respecto al eje indicado <sup>(2)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme						
			Pandeo		Pandeo lateral		
			Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
	b	2.10	2.10	0.00	0.00		
	L <sub>K</sub>	6.300	6.300	0.000	0.000		
	C <sub>m</sub>	1.000	1.000	1.000	1.000		
	C <sub>1</sub>	-		1.000			
Notación: b: Coeficiente de pandeo L <sub>K</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico							

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	λ	I <sub>w</sub>	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>	
N125/N160	λ < 2.0	I <sub>w</sub> ≤ I <sub>w,máx</sub>	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m h = 35.5	x: 0 m h = 4.8	x: 0 m h = 14.6	h = 2.2	h = 0.5	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 53.9	h < 0.1	h < 0.1	h = 1.0	h = 0.1	<b>CUMPLE</b> h = 53.9
Notación: λ: Limitación de esbeltez I <sub>w</sub> : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida N <sub>t</sub> : Resistencia a tracción N <sub>c</sub> : Resistencia a compresión M <sub>y</sub> : Resistencia a flexión eje Y M <sub>z</sub> : Resistencia a flexión eje Z V <sub>z</sub> : Resistencia a corte Z V <sub>y</sub> : Resistencia a corte Y M <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> : Resistencia a flexión y axil combinados NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M <sub>t</sub> : Resistencia a torsión M <sub>t</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M <sub>t</sub> V <sub>y</sub> : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra h: 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.																

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

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

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}$  : 1.17



Donde:

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

**A:** Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A :** 106.00 cm<sup>2</sup>

**f<sub>y</sub>:** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f<sub>y</sub> :** 265.0 MPa

**N<sub>cr</sub>:** Axil crítico de pandeo elástico. **N<sub>cr</sub> :** 2048.60 kN

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

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **N<sub>cr,y</sub> :** 5879.99 kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **N<sub>cr,z</sub> :** 2048.60 kN

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

Donde:

**I<sub>y</sub>:** Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I<sub>y</sub> :** 11260.00 cm<sup>4</sup>

**I<sub>z</sub>:** Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I<sub>z</sub> :** 3923.00 cm<sup>4</sup>

**I<sub>t</sub>:** Momento de inercia a torsión uniforme. **I<sub>t</sub> :** 102.70 cm<sup>4</sup>

**I<sub>w</sub>:** Constante de alabeo de la sección. **I<sub>w</sub> :** 486900.00 cm<sup>6</sup>

**E:** Módulo de elasticidad. **E :** 210000 MPa

**G:** Módulo de elasticidad transversal. **G :** 81000 MPa

**L<sub>ky</sub>:** Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L<sub>ky</sub> :** 6.300 m

**L<sub>kz</sub>:** Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L<sub>kz</sub> :** 6.300 m

**L<sub>kt</sub>:** Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L<sub>kt</sub> :** 0.000 m

**i<sub>0</sub>:** Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i<sub>0</sub> :** 11.97 cm

Siendo:

**i<sub>y</sub> , i<sub>z</sub>:** Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. **i<sub>y</sub> :** 10.31 cm  
**i<sub>z</sub> :** 6.08 cm

**y<sub>0</sub> , z<sub>0</sub>:** Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. **y<sub>0</sub> :** 0.00 mm

**z<sub>0</sub> :** 0.00 mm

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

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

20.60 ≤ 168.93 ✓

Donde:

$h_w$ : Altura del alma.	$h_w$ : 206.00 mm
$t_w$ : Espesor del alma.	$t_w$ : 10.00 mm
$A_w$ : Área del alma.	$A_w$ : 20.60 cm <sup>2</sup>
$A_{fc,ef}$ : Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$ : 40.80 cm <sup>2</sup>
$k$ : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	$k$ : 0.30
$E$ : Módulo de elasticidad.	$E$ : 210000 MPa
$f_{yf}$ : Límite elástico del acero del ala comprimida.	$f_{yf}$ : 265.0 MPa
Siendo:	

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$\eta$  : 0.159 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$\eta$  : 0.355 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N125, para la combinación de acciones 1.35-G+1.5-Q+0.9-V(270°)H1.

$N_{c,Ed}$ : Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.  $N_{c,Ed}$  : 425.61 kN

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

$N_{c,Rd}$  : 2675.24 kN

Donde:

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

**A**: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 106.00 cm<sup>2</sup>

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.  $f_{yd}$  : 252.4 MPa

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)  $f_y$  : 265.0 MPa

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.  $\gamma_{M0}$  : 1.05

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

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

$N_{b,Rd}$  : 1198.12 kN



Donde:

**A:** Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A :** 106.00 cm<sup>2</sup>  
**f<sub>yd</sub>:** Resistencia de cálculo del acero. **f<sub>yd</sub> :** 252.4 MPa

Siendo:

**f<sub>y</sub>:** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f<sub>y</sub> :** 265.0 MPa

**g<sub>M1</sub>:** Coeficiente parcial de seguridad del material. **g<sub>M1</sub> :** 1.05

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

**c<sub>y</sub> :** 0.79

**c<sub>z</sub> :** 0.45

Siendo:

**f<sub>y</sub> :** 0.82

**f<sub>z</sub> :** 1.42

**a:** Coeficiente de imperfección elástica.

**a<sub>y</sub> :** 0.34

**a<sub>z</sub> :** 0.49

**λ:** Esbeltez reducida.

**λ<sub>y</sub> :** 0.69

**λ<sub>z</sub> :** 1.17

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

**N<sub>cr</sub> :** 2048.60 kN

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

**N<sub>cr,y</sub> :** 5879.99 kN

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

**N<sub>cr,z</sub> :** 2048.60 kN


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

**N<sub>cr,T</sub> :** ∞

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

**h :** 0.048 

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N125, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(0°)H3+0.75·N(R)2.

**M<sub>Ed</sub><sup>+</sup>:** Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

**M<sub>Ed</sub><sup>+</sup> :** 12.75 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N125, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(180°)H4+0.75·N(R)1.

**M<sub>Ed</sub><sup>-</sup>:** Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

**M<sub>Ed</sub><sup>-</sup> :** 12.75 kN·m

El momento flector resistente de cálculo **M<sub>c,Rd</sub>** viene dado por:

**M<sub>c,Rd</sub> :** 265.76 kN·m

Donde:

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

**Clase :** 1

**W<sub>pl,y</sub>:** Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

**W<sub>pl,y</sub> :** 1053.00 cm<sup>3</sup>

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

$f_{yd}$  : 252.4 MPa

Siendo:

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

$f_y$  : 265.0 MPa

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

$\gamma_{M0}$  : 1.05

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : 0.146 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N125, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(90°)H1.

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

$M_{Ed}^+$  : 17.50 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N125, para la combinación de acciones 1.35·G+1.05·Q+1.5·V(270°)H2+0.75·N(EI).

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

$M_{Ed}^-$  : 18.31 kN·m

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

$M_{c,Rd}$  : 125.79 kN·m

Donde:

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

**Clase** : 1

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

$W_{pl,z}$  : 498.40 cm<sup>3</sup>

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

$f_{yd}$  : 252.4 MPa

Siendo:

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

$f_y$  : 265.0 MPa

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

$\gamma_{M0}$  : 1.05

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : 0.022 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(0°)H3+0.75·N(R)2.

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

$V_{Ed}$  : 7.54 kN

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

$V_{c,Rd}$  : 349.71 kN

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.  $A_v : 24.00 \text{ cm}^2$

Siendo:

$h$ : Canto de la sección.  $h : 240.00 \text{ mm}$

$t_w$ : Espesor del alma.  $t_w : 10.00 \text{ mm}$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.  $f_{yd} : 252.4 \text{ MPa}$

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)  $f_y : 265.0 \text{ MPa}$

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.  $\gamma_{M0} : 1.05$

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

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

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon \quad 20.60 < 65.92$$

Donde:

$I_w$ : Esbeltez del alma.  $I_w : 20.60$

$I_{m\acute{a}x}$ : Esbeltez máxima.  $I_{m\acute{a}x} : 65.92$

$e$ : Factor de reducción.  $e : 0.94$

Siendo:

$f_{ref}$ : Límite elástico de referencia.  $f_{ref} : 235.0 \text{ MPa}$

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)  $f_y : 265.0 \text{ MPa}$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1 \quad h : 0.005 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·G+1.05·Q+1.5·V(270°)H2+0.75·N(EI).

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.  $V_{Ed} : 6.11 \text{ kN}$

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

$V_{c,Rd} : 1244.38 \text{ kN}$

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.  $A_v : 85.40 \text{ cm}^2$

Siendo:

<b>A:</b> Área de la sección bruta.	<b>A :</b> <u>106.00</u> cm <sup>2</sup>
<b>d:</b> Altura del alma.	<b>d :</b> <u>206.00</u> mm
<b>t<sub>w</sub>:</b> Espesor del alma.	<b>t<sub>w</sub> :</b> <u>10.00</u> mm
<b>f<sub>yd</sub>:</b> Resistencia de cálculo del acero.	<b>f<sub>yd</sub> :</b> <u>252.4</u> MPa

Siendo:

<b>f<sub>y</sub>:</b> Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	<b>f<sub>y</sub> :</b> <u>265.0</u> MPa
<b>g<sub>M0</sub>:</b> Coeficiente parcial de seguridad del material.	<b>g<sub>M0</sub> :</b> <u>1.05</u>

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

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V<sub>Ed</sub>** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **V<sub>c,Rd</sub>**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad \mathbf{0.769 \leq 17.824}$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(0°)H3+0.75·N(R)2.

<b>V<sub>Ed</sub>:</b> Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.	<b>V<sub>Ed</sub> :</b> <u>7.54</u> kN
<b>V<sub>c,Rd</sub>:</b> Esfuerzo cortante resistente de cálculo.	<b>V<sub>c,Rd</sub> :</b> <u>349.71</u> kN

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

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V<sub>Ed</sub>** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **V<sub>c,Rd</sub>**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad \mathbf{0.622 \leq 63.424}$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G+1.05·Q+1.5·V(270°)H2+0.75·N(EI).

<b>V<sub>Ed</sub>:</b> Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.	<b>V<sub>Ed</sub> :</b> <u>6.11</u> kN
<b>V<sub>c,Rd</sub>:</b> Esfuerzo cortante resistente de cálculo.	<b>V<sub>c,Rd</sub> :</b> <u>1244.38</u> kN

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1 \quad \mathbf{h : 0.292 \quad \checkmark}$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \mathbf{h : 0.313 \quad \checkmark}$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \mathbf{h : 0.539 \quad \checkmark}$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N125, para la combinación de acciones 1.35·G+1.05·Q+1.5·V(270°)H2+0.75·N(EI).

Donde:

$N_{c,Ed}$ : Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	$N_{c,Ed}$ : $\frac{391.32}{1}$ kN
$M_{y,Ed}$ , $M_{z,Ed}$ : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{y,Ed}^+$ : $\frac{0.00}{1}$ kN·m $M_{z,Ed}^-$ : $\frac{18.31}{1}$ kN·m
<b>Clase</b> : Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.	<b>Clase</b> : $\frac{1}{1}$
$N_{pl,Rd}$ : Resistencia a compresión de la sección bruta.	$N_{pl,Rd}$ : $\frac{2675.24}{1}$ kN
$M_{pl,Rd,y}$ , $M_{pl,Rd,z}$ : Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{pl,Rd,y}$ : $\frac{265.76}{1}$ kN·m $M_{pl,Rd,z}$ : $\frac{125.79}{1}$ kN·m

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

A: Área de la sección bruta.	A: $\frac{106.00}{1}$ cm <sup>2</sup>
$W_{pl,y}$ , $W_{pl,z}$ : Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	$W_{pl,y}$ : $\frac{1053.00}{1}$ cm <sup>3</sup> $W_{pl,z}$ : $\frac{498.40}{1}$ cm <sup>3</sup>
$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.	$f_{yd}$ : $\frac{252.4}{1}$ MPa

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	$f_y$ : $\frac{265.0}{1}$ MPa
$\gamma_{M1}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.	$\gamma_{M1}$ : $\frac{1.05}{1}$
$k_y$ , $k_z$ : Coeficientes de interacción.	$k_y$ : $\frac{1.09}{1}$ $k_z$ : $\frac{1.46}{1}$
$C_{m,y}$ , $C_{m,z}$ : Factores de momento flector uniforme equivalente.	$C_{m,y}$ : $\frac{1.00}{1}$ $C_{m,z}$ : $\frac{1.00}{1}$
$c_y$ , $c_z$ : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	$c_y$ : $\frac{0.79}{1}$ $c_z$ : $\frac{0.45}{1}$
$\lambda_y$ , $\lambda_z$ : Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.	$\lambda_y$ : $\frac{0.69}{1}$ $\lambda_z$ : $\frac{1.17}{1}$
$a_y$ , $a_z$ : Factores dependientes de la clase de la sección.	$a_y$ : $\frac{0.60}{1}$ $a_z$ : $\frac{0.60}{1}$

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

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

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(0°)H3+0.75·N(R)2.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2} \quad \mathbf{0.769 \leq 17.824}$$

Donde:

$V_{Ed,z}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.	$V_{Ed,z}$ : $\frac{7.54}{1}$ kN
$V_{c,Rd,z}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.	$V_{c,Rd,z}$ : $\frac{349.71}{1}$ kN

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

$h < 0.001$  ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(0°)H3.

$M_{T,Ed}$ : Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$M_{T,Ed} : 0.00$  kN·m

El momento torsor resistente de cálculo  $M_{T,Rd}$  viene dado por:

$M_{T,Rd} : 8.80$  kN·m

Donde:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.

$W_T : 60.41$  cm<sup>3</sup>

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

$f_{yd} : 252.4$  MPa

Siendo:

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

$f_y : 265.0$  MPa

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

$\gamma_{M0} : 1.05$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

$h : 0.010$  ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q+0.9·V(180°)H4+0.75·N(R)2.

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

$V_{Ed} : 3.32$  kN

$M_{T,Ed}$ : Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$M_{T,Ed} : 0.00$  kN·m

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

$V_{pl,T,Rd} : 349.67$  kN

Donde:

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

$V_{pl,Rd} : 349.71$  kN

$t_{T,Ed}$ : Tensiones tangenciales por torsión.

$t_{T,Ed} : 0.0$  MPa

Siendo:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.

$W_T : 60.41$  cm<sup>3</sup>

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

$f_{yd} : 252.4$  MPa

Siendo:

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

$f_y : 265.0$  MPa

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

$\gamma_{M0} : 1.05$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

h : 0.001



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones  $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot Q + 0.9 \cdot V(180^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(R)2$ .

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

$V_{Ed}$  : 0.75 kN

$M_{T,Ed}$ : Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$M_{T,Ed}$  : 0.00 kN·m

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

$V_{pl,T,Rd}$  : 1244.26 kN

Donde:

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

$V_{pl,Rd}$  : 1244.38 kN

$t_{T,Ed}$ : Tensiones tangenciales por torsión.

$t_{T,Ed}$  : 0.0 MPa

Siendo:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.

$W_T$  : 60.41 cm<sup>3</sup>

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

$f_{yd}$  : 252.4 MPa

Siendo:

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

$f_y$  : 265.0 MPa

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

$g_{M0}$  : 1.05

3.3.8.5.4 Elementos para arriostrar

CRUZ DE SAN ANDRÉS SUPERIOR DE LA CUBIERTA

Perfil: Ø12 Material: Acero (S275)							
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )
	N110	N178	8.023	1.13	0.10	0.10	0.20
	Notas: <sup>(1)</sup> Inercia respecto al eje indicado <sup>(2)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme						
			Pandeo		Pandeo lateral		
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
L <sub>K</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
C <sub>m</sub>	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000		
C <sub>1</sub>	-		1.000				
Notación: b: Coeficiente de pandeo L <sub>K</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico							

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado	
	λ	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>z</sub>		M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>
N110/N178	λ ≤ 4.0	h = 90.9	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(7)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	<b>CUMPLE</b> h = 90.9
Notación: λ: Limitación de esbeltez N <sub>t</sub> : Resistencia a tracción N <sub>c</sub> : Resistencia a compresión M <sub>y</sub> : Resistencia a flexión eje Y M <sub>z</sub> : Resistencia a flexión eje Z V <sub>z</sub> : Resistencia a corte Z V <sub>y</sub> : Resistencia a corte Y M <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> : Resistencia a flexión y axil combinados NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M <sub>t</sub> : Resistencia a torsión M <sub>t</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M <sub>t</sub> V <sub>y</sub> : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra h: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede															
Comprobaciones que no proceden (N.P.): <sup>(1)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión. <sup>(2)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. <sup>(3)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. <sup>(4)</sup> No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. <sup>(5)</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>(6)</sup> No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. <sup>(7)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. <sup>(8)</sup> No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.															



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

La esbeltez reducida  $\bar{\lambda}$  de las barras de arriostramiento traccionadas no debe superar el valor 4.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda} < 0.01$  ✓

Donde:

**A:** Área bruta de la sección transversal de la barra.

**A :** 1.13 cm<sup>2</sup>

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

**f<sub>y</sub> :** 275.0 MPa

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

**N<sub>cr</sub> :** ∞

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

**h :** 0.909 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(90°)H2.

**N<sub>t,Ed</sub>:** Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

**N<sub>t,Ed</sub> :** 26.93 kN

La resistencia de cálculo a tracción **N<sub>t,Rd</sub>** viene dada por:

**N<sub>t,Rd</sub> :** 29.62 kN

Donde:

**A:** Área bruta de la sección transversal de la barra.

**A :** 1.13 cm<sup>2</sup>

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

**f<sub>yd</sub> :** 261.9 MPa

Siendo:

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

**f<sub>y</sub> :** 275.0 MPa

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

**g<sub>M0</sub> :** 1.05

**CRUZ DE SAN ANDRÉS INFERIOR DE LA CUBIERTA**

Barra N2/N179

Perfil: Ø18																														
Material: Acero (S275)																														
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Nudos</th> <th rowspan="2">Longitud (m)</th> <th colspan="4">Características mecánicas</th> </tr> <tr> <th>Inicial</th> <th>Final</th> <th>Área (cm<sup>2</sup>)</th> <th>I<sub>y</sub><sup>(1)</sup> (cm<sup>4</sup>)</th> <th>I<sub>z</sub><sup>(1)</sup> (cm<sup>4</sup>)</th> <th>I<sub>t</sub><sup>(2)</sup> (cm<sup>4</sup>)</th> </tr> </thead> <tr> <td>N2</td> <td>N179</td> <td>8.023</td> <td>2.54</td> <td>0.52</td> <td>0.52</td> <td>1.03</td> </tr> </table>	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas				Inicial	Final	Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	N2	N179	8.023	2.54	0.52	0.52	1.03									
	Nudos		Longitud (m)		Características mecánicas																									
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )																							
	N2	N179	8.023	2.54	0.52	0.52	1.03																							
	<p>Notas:</p> <p><sup>(1)</sup> Inercia respecto al eje indicado</p> <p><sup>(2)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme</p>																													
	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">Pandeo</th> <th colspan="2">Pandeo lateral</th> </tr> <tr> <th>Plano XY</th> <th>Plano XZ</th> <th>Ala sup.</th> <th>Ala inf.</th> </tr> </thead> <tr> <td>b</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>L<sub>K</sub></td> <td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>0.000</td> </tr> <tr> <td>C<sub>m</sub></td> <td>1.000</td> <td>1.000</td> <td>1.000</td> <td>1.000</td> </tr> <tr> <td>C<sub>1</sub></td> <td colspan="2">-</td> <td colspan="2">1.000</td> </tr> </table>		Pandeo		Pandeo lateral		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	b	0.00	0.00	0.00	0.00	L <sub>K</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	C <sub>m</sub>	1.000	1.000	1.000	1.000	C <sub>1</sub>	-		1.000	
			Pandeo		Pandeo lateral																									
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.																									
	b	0.00	0.00	0.00	0.00																									
	L <sub>K</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000																									
C <sub>m</sub>	1.000	1.000	1.000	1.000																										
C <sub>1</sub>	-		1.000																											
<p>Notación:</p> <p>b: Coeficiente de pandeo</p> <p>L<sub>K</sub>: Longitud de pandeo (m)</p> <p>C<sub>m</sub>: Coeficiente de momentos</p> <p>C<sub>1</sub>: Factor de modificación para el momento crítico</p>																														

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado	
	λ	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>z</sub>		M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>
N2/N179	λ ≤ 4.0	h = 90.7	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(7)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	<b>CUMPLE</b> h = 90.7
<p>Notación:</p> <p>λ: Limitación de esbeltez</p> <p>N<sub>t</sub>: Resistencia a tracción</p> <p>N<sub>c</sub>: Resistencia a compresión</p> <p>M<sub>y</sub>: Resistencia a flexión eje Y</p> <p>M<sub>z</sub>: Resistencia a flexión eje Z</p> <p>V<sub>z</sub>: Resistencia a corte Z</p> <p>V<sub>y</sub>: Resistencia a corte Y</p> <p>M<sub>y</sub>V<sub>z</sub>: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados</p> <p>M<sub>z</sub>V<sub>y</sub>: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados</p> <p>NM<sub>y</sub>M<sub>z</sub>: Resistencia a flexión y axil combinados</p> <p>NM<sub>y</sub>M<sub>z</sub>V<sub>y</sub>V<sub>z</sub>: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados</p> <p>M<sub>t</sub>: Resistencia a torsión</p> <p>M<sub>t</sub>V<sub>z</sub>: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados</p> <p>M<sub>t</sub>V<sub>y</sub>: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados</p> <p>x: Distancia al origen de la barra</p> <p>h: Coeficiente de aprovechamiento (%)</p> <p>N.P.: No procede</p> <p>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</p> <p><sup>(1)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.</p> <p><sup>(2)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.</p> <p><sup>(3)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.</p> <p><sup>(4)</sup> No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p><sup>(5)</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.</p> <p><sup>(6)</sup> No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p><sup>(7)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.</p> <p><sup>(8)</sup> No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p>															

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

La esbeltez reducida  $\bar{\lambda}$  de las barras de arriostramiento traccionadas no debe superar el valor 4.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda} < 0.01$  ✓

Donde:

**A:** Área bruta de la sección transversal de la barra.

**A :** 2.54 cm<sup>2</sup>

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

**f<sub>y</sub> :** 265.0 MPa

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

**N<sub>cr</sub> :** ∞

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

**h :** 0.907 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(90°)H2.

**N<sub>t,Ed</sub>:** Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

**N<sub>t,Ed</sub> :** 58.27 kN

La resistencia de cálculo a tracción **N<sub>t,Rd</sub>** viene dada por:

**N<sub>t,Rd</sub> :** 64.22 kN

Donde:

**A:** Área bruta de la sección transversal de la barra.

**A :** 2.54 cm<sup>2</sup>

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

**f<sub>yd</sub> :** 252.4 MPa

Siendo:

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

**f<sub>y</sub> :** 265.0 MPa

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

**g<sub>M0</sub> :** 1.05

**CRUZ DE SAN ANDRÉS LATERAL**

<b>Perfil: Ø14</b> <b>Material: Acero (S275)</b>							
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )
	N1	N7	7.810	1.54	0.19	0.19	0.38
	<b>Notas:</b> <sup>(1)</sup> Inercia respecto al eje indicado <sup>(2)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme						
				Pandeo		Pandeo lateral	
				Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
	b			0.00	0.00	0.00	0.00
	L <sub>K</sub>			0.000	0.000	0.000	0.000
	C <sub>m</sub>			1.000	1.000	1.000	1.000
	C <sub>1</sub>			-		1.000	
<b>Notación:</b> <i>b</i> : Coeficiente de pandeo <i>L<sub>K</sub></i> : Longitud de pandeo (m) <i>C<sub>m</sub></i> : Coeficiente de momentos <i>C<sub>1</sub></i> : Factor de modificación para el momento crítico							

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado	
	λ	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>z</sub>		M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>
N1/N7	λ ≤ 4.0	h = 61.1	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(7)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	<b>CUMPLE</b> h = 61.1
<b>Notación:</b> λ: Limitación de esbeltez N <sub>t</sub> : Resistencia a tracción N <sub>c</sub> : Resistencia a compresión M <sub>y</sub> : Resistencia a flexión eje Y M <sub>z</sub> : Resistencia a flexión eje Z V <sub>z</sub> : Resistencia a corte Z V <sub>y</sub> : Resistencia a corte Y M <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> : Resistencia a flexión y axil combinados NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M <sub>t</sub> : Resistencia a torsión M <sub>t</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M <sub>t</sub> V <sub>y</sub> : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra h: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede															
<b>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</b> <sup>(1)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión. <sup>(2)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. <sup>(3)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. <sup>(4)</sup> No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. <sup>(5)</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>(6)</sup> No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. <sup>(7)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. <sup>(8)</sup> No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.															

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

La esbeltez reducida  $\bar{\lambda}$  de las barras de arriostramiento traccionadas no debe superar el valor 4.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda} < 0.01$  ✓

Donde:

**A:** Área bruta de la sección transversal de la barra.

**A :** 1.54 cm<sup>2</sup>

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

**f<sub>y</sub> :** 275.0 MPa

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

**N<sub>cr</sub> :** ∞

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

**h :** 0.611 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(90°)H2.

**N<sub>t,Ed</sub>:** Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

**N<sub>t,Ed</sub> :** 24.62 kN

La resistencia de cálculo a tracción **N<sub>t,Rd</sub>** viene dada por:

**N<sub>t,Rd</sub> :** 40.32 kN

Donde:

**A:** Área bruta de la sección transversal de la barra.

**A :** 1.54 cm<sup>2</sup>

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

**f<sub>yd</sub> :** 261.9 MPa

Siendo:

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

**f<sub>y</sub> :** 275.0 MPa

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

**g<sub>M0</sub> :** 1.05

**BASTIDOR DE LA CRUZ DE SAN ANDRÉS**

<b>Perfil: IPE 140</b>							
<b>Material: Acero (S275)</b>							
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )
	N2	N7	5.000	16.40	541.20	44.92	2.45
	<b>Notas:</b> <sup>(1)</sup> Inercia respecto al eje indicado <sup>(2)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme						
				Pandeo		Pandeo lateral	
				Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
	b	0.00		1.00	0.00	0.00	
	L <sub>K</sub>	0.000		5.000	0.000	0.000	
	C <sub>m</sub>	1.000		1.000	1.000	1.000	
	C <sub>1</sub>			-	1.000		
<b>Notación:</b> <i>b</i> : Coeficiente de pandeo <i>L<sub>K</sub></i> : Longitud de pandeo (m) <i>C<sub>m</sub></i> : Coeficiente de momentos <i>C<sub>1</sub></i> : Factor de modificación para el momento crítico							

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	λ	I <sub>w</sub>	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>	
N2/N7	λ < 2.0	x: 0.313 m I <sub>w</sub> ≤ I <sub>w,máx</sub>	h = 0.5	h = 15.8	x: 2.5 m h = 2.3	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m h = 0.4	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	x: 0.313 m h < 0.1	N.P. <sup>(3)</sup>	x: 2.5 m h = 18.3	x: 0.313 m h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	<b>CUMPLE h = 18.3</b>
<b>Notación:</b> λ: Limitación de esbeltez I <sub>w</sub> : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida N <sub>t</sub> : Resistencia a tracción N <sub>c</sub> : Resistencia a compresión M <sub>y</sub> : Resistencia a flexión eje Y M <sub>z</sub> : Resistencia a flexión eje Z V <sub>z</sub> : Resistencia a corte Z V <sub>y</sub> : Resistencia a corte Y M <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> : Resistencia a flexión y axil combinados NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M <sub>t</sub> : Resistencia a torsión M <sub>t</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M <sub>t</sub> V <sub>y</sub> : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra h: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede																
<b>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</b> <sup>(1)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. <sup>(2)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. <sup>(3)</sup> No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. <sup>(4)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. <sup>(5)</sup> No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.																

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

La esbeltez reducida λ̄ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

λ̄ : 1.00

Donde:

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

**Clase :** 1

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

**A :** 16.40 cm<sup>2</sup>

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

**f<sub>y</sub> :** 275.0 MPa

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

**N<sub>cr</sub> :** 448.68 kN

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

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

**N<sub>cr,y</sub> :** 448.68 kN

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

**N<sub>cr,z</sub> :** ¥

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

**N<sub>cr,T</sub> :** ¥

Donde:

**I<sub>y</sub>:** Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

**I<sub>y</sub> :** 541.20 cm<sup>4</sup>

**I<sub>z</sub>:** Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

**I<sub>z</sub> :** 44.92 cm<sup>4</sup>

**I<sub>t</sub>:** Momento de inercia a torsión uniforme.

**I<sub>t</sub> :** 2.45 cm<sup>4</sup>

**I<sub>w</sub>:** Constante de alabeo de la sección.

**I<sub>w</sub> :** 1980.00 cm<sup>6</sup>

**E:** Módulo de elasticidad.

**E :** 210000 MPa

**G:** Módulo de elasticidad transversal.

**G :** 81000 MPa

**L<sub>ky</sub>:** Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

**L<sub>ky</sub> :** 5.000 m

**L<sub>kz</sub>:** Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

**L<sub>kz</sub> :** 0.000 m

**L<sub>kt</sub>:** Longitud efectiva de pandeo por torsión.

**L<sub>kt</sub> :** 0.000 m

**i<sub>0</sub>:** Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

**i<sub>0</sub> :** 5.98 cm

Siendo:

**i<sub>y</sub>, i<sub>z</sub>:** Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

**i<sub>y</sub> :** 5.74 cm

**i<sub>z</sub> :** 1.66 cm

**y<sub>0</sub>, z<sub>0</sub>:** Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

**y<sub>0</sub> :** 0.00 mm

**z<sub>0</sub> :** 0.00 mm

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

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

26.85 ≤ 248.60



Donde:

**h<sub>w</sub>:** Altura del alma.

**h<sub>w</sub> :** 126.20 mm

**t<sub>w</sub>:** Espesor del alma.

**t<sub>w</sub> :** 4.70 mm

**A<sub>w</sub>:** Área del alma.

**A<sub>w</sub> :** 5.93 cm<sup>2</sup>

$A_{fc,ef}$ : Área reducida del ala comprimida.  
 $k$ : Coeficiente que depende de la clase de la sección.  
 $E$ : Módulo de elasticidad.  
 $f_{yf}$ : Límite elástico del acero del ala comprimida.  
 Siendo:

$A_{fc,ef}$ : 5.04 cm<sup>2</sup>  
 $k$ : 0.30  
 $E$ : 210000 MPa  
 $f_{yf}$ : 275.0 MPa

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

h : 0.005 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(0°)H2.

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

$N_{t,Ed}$ : 2.03 kN

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

$N_{t,Rd}$ : 429.52 kN

Donde:

$A$ : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$A$ : 16.40 cm<sup>2</sup>

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

$f_{yd}$ : 261.9 MPa

Siendo:

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

$f_y$ : 275.0 MPa

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

$\gamma_{M0}$ : 1.05

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

h : 0.105 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

h : 0.158 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(90°)H2.

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

$N_{c,Ed}$ : 44.98 kN

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

$N_{c,Rd}$ : 429.52 kN

Donde:

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

**Clase**: 1

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

$A$ : 16.40 cm<sup>2</sup>

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

$f_{yd}$ : 261.9 MPa



Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)  $f_y : 275.0$  MPa

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

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

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

$N_{b,Rd} : 285.12$  kN

Donde:

$A$ : Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.  $A : 16.40$  cm<sup>2</sup>

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.  $f_{yd} : 261.9$  MPa

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)  $f_y : 275.0$  MPa

$g_{M1}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.  $g_{M1} : 1.05$

$c$ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$c_y : 0.66$

Siendo:

$f_y : 1.09$

$a$ : Coeficiente de imperfección elástica.  $a_y : 0.21$

$\lambda$ : Esbeltez reducida.  $\lambda_y : 1.00$

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

$N_{cr} : 448.68$  kN

$N_{cr,y}$ : Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$N_{cr,y} : 448.68$  kN

$N_{cr,z}$ : Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$N_{cr,z} : \text{¥}$


$N_{cr,T}$ : Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$N_{cr,T} : \text{¥}$

**Resistencia a flexión eje Y** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$h : 0.023$  

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.500 m del nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·G.

$M_{Ed}^+$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.  $M_{Ed}^+ : 0.53$  kN·m

Para flexión negativa:

$M_{Ed}^-$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.  $M_{Ed}^- : 0.00$  kN·m

El momento flector resistente de cálculo  $M_{c,Rd}$  viene dado por:

$M_{c,Rd} : 23.14$  kN·m

Donde:

**Clase:** Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase :** 1

**W<sub>pl,y</sub>:** Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **W<sub>pl,y</sub> :** 88.34 cm<sup>3</sup>

**f<sub>yd</sub>:** Resistencia de cálculo del acero. **f<sub>yd</sub> :** 261.9 MPa

Siendo:

**f<sub>y</sub>:** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f<sub>y</sub> :** 275.0 MPa

**g<sub>M0</sub>:** Coeficiente parcial de seguridad del material. **g<sub>M0</sub> :** 1.05

**Resistencia a flexión eje Z** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

**Resistencia a corte Z** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

**h :** 0.004 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·G.

**V<sub>Ed</sub>:** Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V<sub>Ed</sub> :** 0.43 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **V<sub>c,Rd</sub>** viene dado por:

**V<sub>c,Rd</sub> :** 99.50 kN

Donde:

**A<sub>v</sub>:** Área transversal a cortante. **A<sub>v</sub> :** 6.58 cm<sup>2</sup>

Siendo:

**h:** Canto de la sección. **h :** 140.00 mm

**t<sub>w</sub>:** Espesor del alma. **t<sub>w</sub> :** 4.70 mm

**f<sub>yd</sub>:** Resistencia de cálculo del acero. **f<sub>yd</sub> :** 261.9 MPa

Siendo:

**f<sub>y</sub>:** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f<sub>y</sub> :** 275.0 MPa

**g<sub>M0</sub>:** Coeficiente parcial de seguridad del material. **g<sub>M0</sub> :** 1.05

**Abolladura por cortante del alma:** (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \epsilon$$

**26.85 < 64.71**

Donde:

$I_w$ : Esbeltez del alma.  $I_w$ : 26.85

$I_{m\acute{a}x}$ : Esbeltez maxima.  $I_{m\acute{a}x}$ : 64.71

e: Factor de reducci3n. e: 0.92

Siendo:

$f_{ref}$ : Límite elástico de referencia.  $f_{ref}$ : 235.0 MPa

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)  $f_y$ : 275.0 MPa

**Resistencia a corte Y** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobaci3n no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

**Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cculo a flexi3n, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cculo pésimo  $V_{Ed}$  no es superior al 50% de la resistencia de cculo a cortante  $V_{c,Rd}$ .

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad \mathbf{0.038 \leq 0.5071}$$

Los esfuerzos solicitantes de cculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.313 m del nudo N2, para la combinaci3n de acciones 1.35·G.

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cculo pésimo.  $V_{Ed}$ : 0.37 kN

$V_{c,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cculo.  $V_{c,Rd}$ : 99.50 kN

**Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacci3n entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinaci3n. Por lo tanto, la comprobaci3n no procede.

**Resistencia a flexi3n y axil combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1 \quad \mathbf{h : 0.127 \quad \checkmark}$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \mathbf{h : 0.183 \quad \checkmark}$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \mathbf{h : 0.120 \quad \checkmark}$$

Los esfuerzos solicitantes de cculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 2.500 m del nudo N2, para la combinaci3n de acciones 1.35·G+1.5·V(90°)H2.

Donde:

$N_{c,Ed}$ : Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	$N_{c,Ed} : 44.77$ kN
$M_{y,Ed}, M_{z,Ed}$ : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{y,Ed}^+ : 0.53$ kN·m $M_{z,Ed}^+ : 0.00$ kN·m
<b>Clase</b> : Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.	<b>Clase</b> : 1
$N_{pl,Rd}$ : Resistencia a compresión de la sección bruta.	$N_{pl,Rd} : 429.52$ kN
$M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z}$ : Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{pl,Rd,y} : 23.14$ kN·m $M_{pl,Rd,z} : 5.04$ kN·m
<b>Resistencia a pandeo:</b> (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)	
<b>A</b> : Área de la sección bruta.	<b>A</b> : 16.40 cm <sup>2</sup>
$W_{pl,y}, W_{pl,z}$ : Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	$W_{pl,y} : 88.34$ cm <sup>3</sup> $W_{pl,z} : 19.25$ cm <sup>3</sup>
$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.	$f_{yd} : 261.9$ MPa

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	$f_y : 275.0$ MPa
$\gamma_{M1}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.	$\gamma_{M1} : 1.05$
$k_y, k_z$ : Coeficientes de interacción.	$k_y : 1.13$ $k_z : 1.00$
$C_{m,y}, C_{m,z}$ : Factores de momento flector uniforme equivalente.	$C_{m,y} : 1.00$ $C_{m,z} : 1.00$
$c_y, c_z$ : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	$c_y : 0.66$ $c_z : 1.00$
$i_y, i_z$ : Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.	$i_y : 1.00$ $i_z : 0.00$
$a_y, a_z$ : Factores dependientes de la clase de la sección.	$a_y : 0.60$ $a_z : 0.60$

**Resistencia a flexión, axil y cortante combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_{Ed}$  es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo  $V_{c,Rd}$ .

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.313 m del nudo N2, para la combinación de acciones 1.35-G.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2} \quad 0.038 \leq 5.071$$

Donde:

$V_{Ed,z}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.	$V_{Ed,z} : 0.37$ kN
$V_{c,Rd,z}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.	$V_{c,Rd,z} : 99.50$ kN

**Resistencia a torsión** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

**Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

**Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

**VIGA DE ATADO DE PÓRTICOS**

Perfil: IPE 80		Material: Acero (S275)					
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )
	N7	N12	5.000	7.64	80.14	8.49	0.70
	<b>Notas:</b> <sup>(1)</sup> Inercia respecto al eje indicado <sup>(2)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme						
			Pandeo		Pandeo lateral		
			Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
	b	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	
	L <sub>K</sub>	0.000	5.000	0.000	0.000	0.000	
	C <sub>m</sub>	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	
	C <sub>1</sub>	-		1.000			
<b>Notación:</b> <i>b</i> : Coeficiente de pandeo <i>L<sub>K</sub></i> : Longitud de pandeo (m) <i>C<sub>m</sub></i> : Coeficiente de momentos <i>C<sub>1</sub></i> : Factor de modificación para el momento crítico							

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	λ	I <sub>w</sub>	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>z</sub>		M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>
N7/N12	λ < 2.0	x: 0.313 m I <sub>w</sub> ≤ I <sub>w,máx</sub>	h = 12.1	h = 47.1	x: 2.5 m h = 4.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m h = 0.4	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	x: 0.313 m h < 0.1	N.P. <sup>(3)</sup>	x: 2.5 m h = 52.5	x: 0.313 m h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	<b>CUMPLE</b> h = 52.5
<b>Notación:</b> <i>λ</i> : Limitación de esbeltez <i>I<sub>w</sub></i> : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida <i>N<sub>t</sub></i> : Resistencia a tracción <i>N<sub>c</sub></i> : Resistencia a compresión <i>M<sub>y</sub></i> : Resistencia a flexión eje Y <i>M<sub>z</sub></i> : Resistencia a flexión eje Z <i>V<sub>z</sub></i> : Resistencia a corte Z <i>V<sub>y</sub></i> : Resistencia a corte Y <i>M<sub>y</sub>V<sub>z</sub></i> : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados <i>M<sub>z</sub>V<sub>y</sub></i> : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados <i>NM<sub>y</sub>M<sub>z</sub></i> : Resistencia a flexión y axil combinados <i>NM<sub>y</sub>M<sub>z</sub>V<sub>y</sub>V<sub>z</sub></i> : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados <i>M<sub>t</sub></i> : Resistencia a torsión <i>M<sub>t</sub>V<sub>z</sub></i> : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados <i>M<sub>t</sub>V<sub>y</sub></i> : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados <i>x</i> : Distancia al origen de la barra <i>h</i> : Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede																
<b>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</b> <sup>(1)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. <sup>(2)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. <sup>(3)</sup> No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. <sup>(4)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. <sup>(5)</sup> No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.																

**Limitación de esbeltez** (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida  $\bar{\lambda}$  de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}$  : 1.78



Donde:

**Clase:** Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

**Clase :** 1

**A:** Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

**A :** 7.64 cm<sup>2</sup>

**f<sub>y</sub>:** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

**f<sub>y</sub> :** 275.0 MPa

**N<sub>cr</sub>:** Axil crítico de pandeo elástico.

**N<sub>cr</sub> :** 66.44 kN

El axil crítico de pandeo elástico **N<sub>cr</sub>** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

**N<sub>cr,y</sub> :** 66.44 kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

**N<sub>cr,z</sub> :** ¥

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

**N<sub>cr,T</sub> :** ¥

Donde:

**I<sub>y</sub>:** Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

**I<sub>y</sub> :** 80.14 cm<sup>4</sup>

**I<sub>z</sub>:** Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

**I<sub>z</sub> :** 8.49 cm<sup>4</sup>

**I<sub>t</sub>:** Momento de inercia a torsión uniforme.

**I<sub>t</sub> :** 0.70 cm<sup>4</sup>

**I<sub>w</sub>:** Constante de alabeo de la sección.

**I<sub>w</sub> :** 120.00 cm<sup>6</sup>

**E:** Módulo de elasticidad.

**E :** 210000 MPa

**G:** Módulo de elasticidad transversal.

**G :** 81000 MPa

**L<sub>ky</sub>:** Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

**L<sub>ky</sub> :** 5.000 m

**L<sub>kz</sub>:** Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

**L<sub>kz</sub> :** 0.000 m

**L<sub>kt</sub>:** Longitud efectiva de pandeo por torsión.

**L<sub>kt</sub> :** 0.000 m

**i<sub>0</sub>:** Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

**i<sub>0</sub> :** 3.41 cm

Siendo:

**i<sub>y</sub> , i<sub>z</sub>:** Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

**i<sub>y</sub> :** 3.24 cm

**i<sub>z</sub> :** 1.05 cm

**y<sub>0</sub> , z<sub>0</sub>:** Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

**y<sub>0</sub> :** 0.00 mm

**z<sub>0</sub> :** 0.00 mm

**Abolladura del alma inducida por el ala comprimida** (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

18.32 ≤ 240.89



Donde:

$h_w$ : Altura del alma.

$h_w$ : 69.60 mm

$t_w$ : Espesor del alma.

$t_w$ : 3.80 mm

$A_w$ : Área del alma.

$A_w$ : 2.64 cm<sup>2</sup>

$A_{fc,ef}$ : Área reducida del ala comprimida.

$A_{fc,ef}$ : 2.39 cm<sup>2</sup>

$k$ : Coeficiente que depende de la clase de la sección.

$k$ : 0.30

$E$ : Módulo de elasticidad.

$E$ : 210000 MPa

$f_{yf}$ : Límite elástico del acero del ala comprimida.

$f_{yf}$ : 275.0 MPa

Siendo:

**Resistencia a tracción** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$\eta$ : 0.121



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·G+1.05·Q+1.5·V(0°)H3+0.75·N(R)1.

$N_{t,Ed}$ : Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$N_{t,Ed}$ : 24.23 kN

La resistencia de cálculo a tracción  $N_{t,Rd}$  viene dada por:

$N_{t,Rd}$ : 200.10 kN

Donde:

$A$ : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$A$ : 7.64 cm<sup>2</sup>

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{yd}$ : 261.9 MPa

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$f_y$ : 275.0 MPa

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M0}$ : 1.05

**Resistencia a compresión** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$\eta$ : 0.130



$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$\eta$ : 0.471



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(90°)H2.

$N_{c,Ed}$ : Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{26.01} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión  $N_{c,Rd}$  viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{200.10} \text{ kN}$$

Donde:

**Clase:** Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

**A:** Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{7.64} \text{ cm}^2$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.9} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$$

$g_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M0} : \underline{1.05}$$

**Resistencia a pandeo:** (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo  $N_{b,Rd}$  en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} : \underline{55.27} \text{ kN}$$

Donde:

**A:** Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{7.64} \text{ cm}^2$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.9} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$$

$g_{M1}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M1} : \underline{1.05}$$

**c:** Coeficiente de reducción por pandeo.

$$c_y : \underline{0.28}$$

Siendo:

$$f_y : \underline{2.25}$$

**a:** Coeficiente de imperfección elástica.

$$a_y : \underline{0.21}$$

$\lambda$ : Esbeltez reducida.

$$\lambda_y : \underline{1.78}$$

$N_{cr}$ : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{66.44} \text{ kN}$$

$N_{cr,y}$ : Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{66.44} \text{ kN}$$

$N_{cr,z}$ : Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{\text{¥}}$$

$N_{cr,T}$ : Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\text{¥}}$$



**Resistencia a flexión eje Y** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

h : 0.041 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.500 m del nudo N7, para la combinación de acciones 1.35·G.

$M_{Ed}^+$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$M_{Ed}^+$  : 0.25 kN·m

Para flexión negativa:

$M_{Ed}^-$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$M_{Ed}^-$  : 0.00 kN·m

El momento flector resistente de cálculo  $M_{c,Rd}$  viene dado por:

$M_{c,Rd}$  : 6.08 kN·m

Donde:

**Clase**: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

**Clase** : 1

$W_{pl,y}$ : Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,y}$  : 23.22 cm<sup>3</sup>

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{yd}$  : 261.9 MPa

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$f_y$  : 275.0 MPa

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M0}$  : 1.05

**Resistencia a flexión eje Z** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

**Resistencia a corte Z** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

h : 0.004 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones 1.35·G.

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{Ed}$  : 0.20 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo  $V_{c,Rd}$  viene dado por:

$V_{c,Rd}$  : 45.97 kN

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$A_v$  : 3.04 cm<sup>2</sup>

Siendo:

h: Canto de la sección.	h : <u>80.00</u> mm
t <sub>w</sub> : Espesor del alma.	t <sub>w</sub> : <u>3.80</u> mm
f <sub>yd</sub> : Resistencia de cálculo del acero.	f <sub>yd</sub> : <u>261.9</u> MPa

Siendo:

f <sub>y</sub> : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f <sub>y</sub> : <u>275.0</u> MPa
g <sub>MO</sub> : Coeficiente parcial de seguridad del material.	g <sub>MO</sub> : <u>1.05</u>

**Abolladura por cortante del alma:** (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon \quad 18.32 < 64.71$$

Donde:

l <sub>w</sub> : Esbeltez del alma.	l <sub>w</sub> : <u>18.32</u>
l <sub>máx</sub> : Esbeltez máxima.	l <sub>máx</sub> : <u>64.71</u>
e: Factor de reducción.	e : <u>0.92</u>

Siendo:

f <sub>ref</sub> : Límite elástico de referencia.	f <sub>ref</sub> : <u>235.0</u> MPa
f <sub>y</sub> : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f <sub>y</sub> : <u>275.0</u> MPa

**Resistencia a corte Y** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

**Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V<sub>Ed</sub> no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante V<sub>c,Rd</sub>.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad 0.018 \leq 2.343$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.313 m del nudo N7, para la combinación de acciones 1.35-G.

V <sub>Ed</sub> : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.	V <sub>Ed</sub> : <u>0.17</u> kN
V <sub>c,Rd</sub> : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.	V <sub>c,Rd</sub> : <u>45.97</u> kN

**Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

**Resistencia a flexión y axil combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

h : **0.170** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

h : **0.525** ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

h : **0.163** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 2.500 m del nudo N7, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·V(90°)H2.

Donde:

**N<sub>c,Ed</sub>**: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

**N<sub>c,Ed</sub>** : 25.90 kN

**M<sub>y,Ed</sub>, M<sub>z,Ed</sub>**: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

**M<sub>y,Ed</sub><sup>+</sup>** : 0.25 kN·m

**M<sub>z,Ed</sub><sup>+</sup>** : 0.00 kN·m

**Clase**: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

**Clase** : 1

**N<sub>pl,Rd</sub>**: Resistencia a compresión de la sección bruta.

**N<sub>pl,Rd</sub>** : 200.10 kN

**M<sub>pl,Rd,y</sub>, M<sub>pl,Rd,z</sub>**: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

**M<sub>pl,Rd,y</sub>** : 6.08 kN·m

**M<sub>pl,Rd,z</sub>** : 1.52 kN·m

**Resistencia a pandeo:** (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

**A**: Área de la sección bruta.

**A** : 7.64 cm<sup>2</sup>

**W<sub>pl,y</sub>, W<sub>pl,z</sub>**: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

**W<sub>pl,y</sub>** : 23.22 cm<sup>3</sup>

**W<sub>pl,z</sub>** : 5.82 cm<sup>3</sup>

**f<sub>yd</sub>**: Resistencia de cálculo del acero.

**f<sub>yd</sub>** : 261.9 MPa

Siendo:

**f<sub>y</sub>**: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

**f<sub>y</sub>** : 275.0 MPa

**g<sub>M1</sub>**: Coeficiente parcial de seguridad del material.

**g<sub>M1</sub>** : 1.05

**k<sub>y</sub>, k<sub>z</sub>**: Coeficientes de interacción.

**k<sub>y</sub>** : 1.37

**k<sub>z</sub>** : 1.00

**C<sub>m,y</sub>, C<sub>m,z</sub>**: Factores de momento flector uniforme equivalente.

**C<sub>m,y</sub>** : 1.00

**C<sub>m,z</sub>** : 1.00

**c<sub>y</sub>, c<sub>z</sub>**: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

**c<sub>y</sub>** : 0.28

**c<sub>z</sub>** : 1.00

**λ<sub>y</sub>, λ<sub>z</sub>**: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

**λ<sub>y</sub>** : 1.78

**λ<sub>z</sub>** : 0.00

**a<sub>y</sub>, a<sub>z</sub>**: Factores dependientes de la clase de la sección.

**a<sub>y</sub>** : 0.60

**a<sub>z</sub>** : 0.60

**Resistencia a flexión, axil y cortante combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_{Ed}$  es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo  $V_{c,Rd}$ .

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.313 m del nudo N7, para la combinación de acciones 1.35-G.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$0.018 \leq 2.343$$

Donde:

$V_{Ed,z}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : 0.17 \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : 45.97 \text{ kN}$$

**Resistencia a torsión** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

**Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

**Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Listado de los E.L.U. de las barras

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	l	l <sub>w</sub>	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>V</sub>	M <sub>Z</sub>	V <sub>Z</sub>	V <sub>V</sub>	M <sub>V</sub> V <sub>Z</sub>	M <sub>Z</sub> V <sub>V</sub>	NM <sub>V</sub> M <sub>Z</sub>	NM <sub>V</sub> M <sub>Z</sub> V <sub>V</sub> V <sub>Z</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>Z</sub>		M <sub>t</sub> V <sub>V</sub>
N1/N2	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,máx</sub>	x: 6 m h = 0.7	x: 0 m h = 2.3	x: 0 m h = 15.0	x: 0 m h = 22.7	x: 0 m h = 6.0	x: 0 m h = 1.6	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 34.1	h < 0.1	h = 1.7	x: 0 m h = 1.2	x: 0 m h = 0.1	CUMPLE h = 34.1
N3/N4	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,máx</sub>	x: 6 m h = 0.7	x: 0 m h = 2.3	x: 0 m h = 12.7	x: 0 m h = 22.7	x: 0 m h = 5.5	x: 0 m h = 1.6	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 34.1	h < 0.1	h = 1.7	x: 0 m h = 1.4	x: 0 m h = 0.1	CUMPLE h = 34.1
N2/N110	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,máx</sub>	x: 6.27 m h = 2.0	x: 0 m h = 11.0	x: 6.27 m h = 70.5	x: 6.27 m h = 11.8	x: 6.27 m h = 17.1	x: 0 m h = 0.4	h < 0.1	h < 0.1	x: 6.27 m h = 75.3	h < 0.1	h = 0.7	x: 6.27 m h = 7.5	x: 0 m h < 0.1	CUMPLE h = 75.3
N110/N111	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,máx</sub>	x: 6.27 m h = 9.1	x: 0 m h = 17.0	x: 0 m h = 70.5	x: 0 m h = 11.8	x: 0 m h = 17.4	x: 0 m h = 0.4	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 75.4	h < 0.1	h = 0.7	x: 0 m h = 7.6	x: 0 m h < 0.1	CUMPLE h = 75.4
N111/N5	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,máx</sub>	x: 2.51 m h = 12.3	x: 0 m h = 10.4	x: 0 m h = 49.0	x: 0 m h = 3.4	x: 0 m h = 12.6	x: 0 m h = 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 51.2	h < 0.1	h = 0.7	x: 0 m h = 6.6	x: 2.51 m h < 0.1	CUMPLE h = 51.2
N4/N113	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,máx</sub>	x: 6.27 m h = 2.0	x: 0 m h = 11.0	x: 6.27 m h = 61.4	x: 6.27 m h = 11.8	x: 6.27 m h = 15.1	x: 0 m h = 0.4	h < 0.1	h < 0.1	x: 6.27 m h = 66.7	h < 0.1	h = 0.8	x: 6.27 m h = 5.5	x: 0 m h < 0.1	CUMPLE h = 66.7
N113/N112	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,máx</sub>	x: 6.27 m h = 9.1	x: 0 m h = 17.0	x: 0 m h = 61.4	x: 0 m h = 11.8	x: 0 m h = 15.2	x: 0 m h = 0.4	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 66.6	h < 0.1	h = 0.8	x: 0 m h = 5.6	x: 0 m h < 0.1	CUMPLE h = 66.6
N112/N5	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,máx</sub>	x: 2.51 m h = 12.3	x: 0 m h = 10.4	x: 0 m h = 46.5	x: 0 m h = 3.4	x: 0 m h = 12.3	x: 0 m h = 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 50.3	h < 0.1	h = 0.8	x: 0 m h = 5.3	x: 2.51 m h < 0.1	CUMPLE h = 50.3
N6/N7	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,máx</sub>	x: 6 m h = 1.7	x: 0 m h = 4.2	x: 6 m h = 82.5	x: 0 m h = 6.2	x: 6 m h = 26.2	h = 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 6 m h = 87.2	h < 0.1	h = 0.9	x: 0 m h = 12.6	h < 0.1	CUMPLE h = 87.2
N8/N9	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,máx</sub>	x: 6 m h = 1.7	x: 0 m h = 3.7	x: 0 m h = 78.8	x: 0 m h = 6.2	x: 6 m h = 26.8	h = 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 6 m h = 82.9	h < 0.1	h = 0.9	x: 0 m h = 12.5	h < 0.1	CUMPLE h = 82.9
N7/N179	x: 3.5 m l < 2.0	x: 1.31 m l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,máx</sub>	x: 3.5 m h = 6.1	x: 3.5 m h = 11.2	x: 0 m h = 84.1	x: 6.27 m h = 0.9	x: 3.5 m h = 19.3	x: 3.5 m h < 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 3.5 m h = 82.1	h < 0.1	x: 3.5 m h = 2.2	x: 3.5 m h = 9.2	x: 3.5 m h < 0.1	CUMPLE h = 84.1
N179/N178	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,máx</sub>	x: 6.27 m h = 6.7	x: 0 m h = 10.9	x: 6.27 m h = 58.4	x: 6.27 m h = 4.1	x: 0 m h = 13.5	h = 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 6.27 m h = 69.9	h < 0.1	h = 2.2	x: 0 m h = 6.4	h < 0.1	CUMPLE h = 69.9
N178/N10	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,máx</sub>	x: 2.51 m h = 7.0	x: 0 m h = 10.2	x: 0.209 m h = 58.4	x: 0 m h = 4.1	x: 2.51 m h = 5.7	h = 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 68.5	h < 0.1	h = 2.2	x: 2.51 m h = 2.2	h < 0.1	CUMPLE h = 68.5
N9/N181	x: 3.5 m l < 2.0	x: 1.31 m l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,máx</sub>	x: 3.5 m h = 6.1	x: 3.5 m h = 11.1	x: 0 m h = 80.0	x: 6.27 m h = 0.9	x: 3.5 m h = 17.3	x: 3.5 m h < 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 3.5 m h = 87.7	h < 0.1	x: 3.5 m h = 2.1	x: 3.5 m h = 7.9	x: 3.5 m h < 0.1	CUMPLE h = 87.7
N181/N180	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,máx</sub>	x: 6.27 m h = 6.7	x: 0 m h = 10.9	x: 6.27 m h = 50.9	x: 6.27 m h = 4.1	x: 0 m h = 12.6	h = 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 6.27 m h = 61.8	h < 0.1	h = 2.1	x: 0 m h = 5.8	h < 0.1	CUMPLE h = 61.8
N180/N10	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,máx</sub>	x: 2.51 m h = 7.0	x: 0 m h = 10.2	x: 1.25 m h = 52.4	x: 0 m h = 4.1	x: 2.51 m h = 5.4	h = 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 1.46 m h = 62.2	h < 0.1	h = 2.1	x: 0 m h = 1.0	h < 0.1	CUMPLE h = 62.2
N11/N12	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,máx</sub>	x: 6 m h = 1.7	x: 0 m h = 4.1	x: 6 m h = 82.2	x: 0 m h = 5.7	x: 6 m h = 26.2	h = 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 6 m h = 86.8	h < 0.1	h < 0.1	x: 6 m h = 17.2	h < 0.1	CUMPLE h = 86.8
N13/N14	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,máx</sub>	x: 6 m h = 1.7	x: 0 m h = 3.7	x: 6 m h = 78.2	x: 0 m h = 5.7	x: 6 m h = 26.6	h = 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 6 m h = 82.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 6 m h = 16.8	h < 0.1	CUMPLE h = 82.2
N12/N15	x: 3.5 m l < 2.0	x: 1.31 m l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,máx</sub>	x: 3.5 m h = 5.7	x: 3.5 m h = 14.5	x: 0 m h = 83.8	x: 3.5 m h < 0.1	x: 3.5 m h = 19.2	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	h < 0.1	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 3.5 m h = 90.9	h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 90.9
N14/N15	x: 3.5 m l < 2.0	x: 1.31 m l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,máx</sub>	x: 3.5 m h = 5.7	x: 3.5 m h = 14.6	x: 0 m h = 79.4	x: 3.5 m h < 0.1	x: 3.5 m h = 17.1	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	h < 0.1	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 3.5 m h = 96.6	h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 96.6
N16/N17	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,máx</sub>	x: 6 m h = 1.7	x: 0 m h = 4.1	x: 6 m h = 82.2	x: 0 m h = 5.2	x: 6 m h = 26.2	h = 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 6 m h = 86.8	h < 0.1	h < 0.1	x: 6 m h = 17.2	h < 0.1	CUMPLE h = 86.8
N18/N19	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,máx</sub>	x: 6 m h = 1.7	x: 0 m h = 3.7	x: 6 m h = 78.2	x: 0 m h = 5.2	x: 6 m h = 26.6	h = 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 6 m h = 82.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 6 m h = 16.8	h < 0.1	CUMPLE h = 82.2
N17/N20	x: 3.5 m l < 2.0	x: 1.31 m l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,máx</sub>	x: 3.5 m h = 5.6	x: 3.5 m h = 14.5	x: 0 m h = 83.8	x: 3.5 m h < 0.1	x: 3.5 m h = 19.2	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	h < 0.1	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 3.5 m h = 90.9	h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 90.9
N19/N20	x: 3.5 m l < 2.0	x: 1.31 m l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,máx</sub>	x: 3.5 m h = 5.6	x: 3.5 m h = 14.6	x: 0 m h = 79.4	x: 3.5 m h < 0.1	x: 3.5 m h = 17.1	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	h < 0.1	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 3.5 m h = 96.6	h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 96.6
N21/N22	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,máx</sub>	x: 6 m h = 1.7	x: 0 m h = 4.1	x: 6 m h = 82.2	x: 0 m h = 4.7	x: 6 m h = 26.2	h = 0.1	h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 6 m h = 86.8	h < 0.1	h < 0.1	x: 6 m h = 17.2	h < 0.1	CUMPLE h = 86.8
N23/N24	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,máx</sub>	x: 6 m h = 1.7	x: 0 m h = 3.7	x: 6 m h = 78.2	x: 0 m h = 4.7	x: 6 m h = 26.6	h = 0.1	h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 6 m h = 82.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 6 m h = 16.8	h < 0.1	CUMPLE h = 82.2
N22/N25	x: 3.5 m l < 2.0	x: 1.31 m l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,máx</sub>	x: 3.5 m h = 5.5	x: 3.5 m h = 14.5	x: 0 m h = 83.8	x: 3.5 m h < 0.1	x: 3.5 m h = 19.2	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	h < 0.1	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 3.5 m h = 90.9	h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 90.9
N24/N25	x: 3.5 m l < 2.0	x: 1.31 m l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,máx</sub>	x: 3.5 m h = 5.5	x: 3.5 m h = 14.6	x: 0 m h = 79.4	x: 3.5 m h < 0.1	x: 3.5 m h = 17.1	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	h < 0.1	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 3.5 m h = 96.6	h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 96.6
N26/N27	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,máx</sub>	x: 6 m h = 1.7	x: 0 m h = 4.1	x: 6 m h = 82.2	x: 0 m h = 4.4	x: 6 m h = 26.2	h = 0.1	h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 6 m h = 86.8	h < 0.1	h < 0.1	x: 6 m h = 17.2	h < 0.1	CUMPLE h = 86.8
N28/N29	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,máx</sub>	x: 6 m h = 1.7	x: 0 m h = 3.7	x: 6 m h = 78.2	x: 0 m h = 4.4	x: 6 m h = 26.6	h = 0.1	h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 6 m h = 82.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 6 m h = 16.8	h < 0.1	CUMPLE h = 82.2
N27/N30	x: 3.5 m l < 2.0	x: 1.31 m l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,máx</sub>	x: 3.5 m h = 5.5	x: 3.5 m h = 14.5	x: 0 m h = 83.8	x: 3.5 m h < 0.1	x: 3.5 m h = 19.2	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	h < 0.1	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 3.5 m h = 90.9	h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 90.9
N29/N30	x: 3.5 m l < 2.0	x: 1.31 m l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,máx</sub>	x: 3.5 m h = 5.5	x: 3.5 m h = 14.6	x: 0 m h = 79.4	x: 3.5 m h < 0.1	x: 3.5 m h = 17.1	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	h < 0.1	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 3.5 m h = 96.6	h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 96.6
N31/N32	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,máx</sub>	x: 6 m h = 1.7	x: 0 m h = 4.1	x: 6 m h = 82.2	x: 0 m h = 4.0	x: 6 m h = 26.2	h = 0.1	h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 6 m h = 86.8	h < 0.1	h < 0.1	x: 6 m h = 17.2	h < 0.1	CUMPLE h = 86.8
N33/N34	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,máx</sub>	x: 6 m h = 1.7	x: 0 m h = 3.7	x: 6 m h = 78.2	x: 0 m h = 4.0	x: 6 m h = 26.6	h = 0.1	h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 6 m h = 82.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 6 m h = 16.8	h < 0.1	CUMPLE h = 82.2
N32/N35	x: 3.5 m l < 2.0	x: 1.31 m l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,máx</sub>	x: 3.5 m h = 5.5	x: 3.5 m h = 14.5	x: 0 m h = 83.8	x: 3.5 m h < 0.1	x: 3.5 m h = 19.2	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	h < 0.1	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 3.5 m h = 90.9	h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 90.9
N34/N35	x: 3.5 m l < 2.0	x: 1.31 m l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,máx</sub>	x: 3.5 m h = 5.5	x: 3.5 m h = 14.6	x: 0 m h = 79.4	x: 3.5 m h < 0.1	x: 3.5 m h = 17.1	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	h < 0.1	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 3.5 m h = 96.6	h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 96.6

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$l$	$l_w$	$N_t$	$N_c$	$M_y$	$M_z$	$V_z$	$V_y$	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$NM_y M_z$	$NM_y M_z V_y V_z$	$M_t$	$M_t V_z$		$M_t V_y$
N36/N37	$l < 2.0$	$l_w \in l_{w,max}$	x: 6 m h = 1.7	x: 0 m h = 4.1	x: 6 m h = 82.2	x: 0 m h = 3.7	x: 6 m h = 26.2	h = 0.1	h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 6 m h = 86.8	h < 0.1	h < 0.1	x: 6 m h = 17.2	h < 0.1	CUMPLE h = 86.8
N38/N39	$l < 2.0$	$l_w \in l_{w,max}$	x: 6 m h = 1.7	x: 0 m h = 3.7	x: 6 m h = 78.2	x: 0 m h = 3.7	x: 6 m h = 26.6	h = 0.1	h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 6 m h = 82.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 6 m h = 16.8	h < 0.1	CUMPLE h = 82.2
N37/N40	x: 3.5 m $l < 2.0$	x: 1.31 m $l_w \in l_{w,max}$	x: 3.5 m h = 5.5	x: 3.5 m h = 14.5	x: 0 m h = 83.8	x: 3.5 m h < 0.1	x: 3.5 m h = 19.2	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	h < 0.1	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 3.5 m h = 90.9	h < 0.1	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 90.9
N39/N40	x: 3.5 m $l < 2.0$	x: 1.31 m $l_w \in l_{w,max}$	x: 3.5 m h = 5.5	x: 3.5 m h = 14.6	x: 0 m h = 79.4	x: 3.5 m h < 0.1	x: 3.5 m h = 17.1	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	h < 0.1	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 3.5 m h = 96.6	h < 0.1	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 96.6
N41/N42	$l < 2.0$	$l_w \in l_{w,max}$	x: 6 m h = 1.7	x: 0 m h = 4.2	x: 6 m h = 82.7	x: 0 m h = 3.5	x: 6 m h = 26.3	h = 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 6 m h = 87.4	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 8.3	h < 0.1	CUMPLE h = 87.4
N43/N44	$l < 2.0$	$l_w \in l_{w,max}$	x: 6 m h = 1.7	x: 0 m h = 3.8	x: 6 m h = 78.8	x: 0 m h = 3.5	x: 6 m h = 26.7	h = 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 6 m h = 82.9	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 8.3	h < 0.1	CUMPLE h = 82.9
N42/N204	x: 3.5 m $l < 2.0$	x: 1.31 m $l_w \in l_{w,max}$	x: 3.5 m h = 5.5	x: 3.5 m h = 10.9	x: 0 m h = 84.3	x: 5.02 m h < 0.1	x: 3.5 m h = 19.4	h < 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 3.5 m h = 81.4	h < 0.1	x: 3.5 m h = 0.1	x: 3.5 m h = 5.3	h < 0.1	CUMPLE h = 84.3
N204/N205	$l < 2.0$	$l_w \in l_{w,max}$	x: 5.02 m h = 5.4	x: 0 m h = 10.6	x: 5.02 m h = 48.1	x: 5.02 m h < 0.1	x: 0 m h = 16.1	h < 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 5.02 m h = 57.6	h < 0.1	h = 0.1	x: 0 m h = 4.4	h < 0.1	CUMPLE h = 57.6
N205/N45	$l < 2.0$	$l_w \in l_{w,max}$	x: 5.02 m h = 5.4	x: 0 m h = 10.4	x: 2.76 m h = 58.4	x: 5.02 m h = 0.1	x: 5.02 m h = 5.7	h < 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 2.76 m h = 68.8	h < 0.1	h = 0.1	x: 0 m h = 1.5	h < 0.1	CUMPLE h = 68.8
N44/N207	x: 3.5 m $l < 2.0$	x: 1.31 m $l_w \in l_{w,max}$	x: 3.5 m h = 5.5	x: 3.5 m h = 10.9	x: 0 m h = 80.0	x: 5.02 m h < 0.1	x: 3.5 m h = 17.3	h < 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 3.5 m h = 86.7	h < 0.1	x: 3.5 m h = 0.1	x: 3.5 m h = 4.1	h < 0.1	CUMPLE h = 86.7
N207/N206	$l < 2.0$	$l_w \in l_{w,max}$	x: 5.02 m h = 5.4	x: 0 m h = 10.6	x: 5.02 m h = 43.1	x: 5.02 m h < 0.1	x: 0 m h = 14.7	h < 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 51.3	h < 0.1	h = 0.1	x: 0 m h = 3.5	h < 0.1	CUMPLE h = 51.3
N206/N45	$l < 2.0$	$l_w \in l_{w,max}$	x: 5.02 m h = 5.4	x: 0 m h = 10.5	x: 3.76 m h = 52.5	x: 5.02 m h < 0.1	x: 0 m h = 6.3	h < 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 3.76 m h = 62.9	h < 0.1	h = 0.1	x: 0 m h = 1.8	h < 0.1	CUMPLE h = 62.9
N46/N47	$l < 2.0$	$l_w \in l_{w,max}$	x: 6 m h = 1.7	x: 0 m h = 4.2	x: 6 m h = 82.8	x: 0 m h = 3.4	x: 6 m h = 26.4	h = 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 6 m h = 87.4	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 8.3	h < 0.1	CUMPLE h = 87.4
N48/N49	$l < 2.0$	$l_w \in l_{w,max}$	x: 6 m h = 1.7	x: 0 m h = 3.7	x: 6 m h = 78.8	x: 0 m h = 3.4	x: 6 m h = 26.7	h = 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 6 m h = 82.8	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 8.3	h < 0.1	CUMPLE h = 82.8
N47/N186	x: 3.5 m $l < 2.0$	x: 1.31 m $l_w \in l_{w,max}$	x: 3.5 m h = 5.5	x: 3.5 m h = 10.9	x: 0 m h = 84.4	x: 5.02 m h < 0.1	x: 3.5 m h = 19.4	h < 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 3.5 m h = 81.5	h < 0.1	x: 3.5 m h = 0.1	x: 3.5 m h = 5.3	h < 0.1	CUMPLE h = 84.4
N186/N187	$l < 2.0$	$l_w \in l_{w,max}$	x: 5.02 m h = 5.4	x: 0 m h = 10.6	x: 5.02 m h = 48.0	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h = 16.2	h < 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 5.02 m h = 57.6	h < 0.1	h = 0.1	x: 0 m h = 4.4	h < 0.1	CUMPLE h = 57.6
N187/N50	$l < 2.0$	$l_w \in l_{w,max}$	x: 5.02 m h = 5.4	x: 0 m h = 10.4	x: 2.76 m h = 58.4	x: 5.02 m h = 0.1	x: 5.02 m h = 5.7	h < 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 2.76 m h = 68.8	h < 0.1	h = 0.1	x: 0 m h = 1.5	h < 0.1	CUMPLE h = 68.8
N49/N193	x: 3.5 m $l < 2.0$	x: 1.31 m $l_w \in l_{w,max}$	x: 3.5 m h = 5.5	x: 3.5 m h = 10.9	x: 0 m h = 80.0	x: 5.02 m h < 0.1	x: 3.5 m h = 17.3	h < 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 3.5 m h = 86.6	h < 0.1	x: 3.5 m h = 0.1	x: 3.5 m h = 4.1	h < 0.1	CUMPLE h = 86.6
N193/N192	$l < 2.0$	$l_w \in l_{w,max}$	x: 5.02 m h = 5.4	x: 0 m h = 10.6	x: 5.02 m h = 43.0	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h = 14.7	h < 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 51.2	h < 0.1	h = 0.1	x: 0 m h = 3.5	h < 0.1	CUMPLE h = 51.2
N192/N50	$l < 2.0$	$l_w \in l_{w,max}$	x: 5.02 m h = 5.4	x: 0 m h = 10.4	x: 3.76 m h = 52.5	x: 5.02 m h = 0.1	x: 0 m h = 6.3	h < 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 3.76 m h = 62.9	h < 0.1	h = 0.1	x: 0 m h = 1.8	h < 0.1	CUMPLE h = 62.9
N51/N52	$l < 2.0$	$l_w \in l_{w,max}$	x: 6 m h = 1.7	x: 0 m h = 4.2	x: 6 m h = 82.8	x: 0 m h = 1.9	x: 6 m h = 26.4	h < 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 6 m h = 87.4	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 12.7	h < 0.1	CUMPLE h = 87.4
N53/N54	$l < 2.0$	$l_w \in l_{w,max}$	x: 6 m h = 1.7	x: 0 m h = 3.7	x: 6 m h = 78.8	x: 0 m h = 1.9	x: 6 m h = 26.7	h < 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 6 m h = 82.8	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 12.7	h < 0.1	CUMPLE h = 82.8
N52/N188	x: 3.5 m $l < 2.0$	x: 1.31 m $l_w \in l_{w,max}$	x: 3.5 m h = 5.5	x: 3.5 m h = 10.9	x: 0 m h = 84.4	x: 5.02 m h < 0.1	x: 3.5 m h = 19.4	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	h < 0.1	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 3.5 m h = 81.5	h < 0.1	x: 3.5 m h < 0.1	x: 3.5 m h = 9.2	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 84.4
N188/N189	$l < 2.0$	$l_w \in l_{w,max}$	x: 5.02 m h = 5.4	x: 0 m h = 10.6	x: 5.02 m h = 48.0	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h = 16.2	h < 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 5.02 m h = 57.6	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 7.7	h < 0.1	CUMPLE h = 57.6
N189/N55	$l < 2.0$	$l_w \in l_{w,max}$	x: 5.02 m h = 5.4	x: 0 m h = 10.4	x: 2.76 m h = 58.4	x: 5.02 m h < 0.1	x: 5.02 m h = 5.7	h < 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 2.76 m h = 68.8	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 2.8	h < 0.1	CUMPLE h = 68.8
N54/N196	x: 3.5 m $l < 2.0$	x: 1.31 m $l_w \in l_{w,max}$	x: 3.5 m h = 5.5	x: 3.5 m h = 10.9	x: 0 m h = 80.0	x: 5.02 m h < 0.1	x: 3.5 m h = 17.3	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	h < 0.1	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 3.5 m h = 86.6	h < 0.1	x: 3.5 m h < 0.1	x: 3.5 m h = 8.0	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 86.6
N196/N194	$l < 2.0$	$l_w \in l_{w,max}$	x: 5.02 m h = 5.4	x: 0 m h = 10.6	x: 5.02 m h = 43.0	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h = 14.7	h < 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 51.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 6.8	h < 0.1	CUMPLE h = 51.2
N194/N55	$l < 2.0$	$l_w \in l_{w,max}$	x: 5.02 m h = 5.4	x: 0 m h = 10.5	x: 3.76 m h = 52.5	x: 5.02 m h < 0.1	x: 0 m h = 6.3	h < 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 3.76 m h = 62.9	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 3.0	h < 0.1	CUMPLE h = 62.9
N56/N57	$l < 2.0$	$l_w \in l_{w,max}$	x: 6 m h = 1.7	x: 0 m h = 4.2	x: 6 m h = 82.8	x: 0 m h = 1.9	x: 6 m h = 26.3	h < 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 6 m h = 87.4	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 12.7	h < 0.1	CUMPLE h = 87.4
N58/N59	$l < 2.0$	$l_w \in l_{w,max}$	x: 6 m h = 1.7	x: 0 m h = 3.8	x: 6 m h = 78.8	x: 0 m h = 1.9	x: 6 m h = 26.7	h < 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 6 m h = 82.9	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 12.7	h < 0.1	CUMPLE h = 82.9
N57/N190	x: 3.5 m $l < 2.0$	x: 1.31 m $l_w \in l_{w,max}$	x: 3.5 m h = 5.5	x: 3.5 m h = 10.9	x: 0 m h = 84.4	x: 5.02 m h < 0.1	x: 3.5 m h = 19.4	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 3.5 m h = 81.4	h < 0.1	x: 3.5 m h < 0.1	x: 3.5 m h = 9.2	h < 0.1	CUMPLE h = 84.4
N190/N191	$l < 2.0$	$l_w \in l_{w,max}$	x: 5.02 m h = 5.4	x: 0 m h = 10.6	x: 5.02 m h = 48.1	x: 5.02 m h < 0.1	x: 0 m h = 16.1	h < 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 5.02 m h = 57.6	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 7.7	h < 0.1	CUMPLE h = 57.6
N191/N60	$l < 2.0$	$l_w \in l_{w,max}$	x: 5.02 m h = 5.4	x: 0 m h = 10.4	x: 2.76 m h = 58.4	x: 5.02 m h < 0.1	x: 5.02 m h = 5.7	h < 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 2.76 m h = 68.8	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 2.8	h < 0.1	CUMPLE h = 68.8
N59/N197	x: 3.5 m $l < 2.0$	x: 1.31 m $l_w \in l_{w,max}$	x: 3.5 m h = 5.5	x: 3.5 m h = 10.9	x: 0 m h = 80.0	x: 5.02 m h < 0.1	x: 3.5 m h = 17.3	h < 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 86.7	h < 0.1	x: 3.5 m h < 0.1	x: 3.5 m h = 8.0	h < 0.1	CUMPLE h = 86.7
N197/N195	$l < 2.0$	$l_w \in l_{w,max}$	x: 5.02 m h = 5.4	x: 0 m h = 10.6	x: 5.02 m h = 43.0	x: 5.02 m h < 0.1	x: 0 m h = 14.7	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h = 51.3	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 6.8	h < 0.1	CUMPLE h = 51.3
N195/N60	$l < 2.0$	$l_w \in l_{w,max}$	x: 5.02 m h = 5.4	x: 0 m h = 10.5	x: 3.76 m h = 52.5	x: 5.02 m h < 0.1	x: 0 m h = 6.3	h < 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 3.76 m h = 62.9	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 3.0	h < 0.1	CUMPLE h = 62.9
N61/N62	$l < 2.0$	$l_w \in l_{w,max}$	x: 6 m h = 1.7	x: 0 m h = 4.1	x: 6 m h = 82.2	x: 0 m h = 2.1	x: 6 m h = 26.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 6 m h = 86.8	h < 0.1	h < 0.1	x: 6 m h = 17.2	h < 0.1	CUMPLE h = 86.8

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	l	l <sub>w</sub>	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>z</sub>		M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>
N63/N64	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	x: 6 m h = 1.7	x: 0 m h = 3.7	x: 6 m h = 78.2	x: 0 m h = 2.1	x: 6 m h = 26.6	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 6 m h = 82.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 6 m h = 16.8	h < 0.1	CUMPLE h = 82.2
N62/N65	x: 3.5 m l < 2.0	x: 1.31 m l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	x: 3.5 m h = 5.5	x: 3.5 m h = 14.5	x: 0 m h = 83.8	x: 3.5 m h < 0.1	x: 3.5 m h = 19.2	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	h < 0.1	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 3.5 m h = 90.9	h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 90.9
N64/N65	x: 3.5 m l < 2.0	x: 1.31 m l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	x: 3.5 m h = 5.5	x: 3.5 m h = 14.6	x: 0 m h = 79.4	x: 3.5 m h < 0.1	x: 3.5 m h = 17.1	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	h < 0.1	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 3.5 m h = 96.6	h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 96.6
N66/N67	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	x: 6 m h = 1.7	x: 0 m h = 4.1	x: 6 m h = 82.2	x: 0 m h = 2.3	x: 6 m h = 26.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 6 m h = 86.8	h < 0.1	h < 0.1	x: 6 m h = 17.2	h < 0.1	CUMPLE h = 86.8
N68/N69	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	x: 6 m h = 1.7	x: 0 m h = 3.7	x: 6 m h = 78.2	x: 0 m h = 2.3	x: 6 m h = 26.6	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 6 m h = 82.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 6 m h = 16.8	h < 0.1	CUMPLE h = 82.2
N67/N70	x: 3.5 m l < 2.0	x: 1.31 m l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	x: 3.5 m h = 5.5	x: 3.5 m h = 14.5	x: 0 m h = 83.8	x: 3.5 m h < 0.1	x: 3.5 m h = 19.2	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	h < 0.1	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 3.5 m h = 90.9	h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 90.9
N69/N70	x: 3.5 m l < 2.0	x: 1.31 m l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	x: 3.5 m h = 5.5	x: 3.5 m h = 14.6	x: 0 m h = 79.4	x: 3.5 m h < 0.1	x: 3.5 m h = 17.1	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	h < 0.1	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 3.5 m h = 96.6	h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 96.6
N71/N72	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	x: 6 m h = 1.7	x: 0 m h = 4.1	x: 6 m h = 82.2	x: 0 m h = 2.4	x: 6 m h = 26.2	h = 0.1	h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 6 m h = 86.8	h < 0.1	h < 0.1	x: 6 m h = 17.2	h < 0.1	CUMPLE h = 86.8
N73/N74	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	x: 6 m h = 1.7	x: 0 m h = 3.7	x: 6 m h = 78.2	x: 0 m h = 2.4	x: 6 m h = 26.6	h = 0.1	h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 6 m h = 82.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 6 m h = 16.8	h < 0.1	CUMPLE h = 82.2
N72/N75	x: 3.5 m l < 2.0	x: 1.31 m l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	x: 3.5 m h = 5.5	x: 3.5 m h = 14.5	x: 0 m h = 83.8	x: 3.5 m h < 0.1	x: 3.5 m h = 19.2	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	h < 0.1	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 3.5 m h = 90.9	h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 90.9
N74/N75	x: 3.5 m l < 2.0	x: 1.31 m l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	x: 3.5 m h = 5.5	x: 3.5 m h = 14.6	x: 0 m h = 79.4	x: 3.5 m h < 0.1	x: 3.5 m h = 17.1	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	h < 0.1	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 3.5 m h = 96.6	h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 96.6
N76/N77	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	x: 6 m h = 1.7	x: 0 m h = 4.1	x: 6 m h = 82.2	x: 0 m h = 2.7	x: 6 m h = 26.2	h = 0.1	h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 6 m h = 86.8	h < 0.1	h < 0.1	x: 6 m h = 17.2	h < 0.1	CUMPLE h = 86.8
N78/N79	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	x: 6 m h = 1.7	x: 0 m h = 3.7	x: 6 m h = 78.2	x: 0 m h = 2.7	x: 6 m h = 26.6	h = 0.1	h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 6 m h = 82.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 6 m h = 16.8	h < 0.1	CUMPLE h = 82.2
N77/N80	x: 3.5 m l < 2.0	x: 1.31 m l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	x: 3.5 m h = 5.5	x: 3.5 m h = 14.5	x: 0 m h = 83.8	x: 3.5 m h < 0.1	x: 3.5 m h = 19.2	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	h < 0.1	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 3.5 m h = 90.9	h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 90.9
N79/N80	x: 3.5 m l < 2.0	x: 1.31 m l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	x: 3.5 m h = 5.5	x: 3.5 m h = 14.6	x: 0 m h = 79.4	x: 3.5 m h < 0.1	x: 3.5 m h = 17.1	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	h < 0.1	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 3.5 m h = 96.6	h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 96.6
N82/N85	x: 3.5 m l < 2.0	x: 1.31 m l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	x: 3.5 m h = 7.2	x: 3.5 m h = 21.2	x: 0 m h = 73.7	x: 3.5 m h < 0.1	x: 3.5 m h = 17.6	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	h < 0.1	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 3.5 m h = 92.3	h < 0.1	x: 3.5 m h = 0.1	x: 3.5 m h = 8.2	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 92.3
N84/N85	x: 3.5 m l < 2.0	x: 1.31 m l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	x: 3.5 m h = 7.2	x: 3.5 m h = 21.2	x: 0 m h = 68.0	x: 3.5 m h = 0.1	x: 3.5 m h = 15.6	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	h < 0.1	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 3.5 m h = 95.9	h < 0.1	x: 3.5 m h = 0.1	x: 3.5 m h = 6.9	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 95.9
N87/N90	x: 3.5 m l < 2.0	x: 1.31 m l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	x: 3.5 m h = 7.2	x: 3.5 m h = 21.5	x: 0 m h = 73.2	x: 3.5 m h = 0.1	x: 3.5 m h = 17.6	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	h < 0.1	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 3.5 m h = 92.2	h < 0.1	x: 3.5 m h = 0.1	x: 3.5 m h = 8.1	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 92.2
N89/N90	x: 3.5 m l < 2.0	x: 1.31 m l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	x: 3.5 m h = 7.2	x: 3.5 m h = 21.5	x: 0 m h = 67.5	x: 3.5 m h = 0.1	x: 3.5 m h = 15.5	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	h < 0.1	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 3.5 m h = 95.8	h < 0.1	x: 3.5 m h = 0.1	x: 3.5 m h = 6.9	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 95.8
N92/N95	x: 3.5 m l < 2.0	x: 1.31 m l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	x: 3.5 m h = 7.3	x: 3.5 m h = 21.5	x: 0 m h = 73.2	x: 3.5 m h = 0.1	x: 3.5 m h = 17.6	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	h < 0.1	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 3.5 m h = 92.2	h < 0.1	x: 3.5 m h = 0.1	x: 3.5 m h = 8.1	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 92.2
N94/N95	x: 3.5 m l < 2.0	x: 1.31 m l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	x: 3.5 m h = 7.3	x: 3.5 m h = 21.5	x: 0 m h = 67.5	x: 3.5 m h = 0.1	x: 3.5 m h = 15.5	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	h < 0.1	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 3.5 m h = 95.8	h < 0.1	x: 3.5 m h = 0.1	x: 3.5 m h = 6.8	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 95.8
N97/N182	x: 3.5 m l < 2.0	x: 1.31 m l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	x: 3.5 m h = 7.9	x: 3.5 m h = 16.3	x: 0 m h = 72.7	x: 5.02 m h = 0.9	x: 3.5 m h = 17.5	x: 3.5 m h < 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 3.5 m h = 78.0	h < 0.1	x: 3.5 m h = 1.2	x: 3.5 m h = 7.7	x: 3.5 m h < 0.1	CUMPLE h = 78.0
N182/N183	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	x: 5.02 m h = 8.3	x: 0 m h = 16.3	x: 5.02 m h = 40.3	x: 5.02 m h = 1.9	x: 0 m h = 14.3	h < 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 5.02 m h = 55.7	h < 0.1	h = 1.1	x: 0 m h = 6.3	h < 0.1	CUMPLE h = 55.7
N183/N100	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	x: 5.02 m h = 8.7	x: 0 m h = 16.2	x: 1.76 m h = 44.1	x: 0 m h = 1.9	x: 5.02 m h = 7.3	h < 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 1.76 m h = 60.5	h < 0.1	h = 1.1	x: 5.02 m h = 2.7	h < 0.1	CUMPLE h = 60.5
N99/N185	x: 3.5 m l < 2.0	x: 1.31 m l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	x: 3.5 m h = 7.9	x: 3.5 m h = 16.1	x: 0 m h = 66.7	x: 5.02 m h = 0.9	x: 3.5 m h = 15.4	x: 3.5 m h < 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 3.5 m h = 80.4	h < 0.1	x: 3.5 m h = 1.3	x: 3.5 m h = 6.4	h < 0.1	CUMPLE h = 80.4
N185/N184	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	x: 5.02 m h = 8.3	x: 0 m h = 16.2	x: 5.02 m h = 35.9	x: 5.02 m h = 1.9	x: 0 m h = 12.7	h < 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 49.7	h < 0.1	h = 1.1	x: 0 m h = 5.4	h < 0.1	CUMPLE h = 49.7
N184/N100	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	x: 5.02 m h = 8.7	x: 0 m h = 16.2	x: 1.76 m h = 38.8	x: 0 m h = 1.9	x: 5.02 m h = 6.7	h < 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 1.76 m h = 53.4	h < 0.1	h = 1.1	x: 0 m h = 2.0	h < 0.1	CUMPLE h = 53.4
N102/N119	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	x: 5.02 m h = 0.4	x: 0 m h = 5.8	x: 5.02 m h = 42.0	x: 5.02 m h = 6.1	x: 5.02 m h = 13.4	x: 0 m h = 0.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 5.02 m h = 47.5	h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 47.5
N119/N120	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	x: 5.02 m h = 3.2	x: 0 m h = 8.2	x: 0 m h = 42.0	x: 0 m h = 6.1	x: 0 m h = 13.2	x: 0 m h = 0.3	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 45.0	h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 45.0
N120/N105	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	x: 5.02 m h = 5.0	x: 0 m h = 9.1	x: 5.02 m h = 41.7	x: 5.02 m h = 4.4	x: 5.02 m h = 13.2	x: 0 m h = 0.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 5.02 m h = 44.2	h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 44.2
N104/N122	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	x: 5.02 m h = 0.4	x: 0 m h = 5.8	x: 5.02 m h = 37.0	x: 5.02 m h = 6.1	x: 5.02 m h = 11.8	x: 0 m h = 0.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 5.02 m h = 42.7	h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 42.7
N122/N121	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	x: 5.02 m h = 3.2	x: 0 m h = 8.2	x: 0 m h = 37.0	x: 0 m h = 6.1	x: 0 m h = 11.7	x: 0 m h = 0.3	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 39.9	h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 39.9
N121/N105	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	x: 5.02 m h = 5.0	x: 0 m h = 9.1	x: 5.02 m h = 36.8	x: 5.02 m h = 4.4	x: 5.02 m h = 12.3	x: 0 m h = 0.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 5.02 m h = 41.3	h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 41.3
N106/N110	l < 2.0	x: 0 m l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	x: 6.55 m h = 2.2	x: 0 m h = 9.9	x: 0 m h = 59.4	x: 0 m h = 3.7	x: 0 m h = 18.0	h < 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 61.6	h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 61.6
N109/N113	l < 2.0	x: 0 m l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	x: 6.55 m h = 2.2	x: 0 m h = 8.9	x: 0 m h = 59.4	x: 0 m h = 3.7	x: 0 m h = 18.0	h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h = 61.6	h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 61.6
N2/N7	l < 2.0	x: 0.313 m l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	h = 0.5	h = 15.8	x: 2.5 m h = 2.3	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m h = 0.4	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0.313 m h < 0.1	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 2.5 m h = 18.3	h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 18.3
N7/N12	l < 2.0	x: 0.313 m l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	h = 12.1	h = 47.1	x: 2.5 m h = 4.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m h = 0.4	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0.313 m h < 0.1	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 2.5 m h = 52.5	h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 52.5





Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	l	l <sub>w</sub>	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>	
N148/N149	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	h = 0.4	h = 0.7	x: 0 m h = 38.0	x: 0 m h = 0.4	x: 0 m h = 32.9	h < 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 38.6	h < 0.1	h = 0.3	x: 0 m h = 32.1	h < 0.1	CUMPLE h = 38.6
N123/N162	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0 m h = 35.7	x: 0 m h = 9.6	x: 0 m h = 9.5	h = 4.8	h = 0.3	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 48.0	h < 0.1	h = 0.1	h = 1.4	h = 0.2	CUMPLE h = 48.0
N124/N161	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0 m h = 35.5	x: 0 m h = 6.5	x: 0 m h = 13.1	h = 2.9	h = 0.4	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 52.6	h < 0.1	h = 0.1	h = 0.4	h = 0.3	CUMPLE h = 52.6
N125/N160	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0 m h = 35.5	x: 0 m h = 4.8	x: 0 m h = 14.6	h = 2.2	h = 0.5	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 53.9	h < 0.1	h < 0.1	h = 1.0	h = 0.1	CUMPLE h = 53.9
N126/N159	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0 m h = 35.5	x: 0 m h = 7.2	x: 0 m h = 13.1	h = 3.2	h = 0.4	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 52.5	h < 0.1	h = 0.1	h = 0.8	h = 0.3	CUMPLE h = 52.5
N127/N158	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0 m h = 35.7	x: 0 m h = 11.2	x: 0 m h = 9.4	h = 5.5	h = 0.3	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 47.9	h < 0.1	h = 0.1	h = 1.9	h = 0.2	CUMPLE h = 47.9
N158/N154	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	h = 14.3	h = 8.9	x: 5 m h = 80.2	x: 0 m h = 0.3	x: 5 m h = 63.6	h < 0.1	x: 5 m h = 81.0	h < 0.1	x: 5 m h = 92.5	x: 5 m h = 92.9	h = 0.2	x: 5 m h = 61.7	h < 0.1	CUMPLE h = 92.9
N159/N158	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	h = 13.6	h = 8.6	x: 5 m h = 67.5	x: 0 m h = 0.4	x: 5 m h = 60.8	h < 0.1	x: 5 m h = 67.9	h < 0.1	x: 5 m h = 78.8	x: 5 m h = 79.3	h = 0.2	x: 5 m h = 60.5	h < 0.1	CUMPLE h = 79.3
N160/N159	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	h = 13.3	h = 8.4	x: 5 m h = 68.1	x: 0 m h = 0.7	x: 5 m h = 60.8	h < 0.1	x: 5 m h = 68.6	h < 0.1	x: 5 m h = 78.8	x: 5 m h = 79.4	h = 0.1	x: 5 m h = 60.5	h < 0.1	CUMPLE h = 79.4
N161/N160	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	h = 13.1	h = 8.4	x: 0 m h = 68.0	x: 5 m h = 0.7	x: 0 m h = 60.8	h < 0.1	x: 0 m h = 68.4	h < 0.1	x: 5 m h = 78.0	x: 5 m h = 78.5	h = 0.1	x: 0 m h = 60.4	h < 0.1	CUMPLE h = 78.5
N162/N161	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	h = 13.2	h = 8.6	x: 0 m h = 67.4	x: 5 m h = 0.4	x: 0 m h = 60.8	h < 0.1	x: 0 m h = 67.9	h < 0.1	x: 0 m h = 76.9	x: 0 m h = 77.4	h = 0.2	x: 0 m h = 60.5	h < 0.1	CUMPLE h = 77.4
N150/N162	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	h = 13.5	h = 8.9	x: 0 m h = 77.9	x: 5 m h = 0.4	x: 0 m h = 63.1	h < 0.1	x: 0 m h = 78.7	h < 0.1	x: 0 m h = 88.4	x: 0 m h = 88.8	h = 0.2	x: 0 m h = 61.3	h < 0.1	CUMPLE h = 88.8
N150/N143	l < 2.0	x: 0.313 m l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	h = 1.4	h = 20.2	x: 2.5 m h = 3.2	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m h = 0.4	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0.313 m h < 0.1	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 2.5 m h = 23.7	x: 0.313 m h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 23.7
N162/N144	l < 2.0	x: 0.313 m l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	h = 5.3	h = 13.8	x: 2.5 m h = 3.2	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m h = 0.4	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0.313 m h < 0.1	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 2.5 m h = 17.4	x: 0.313 m h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 17.4
N161/N145	l < 2.0	x: 0.313 m l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	h = 6.9	h = 18.3	x: 2.5 m h = 3.2	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m h = 0.4	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0.313 m h < 0.1	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 2.5 m h = 22.1	x: 0.313 m h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 22.1
N160/N146	l < 2.0	x: 0.313 m l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	h = 8.3	h = 20.8	x: 2.5 m h = 3.2	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m h = 0.4	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0.313 m h < 0.1	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 2.5 m h = 24.6	x: 0.313 m h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 24.6
N159/N147	l < 2.0	x: 0.313 m l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	h = 6.9	h = 18.4	x: 2.5 m h = 3.2	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m h = 0.4	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0.313 m h < 0.1	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 2.5 m h = 22.1	x: 0.313 m h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 22.1
N158/N148	l < 2.0	x: 0.313 m l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	h = 5.3	h = 14.0	x: 2.5 m h = 3.2	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m h = 0.4	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0.313 m h < 0.1	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 2.5 m h = 17.6	x: 0.313 m h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 17.6
N154/N149	l < 2.0	x: 0.313 m l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	h = 1.4	h = 20.2	x: 2.5 m h = 3.2	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m h = 0.4	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0.313 m h < 0.1	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 2.5 m h = 23.7	x: 0.313 m h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 23.7
N128/N163	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0 m h = 35.7	x: 0 m h = 10.8	x: 0 m h = 8.9	h = 5.3	h = 0.3	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 47.3	h < 0.1	h = 0.1	h = 1.3	h = 0.2	CUMPLE h = 47.3
N129/N164	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0 m h = 35.5	x: 0 m h = 7.4	x: 0 m h = 12.4	h = 3.3	h = 0.4	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 51.5	h < 0.1	h = 0.1	h = 0.3	h = 0.3	CUMPLE h = 51.5
N130/N165	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0 m h = 35.5	x: 0 m h = 5.7	x: 0 m h = 13.7	h = 2.6	h = 0.5	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 52.6	h < 0.1	h < 0.1	h = 1.0	h = 0.1	CUMPLE h = 52.6
N131/N166	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0 m h = 35.5	x: 0 m h = 8.1	x: 0 m h = 12.4	h = 3.6	h = 0.4	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 51.5	h < 0.1	h = 0.1	h = 1.0	h = 0.3	CUMPLE h = 51.5
N132/N167	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0 m h = 35.6	x: 0 m h = 12.2	x: 0 m h = 8.8	h = 6.0	h = 0.3	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 47.1	h < 0.1	h = 0.1	h = 2.1	h = 0.2	CUMPLE h = 47.1
N167/N155	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	h = 14.5	h = 8.6	x: 5 m h = 80.9	x: 0 m h = 0.4	x: 5 m h = 63.7	h < 0.1	x: 5 m h = 81.7	h < 0.1	x: 5 m h = 93.4	x: 5 m h = 93.9	h = 0.2	x: 5 m h = 61.8	h < 0.1	CUMPLE h = 93.9
N166/N167	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	h = 13.8	h = 8.2	x: 5 m h = 67.7	x: 5 m h = 0.4	x: 5 m h = 60.9	h < 0.1	x: 5 m h = 68.1	h < 0.1	x: 5 m h = 79.1	x: 5 m h = 79.6	h = 0.2	x: 5 m h = 60.6	h < 0.1	CUMPLE h = 79.6
N165/N166	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	h = 13.5	h = 8.1	x: 5 m h = 68.4	x: 0 m h = 0.6	x: 5 m h = 60.9	h < 0.1	x: 5 m h = 68.9	h < 0.1	x: 5 m h = 79.2	x: 5 m h = 79.7	h = 0.1	x: 5 m h = 60.5	h < 0.1	CUMPLE h = 79.7
N164/N165	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	h = 13.3	h = 12.1	x: 0 m h = 68.3	x: 5 m h = 0.7	x: 0 m h = 60.9	h < 0.1	x: 0 m h = 68.7	h < 0.1	x: 5 m h = 78.2	x: 5 m h = 78.7	h = 0.1	x: 0 m h = 60.3	h < 0.1	CUMPLE h = 78.7
N163/N164	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	h = 13.3	h = 8.2	x: 0 m h = 67.6	x: 0 m h = 0.4	x: 0 m h = 60.8	h < 0.1	x: 0 m h = 68.1	h < 0.1	x: 0 m h = 77.3	x: 0 m h = 77.8	h = 0.2	x: 0 m h = 60.4	h < 0.1	CUMPLE h = 77.8
N151/N163	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	h = 13.6	h = 8.6	x: 0 m h = 78.8	x: 5 m h = 0.4	x: 0 m h = 63.3	h < 0.1	x: 0 m h = 79.5	h < 0.1	x: 0 m h = 89.6	x: 0 m h = 90.0	h = 0.2	x: 0 m h = 61.2	h < 0.1	CUMPLE h = 90.0
N151/N150	l < 2.0	x: 0.313 m l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	h = 3.9	h = 8.4	x: 2.5 m h = 3.2	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m h = 0.4	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0.313 m h < 0.1	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 2.5 m h = 11.8	x: 0.313 m h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 11.8
N163/N162	l < 2.0	x: 0.313 m l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	h = 3.9	h = 10.1	x: 2.5 m h = 3.2	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m h = 0.4	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0.313 m h < 0.1	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 2.5 m h = 13.6	x: 0.313 m h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 13.6
N164/N161	l < 2.0	x: 0.313 m l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	h = 5.1	h = 13.4	x: 2.5 m h = 3.2	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m h = 0.4	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0.313 m h < 0.1	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 2.5 m h = 17.0	x: 0.313 m h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 17.0
N165/N160	l < 2.0	x: 0.313 m l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	h = 6.1	h = 15.2	x: 2.5 m h = 3.2	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m h = 0.4	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0.313 m h < 0.1	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 2.5 m h = 18.8	x: 0.313 m h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 18.8
N166/N159	l < 2.0	x: 0.313 m l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	h = 5.1	h = 13.4	x: 2.5 m h = 3.2	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m h = 0.4	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0.313 m h < 0.1	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 2.5 m h = 17.0	x: 0.313 m h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 17.0
N167/N158	l < 2.0	x: 0.313 m l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	h = 4.0	h = 10.4	x: 2.5 m h = 3.2	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m h = 0.4	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0.313 m h < 0.1	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 2.5 m h = 13.9	x: 0.313 m h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 13.9
N155/N154	l < 2.0	x: 0.313 m l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	h = 3.9	h = 8.4	x: 2.5 m h = 3.2	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m h = 0.4	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0.313 m h < 0.1	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 2.5 m h = 11.8	x: 0.313 m h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 11.8

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	l	l <sub>w</sub>	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>	
N137/N172	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0 m h = 35.7	x: 0 m h = 12.2	x: 0 m h = 8.8	h = 6.0	h = 0.3	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 47.0	h < 0.1	h = 0.1	h = 2.1	h = 0.2	CUMPLE h = 47.0
N136/N171	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0 m h = 35.5	x: 0 m h = 8.1	x: 0 m h = 11.9	h = 3.6	h = 0.4	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 50.8	h < 0.1	h = 0.1	h = 1.0	h = 0.3	CUMPLE h = 50.8
N135/N170	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0 m h = 35.5	x: 0 m h = 5.7	x: 0 m h = 13.2	h = 2.6	h = 0.4	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 51.8	h < 0.1	h < 0.1	h = 1.0	h = 0.1	CUMPLE h = 51.8
N134/N169	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0 m h = 35.5	x: 0 m h = 7.4	x: 0 m h = 11.9	h = 3.3	h = 0.4	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 50.8	h < 0.1	h = 0.1	h = 0.3	h = 0.3	CUMPLE h = 50.8
N133/N168	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0 m h = 35.7	x: 0 m h = 10.8	x: 0 m h = 8.6	h = 5.3	h = 0.3	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 46.7	h < 0.1	h = 0.1	h = 1.3	h = 0.2	CUMPLE h = 46.7
N152/N168	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	h = 13.6	h = 8.6	x: 0 m h = 78.8	x: 5 m h = 0.4	x: 0 m h = 63.3	h < 0.1	x: 0 m h = 79.5	h < 0.1	x: 0 m h = 89.6	x: 0 m h = 90.0	h = 0.2	x: 0 m h = 61.2	h < 0.1	CUMPLE h = 90.0
N168/N169	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	h = 13.3	h = 8.2	x: 0 m h = 67.6	x: 0 m h = 0.4	x: 0 m h = 60.8	h < 0.1	x: 0 m h = 68.1	h < 0.1	x: 0 m h = 77.2	x: 0 m h = 77.8	h = 0.1	x: 0 m h = 60.4	h < 0.1	CUMPLE h = 77.8
N169/N170	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	h = 13.3	h = 8.1	x: 0 m h = 68.3	x: 5 m h = 0.6	x: 0 m h = 60.9	h < 0.1	x: 0 m h = 68.7	h < 0.1	x: 5 m h = 78.1	x: 5 m h = 78.6	h = 0.1	x: 0 m h = 60.3	h < 0.1	CUMPLE h = 78.6
N170/N171	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	h = 13.5	h = 8.1	x: 5 m h = 68.4	x: 0 m h = 0.6	x: 5 m h = 60.9	h < 0.1	x: 5 m h = 68.9	h < 0.1	x: 5 m h = 79.2	x: 5 m h = 79.7	h = 0.1	x: 5 m h = 60.5	h < 0.1	CUMPLE h = 79.7
N171/N172	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	h = 13.8	h = 8.2	x: 5 m h = 67.7	x: 5 m h = 0.4	x: 5 m h = 60.9	h < 0.1	x: 5 m h = 68.1	h < 0.1	x: 5 m h = 79.0	x: 5 m h = 79.6	h = 0.2	x: 5 m h = 60.6	h < 0.1	CUMPLE h = 79.6
N172/N156	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	h = 14.5	h = 8.6	x: 5 m h = 80.9	x: 0 m h = 0.4	x: 5 m h = 63.7	h < 0.1	x: 5 m h = 81.7	h < 0.1	x: 5 m h = 93.4	x: 5 m h = 93.9	h = 0.2	x: 5 m h = 61.8	h < 0.1	CUMPLE h = 93.9
N156/N155	l < 2.0	x: 0.313 m l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	h = 2.5	h = 5.6	x: 2.5 m h = 3.2	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m h = 0.4	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0.313 m h < 0.1	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 2.5 m h = 8.9	x: 0.313 m h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 8.9
N172/N167	l < 2.0	x: 0 m l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	h = 2.6	h = 6.9	x: 0 m h = 7.1	x: 0 m h = 0.4	x: 0 m h = 0.7	h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 14.6	x: 0 m h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 14.6
N171/N166	l < 2.0	x: 0.313 m l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	h = 3.3	h = 8.8	x: 2.5 m h = 3.2	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m h = 0.4	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0.313 m h < 0.1	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 2.5 m h = 12.3	x: 0.313 m h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 12.3
N170/N165	l < 2.0	x: 0.313 m l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	h = 4.0	h = 10.0	x: 2.5 m h = 3.2	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m h = 0.4	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0.313 m h < 0.1	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 2.5 m h = 13.5	x: 0.313 m h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 13.5
N169/N164	l < 2.0	x: 0.313 m l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	h = 3.3	h = 8.8	x: 2.5 m h = 3.2	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m h = 0.4	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0.313 m h < 0.1	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 2.5 m h = 12.3	x: 0.313 m h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 12.3
N168/N163	l < 2.0	x: 0.313 m l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	h = 2.5	h = 6.6	x: 2.5 m h = 3.2	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m h = 0.4	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0.313 m h < 0.1	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 2.5 m h = 10.1	x: 0.313 m h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 10.1
N152/N151	l < 2.0	x: 0.313 m l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	h = 2.5	h = 5.6	x: 2.5 m h = 3.2	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m h = 0.4	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0.313 m h < 0.1	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 2.5 m h = 8.9	x: 0.313 m h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 8.9
N142/N177	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0 m h = 19.6	x: 0 m h = 11.0	x: 0 m h = 8.3	h = 5.1	h = 0.3	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 30.7	h < 0.1	h = 0.1	h = 1.0	h = 0.2	CUMPLE h = 30.7
N141/N176	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0 m h = 18.0	x: 0 m h = 8.4	x: 0 m h = 11.6	h = 3.8	h = 0.4	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 31.8	h < 0.1	h = 0.1	h = 1.2	h = 0.3	CUMPLE h = 31.8
N140/N175	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0 m h = 18.2	x: 0 m h = 5.7	x: 0 m h = 12.9	h = 2.6	h = 0.4	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 32.6	h < 0.1	h < 0.1	h = 1.0	h = 0.1	CUMPLE h = 32.6
N139/N174	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0 m h = 18.0	x: 0 m h = 7.7	x: 0 m h = 11.7	h = 3.5	h = 0.4	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 31.8	h < 0.1	h = 0.1	h = 0.5	h = 0.3	CUMPLE h = 31.8
N138/N173	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0 m h = 19.6	x: 0 m h = 9.6	x: 0 m h = 8.4	h = 4.4	h = 0.3	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 30.8	h < 0.1	h = 0.1	h = 0.1	h = 0.2	CUMPLE h = 30.8
N173/N174	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	h = 13.7	h = 8.0	x: 0 m h = 37.1	x: 0 m h = 0.4	x: 0 m h = 31.5	h < 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 47.1	h < 0.1	h = 0.1	x: 0 m h = 31.1	h < 0.1	CUMPLE h = 47.1
N174/N175	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	h = 13.6	h = 8.0	x: 0 m h = 35.4	x: 5 m h = 0.6	x: 0 m h = 31.1	h < 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 5 m h = 46.0	h < 0.1	h = 0.1	x: 5 m h = 30.6	h < 0.1	CUMPLE h = 46.0
N175/N176	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	h = 13.8	h = 8.0	x: 5 m h = 35.5	x: 0 m h = 0.6	x: 5 m h = 31.1	h < 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 5 m h = 46.7	h < 0.1	h = 0.1	x: 5 m h = 30.7	h < 0.1	CUMPLE h = 46.7
N176/N177	l < 2.0	l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	h = 14.2	h = 8.0	x: 5 m h = 37.2	x: 5 m h = 0.4	x: 5 m h = 31.6	h < 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 5 m h = 48.9	h < 0.1	h = 0.1	x: 5 m h = 31.2	h < 0.1	CUMPLE h = 48.9
N157/N156	l < 2.0	x: 0.313 m l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	h = 1.3	h = 3.0	x: 2.5 m h = 3.2	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m h = 0.4	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0.313 m h < 0.1	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 2.5 m h = 6.3	x: 0.313 m h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 6.3
N177/N172	l < 2.0	x: 0.313 m l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	h = 1.2	h = 3.2	x: 5 m h = 6.7	x: 5 m h = 0.4	x: 5 m h = 0.7	h < 0.1	x: 0.313 m h < 0.1	x: 0.938 m h < 0.1	x: 5 m h = 8.2	x: 0.313 m h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 8.2
N176/N171	l < 2.0	x: 0.313 m l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	h = 1.6	h = 4.4	x: 2.5 m h = 3.2	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m h = 0.4	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0.313 m h < 0.1	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 2.5 m h = 7.7	x: 0.313 m h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 7.7
N175/N170	l < 2.0	x: 0.313 m l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	h = 2.0	h = 4.9	x: 2.5 m h = 3.2	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m h = 0.4	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0.313 m h < 0.1	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 2.5 m h = 8.3	x: 0.313 m h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 8.3
N174/N169	l < 2.0	x: 0.313 m l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	h = 1.6	h = 4.3	x: 2.5 m h = 3.2	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m h = 0.4	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0.313 m h < 0.1	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 2.5 m h = 7.7	x: 0.313 m h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 7.7
N173/N168	l < 2.0	x: 0.313 m l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	h = 1.3	h = 3.3	x: 2.5 m h = 3.2	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m h = 0.4	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0.313 m h < 0.1	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 2.5 m h = 6.6	x: 0.313 m h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 6.6
N153/N152	l < 2.0	x: 0.313 m l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	h = 1.3	h = 3.0	x: 2.5 m h = 3.2	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m h = 0.4	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0.313 m h < 0.1	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 2.5 m h = 6.3	x: 0.313 m h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 6.3
N110/N179	l < 2.0	x: 0.313 m l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	h < 0.1	h = 12.5	x: 2.5 m h = 2.3	x: 2.5 m h = 0.9	x: 0 m h = 0.4	x: 0 m h < 0.1	x: 0.313 m h < 0.1	x: 0.313 m h < 0.1	x: 2.5 m h = 15.5	x: 0.313 m h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 15.5
N111/N178	l < 2.0	x: 0.313 m l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	h = 0.4	h = 6.6	x: 2.5 m h = 2.3	x: 2.5 m h = 0.9	x: 0 m h = 0.4	x: 0 m h < 0.1	x: 0.313 m h < 0.1	x: 0.313 m h < 0.1	x: 2.5 m h = 9.5	x: 0.313 m h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 9.5
N5/N10	l < 2.0	x: 0.313 m l <sub>w</sub> ∈ l <sub>w,max</sub>	h < 0.1	h = 1.4	x: 2.81 m h = 2.9	x: 5 m h = 0.4	x: 0 m h = 0.5	h < 0.1	x: 0.313 m h < 0.1	x: 0.625 m h < 0.1	x: 2.81 m h = 4.0	x: 0.313 m h < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 4.0





Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\gamma$	$l_w$	$N_t$	$N_c$	$M_y$	$M_z$	$V_z$	$V_y$	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$NM_y M_z$	$NM_y M_z V_y V_z$	$M_t$	$M_t V_z$	$M_t V_y$	
N46/N42	$\gamma \in 4.0$		$h = 30.9$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(7)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 30.9
N42/N186	$\gamma \in 4.0$		$h = 3.4$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(7)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 3.4
N186/N205	$\gamma \in 4.0$		$h = 1.3$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(7)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 1.3
N205/N50	$\gamma \in 4.0$		$h = 1.3$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(7)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 1.3
N206/N50	$\gamma \in 4.0$		$h = 1.3$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(7)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 1.3
N193/N206	$\gamma \in 4.0$		$h = 1.3$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(7)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 1.3
N44/N193	$\gamma \in 4.0$		$h = 3.1$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(7)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 3.1
N48/N44	$\gamma \in 4.0$		$h = 30.9$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(7)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 30.9
N43/N49	$\gamma \in 4.0$		$h = 33.3$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(7)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 33.3
N49/N207	$\gamma \in 4.0$		$h = 3.2$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(7)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 3.2
N207/N192	$\gamma \in 4.0$		$h = 1.3$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(7)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 1.3
N192/N45	$\gamma \in 4.0$		$h = 1.4$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(7)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 1.4
N187/N45	$\gamma \in 4.0$		$h = 1.4$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(7)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 1.4
N204/N187	$\gamma \in 4.0$		$h = 1.3$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(7)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 1.3
N47/N204	$\gamma \in 4.0$		$h = 3.2$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(7)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 3.2
N41/N47	$\gamma \in 4.0$		$h = 33.3$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(7)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 33.3
N107/N203	$\gamma < 2.0$	$l_w \in l_{w,max}$	x: 4 m h = 1.6	x: 0 m h = 4.9	x: 0 m h = 68.1	x: 0 m h = 5.5	x: 0 m h = 17.9	h = 0.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 69.3	h < 0.1	h = 0.2	x: 0 m h = 1.3	h = 0.1	CUMPLE h = 69.3
N203/N111	$\gamma < 2.0$	x: 0 m $l_w \in l_{w,max}$	x: 3.1 m h = 1.8	x: 0 m h = 3.6	x: 0.582 m h = 23.3	x: 0 m h = 9.1	x: 3.1 m h = 8.6	h = 0.2	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 0.194 m h = 28.7	x: 0 m h < 0.1	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 28.7
N108/N202	$\gamma < 2.0$	$l_w \in l_{w,max}$	x: 4 m h = 1.6	x: 0 m h = 4.7	x: 0 m h = 68.1	x: 0 m h = 5.6	x: 0 m h = 17.9	h = 0.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 69.3	h < 0.1	h = 0.2	x: 0 m h = 4.0	h = 0.1	CUMPLE h = 69.3
N202/N112	$\gamma < 2.0$	x: 0 m $l_w \in l_{w,max}$	x: 3.1 m h = 1.8	x: 0 m h = 3.4	x: 0.582 m h = 23.3	x: 0 m h = 9.1	x: 3.1 m h = 8.6	h = 0.2	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 0.194 m h = 28.7	x: 0 m h < 0.1	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 28.7
N198/N199	$\gamma < 2.0$	$l_w \in l_{w,max}$	h = 13.8	h = 7.4	x: 1.4 m h = 23.6	x: 2 m h = 0.2	x: 0 m h = 27.6	h < 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 1.6 m h = 32.6	h < 0.1	h = 0.2	x: 0 m h = 25.5	h < 0.1	CUMPLE h = 32.6
N199/N173	$\gamma < 2.0$	$l_w \in l_{w,max}$	h = 13.8	h = 7.4	x: 2 m h = 39.4	x: 2 m h = 0.4	x: 2 m h = 35.1	h < 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 2 m h = 46.7	h < 0.1	h = 0.2	x: 2 m h = 33.9	h < 0.1	CUMPLE h = 46.7
N153/N198	$\gamma < 2.0$	$l_w \in l_{w,max}$	h = 13.8	h = 7.3	x: 0 m h = 59.6	x: 0 m h = 0.1	x: 0 m h = 42.6	h < 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 72.5	h < 0.1	h = 0.2	x: 0 m h = 40.5	h < 0.1	CUMPLE h = 72.5
N177/N201	$\gamma < 2.0$	$l_w \in l_{w,max}$	h = 14.8	h = 7.4	x: 0 m h = 39.4	x: 0 m h = 0.4	x: 0 m h = 35.1	h < 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 45.9	h < 0.1	h = 0.2	x: 0 m h = 33.3	h < 0.1	CUMPLE h = 45.9
N201/N200	$\gamma < 2.0$	$l_w \in l_{w,max}$	h = 14.8	h = 7.4	x: 0.6 m h = 23.6	x: 0 m h = 0.2	x: 2 m h = 28.1	h < 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 0.2 m h = 32.7	h < 0.1	h = 0.2	x: 2 m h = 26.1	h < 0.1	CUMPLE h = 32.7
N200/N157	$\gamma < 2.0$	$l_w \in l_{w,max}$	h = 14.8	h = 7.3	x: 1 m h = 61.7	x: 1 m h = 0.1	x: 1 m h = 43.0	h < 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 1 m h = 76.3	h < 0.1	h = 0.2	x: 1 m h = 41.1	h < 0.1	CUMPLE h = 76.3
N101/N143	$\gamma < 2.0$	$l_w \in l_{w,max}$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0 m h = 5.4	x: 3 m h = 14.3	x: 0 m h = 7.7	x: 0 m h = 7.4	x: 0 m h = 0.7	h < 0.1	h < 0.1	x: 3 m h = 19.8	h < 0.1	h = 0.2	x: 0 m h = 6.0	x: 0 m h = 0.3	CUMPLE h = 19.8
N143/N102	$\gamma < 2.0$	$l_w \in l_{w,max}$	x: 3 m h = 0.5	x: 0 m h = 1.1	x: 0 m h = 16.6	x: 1.71 m h = 2.6	x: 0 m h = 5.0	x: 0 m h = 0.6	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 18.7	h < 0.1	h = 1.4	x: 0 m h = 4.0	x: 0 m h = 0.3	CUMPLE h = 18.7
N96/N150	$\gamma < 2.0$	$l_w \in l_{w,max}$	x: 3 m h = 0.1	x: 0 m h = 7.6	x: 3 m h = 17.9	x: 0 m h = 5.6	x: 0 m h = 8.4	h = 0.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 3 m h = 21.6	h < 0.1	h = 0.3	x: 0 m h = 2.3	h = 0.1	CUMPLE h = 21.6
N150/N97	$\gamma < 2.0$	$l_w \in l_{w,max}$	x: 3 m h = 1.8	x: 0 m h = 3.7	x: 3 m h = 74.7	x: 0 m h = 0.6	x: 3 m h = 39.6	h < 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 3 m h = 78.4	h < 0.1	h = 0.6	x: 0 m h = 19.5	h < 0.1	CUMPLE h = 78.4
N91/N151	$\gamma < 2.0$	$l_w \in l_{w,max}$	x: 3 m h = 0.1	x: 0 m h = 7.6	x: 3 m h = 17.4	x: 0 m h = 4.8	x: 0 m h = 8.2	h = 0.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 3 m h = 22.6	h < 0.1	h = 0.3	x: 0 m h = 2.1	h = 0.1	CUMPLE h = 22.6
N151/N92	$\gamma < 2.0$	$l_w \in l_{w,max}$	x: 3 m h = 1.7	x: 0 m h = 3.7	x: 3 m h = 75.1	x: 0 m h = 0.7	x: 3 m h = 39.7	h < 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 3 m h = 78.7	h < 0.1	h = 0.2	x: 0 m h = 19.9	h < 0.1	CUMPLE h = 78.7
N86/N152	$\gamma < 2.0$	$l_w \in l_{w,max}$	x: 3 m h < 0.1	x: 0 m h = 7.6	x: 3 m h = 17.4	x: 0 m h = 4.4	x: 0 m h = 7.9	h = 0.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 3 m h = 22.5	h < 0.1	h = 0.3	x: 0 m h = 1.9	h = 0.1	CUMPLE h = 22.5
N152/N87	$\gamma < 2.0$	$l_w \in l_{w,max}$	x: 3 m h = 1.7	x: 0 m h = 3.7	x: 3 m h = 75.1	x: 0 m h = 0.7	x: 3 m h = 39.7	h < 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 3 m h = 78.7	h < 0.1	h = 0.2	x: 0 m h = 19.9	h < 0.1	CUMPLE h = 78.7
N81/N153	$\gamma < 2.0$	$l_w \in l_{w,max}$	x: 3 m h = 0.5	x: 0 m h = 6.4	x: 3 m h = 18.5	x: 0 m h = 4.3	x: 0 m h = 6.9	h = 0.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 3 m h = 23.8	h < 0.1	h = 0.2	x: 0 m h = 0.5	h = 0.1	CUMPLE h = 23.8
N153/N82	$\gamma < 2.0$	$l_w \in l_{w,max}$	x: 3 m h = 1.7	x: 0 m h = 3.7	x: 3 m h = 75.5	x: 0 m h = 0.4	x: 3 m h = 39.2	h < 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 3 m h = 79.1	h < 0.1	h = 0.2	x: 0 m h = 19.1	h < 0.1	CUMPLE h = 79.1
N114/N144	$\gamma < 2.0$	$l_w \in l_{w,max}$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0 m h = 10.9	x: 0 m h = 14.1	x: 3 m h = 6.6	x: 0 m h = 5.6	h = 0.4	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 27.6	h < 0.1	h = 0.1	x: 0 m h = 3.1	h = 0.1	CUMPLE h = 27.6

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\gamma$	$I_w$	$N_t$	$N_c$	$M_y$	$M_z$	$V_z$	$V_y$	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	$M_t$	$M_t V_z$	$M_t V_y$	
N144/N119	$\gamma < 2.0$	x: 0 m $I_w \in I_{w,máx}$	x: 3.44 m h = 0.9	x: 0 m h = 1.7	x: 0 m h = 4.6	x: 0 m h = 6.3	x: 0 m h = 4.1	h = 0.2	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h = 10.6	x: 0 m h < 0.1	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 10.6
N115/N145	$\gamma < 2.0$	$I_w \in I_{w,máx}$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0 m h = 10.5	x: 0 m h = 17.4	x: 0 m h = 5.3	x: 0 m h = 5.3	h = 0.3	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 26.5	h < 0.1	h = 0.1	x: 0 m h = 2.9	h < 0.1	CUMPLE h = 26.5
N145/N120	$\gamma < 2.0$	x: 0 m $I_w \in I_{w,máx}$	x: 3.88 m h = 0.9	x: 0 m h = 1.8	x: 0 m h = 8.9	x: 0 m h = 4.2	x: 0 m h = 5.3	h = 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h = 10.2	x: 0 m h < 0.1	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 10.2
N116/N146	$\gamma < 2.0$	$I_w \in I_{w,máx}$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0 m h = 10.5	x: 0 m h = 18.5	x: 0 m h = 5.1	x: 0 m h = 5.6	h = 0.3	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 26.4	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 1.9	h = 0.1	CUMPLE h = 26.4
N146/N105	$\gamma < 2.0$	$I_w \in I_{w,máx}$	x: 4.32 m h = 1.0	x: 0 m h = 1.8	x: 0 m h = 12.0	x: 4.32 m h = 5.5	x: 0 m h = 5.9	h = 0.3	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 15.7	h < 0.1	h = 0.1	x: 4.32 m h = 1.6	h = 0.1	CUMPLE h = 15.7
N117/N147	$\gamma < 2.0$	$I_w \in I_{w,máx}$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0 m h = 10.4	x: 0 m h = 17.3	x: 0 m h = 5.3	x: 0 m h = 5.3	h = 0.3	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 26.5	h < 0.1	h = 0.1	x: 0 m h = 2.9	h < 0.1	CUMPLE h = 26.5
N147/N121	$\gamma < 2.0$	x: 0 m $I_w \in I_{w,máx}$	x: 3.88 m h = 0.9	x: 0 m h = 1.6	x: 0 m h = 8.9	x: 0 m h = 4.2	x: 0 m h = 5.3	h = 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h = 10.3	x: 0 m h < 0.1	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 10.3
N118/N148	$\gamma < 2.0$	$I_w \in I_{w,máx}$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0 m h = 10.7	x: 0 m h = 14.0	x: 3 m h = 6.6	x: 0 m h = 5.5	h = 0.4	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 27.5	h < 0.1	h = 0.1	x: 0 m h = 3.0	h < 0.1	CUMPLE h = 27.5
N148/N122	$\gamma < 2.0$	x: 0 m $I_w \in I_{w,máx}$	x: 3.44 m h = 0.9	x: 0 m h = 1.5	x: 0 m h = 4.7	x: 0 m h = 5.9	x: 0 m h = 4.1	h = 0.2	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h < 0.1	x: 0 m h = 8.3	x: 0 m h < 0.1	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	CUMPLE h = 8.3
N103/N149	$\gamma < 2.0$	$I_w \in I_{w,máx}$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0 m h = 5.4	x: 3 m h = 14.5	x: 0 m h = 7.7	x: 0 m h = 7.4	x: 0 m h = 0.7	h < 0.1	h < 0.1	x: 3 m h = 19.8	h < 0.1	h = 0.2	x: 0 m h = 6.1	x: 0 m h = 0.3	CUMPLE h = 19.8
N149/N104	$\gamma < 2.0$	$I_w \in I_{w,máx}$	x: 3 m h = 0.5	x: 0 m h = 1.1	x: 0 m h = 16.6	x: 1.71 m h = 2.6	x: 3 m h = 5.3	x: 0 m h = 0.6	h < 0.1	h < 0.1	x: 0 m h = 18.7	h < 0.1	h = 1.4	x: 0 m h = 4.2	x: 0 m h = 0.3	CUMPLE h = 18.7
N98/N154	$\gamma < 2.0$	$I_w \in I_{w,máx}$	x: 3 m h = 0.1	x: 0 m h = 7.2	x: 3 m h = 18.7	x: 0 m h = 5.6	x: 0 m h = 8.4	h = 0.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 3 m h = 25.1	h < 0.1	h = 0.3	x: 0 m h = 1.5	h = 0.1	CUMPLE h = 25.1
N154/N99	$\gamma < 2.0$	$I_w \in I_{w,máx}$	x: 3 m h = 1.8	x: 0 m h = 3.3	x: 3 m h = 69.2	x: 0 m h = 0.6	x: 3 m h = 39.5	h < 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 3 m h = 72.4	h < 0.1	h = 0.6	x: 0 m h = 19.2	h < 0.1	CUMPLE h = 72.4
N93/N155	$\gamma < 2.0$	$I_w \in I_{w,máx}$	x: 3 m h = 0.1	x: 0 m h = 7.3	x: 3 m h = 19.5	x: 0 m h = 4.8	x: 0 m h = 8.2	h = 0.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 3 m h = 25.9	h < 0.1	h = 0.3	x: 0 m h = 1.4	h = 0.1	CUMPLE h = 25.9
N155/N94	$\gamma < 2.0$	$I_w \in I_{w,máx}$	x: 3 m h = 1.7	x: 0 m h = 3.3	x: 3 m h = 69.9	x: 0 m h = 0.7	x: 3 m h = 40.1	h < 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 3 m h = 73.1	h < 0.1	h = 0.2	x: 0 m h = 19.9	h < 0.1	CUMPLE h = 73.1
N88/N156	$\gamma < 2.0$	$I_w \in I_{w,máx}$	x: 3 m h < 0.1	x: 0 m h = 7.3	x: 3 m h = 19.5	x: 0 m h = 4.3	x: 0 m h = 7.9	h = 0.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 3 m h = 25.8	h < 0.1	h = 0.2	x: 0 m h = 1.3	h = 0.1	CUMPLE h = 25.8
N156/N89	$\gamma < 2.0$	$I_w \in I_{w,máx}$	x: 3 m h = 1.7	x: 0 m h = 3.3	x: 3 m h = 69.9	x: 0 m h = 0.7	x: 3 m h = 40.1	h < 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 3 m h = 73.1	h < 0.1	h = 0.2	x: 0 m h = 19.9	h < 0.1	CUMPLE h = 73.1
N83/N157	$\gamma < 2.0$	$I_w \in I_{w,máx}$	x: 3 m h = 0.5	x: 0 m h = 6.1	x: 3 m h = 21.4	x: 0 m h = 4.2	x: 3 m h = 6.9	h = 0.2	h < 0.1	h < 0.1	x: 3 m h = 27.2	h < 0.1	h = 0.2	x: 3 m h = 0.7	h = 0.1	CUMPLE h = 27.2
N157/N84	$\gamma < 2.0$	$I_w \in I_{w,máx}$	x: 3 m h = 1.7	x: 0 m h = 3.3	x: 3 m h = 70.3	x: 0 m h = 0.4	x: 3 m h = 39.5	h < 0.1	h < 0.1	h < 0.1	x: 3 m h = 73.5	h < 0.1	h = 0.2	x: 0 m h = 19.1	h < 0.1	CUMPLE h = 73.5

### 3.3.8.6. CÁLCULO DE UNIONES

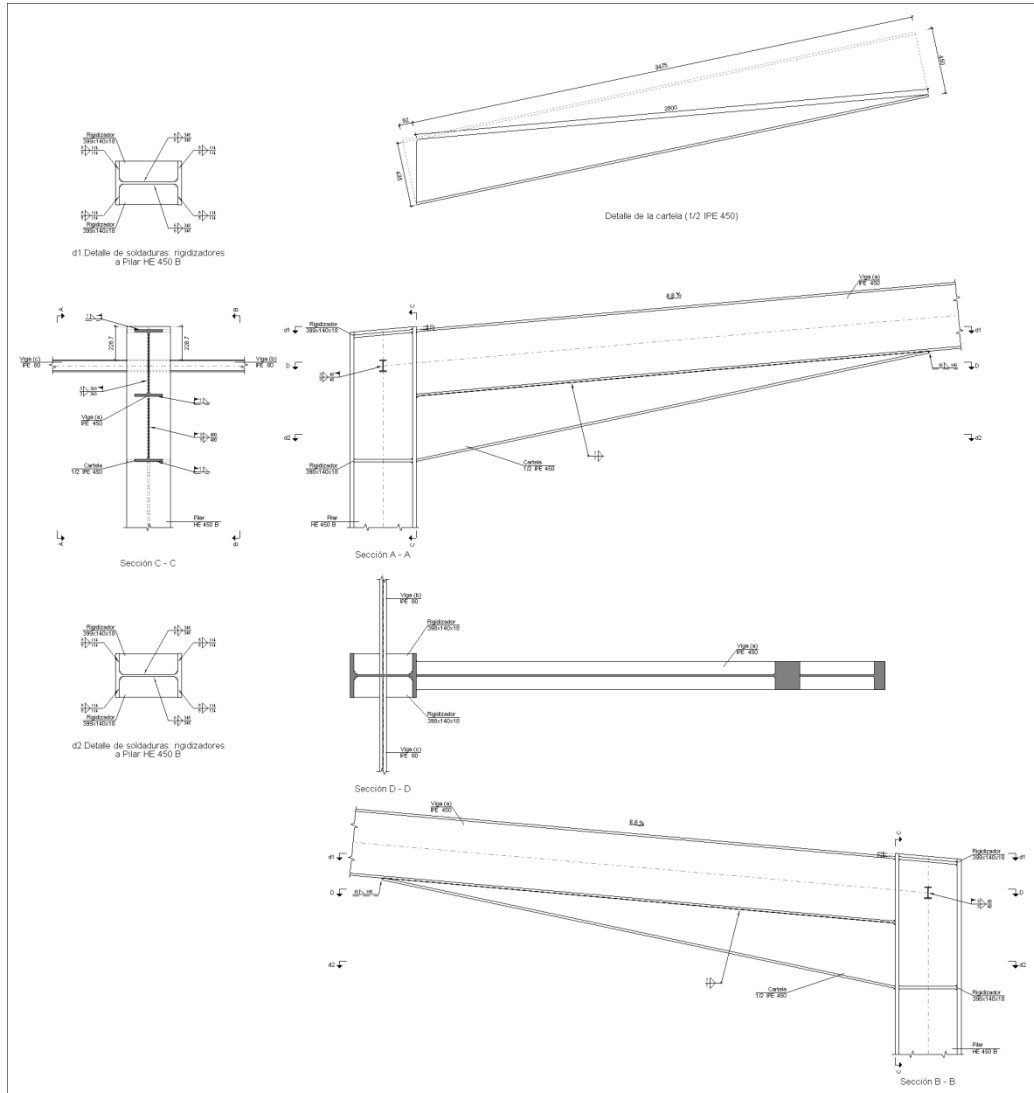
A continuación, se dará pie a mostrar los resultados obtenidos para las uniones de la estructura.

Las uniones se han resuelto como uniones soldadas. La distribución de los esfuerzos en cada cordón de las uniones soldadas se hace según los procedimientos de la Resistencia de Materiales.

**PÓRTICO INTERMEDIO**

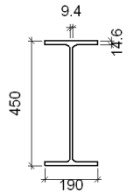
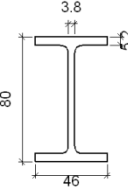
TIPO 23 → Pilar - dintel

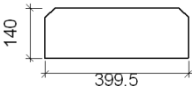
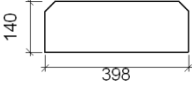
a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

		Perfiles							
Pieza	Descripción	Esquema	Geometría				Acero		
			Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	$f_y$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )
Pilar	HE 450 B		450	300	26	14	S275	2803.3	4383.3

Perfiles									
Pieza	Descripción	Esquema	Geometría				Acero		
			Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	$f_y$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )
Viga	IPE 450		450	190	14.6	9.4	S275	2803.3	4383.3
Viga	IPE 80		80	46	5.2	3.8	S275	2803.3	4383.3

Elementos complementarios							
Pieza	Esquema	Geometría			Acero		
		Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	$f_y$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )
Rigidizador		399.5	140	18	S275	2803.3	4383.3
Rigidizador		398	140	18	S275	2803.3	4383.3

c) Comprobación

1) Pilar HE 450 B

Comprobaciones de resistencia						
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)	
Panel	Esbeltez	-	28.43	64.71	43.93	
	Cortante	t	153.492	170.940	89.79	
Rigidizadores	Ala	kp/cm <sup>2</sup>	1383.088	2669.773	51.81	
Viga (b) IPE 80	Punzonamiento	t	2.656	25.803	10.29	
	Flexión por fuerza perpendicular	t	2.656	12.294	21.60	
Viga (c) IPE 80	Punzonamiento	t	2.656	25.803	10.29	
	Flexión por fuerza perpendicular	t	2.656	12.294	21.60	



Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	b <sub>w</sub>
		s <sub>∧</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>∧</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>//</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	s <sub>∧</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas del pilar	8	1330.2	1452.6	0.0	2846.0	68.99	1330.2	37.93	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma del pilar	6	0.0	0.0	667.5	1156.2	28.03	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas del pilar	8	1842.2	1842.2	0.0	3684.5	89.31	1842.2	52.54	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma del pilar	6	0.0	0.0	883.5	1530.3	37.09	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas del pilar	8	1330.2	1452.6	0.0	2845.9	68.98	1330.2	37.93	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma del pilar	6	0.0	0.0	667.5	1156.2	28.03	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas del pilar	8	1842.3	1842.3	0.0	3684.6	89.31	1842.3	52.54	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma del pilar	6	0.0	0.0	883.5	1530.3	37.09	0.0	0.00	4383.3	0.85

2) Viga (a) IPE 450

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	b <sub>w</sub>
		s <sub>∧</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>∧</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>//</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	s <sub>∧</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	7	1667.1	1526.7	15.0	3126.1	75.78	1667.1	47.54	4383.3	0.85
Soldadura del alma	5	1472.4	1472.4	246.9	2975.6	72.13	1472.4	41.99	4383.3	0.85
Soldadura del ala inferior	7	0.0	0.0	13.2	22.8	0.55	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del alma de la cartela	5	1741.9	1741.9	246.9	3509.9	85.08	1741.9	49.67	4383.3	0.85
Soldadura del ala de la cartela	7	1665.3	2054.4	2.0	3928.7	95.23	1962.0	55.95	4383.3	0.85

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	b <sub>w</sub>
		s <sub>⊥</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>⊥</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>//</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	s <sub>⊥</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	7	0.0	0.0	147.8	256.0	6.20	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	10	Para este cordón en ángulo, se adopta el espesor de garganta máximo compatible con los espesores de las piezas a unir.								

3) Viga (c) IPE 80

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	b <sub>w</sub>
		s <sub>⊥</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>⊥</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>//</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	s <sub>⊥</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	3	782.5	782.5	5.0	1565.0	37.93	782.5	22.31	4383.3	0.85

4) Viga (b) IPE 80

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	b <sub>w</sub>
		s <sub>⊥</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>⊥</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>//</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	s <sub>⊥</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	3	782.5	782.5	5.0	1565.0	37.93	782.5	22.31	4383.3	0.85

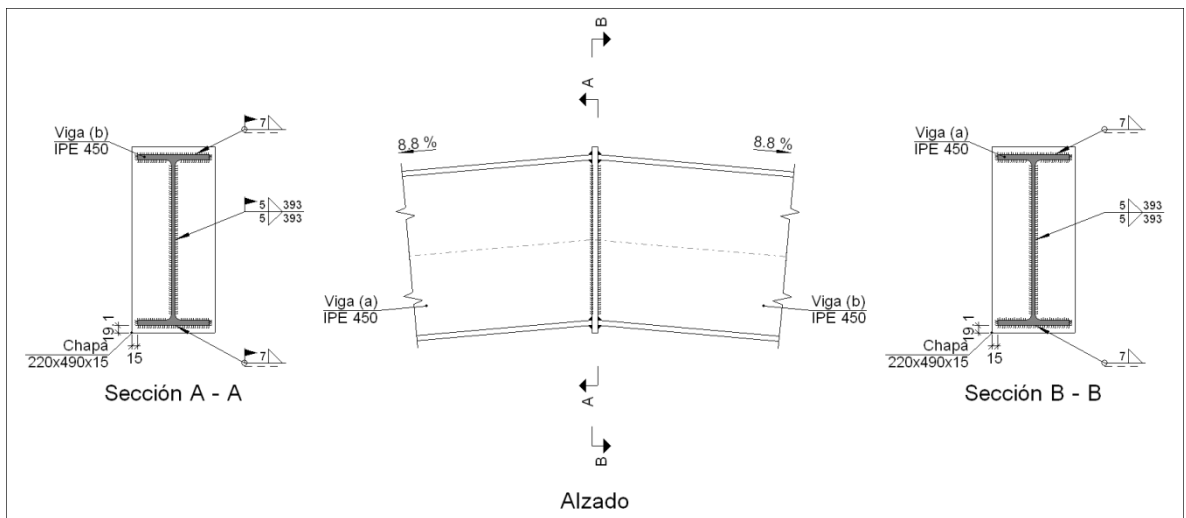
d) Medición

Soldaduras				
f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4383.3	En taller	En ángulo	6	2774
			7	6970
			8	1824
			10	190
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	160
			5	1587
			7	1113

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	2	399x140x18	15.81
		2	398x140x18	15.75
				Total

TIPO 10 → Dintel - dintel pórtico intermedio

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	$f_y$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )
Viga	IPE 450		450	190	14.6	9.4	S275	2803.3	4383.3

Elementos complementarios								
Pieza	Geometría				Acero			
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	$f_y$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )	
Chapa frontal: Viga (a) IPE 450		220	490	15	S275	2803.3	4383.3	

c) Comprobación

1) Viga (a) IPE 450

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	b <sub>w</sub>
		s <sub>λ</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>λ</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>//</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	s <sub>λ</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	7	1353.7	1478.2	13.0	2896.3	70.20	1358.6	38.74	4383.3	0.85
Soldadura del alma	5	1243.3	1243.3	21.6	2487.0	60.28	1243.3	35.46	4383.3	0.85
Soldadura del ala inferior	7	1056.3	967.3	13.0	1980.7	48.01	1056.3	30.12	4383.3	0.85

2) Viga (b) IPE 450

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	b <sub>w</sub>
		s <sub>λ</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>λ</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>//</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	s <sub>λ</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	7	1353.7	1478.2	13.0	2896.3	70.21	1358.6	38.74	4383.3	0.85
Soldadura del alma	5	1243.3	1243.3	22.9	2487.0	60.28	1243.3	35.46	4383.3	0.85
Soldadura del ala inferior	7	1056.3	967.3	13.0	1980.6	48.01	1056.3	30.12	4383.3	0.85

d) Medición

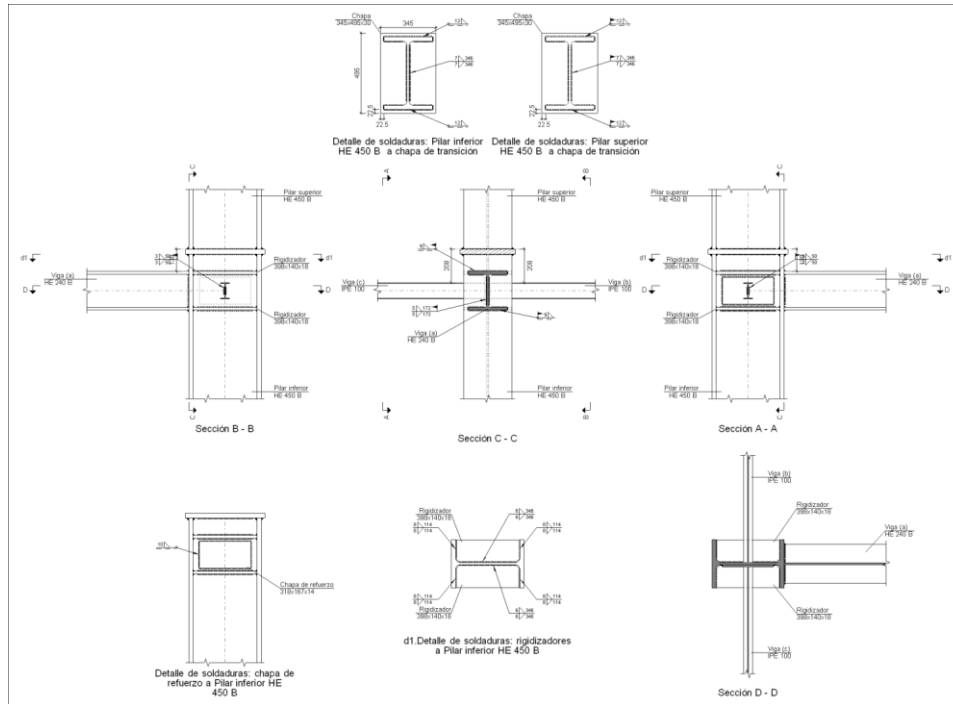
Soldaduras				
f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4383.3	En taller	En ángulo	5	786
			7	741
	En el lugar de montaje	En ángulo	5	786
			7	741

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Chapas	1	220x490x15	12.69
				Total

S

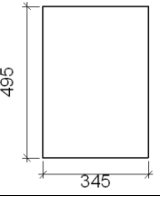
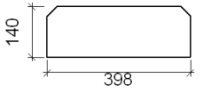
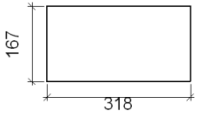
TIPO 32 → Jácena - pilar pórtico intermedio

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Esquema	Geometría				Acero		
			Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	$f_y$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )
Pilar	HE 450 B		450	300	26	14	S275	2803.3	4383.3
Viga	HE 240 B		240	240	17	10	S275	2803.3	4383.3
Viga	IPE 100		100	55	5.7	4.1	S275	2803.3	4383.3

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	$f_y$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )
Chapa de transición		345	495	30	S275	2803.3	4383.3
Rigidizador		398	140	18	S275	2803.3	4383.3
Chapa de refuerzo		318	167	14	S275	2803.3	4383.3

c) Comprobación

1) Pilar superior HE 450 B

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$b_w$
		$s_{\perp}$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$t_{\perp}$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$t_{//}$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$s_{\perp}$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	12	986.9	986.9	2.7	1973.9	47.85	986.9	28.14	4383.3	0.85
Soldadura del alma	7	743.7	743.7	768.3	1995.8	48.38	746.3	21.28	4383.3	0.85
Soldadura del ala inferior	12	907.5	907.5	2.3	1815.1	44.00	907.5	25.88	4383.3	0.85

2) Pilar inferior HE 450 B

Comprobaciones de resistencia						
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)	
Panel	Esbeltez	-	28.43	64.71	43.93	
	Cortante	t	104.260	174.794	59.65	
Rigidizadores	Ala	kp/cm <sup>2</sup>	1024.642	2669.773	38.38	
Viga (b) IPE 100	Punzonamiento	t	2.272	31.871	7.13	
	Flexión por fuerza perpendicular	t	2.272	23.665	9.60	
Viga (c) IPE 100	Punzonamiento	t	2.274	31.871	7.14	
	Flexión por fuerza perpendicular	t	2.274	23.665	9.61	

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	b <sub>w</sub>
		s <sub>⊥</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>⊥</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>//</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	s <sub>⊥</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	12	986.9	986.9	2.7	1973.9	47.85	986.9	28.14	4383.3	0.85
Soldadura del alma	7	743.7	743.7	768.3	1995.8	48.38	746.3	21.28	4383.3	0.85
Soldadura del ala inferior	12	907.5	907.5	2.3	1815.1	44.00	907.5	25.88	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas del pilar	8	1611.3	1611.3	0.7	3222.7	78.12	1611.3	45.95	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma del pilar	6	0.0	0.0	992.3	1718.7	41.66	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas del pilar	8	1108.3	1108.3	0.1	2216.6	53.73	1108.3	31.61	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma del pilar	6	0.0	0.0	682.5	1182.1	28.66	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas del pilar	8	1610.0	1610.0	0.6	3220.0	78.05	1610.0	45.91	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma del pilar	6	0.0	0.0	991.5	1717.2	41.63	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas del pilar	8	1109.4	1109.4	0.1	2218.8	53.78	1109.4	31.64	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma del pilar	6	0.0	0.0	683.2	1183.3	28.68	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura de chapa de refuerzo al alma del pilar	10	Según el artículo 8.8.6 del CTE-SE-A, el espesor de garganta de esta soldadura debe ser 0.7 veces el espesor de la chapa de refuerzo.								

3) Viga (a) HE 240 B

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	b <sub>w</sub>
		s <sub>⊥</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>⊥</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>//</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	s <sub>⊥</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	9	1869.9	1869.9	0.3	3739.9	90.65	1869.9	53.33	4383.3	0.85
Soldadura del alma	5	1346.8	1346.8	1347.1	3563.7	86.38	1380.0	39.35	4383.3	0.85
Soldadura del ala inferior	9	1396.7	1396.7	0.0	2793.5	67.71	1396.7	39.83	4383.3	0.85

4) Viga (c) IPE 100

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	b <sub>w</sub>
		s <sub>⊥</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>⊥</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>//</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	s <sub>⊥</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	3	536.0	536.0	5.4	1072.1	25.99	536.0	15.29	4383.3	0.85

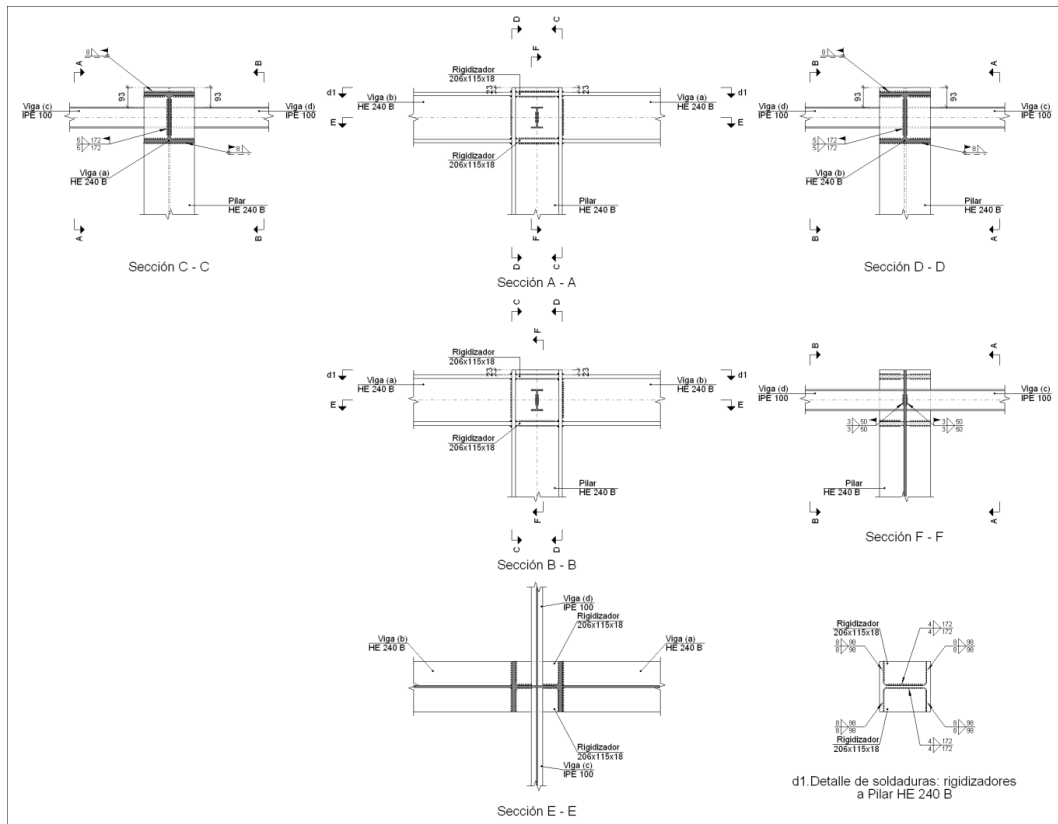
5) Viga (b) IPE 100

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	b <sub>w</sub>
		s <sub>⊥</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>⊥</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>//</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	s <sub>⊥</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	3	535.5	535.5	5.4	1071.1	25.96	535.5	15.27	4383.3	0.85



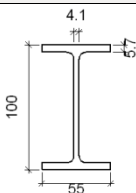
TIPO 33 → Jácena – pilarillo de entreplanta

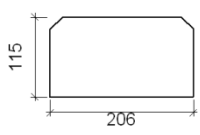
a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Esquema	Geometría				Acero		
			Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	$f_v$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )
Pilar	HE 240 B		240	240	17	10	S275	2803.3	4383.3
Viga	HE 240 B		240	240	17	10	S275	2803.3	4383.3

Perfiles									
Pieza	Descripción	Esquema	Geometría				Acero		
			Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	$f_y$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )
Viga	IPE 100		100	55	5.7	4.1	S275	2803.3	4383.3

Elementos complementarios							
Pieza	Esquema	Geometría			Acero		
		Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	$f_y$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )
Rigidizador		206	115	18	S275	2803.3	4383.3

c) Comprobación

1) Pilar HE 240 B

Comprobaciones de resistencia							
Componente	Comprobación		Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)	
Panel	Esbeltz		-	20.60	64.71	31.83	
	Cortante		t	14.538	33.294	43.66	
Rigidizadores	Ala	Cortante	kp/cm <sup>2</sup>	703.250	2669.773	26.34	
Viga (d) IPE 100	Alma	Punzonamiento		t	2.320	22.765	10.19
		Flexión por fuerza perpendicular		t	2.320	7.277	31.88
Viga (c) IPE 100	Alma	Punzonamiento		t	1.698	22.765	7.46
		Flexión por fuerza perpendicular		t	1.698	7.277	23.34

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$b_w$
		$s_{\perp}$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$t_{\perp}$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$t_{//}$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$s_{\perp}$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas del pilar	8	1741.0	1741.0	0.3	3482.0	84.40	1741.0	49.65	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma del pilar	4	0.0	0.0	453.9	786.2	19.06	0.0	0.00	4383.3	0.85

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	b <sub>w</sub>
		s <sub>∧</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>∧</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>//</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	s <sub>∧</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador inferior a las alas del pilar	8	1447.6	1447.6	0.0	2895.1	70.18	1447.6	41.28	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma del pilar	4	0.0	0.0	529.8	917.7	22.24	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas del pilar	8	1743.1	1743.1	0.2	3486.2	84.51	1743.1	49.71	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma del pilar	4	0.0	0.0	453.8	786.0	19.05	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas del pilar	8	1450.1	1450.1	0.4	2900.1	70.30	1450.1	41.35	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma del pilar	4	0.0	0.0	529.9	917.8	22.25	0.0	0.00	4383.3	0.85

2) Viga (a) HE 240 B

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	b <sub>w</sub>
		s <sub>∧</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>∧</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>//</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	s <sub>∧</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	8	1808.7	1808.7	0.1	3617.4	87.69	1808.7	51.58	4383.3	0.85
Soldadura del alma	5	1325.2	1325.2	1263.0	3436.6	83.30	1325.2	37.79	4383.3	0.85
Soldadura del ala inferior	8	1535.1	1535.1	3.9	3070.3	74.42	1535.1	43.78	4383.3	0.85

3) Viga (b) HE 240 B

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	b <sub>w</sub>
		s <sub>∧</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>∧</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>//</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	s <sub>∧</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	8	1767.7	1767.7	0.1	3535.5	85.70	1767.7	50.41	4383.3	0.85
Soldadura del alma	5	1287.0	1287.0	1262.3	3377.2	81.86	1287.0	36.70	4383.3	0.85
Soldadura del ala inferior	8	1534.5	1534.5	3.9	3069.1	74.39	1534.5	43.76	4383.3	0.85

4) Viga (c) IPE 100

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	b <sub>w</sub>
		s <sub>⊥</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>⊥</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>//</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	s <sub>⊥</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	3	400.3	400.3	9.1	800.7	19.41	400.3	11.41	4383.3	0.85

5) Viga (d) IPE 100

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	b <sub>w</sub>
		s <sub>⊥</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>⊥</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>//</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	s <sub>⊥</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	3	546.8	546.8	8.9	1093.8	26.51	546.8	15.59	4383.3	0.85

d) Medición

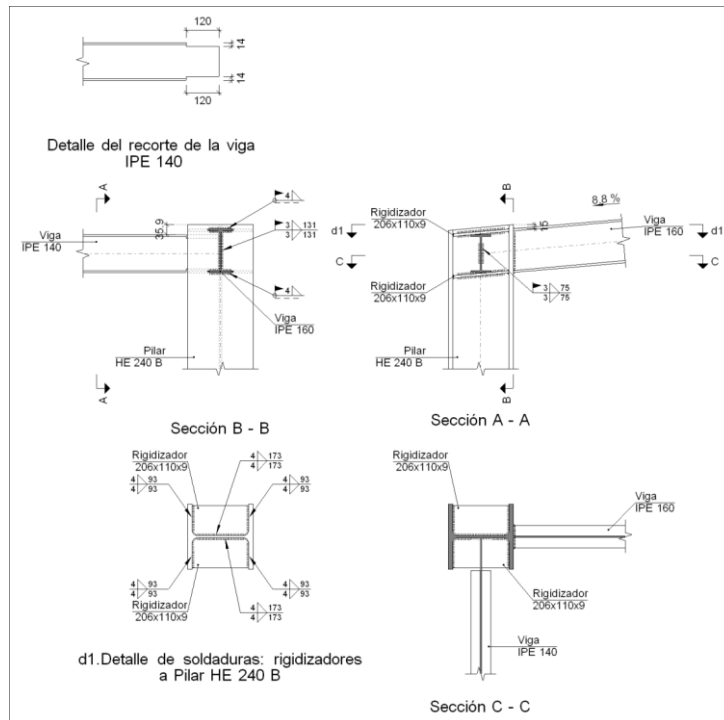
Soldaduras				
f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4383.3	En taller	En ángulo	4	1376
			8	1568
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	200
			5	688
			8	1744

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	206x115x18	13.39
				Total

**PÓRTICOS HASTIALES**

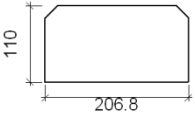
TIPO 5 → Pilar – dintel pórtico hastiales

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

		Perfiles							
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	$f_y$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )
Pilar	HE 240 B		240	240	17	10	S275	2803.3	4383.3
Viga	IPE 160		160	82	7.4	5	S275	2803.3	4383.3
Viga	IPE 140		140	73	6.9	4.7	S275	2803.3	4383.3

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	$f_y$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )
Rigidizador		206.8	110	9	S275	2803.3	4383.3

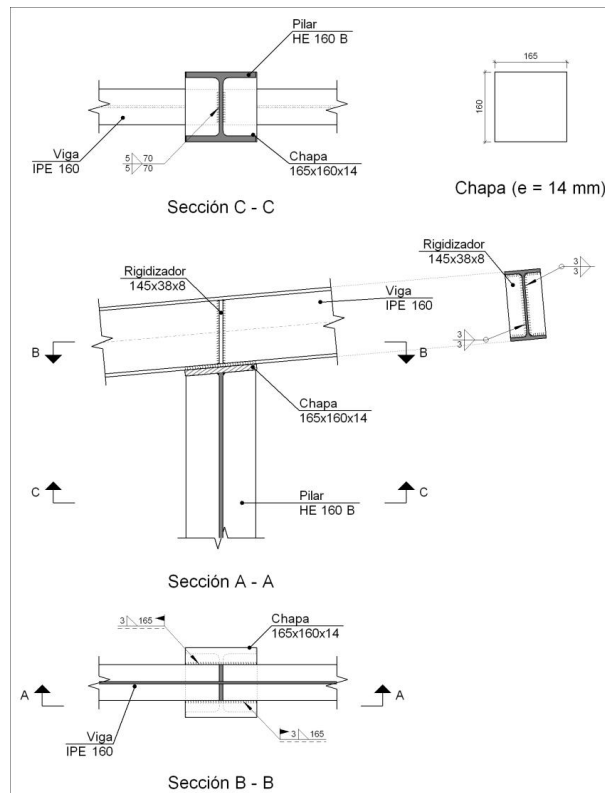
c) Comprobación

1) Pilar HE 240 B

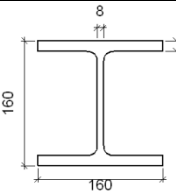
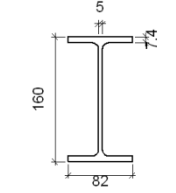
Comprobaciones de resistencia						
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)	
Panel	Esbeltez	-	20.60	64.71	31.83	
	Cortante	t	7.411	22.500	32.94	
Rigidizadores	Ala	Desgarro	kp/cm <sup>2</sup>	194.026	2669.773	7.27
		Cortante	kp/cm <sup>2</sup>	240.496	2669.773	9.01
Viga IPE 140	Alma	Punzonamiento	t	4.592	33.537	13.69
		Flexión por fuerza perpendicular	t	4.592	8.097	56.72

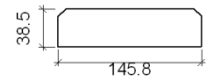
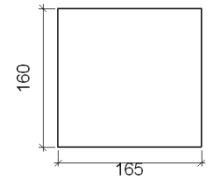
TIPO 25 → Pilarillo – dintel pórtico hastial delantero)

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	$f_y$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )
Pilar	HE 160 B		160	160	13	8	S275	2803.3	4383.3
Viga	IPE 160		160	82	7.4	5	S275	2803.3	4383.3

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	$f_y$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )
Rigidizador		145.8	38.5	8	S275	2803.3	4383.3
Chapa frontal: Pilar		165	160	14	S275	2803.3	4383.3

c) Comprobación

1) Pilar HE 160 B

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$b_w$
		$s_{\perp}$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$t_{\perp}$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$t_{//}$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$s_{\perp}$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	5	375.0	485.3	35.0	922.4	22.36	485.3	13.84	4383.3	0.85

2) Viga IPE 160

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$b_w$
		$s_\wedge$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$t_\wedge$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$t_{//}$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$s_\wedge$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura de la viga a la chapa	3	323.0	323.0	36.2	649.1	15.73	323.0	9.21	4383.3	0.85
Soldadura de rigidizador al alma de la viga	3	0.0	0.0	261.8	453.5	10.99	0.0	0.00	4383.3	0.85

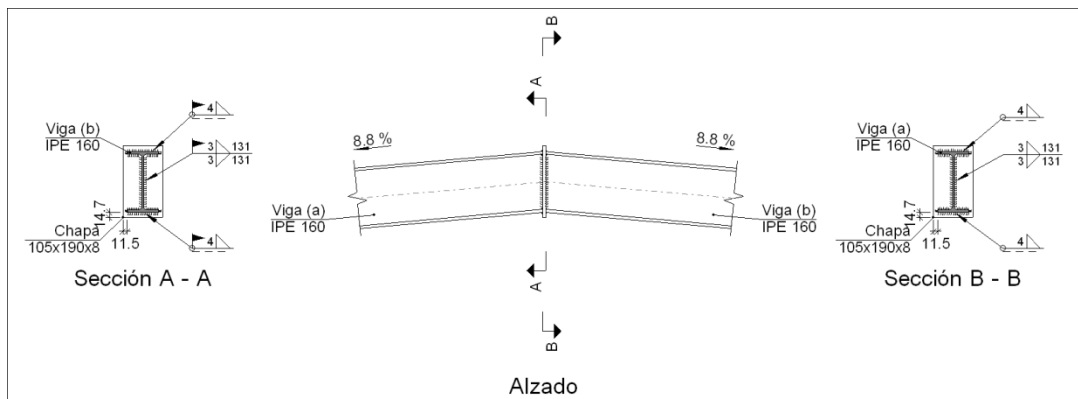
d) Medición

Soldaduras				
$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4383.3	En taller	En ángulo	3	773
			5	140
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	330

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	2	145x38x8	0.70
	Chapas	1	165x160x14	2.90
	Total			

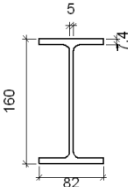
TIPO  
TIPO 9 → Dintel – dintel pórtico hastial delantero

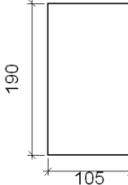
a) Detalle





b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	$f_y$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )
Viga	IPE 160		160	82	7.4	5	S275	2803.3	4383.3

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría					Acero			
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	$f_y$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )		
Chapa frontal: Viga (a) IPE 160		105	190	8	S275	2803.3	4383.3		

c) Comprobación

1) Viga (a) IPE 160

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$b_w$
		$s_\wedge$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$t_\wedge$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$t_{//}$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$s_\wedge$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	4	607.8	663.7	35.5	1301.8	31.56	607.8	17.33	4383.3	0.85
Soldadura del alma	3	850.9	850.9	2.6	1701.8	41.25	850.9	24.27	4383.3	0.85
Soldadura del ala inferior	4	1055.3	966.3	10.3	1978.7	47.96	1055.3	30.09	4383.3	0.85

2) Viga (b) IPE 160

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$b_w$
		$s_\wedge$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$t_\wedge$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$t_{//}$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$s_\wedge$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	4	607.8	663.7	35.5	1301.8	31.56	607.8	17.33	4383.3	0.85
Soldadura del alma	3	850.9	850.9	2.6	1701.8	41.25	850.9	24.27	4383.3	0.85

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$b_w$
		$s_\perp$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$t_\perp$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$t_{//}$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$s_\perp$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del ala inferior	4	1055.3	966.3	10.3	1978.7	47.96	1055.3	30.09	4383.3	0.85

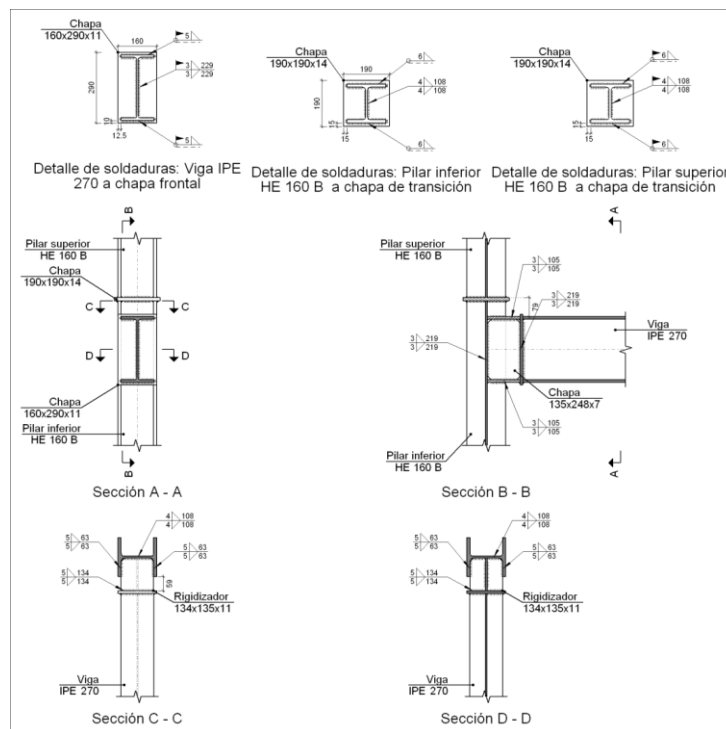
d) Medición

Soldaduras				
$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4383.3	En taller	En ángulo	3	262
			4	318
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	262
			4	318

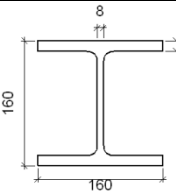
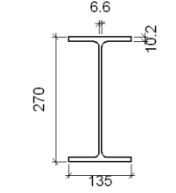
Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Chapas	1	105x190x8	1.25
				Total

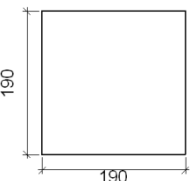
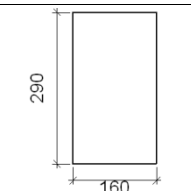
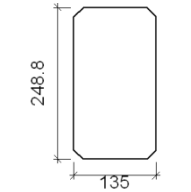
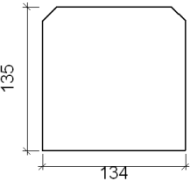
TIPO 37 → Pilarillo – bastidor portón

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	$f_y$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )
Pilar	HE 160 B		160	160	13	8	S275	2803.3	4383.3
Viga	IPE 270		270	135	10.2	6.6	S275	2803.3	4383.3

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	$f_y$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )
Chapa de transición		190	190	14	S275	2803.3	4383.3
Chapa de apoyo de la viga IPE 270		160	290	11	S275	2803.3	4383.3
Chapa vertical de la viga IPE 270		135	248.8	7	S275	2803.3	4383.3
Rigidizador		134	135	11	S275	2803.3	4383.3

c) Comprobación

1) Pilar superior HE 160 B

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	b <sub>w</sub>
		s <sub>∧</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>∧</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>//</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	s <sub>∧</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	6	741.5	741.5	3.1	1483.1	35.95	741.5	21.15	4383.3	0.85
Soldadura del alma	4	429.4	429.4	54.9	864.1	20.95	429.4	12.25	4383.3	0.85
Soldadura del ala inferior	6	831.5	831.5	3.0	1663.0	40.31	831.5	23.71	4383.3	0.85

2) Pilar inferior HE 160 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbeltez	-	16.75	64.71	25.89
	Cortante	t	0.000	30.053	0.00
Ala	Desgarro	kp/cm <sup>2</sup>	826.379	2669.773	30.95
	Cortante	kp/cm <sup>2</sup>	660.339	2669.773	24.73

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	b <sub>w</sub>
		s <sub>∧</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>∧</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>//</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	s <sub>∧</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	6	741.5	741.5	3.1	1483.1	35.95	741.5	21.15	4383.3	0.85
Soldadura del alma	4	429.4	429.4	54.9	864.1	20.95	429.4	12.25	4383.3	0.85
Soldadura del ala inferior	6	831.5	831.5	3.0	1663.0	40.31	831.5	23.71	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	5	140.3	140.3	0.0	280.6	6.80	140.3	4.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	5	139.2	139.2	0.0	278.5	6.75	139.2	3.97	4383.3	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma del pilar	3	0.0	0.0	28.6	49.6	1.20	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	3	0.0	0.0	35.0	60.7	1.47	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	3	0.0	0.0	35.0	60.7	1.47	0.0	0.00	4383.3	0.85

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	b <sub>w</sub>
		s <sub>λ</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>λ</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>//</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	s <sub>λ</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	3	0.0	0.0	28.6	49.6	1.20	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas del pilar	5	0.0	0.0	229.4	397.3	9.63	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma del pilar	4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas del pilar	5	0.0	0.0	227.8	394.6	9.56	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma del pilar	4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.00	4383.3	0.85

3) Viga IPE 270

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	b <sub>w</sub>
		s <sub>λ</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>λ</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>//</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	s <sub>λ</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	5	162.0	162.0	0.0	324.0	7.85	162.0	4.62	4383.3	0.85
Soldadura del alma	3	0.0	0.0	27.3	47.4	1.15	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del ala inferior	5	160.9	160.9	0.0	321.7	7.80	160.9	4.59	4383.3	0.85

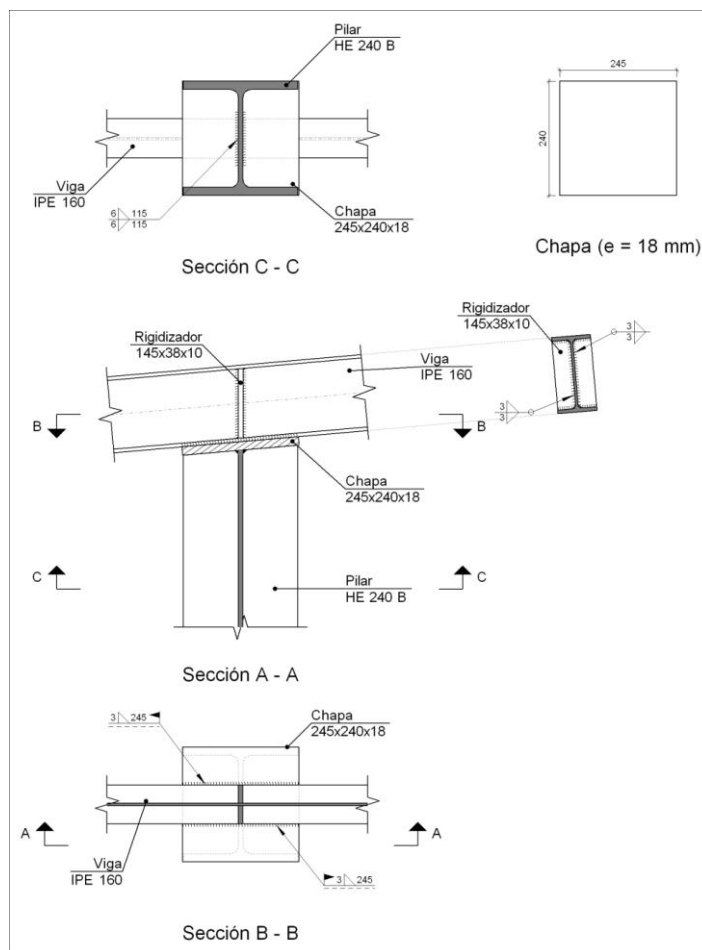
d) Medición

Soldaduras				
f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4383.3	En taller	En ángulo	3	1295
			4	648
			5	1040
			6	624
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	458
			4	216
			5	527
			6	624

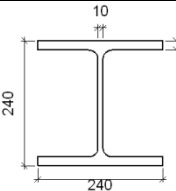
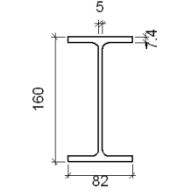
Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	2	134x135x11	3.12
	Chapas	1	135x248x7	1.85
		1	160x290x11	4.01
		1	190x190x14	3.97
	Total			

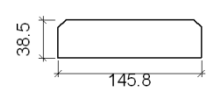
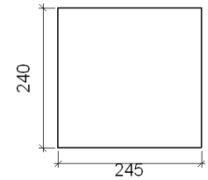
TIPO 26 → Pilarillo – dintel pórtico hastial trasero

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	$f_y$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )
Pilar	HE 240 B		240	240	17	10	S275	2803.3	4383.3
Viga	IPE 160		160	82	7.4	5	S275	2803.3	4383.3

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	$f_y$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )
Rigidizador		145.8	38.5	10	S275	2803.3	4383.3
Chapa frontal: Pilar		245	240	18	S275	2803.3	4383.3

c) Comprobación

1) Pilar HE 240 B

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$b_w$
		$s_{\perp}$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$t_{\perp}$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$t_{//}$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$s_{\perp}$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	6	146.8	184.6	32.1	356.2	8.64	184.6	5.26	4383.3	0.85

2) Viga IPE 160

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$b_w$
		$s_\lambda$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$t_\lambda$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$t_{//}$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$s_\lambda$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura de la viga a la chapa	3	177.5	177.5	15.4	356.0	8.63	177.5	5.06	4383.3	0.85
Soldadura de rigidizador al alma de la viga	3	0.0	0.0	202.2	350.2	8.49	0.0	0.00	4383.3	0.85

d) Medición

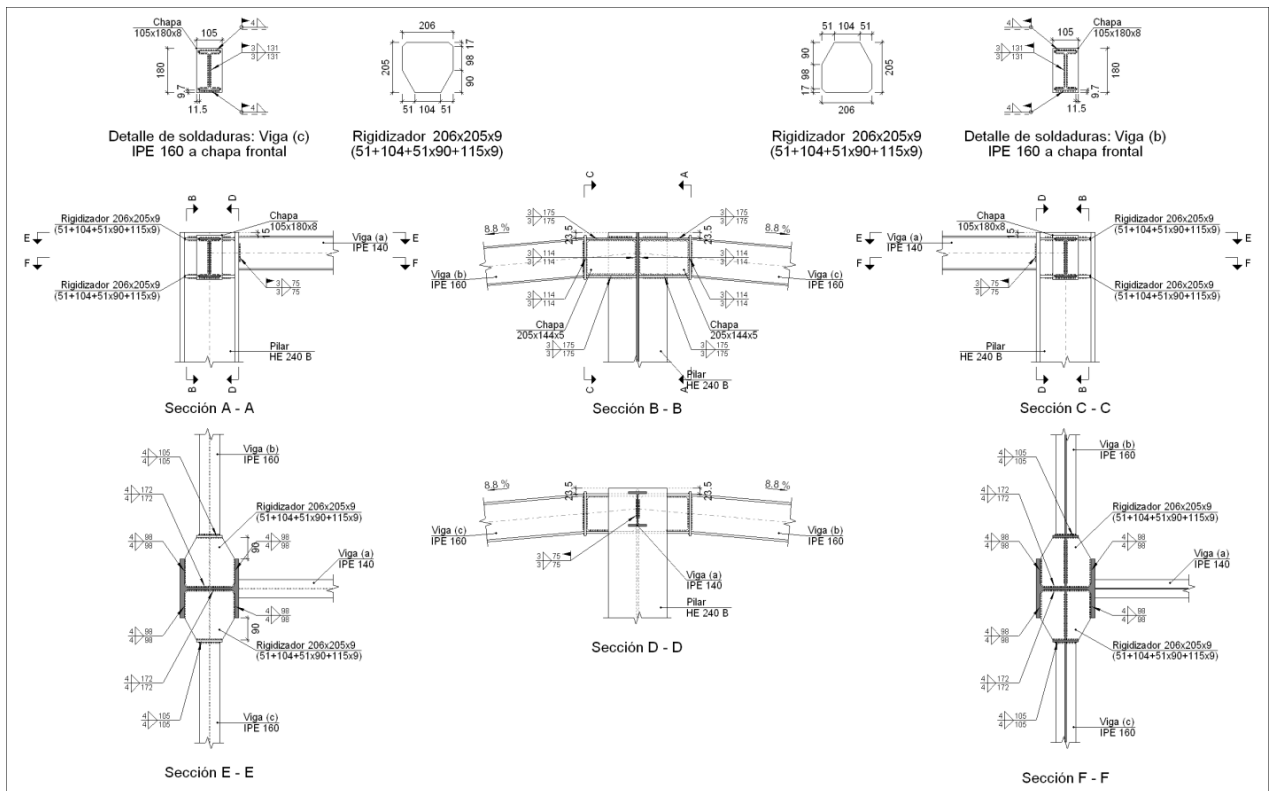
Soldaduras				
$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4383.3	En taller	En ángulo	3	773
			6	230
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	490

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	2	145x38x10	0.88
	Chapas	1	245x240x18	8.31
	Total			9.19



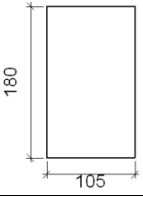
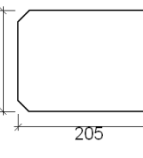
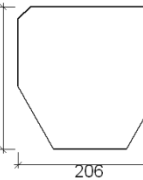
TIPO 24 → Dintel – dintel pórtico hastial trasero

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

		Perfiles							
Pieza	Descripción	Esquema	Geometría				Acero		
			Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	$f_v$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )
Pilar	HE 240 B		240	240	17	10	S275	2803.3	4383.3
Viga	IPE 140		140	73	6.9	4.7	S275	2803.3	4383.3
Viga	IPE 160		160	82	7.4	5	S275	2803.3	4383.3

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	$f_y$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )
Chapa de apoyo de la viga IPE 160		105	180	8	S275	2803.3	4383.3
Chapa vertical de la viga IPE 160		205	144.2	5	S275	2803.3	4383.3
Rigidizador		206	205	9	S275	2803.3	4383.3

c) Comprobación

1) Pilar HE 240 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbeltez	-	20.60	64.71	31.83
	Cortante	t	0.306	22.500	1.36
Ala	Desgarro	kp/cm <sup>2</sup>	285.417	2669.773	10.69
	Cortante	kp/cm <sup>2</sup>	369.706	2669.773	13.85

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$b_w$
		$s_\wedge$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$t_\wedge$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$t_{//}$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$s_\wedge$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	4	894.3	894.3	8.3	1788.6	43.36	894.3	25.50	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	4	931.5	931.5	1.4	1862.9	45.16	931.5	26.56	4383.3	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma del pilar	3	0.0	0.0	238.6	413.3	10.02	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	3	0.0	0.0	230.0	398.4	9.66	0.0	0.00	4383.3	0.85

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	b <sub>w</sub>
		s <sub>λ</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>λ</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>//</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	s <sub>λ</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	3	0.0	0.0	230.0	398.4	9.66	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	3	0.0	0.0	238.6	413.3	10.02	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas del pilar	4	0.0	0.0	700.3	1213.0	29.40	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma del pilar	4	0.0	0.0	30.3	52.5	1.27	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas del pilar	4	0.0	0.0	724.8	1255.4	30.43	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma del pilar	4	0.0	0.0	28.2	48.9	1.19	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	4	832.8	832.8	12.8	1665.8	40.38	832.8	23.75	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	4	781.9	781.9	18.4	1564.1	37.91	781.9	22.30	4383.3	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma del pilar	3	0.0	0.0	224.0	388.1	9.41	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	3	0.0	0.0	216.0	374.0	9.07	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	3	0.0	0.0	216.0	374.0	9.07	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	3	0.0	0.0	224.0	388.1	9.41	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas del pilar	4	0.0	0.0	653.7	1132.3	27.45	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma del pilar	4	0.0	0.0	30.3	52.6	1.27	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas del pilar	4	0.0	0.0	627.7	1087.2	26.35	0.0	0.00	4383.3	0.85

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	b <sub>w</sub>
		s <sub>⊥</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>⊥</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>//</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	s <sub>⊥</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador inferior al alma del pilar	4	0.0	0.0	28.3	49.0	1.19	0.0	0.00	4383.3	0.85

2) Viga (a) IPE 140

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	b <sub>w</sub>
		s <sub>⊥</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>⊥</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>//</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	s <sub>⊥</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	3	154.2	154.2	5.9	308.6	7.48	154.2	4.40	4383.3	0.85

3) Viga (c) IPE 160

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	b <sub>w</sub>
		s <sub>⊥</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>⊥</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>//</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	s <sub>⊥</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	4	1014.8	1108.2	14.6	2171.4	52.63	1014.8	28.94	4383.3	0.85
Soldadura del alma	3	0.0	0.0	195.4	338.5	8.21	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del ala inferior	4	1039.8	952.2	2.5	1949.7	47.26	1039.8	29.65	4383.3	0.85

4) Viga (b) IPE 160

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	b <sub>w</sub>
		s <sub>⊥</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>⊥</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>//</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	s <sub>⊥</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	4	1071.0	1169.6	9.4	2291.6	55.55	1071.0	30.54	4383.3	0.85
Soldadura del alma	3	0.0	0.0	208.1	360.5	8.74	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del ala inferior	4	1205.9	1104.3	2.2	2261.1	54.81	1205.9	34.39	4383.3	0.85

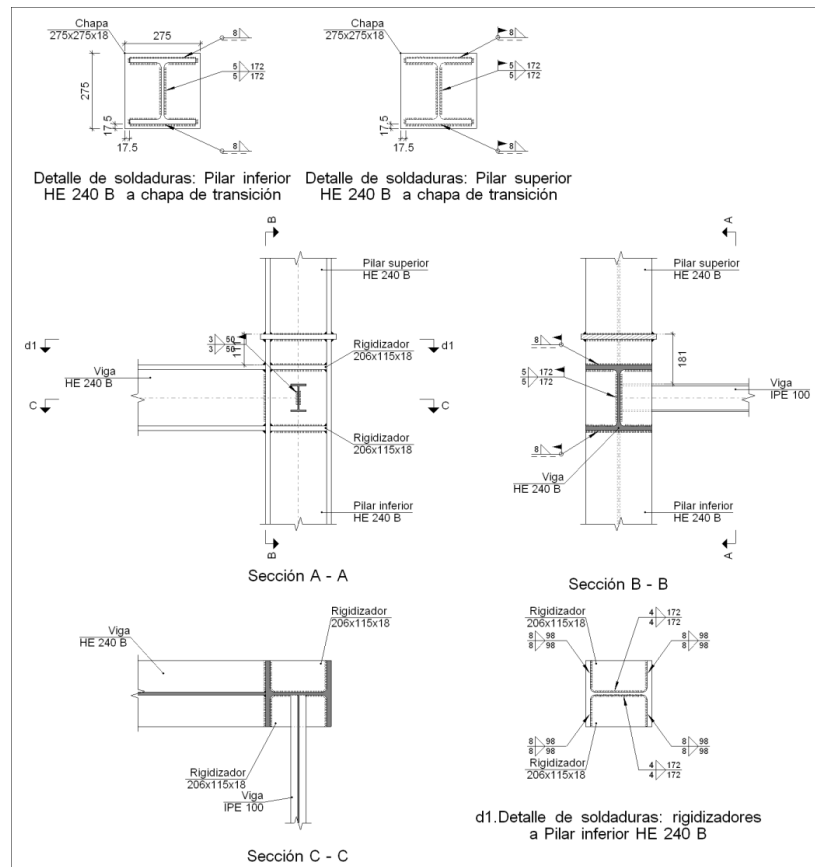
d) Medición

Soldaduras				
$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4383.3	En taller	En ángulo	3	2314
			4	3784
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	674
			4	636

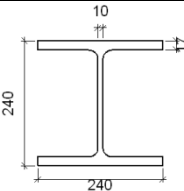
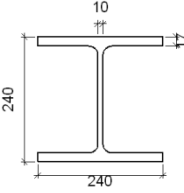
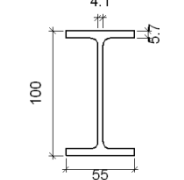
Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	206x205x9 (51+104+51x90+115x9)	10.64
	Chapas	2	205x144x5	2.32
		2	105x180x8	2.37
	Total			

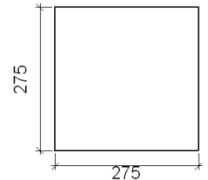
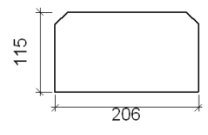
TIPO 27 → Jácena – Pilar pórtico hastial trasero

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	$f_y$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )
Pilar	HE 240 B		240	240	17	10	S275	2803.3	4383.3
Viga	HE 240 B		240	240	17	10	S275	2803.3	4383.3
Viga	IPE 100		100	55	5.7	4.1	S275	2803.3	4383.3

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	$f_y$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )
Chapa de transición		275	275	18	S275	2803.3	4383.3
Rigidizador		206	115	18	S275	2803.3	4383.3

c) Comprobación

1) Pilar superior HE 240 B

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	b <sub>w</sub>
		s <sub>∧</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>∧</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>//</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	s <sub>∧</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	8	443.1	443.1	5.5	886.2	21.48	443.1	12.64	4383.3	0.85
Soldadura del alma	5	302.6	302.6	107.9	633.4	15.35	302.6	8.63	4383.3	0.85
Soldadura del ala inferior	8	468.6	468.6	4.5	937.3	22.72	468.6	13.36	4383.3	0.85

2) Pilar inferior HE 240 B

Comprobaciones de resistencia						
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)	
Panel	Esbeltez	-	20.60	64.71	31.83	
	Cortante	t	31.404	33.294	94.32	
Rigidizadores	Ala	Cortante	kp/cm <sup>2</sup>	501.647	2669.773	18.79
Viga IPE 100	Alma	Punzonamiento	t	2.274	22.765	9.99
		Flexión por fuerza perpendicular	t	2.274	12.948	17.56

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	b <sub>w</sub>
		s <sub>∧</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>∧</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>//</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	s <sub>∧</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	8	443.1	443.1	5.5	886.2	21.48	443.1	12.64	4383.3	0.85
Soldadura del alma	5	302.6	302.6	107.9	633.4	15.35	302.6	8.63	4383.3	0.85
Soldadura del ala inferior	8	468.6	468.6	4.5	937.3	22.72	468.6	13.36	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas del pilar	8	607.9	607.9	0.2	1215.7	29.47	607.9	17.33	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma del pilar	4	0.0	0.0	979.6	1696.7	41.13	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas del pilar	8	609.5	609.5	0.2	1219.0	29.55	609.5	17.38	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma del pilar	4	0.0	0.0	982.3	1701.3	41.24	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas del pilar	8	608.9	608.9	0.2	1217.8	29.52	608.9	17.36	4383.3	0.85

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	b <sub>w</sub>
		s <sub>λ</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>λ</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>//</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	s <sub>λ</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior al alma del pilar	4	0.0	0.0	981.3	1699.6	41.20	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas del pilar	8	609.1	609.1	0.2	1218.2	29.53	609.1	17.37	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma del pilar	4	0.0	0.0	981.6	1700.1	41.21	0.0	0.00	4383.3	0.85

3) Viga HE 240 B

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	b <sub>w</sub>
		s <sub>λ</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>λ</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>//</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	s <sub>λ</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	8	655.0	655.0	0.0	1310.0	31.75	655.0	18.68	4383.3	0.85
Soldadura del alma	5	454.5	454.5	616.7	1402.6	34.00	454.5	12.96	4383.3	0.85
Soldadura del ala inferior	8	655.1	655.1	0.1	1310.2	31.76	655.1	18.68	4383.3	0.85

4) Viga IPE 100

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	b <sub>w</sub>
		s <sub>λ</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>λ</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>//</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	s <sub>λ</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	3	536.0	536.0	5.4	1072.1	25.99	536.0	15.29	4383.3	0.85

d) Medición

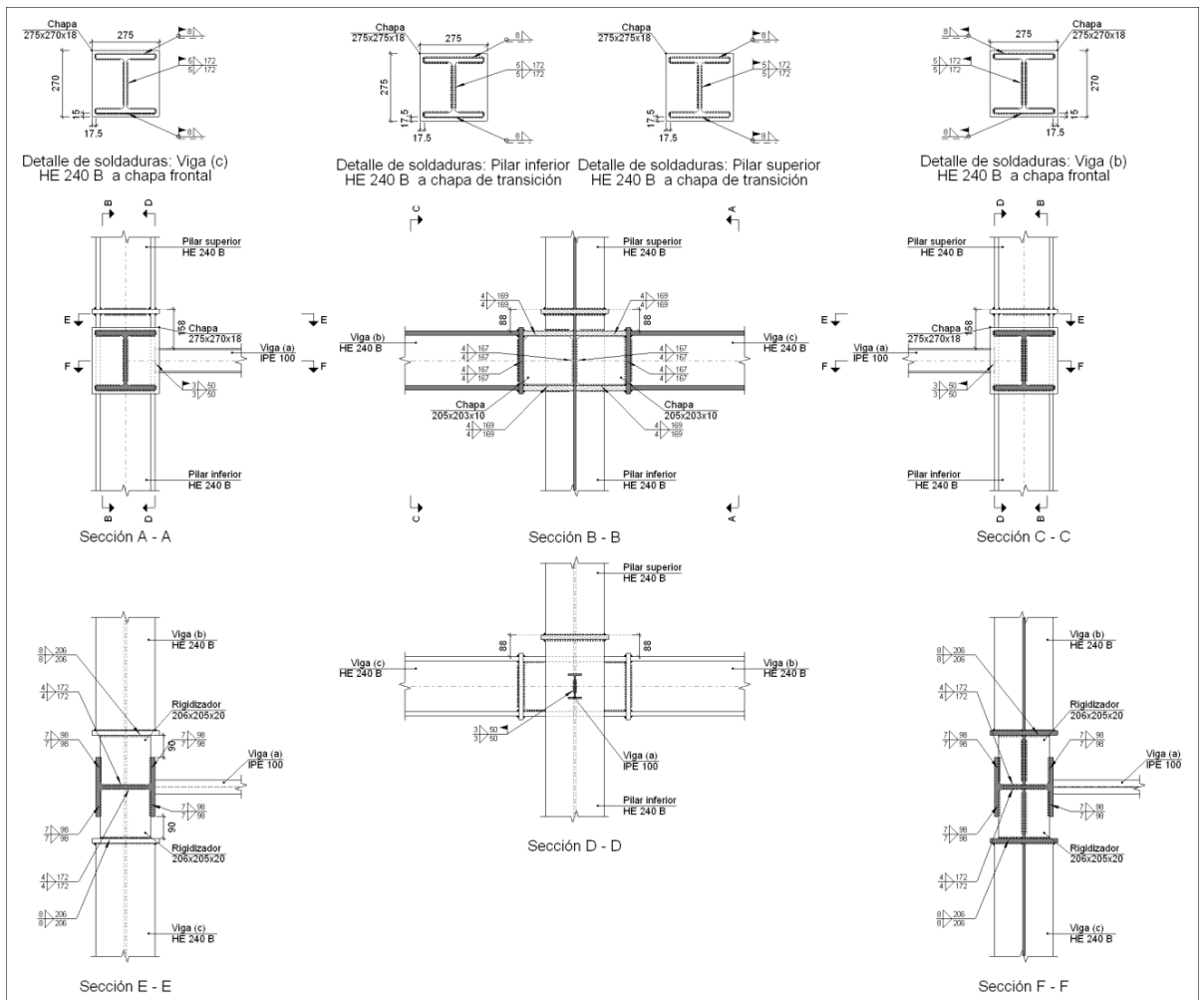
Soldaduras				
f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4383.3	En taller	En ángulo	4	1376
			5	344
			8	2508
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	100
			5	688
			8	1812



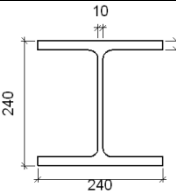
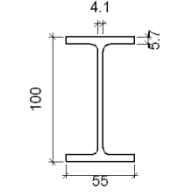
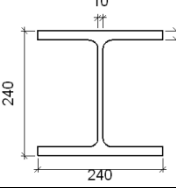
Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	206x115x18	13.39
	Chapas	1	275x275x18	10.69
Total				24.08

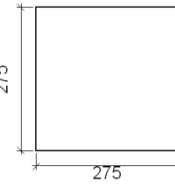
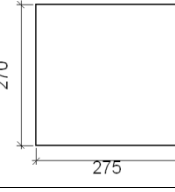
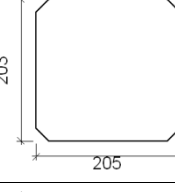
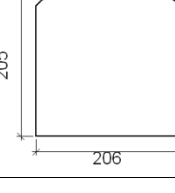
TIPO 31 → Jácena – pilarillo pótico hastial trasero

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	$f_y$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )
Pilar	HE 240 B		240	240	17	10	S275	2803.3	4383.3
Viga	IPE 100		100	55	5.7	4.1	S275	2803.3	4383.3
Viga	HE 240 B		240	240	17	10	S275	2803.3	4383.3

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	$f_y$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )
Chapa de transición		275	275	18	S275	2803.3	4383.3
Chapa de apoyo de la viga HE 240 B		275	270	18	S275	2803.3	4383.3
Chapa vertical de la viga HE 240 B		205	203	10	S275	2803.3	4383.3
Rigidizador		206	205	20	S275	2803.3	4383.3

b) Comprobación

1) Pilar superior HE 240 B

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	b <sub>w</sub>
		s <sub>⊥</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>⊥</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>//</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	s <sub>⊥</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	8	379.5	379.5	4.9	759.0	18.40	379.5	10.82	4383.3	0.85
Soldadura del alma	5	191.1	191.1	109.0	426.3	10.33	194.2	5.54	4383.3	0.85
Soldadura del ala inferior	8	328.9	328.9	5.2	657.8	15.94	328.9	9.38	4383.3	0.85

2) Pilar inferior HE 240 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbeltez	-	20.60	64.71	31.83
	Cortante	t	0.038	33.294	0.12
Ala	Desgarro	kp/cm <sup>2</sup>	1457.707	2669.773	54.60
	Cortante	kp/cm <sup>2</sup>	1827.376	2669.773	68.45

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	b <sub>w</sub>
		s <sub>⊥</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>⊥</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>//</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	s <sub>⊥</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	8	379.5	379.5	4.9	759.0	18.40	379.5	10.82	4383.3	0.85
Soldadura del alma	5	191.1	191.1	109.0	426.3	10.33	194.2	5.54	4383.3	0.85
Soldadura del ala inferior	8	328.9	328.9	5.2	657.8	15.94	328.9	9.38	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	8	898.1	898.1	0.0	1796.3	43.54	898.1	25.61	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	8	927.8	927.8	0.1	1855.6	44.98	927.8	26.46	4383.3	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma del pilar	4	0.0	0.0	882.8	1529.1	37.06	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	4	0.0	0.0	958.3	1659.8	40.23	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	4	0.0	0.0	958.3	1659.8	40.23	0.0	0.00	4383.3	0.85

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	b <sub>w</sub>
		s <sub>λ</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>λ</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>//</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	s <sub>λ</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	4	0.0	0.0	882.8	1529.1	37.06	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas del pilar	7	0.0	0.0	1999.4	3463.0	83.94	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma del pilar	4	0.0	0.0	1.6	2.8	0.07	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas del pilar	7	0.0	0.0	2050.7	3551.9	86.10	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma del pilar	4	0.0	0.0	0.9	1.6	0.04	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	8	898.2	898.2	0.0	1796.3	43.54	898.2	25.61	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	8	923.2	923.2	0.1	1846.4	44.76	923.2	26.33	4383.3	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma del pilar	4	0.0	0.0	881.9	1527.6	37.03	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	4	0.0	0.0	957.4	1658.2	40.19	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	4	0.0	0.0	957.4	1658.2	40.19	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	4	0.0	0.0	881.9	1527.6	37.03	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas del pilar	7	0.0	0.0	1998.0	3460.6	83.88	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma del pilar	4	0.0	0.0	1.6	2.9	0.07	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas del pilar	7	0.0	0.0	2040.8	3534.7	85.68	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma del pilar	4	0.0	0.0	0.9	1.6	0.04	0.0	0.00	4383.3	0.85

3) Viga (a) IPE 100

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	b <sub>w</sub>
		s <sub>λ</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>λ</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>//</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	s <sub>λ</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	3	546.8	546.8	9.3	1093.8	26.51	546.8	15.59	4383.3	0.85

4) Viga (c) HE 240 B

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	b <sub>w</sub>
		s <sub>λ</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>λ</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>//</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	s <sub>λ</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	8	915.1	915.1	0.3	1830.2	44.36	915.1	26.10	4383.3	0.85
Soldadura del alma	5	0.0	0.0	685.0	1186.5	28.76	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del ala inferior	8	939.1	939.1	0.4	1878.1	45.53	939.1	26.78	4383.3	0.85

5) Viga (b) HE 240 B

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	b <sub>w</sub>
		s <sub>λ</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>λ</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>//</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	s <sub>λ</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	8	916.9	916.9	0.7	1833.9	44.45	916.9	26.15	4383.3	0.85
Soldadura del alma	5	0.0	0.0	685.7	1187.7	28.79	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del ala inferior	8	945.9	945.9	0.4	1891.8	45.86	945.9	26.97	4383.3	0.85

d) Medición

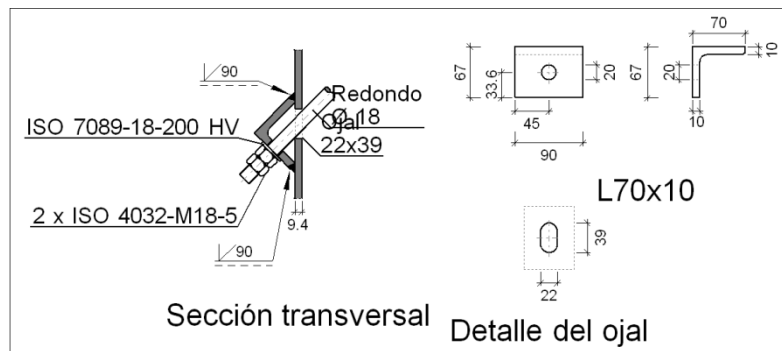
Soldaduras				
f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4383.3	En taller	En ángulo	4	4064
			5	344
			7	1568
			8	2588
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	100
			5	1032
			8	2684

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	206x205x20	26.52
	Chapas	2	205x203x10	6.53
		2	275x270x18	20.98
		1	275x275x18	10.69
	Total			

### ELEMENTOS PARA ARRIOSTRAR

TIPO 14 → Cruz de San Andrés de cubierta diámetro 18

a) Detalle



b) Comprobación

1) Redondo Ø18

Según el artículo 8.6.3 del CTE DB SE-A, las soldaduras a tope con penetración total de esta unión no necesitan ser comprobadas.

c) Medición

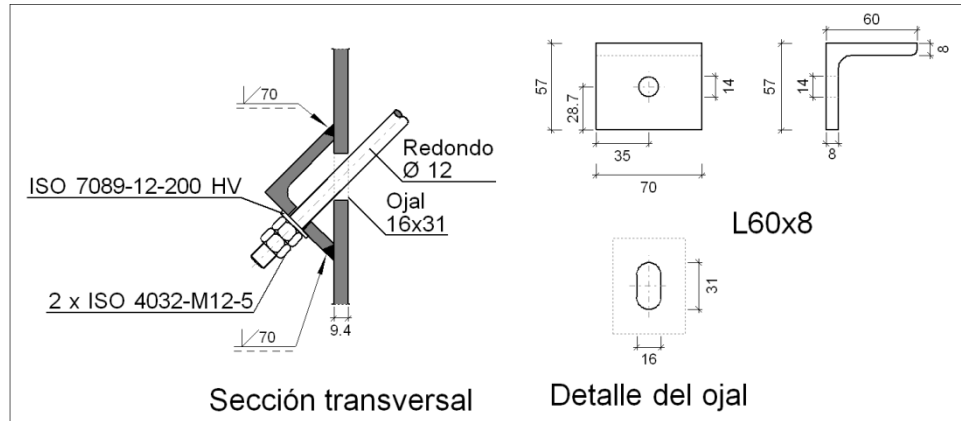
Soldaduras				
$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4383.3	En taller	A tope en bisel simple	10	180

Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L70x10	90	0.92
			Total	0.92

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tuercas	Clase 5	2	ISO 4032-M18
Arandelas	Dureza 200 HV	1	ISO 7089-18

TIPO 15 → Cruz de San Andrés de cubierta diámetro 12

a) Detalle



b) Comprobación

1) Redondo Ø12

Según el artículo 8.6.3 del CTE DB SE-A, las soldaduras a tope con penetración total de esta unión no necesitan ser comprobadas.

c) Medición

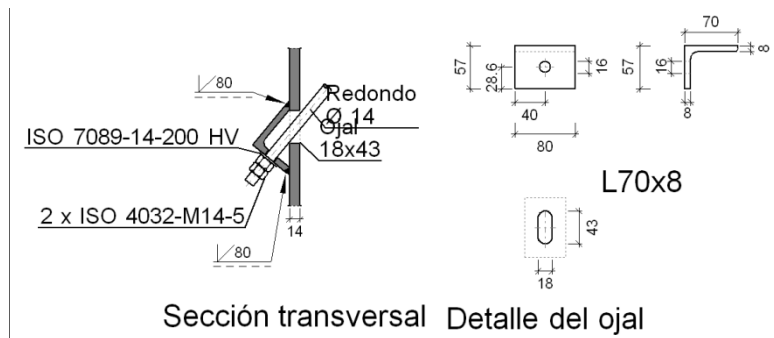
Soldaduras				
$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4383.3	En taller	A tope en bisel simple	8	140

Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L60x8	70	0.49
			Total	0.49

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tuercas	Clase 5	2	ISO 4032-M12
Arandelas	Dureza 200 HV	1	ISO 7089-12

TIPO 2 → Cruz de San Andrés lateral diámetro 14

a) Detalle



b) Comprobación

1) Redondo Ø14

Según el artículo 8.6.3 del CTE DB SE-A, las soldaduras a tope con penetración total de esta unión no necesitan ser comprobadas.

c) Medición

Soldaduras				
$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4383.3	En taller	A tope en bisel simple	8	160

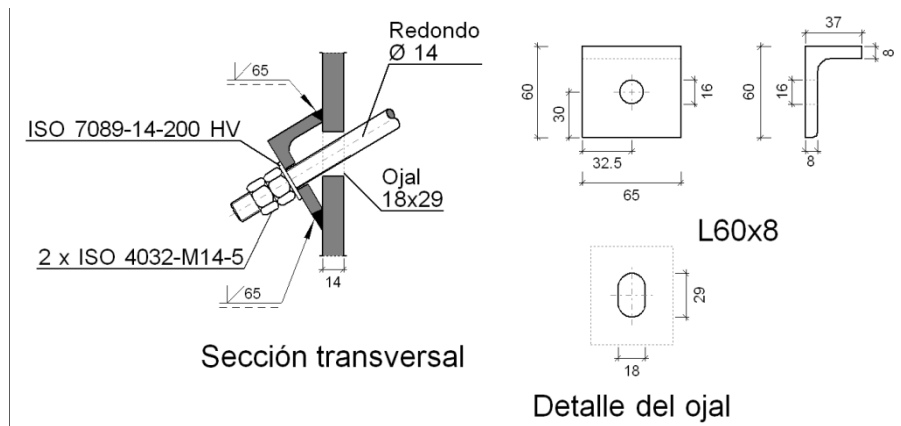
Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L70x8	80	0.66
			Total	0.66

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tuercas	Clase 5	2	ISO 4032-M14
Arandelas	Dureza 200 HV	1	ISO 7089-14



TIPO 3 → Cruz de San Andrés lateral con entreplanta diámetro 14

a) Detalle



b) Comprobación

1) Redondo Ø14

Según el artículo 8.6.3 del CTE DB SE-A, las soldaduras a tope con penetración total de esta unión no necesitan ser comprobadas.

c) Medición

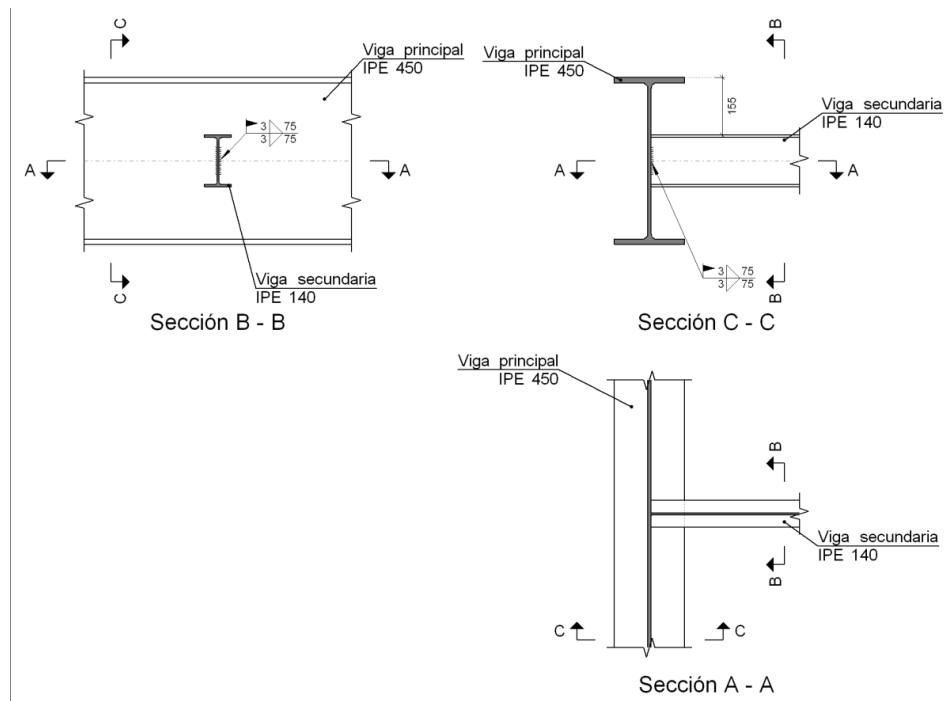
Soldaduras				
$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4383.3	En taller	A tope en bisel simple	8	130

Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L60x8	65	0.46
			Total	0.46

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tuercas	Clase 5	2	ISO 4032-M14
Arandelas	Dureza 200 HV	1	ISO 7089-14

TIPO 35 → Bastidor cruz de San Andrés - dintel

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

		Perfiles							
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	$f_v$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )
Viga principal	IPE 450		450	190	14.6	9.4	S275	2803.3	4383.3
Viga secundaria	IPE 140		140	73	6.9	4.7	S275	2803.3	4383.3

c) Comprobación

1) Viga principal IPE 450

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Punzonamiento	t	0.194	5.902	3.29
	Flexión por fuerza perpendicular	t	0.194	10.644	1.83

2) Viga secundaria IPE 140

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	b <sub>w</sub>
		s <sub>λ</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>λ</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>//</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	s <sub>λ</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	3	720.8	742.5	5.7	1474.3	35.74	742.5	21.17	4383.3	0.85

d) Medición

Soldaduras				
f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4383.3	En el lugar de montaje	En ángulo	3	150

Para finalizar este apartado se dará paso a las uniones del pilar con la cimentación, es decir las placas de anclaje. Estas uniones se realizarán mediante tornillos, pernos, cuyos cálculos se muestran en el siguiente punto.

### **3.3.8.7. PLACAS DE ANCLAJE**

Debido a que los pilares metálicos no podrían asentar directamente sobre el hormigón de la cimentación, ya que éste no resistiría las tensiones transmitidas, se dispondrán unas placas metálicas entre el pilar y la cimentación. Su misión fundamental será la de disminuir las tensiones para que puedan ser admisibles para el hormigón. Los soportes distribuirán los esfuerzos de compresión, transmitidos por las zonas comprimidas del pilar, sobre una superficie suficiente de hormigón por medio de elementos de transición, como son las placas de anclaje o basas, para que no se supere la resistencia de cálculo del citado hormigón. Las placas asentarán preferiblemente sobre un mortero de nivelación sin retracción interpuesto entre ambos materiales, estableciéndose una capa de 25-60 mm.

La unión de la placa base con la zapata se llevará a cabo mediante pernos de anclaje embebidos en el hormigón, los cuales inmovilizarán el pilar ante posibles fuerzas de arrancamiento o momentos. El material utilizado será un acero S-275 para las placas y los pernos serán barras corrugadas B-400-S.

Las soluciones constructivas adoptadas se basan en el método recogido en el libro “Estructuras de hacer. Cálculo”, Tomo II, de D. Ramón Argüelles Álvarez, además de cumplir con lo establecido en el CTE.

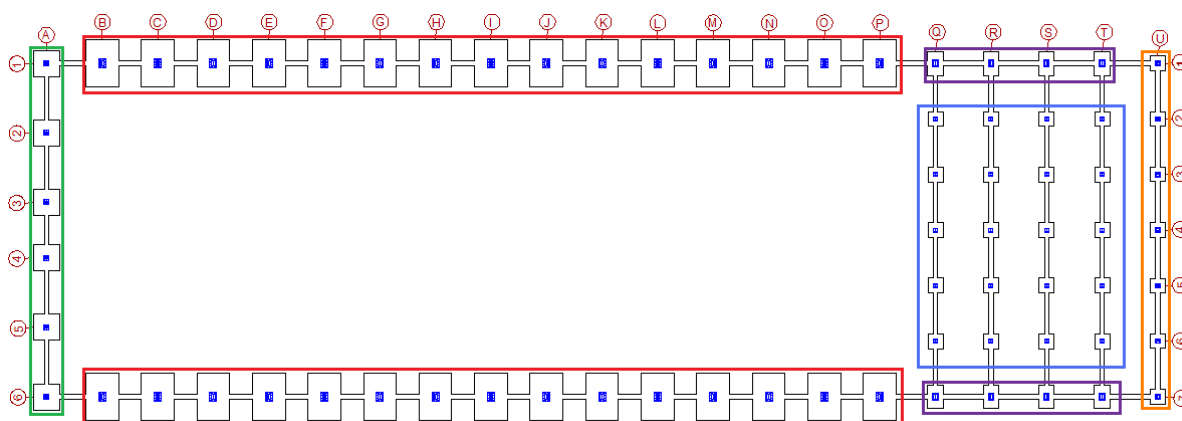
Según el CTE, para asegurar la resistencia de esfuerzos tangentes, como cortantes o momentos torsores, y en caso de no disponerse de elementos específicos para ello, tales como topes o conectadores de cortante, se debe justificar la capacidad resistente en la sección de contacto entre el soporte y el hormigón mediante:

- a) el rozamiento entre la placa base y el hormigón;
- b) la resistencia a cortante de los pernos de anclaje;

La comprobación de resistencia de la superficie de hormigón frente a las tensiones de contacto, y la de las regiones circundantes en la masa de éste para los esfuerzos internos necesarios para equilibrar los de contacto se realizará de acuerdo a la instrucción aplicable a los elementos estructurales de hormigón armado.

### 3.3.8.7.1. Agrupación

A continuación se muestra la agrupación elegida para la distribución de las placas de anclaje tras un previo análisis de las mismas y comprobación de que realmente son admisibles para las solicitaciones de la estructura. El hecho de agrupar las placas de anclaje facilita su puesta en obra.



Referencia	Placa base	Disposición	Rigidizadores	Pernos
<b>GRUPO 1</b> A1, A2, A3, A4, A5, A6	Ancho X: 450 mm Ancho Y: 450 mm Espesor: 18 mm	Posición X: Centrada Posición Y: Centrada	Paralelos X: - Paralelos Y: 2(100x0x12.0)	8Ø20 mm L=40 cm Gancho a 180 grados
<b>GRUPO 2</b> B1, B6, C1, C6, D1, D6, E1, E6, F1, F6, G1, G6, H1, H6, I1, I6, J1, J6, K1, K6, L1, L6, M1, M6, N1, N6, O1, O6, P1, P6	Ancho X: 650 mm Ancho Y: 800 mm Espesor: 35 mm	Posición X: Centrada Posición Y: Centrada	Paralelos X: - Paralelos Y: 2(250x80x11.0)	12Ø32 mm L=70 cm Gancho a 180 grados
<b>GRUPO 3</b> Q1, Q7, R1, R7, S1, S7, T1, T7	Ancho X: 500 mm Ancho Y: 650 mm Espesor: 22 mm	Posición X: Centrada Posición Y: Centrada	Paralelos X: - Paralelos Y: 2(100x0x5.0)	4Ø25 mm L=40 cm Gancho a 180 grados
<b>GRUPO 4</b> U1, U2, U3, U4, U5, U6, U7	Ancho X: 400 mm Ancho Y: 400 mm Espesor: 15 mm	Posición X: Centrada Posición Y: Centrada	Paralelos X: - Paralelos Y: 2(100x25x5.0)	4Ø20 mm L=30 cm Gancho a 180 grados
<b>GRUPO 5</b> Q2, Q3, Q4, Q5, Q6, R2, R3, R4, R5, R6, S2, S3, S4, S5, S6, T2, T3, T4, T5, T6	Ancho X: 350 mm Ancho Y: 350 mm Espesor: 15 mm	Posición X: Centrada Posición Y: Centrada	Paralelos X: - Paralelos Y: 1(100x50x4.0)	4Ø16 mm L=30 cm Gancho a 180 grados

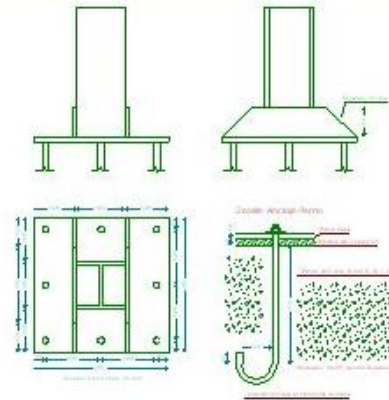
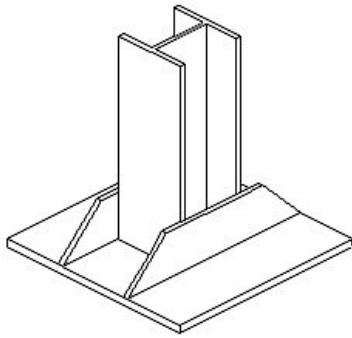
**3.3.8.7.2 Pernos de las placas de anclaje**

Referencia	Pernos	Acero	Longitud m	Peso kp	Totales m	Totales kp
<b>GRUPO 1</b> A1, A2, A3, A4, A5, A6	48Ø20 mm L=69 cm	B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado)	48 x 0.69	48 x 1.69		
<b>GRUPO 2</b> B1, B6, C1, C6, D1, D6, E1, E6, F1, F6, G1, G6, H1, H6, I1, I6, J1, J6, K1, K6, L1, L6, M1, M6, N1, N6, O1, O6, P1, P6	360Ø32 mm L=115 cm	B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado)	360 x 1.15	360 x 7.28		
<b>GRUPO 3</b> Q1, Q7, R1, R7, S1, S7, T1, T7	32Ø25 mm L=75 cm	B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado)	32 x 0.75	32 x 2.90		
<b>GRUPO 4</b> U1, U2, U3, U4, U5, U6, U7	28Ø20 mm L=58 cm	B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado)	28 x 0.58	28 x 1.44		
<b>GRUPO 5</b> Q2, Q3, Q4, Q5, Q6, R2, R3, R4, R5, R6, S2, S3, S4, S5, S6, T2, T3, T4, T5, T6	80Ø16 mm L=53 cm	B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado)	80 x 0.53	80 x 0.84		
					531.01	2901.38
Totales					531.01	2901.38

**3.3.8.7.3 Comprobación**

Tras el estudio, el programa aporta una serie de comprobaciones para cada placa de anclaje, donde se plasma que cumplen todas las condicionantes. Dado que son muchas comprobaciones, se va a adjuntar únicamente la más desfavorable de cada grupo descrito anteriormente. Por tanto las comprobaciones obtenidas para cada placa más desfavorable de cada grupo son las siguientes:

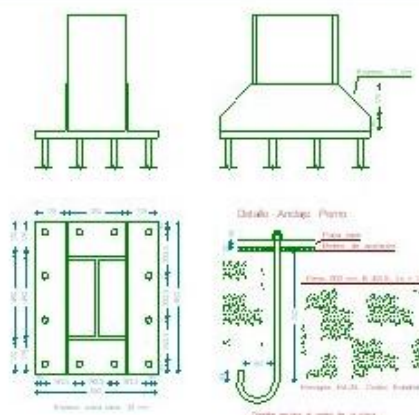
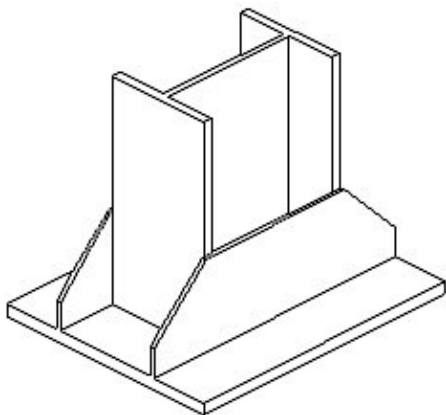
**GRUPO 1**



-Placa base: Ancho X: 450 mm Ancho Y: 450 mm Espesor: 18 mm -Pernos: 8Ø20 mm L=40 cm Gancho a 180 grados -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(100x0x12.0)		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 60 mm Calculado: 185 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 30 mm Calculado: 80 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 30 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 25.4	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 20 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 9.062 t Calculado: 4.882 t Máximo: 6.343 t Calculado: 0.474 t Máximo: 9.062 t Calculado: 5.558 t	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 8.143 t Calculado: 4.586 t	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 4077.47 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 1485.33 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 20.183 t Calculado: 0.444 t	Cumple

Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 2803.26 kp/cm <sup>2</sup>	
- Derecha:	Calculado: 1191.29 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 1167.06 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
- Arriba:	Calculado: 1669.31 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
- Abajo:	Calculado: 1822.77 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 1857.69	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 1759.94	Cumple
- Arriba:	Calculado: 3292.5	Cumple
- Abajo:	Calculado: 3154.82	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: 1228.71 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.12		
- Punto de tensión local máxima: (0.08, 0.225)		

**GRUPO 2**



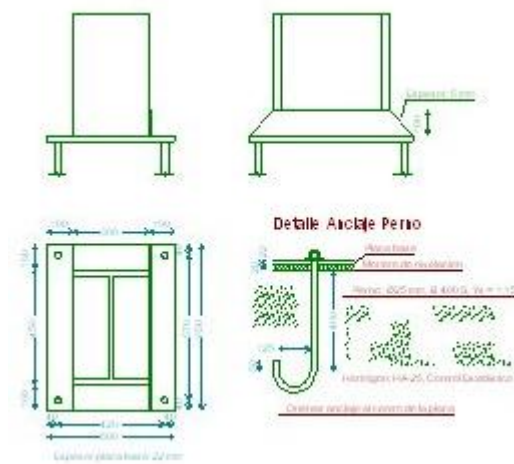
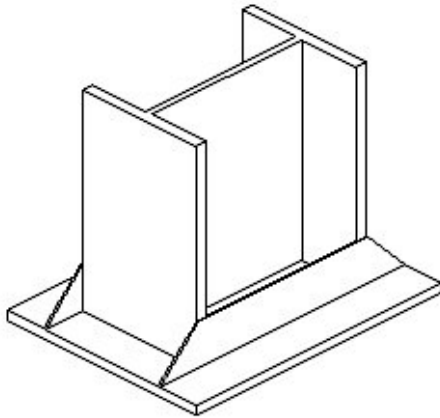
-Placa base: Ancho X: 650 mm Ancho Y: 800 mm Espesor: 35 mm -Pernos: 12Ø32 mm L=70 cm Gancho a 180 grados -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(250x80x11.0)		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 96 mm Calculado: 184 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 48 mm Calculado: 59 mm	Cumple



-Placa base: Ancho X: 650 mm Ancho Y: 800 mm Espesor: 35 mm -Pernos: 12Ø32 mm L=70 cm Gancho a 180 grados -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(250x80x11.0)		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 48 mm Calculado: 50 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 48.1	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 32 cm Calculado: 70 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 25.373 t Calculado: 21.362 t Máximo: 17.761 t Calculado: 2.138 t Máximo: 25.373 t Calculado: 24.416 t	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 20.851 t Calculado: 19.615 t	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 4077.47 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 2484.52 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 62.793 t Calculado: 1.964 t	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 2803.26 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 851.643 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 861.426 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 1731.29 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 1996.46 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Mínimo: 250 Calculado: 4311.46 Calculado: 5028.39 Calculado: 8013.73 Calculado: 5765.07	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: 2169.45 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple

Se cumplen todas las comprobaciones
Información adicional:
- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.28
- Punto de tensión local máxima: (-0.15, -0.4)

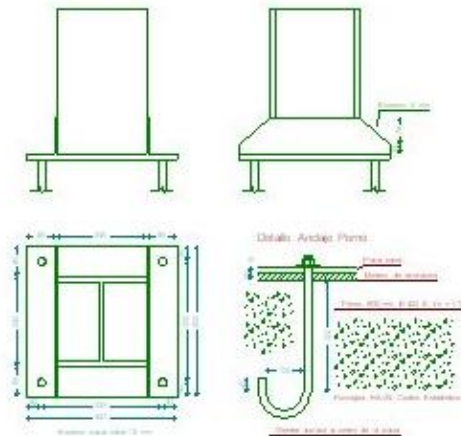
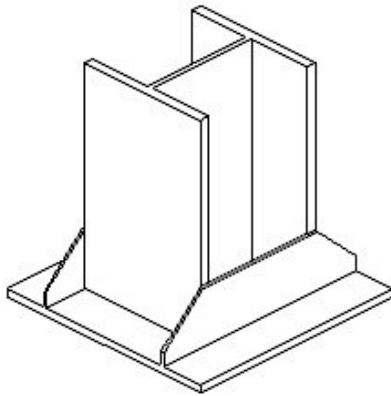
**GRUPO 3**



-Placa base: Ancho X: 500 mm Ancho Y: 650 mm Espesor: 22 mm -Pernos: 4Ø25 mm L=40 cm Gancho a 180 grados -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(100x0x5.0)		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 75 mm Calculado: 420 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 37 mm Calculado: 55 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 37 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 49	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple

Anclaje perno en hormigón:		
- Tracción:	Máximo: 11.327 t Calculado: 4.773 t	Cumple
- Cortante:	Máximo: 7.929 t Calculado: 1.786 t	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 11.327 t Calculado: 7.325 t	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 12.734 t Calculado: 4.592 t	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 4077.47 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 936.84 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 30.836 t Calculado: 1.632 t	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 2803.26 kp/cm <sup>2</sup>	
- Derecha:	Calculado: 793.845 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 663.277 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
- Arriba:	Calculado: 2139.24 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
- Abajo:	Calculado: 1131.5 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 1581.68	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 2680.68	Cumple
- Arriba:	Calculado: 6262.53	Cumple
- Abajo:	Calculado: 8462.51	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: 0.11		

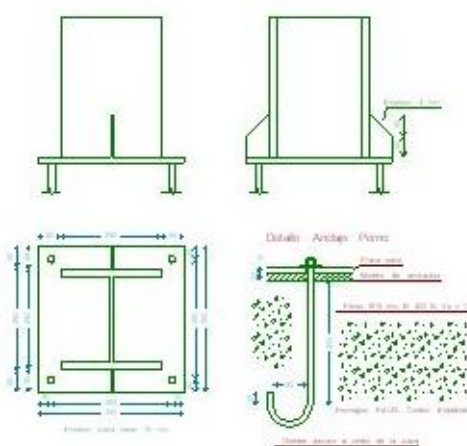
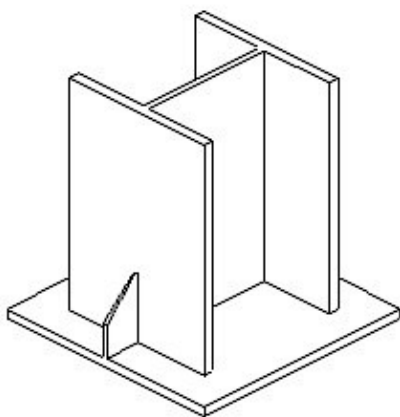
**GRUPO 4**



-Placa base: Ancho X: 400 mm Ancho Y: 400 mm Espesor: 15 mm -Pernos: 4Ø20 mm L=30 cm Gancho a 180 grados -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(100x25x5.0)		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 60 mm Calculado: 320 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 30 mm Calculado: 35 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 30 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 44.4	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 20 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 6.796 t Calculado: 3.682 t Máximo: 4.757 t Calculado: 0.546 t Máximo: 6.796 t Calculado: 4.463 t	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 8.143 t Calculado: 3.812 t	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 4077.47 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 1248.38 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 16.82 t Calculado: 0.511 t	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 2803.26 kp/cm <sup>2</sup>	

-Placa base: Ancho X: 400 mm Ancho Y: 400 mm Espesor: 15 mm -Pernos: 4Ø20 mm L=30 cm Gancho a 180 grados -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(100x25x5.0)		
Comprobación	Valores	Estado
- Derecha:	Calculado: 1659.58 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 1945.41 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
- Arriba:	Calculado: 1690.8 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
- Abajo:	Calculado: 1590.08 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 742.386	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 636.953	Cumple
- Arriba:	Calculado: 7618.05	Cumple
- Abajo:	Calculado: 8156.9	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: 0.151		

**GRUPO 5**



-Placa base: Ancho X: 350 mm Ancho Y: 350 mm Espesor: 15 mm -Pernos: 4Ø16 mm L=30 cm Gancho a 180 grados -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 1(100x50x4.0)		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 48 mm Calculado: 291 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 24 mm Calculado: 36 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 24 mm Calculado: 30 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 49.4	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 16 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 5.437 t Calculado: 0.574 t Máximo: 3.806 t Calculado: 0.278 t Máximo: 5.437 t Calculado: 0.97 t	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 5.213 t Calculado: 0.732 t	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 4077.47 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 440.951 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: 0.261 t	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 2803.26 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 1912.92 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 2025.08 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 1630.31 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 1630.31 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Mínimo: 250 Calculado: 955.521 Calculado: 900.097 Calculado: 15693.2 Calculado: 15693.2	Cumple Cumple Cumple Cumple

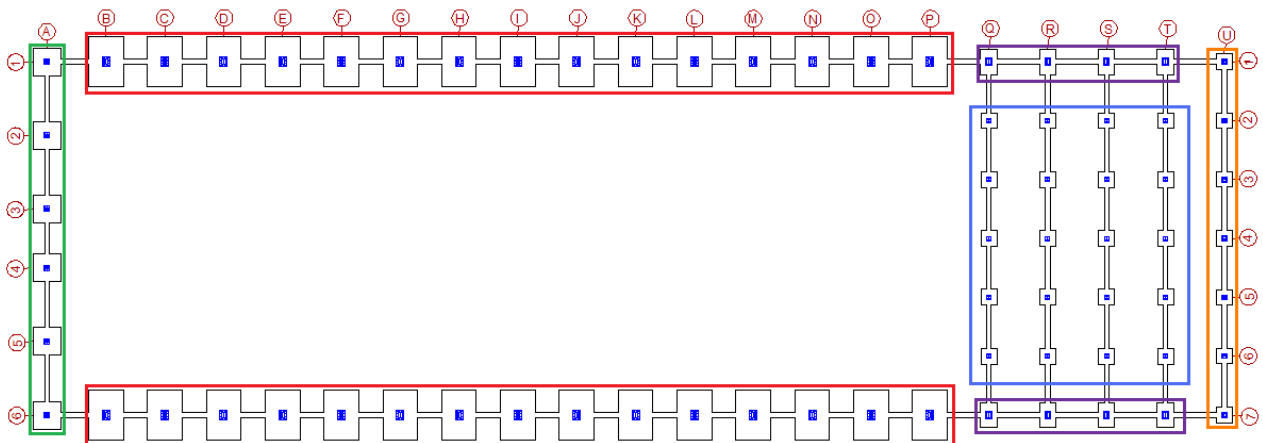
-Placa base: Ancho X: 350 mm Ancho Y: 350 mm Espesor: 15 mm -Pernos: 4Ø16 mm L=30 cm Gancho a 180 grados -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 1(100x50x4.0)		
Comprobación	Valores	Estado
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción 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: 0.168		

### 3.3.8.8 CIMENTACIÓN ZAPATAS

La cimentación es la parte de la estructura, en este caso de hormigón armado, generalmente enterrada para transmitir el peso o carga del edificio al terreno.

#### 3.3.8.8.1. Agrupación

A continuación se muestra la agrupación elegida para la distribución de la cimentación tras un previo análisis de la misma y comprobación de que realmente son admisibles para las sollicitaciones de la estructura. El hecho de agruparlas facilita su puesta en obra y reduce el número de diseños de las zapatas pendientes de realizar.



Referencia	Geometría	Armado
<b>GRUPO 1</b> A1, A2, A3, A4, A5, A6	Zapata cuadrada Ancho: 235.0 cm Canto: 60.0 cm	Sup X: 13Ø12c/18 Sup Y: 13Ø12c/18 Inf X: 13Ø12c/18 Inf Y: 13Ø12c/18
<b>GRUPO 2</b> B1, B6, C1, C6, D1, D6, E1, E6, F1, F6, G1, G6, H1, H6, I1, I6, J1, J6, K1, K6, L1, L6, M1, M6, N1, N6, O1, O6, P1, P6	Zapata rectangular centrada Ancho zapata X: 295.0 cm Ancho zapata Y: 430.0 cm Canto: 95.0 cm	Sup X: 20Ø16c/21 Sup Y: 14Ø16c/21 Inf X: 20Ø16c/21 Inf Y: 14Ø16c/21
<b>GRUPO 3</b> Q1, Q7, R1, R7, S1, S7, T1, T7	Zapata rectangular centrada Ancho zapata X: 140.0 cm Ancho zapata Y: 215.0 cm Canto: 60.0 cm	Sup X: 12Ø12c/18 Sup Y: 8Ø12c/18 Inf X: 12Ø12c/18 Inf Y: 8Ø12c/18
<b>GRUPO 4</b> U1, U2, U3, U4, U5, U6, U7	Zapata cuadrada Ancho: 130.0 cm Canto: 50.0 cm	Sup X: 6Ø12c/22 Sup Y: 6Ø12c/22 Inf X: 6Ø12c/22 Inf Y: 6Ø12c/22
<b>GRUPO 5</b> Q2, Q3, Q4, Q5, Q6, R2, R3, R4, R5, R6, S2, S3, S4, S5, S6, T2, T3, T4, T5, T6	Zapata cuadrada Ancho: 135.0 cm Canto: 50.0 cm	X: 7Ø16c/20 Y: 7Ø16c/20

### 3.3.8.8.2 Medición de los elementos de cimentación

#### GRUPO 1

Referencias: A1, A2, A3, A4, A5, A6		B 400 S, CN	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	13x2.25	29.25
	Peso (kg)	13x2.00	25.97
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	13x2.25	29.25
	Peso (kg)	13x2.00	25.97
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	13x2.25	29.25
	Peso (kg)	13x2.00	25.97
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	13x2.25	29.25
	Peso (kg)	13x2.00	25.97
Totales	Longitud (m)	117.00	
	Peso (kg)	103.88	103.88
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	128.70	
	Peso (kg)	114.27	114.27



**GRUPO 2**

Referencias: B1, B6, C1, C6, D1, D6, E1, E6, F1, F6, G1, G6, H1, H6, I1, I6, J1, J6, K1, K6, L1, L6, M1, M6, N1, N6, O1, O6, P1, P6		B 400 S, CN	Total
Nombre de armado		Ø16	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	20x2.85	57.00
	Peso (kg)	20x4.50	89.96
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	14x4.20	58.80
	Peso (kg)	14x6.63	92.81
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	20x2.85	57.00
	Peso (kg)	20x4.50	89.96
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	14x4.20	58.80
	Peso (kg)	14x6.63	92.81
Totales		Longitud (m) Peso (kg)	231.60 365.54
Total con mermas (10.00%)		Longitud (m) Peso (kg)	254.76 402.09

**GRUPO 3**

Referencias: Q1, Q7, R1, R7, S1, S7, T1, T7		B 400 S, CN	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	12x1.59	19.08
	Peso (kg)	12x1.41	16.94
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	8x2.05	16.40
	Peso (kg)	8x1.82	14.56
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	12x1.59	19.08
	Peso (kg)	12x1.41	16.94
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	8x2.05	16.40
	Peso (kg)	8x1.82	14.56
Totales		Longitud (m) Peso (kg)	70.96 63.00
Total con mermas (10.00%)		Longitud (m) Peso (kg)	78.06 69.30

**GRUPO 4**

Referencias: U1, U2, U3, U4, U5, U6, U7		B 400 S, CN	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	6x1.49	8.94
	Peso (kg)	6x1.32	7.94
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	6x1.49	8.94
	Peso (kg)	6x1.32	7.94
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	6x1.49	8.94
	Peso (kg)	6x1.32	7.94

Referencias: U1, U2, U3, U4, U5, U6, U7		B 400 S, CN	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	6x1.49	8.94
	Peso (kg)	6x1.32	7.94
Totales	Longitud (m)	35.76	
	Peso (kg)	31.76	31.76
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	39.34	
	Peso (kg)	34.94	34.94

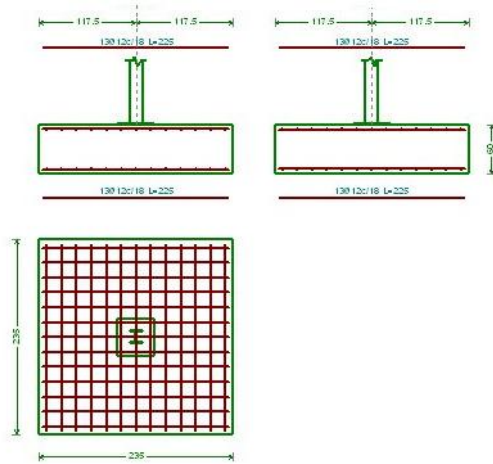
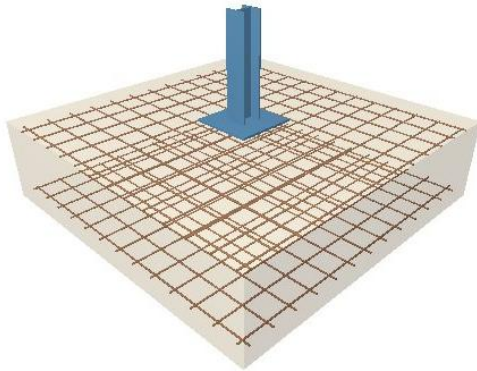
### GRUPO 5

Referencias: Q2, Q3, Q4, Q5, Q6, R2, R3, R4, R5, R6, S2, S3, S4, S5, S6, T2, T3, T4, T5, T6		B 400 S, CN	Total
Nombre de armado		Ø16	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	7x1.55	10.85
	Peso (kg)	7x2.45	17.12
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	7x1.55	10.85
	Peso (kg)	7x2.45	17.12
Totales	Longitud (m)	21.70	
	Peso (kg)	34.24	34.24
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	23.87	
	Peso (kg)	37.66	37.66

### 3.3.8.8.3. Comprobación

Tras el estudio, el programa aporta una serie de comprobaciones para cada zapata en lo que se refiere al diseño y tipo del armado y dimensiones, donde se plasma que cumplen todas las condicionantes. Dado que son muchas comprobaciones, se va a adjuntar únicamente la más desfavorable de cada grupo descrito anteriormente. Por tanto las comprobaciones obtenidas para cada placa más desfavorable de cada grupo son las siguientes:

**GRUPO 1**

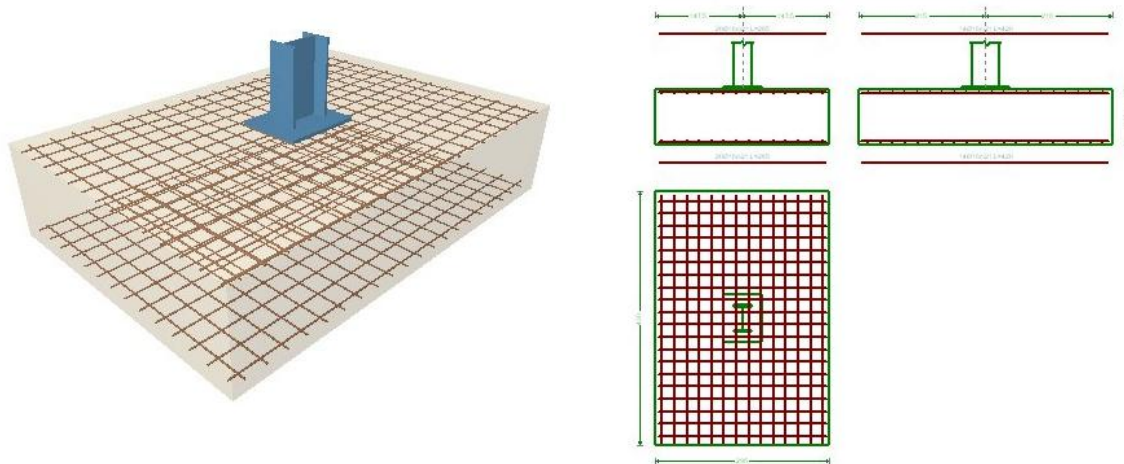


Dimensiones: 235 x 235 x 60		
Armados: Xi:Ø12c/18 Yi:Ø12c/18 Xs:Ø12c/18 Ys:Ø12c/18		
Comprobación	Valores	Estado
<p>Tensiones sobre el terreno:</p> <p><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i></p> <p>- Tensión media en situaciones persistentes:</p> <p>- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:</p> <p>- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:</p>	<p>Máximo: 2.03874 kp/cm<sup>2</sup> Calculado: 0.241 kp/cm<sup>2</sup></p> <p>Máximo: 2.548 kp/cm<sup>2</sup> Calculado: 0.239 kp/cm<sup>2</sup></p> <p>Máximo: 2.548 kp/cm<sup>2</sup> Calculado: 0.483 kp/cm<sup>2</sup></p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Vuelco de la zapata:</p> <p><i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i></p> <p>- En dirección X:</p> <p>- En dirección Y:</p>	<p>Reserva seguridad: 3003.9 %</p> <p>Reserva seguridad: 2.1 %</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Flexión en la zapata:</p> <p>- En dirección X:</p> <p>- En dirección Y:</p>	<p>Momento: 1.25 t·m</p> <p>Momento: 5.71 t·m</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Cortante en la zapata:</p> <p>- En dirección X:</p> <p>- En dirección Y:</p>	<p>Cortante: 1.18 t</p> <p>Cortante: 7.08 t</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Compresión oblicua en la zapata:</p> <p>- Situaciones persistentes:</p> <p><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i></p>	<p>Máximo: 509.68 t/m<sup>2</sup> Calculado: 6.25 t/m<sup>2</sup></p>	<p>Cumple</p>
<p>Canto mínimo:</p> <p><i>Artículo 59.8.1 (norma EHE-98)</i></p>	<p>Mínimo: 25 cm Calculado: 60 cm</p>	<p>Cumple</p>

Dimensiones: 235 x 235 x 60		
Armados: Xi:Ø12c/18 Yi:Ø12c/18 Xs:Ø12c/18 Ys:Ø12c/18		
Comprobación	Valores	Estado
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N107:	Mínimo: 47 cm Calculado: 53 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 0.002	
- En dirección X:	Calculado: 0.0021	Cumple
- En dirección Y:	Calculado: 0.0021	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 (norma EHE-98)</i>	Calculado: 0.0011	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0004	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 18 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 18 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 48 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 48 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 48 cm	Cumple

Dimensiones: 235 x 235 x 60 Armados: Xi:Ø12c/18 Yi:Ø12c/18 Xs:Ø12c/18 Ys:Ø12c/18		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 48 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 48 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 48 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 48 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 48 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido (Artículo 59.2 (norma EHE-98)) - Relación rotura pésima (En dirección X): 0.06 - Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.24 - Cortante de agotamiento (En dirección X): 35.07 t - Cortante de agotamiento (En dirección Y): 35.07 t		

**GRUPO 2**

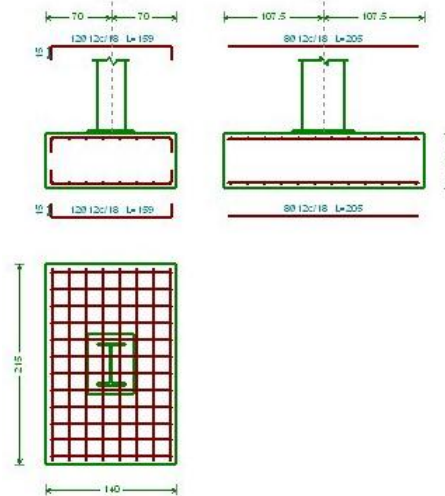
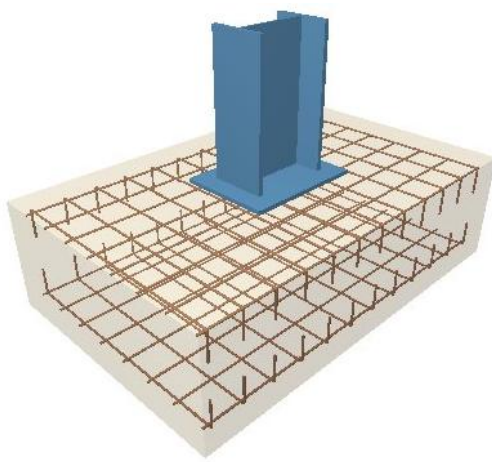


Dimensiones: 295 x 430 x 95 Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/21		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2.03874 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.829 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.548 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.996 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple

Dimensiones: 295 x 430 x 95 Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/21		
Comprobación	Valores	Estado
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.548 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 1.664 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 1820.7 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 22.8 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 5.82 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 58.72 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 2.72 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 40.34 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.68 t/m <sup>2</sup> Calculado: 9.58 t/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 59.8.1 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 95 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N13:	Mínimo: 81 cm Calculado: 87 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- En dirección X:	Mínimo: 0.002 Calculado: 0.0021	Cumple
- En dirección Y:	Calculado: 0.0021	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 (norma EHE-98)</i>		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0011 Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0011	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0004	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple

Dimensiones: 295 x 430 x 95 Armados: Xi:Ø16c/21 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/21		
Comprobación	Valores	Estado
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 21 cm Calculado: 21 cm Calculado: 21 cm Calculado: 21 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 21 cm Calculado: 21 cm Calculado: 21 cm Calculado: 21 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i> - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo: - Armado sup. dirección X hacia der: - Armado sup. dirección X hacia izq: - Armado sup. dirección Y hacia arriba: - Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 41 cm Mínimo: 16 cm Calculado: 41 cm Mínimo: 24 cm Calculado: 101 cm Mínimo: 16 cm Calculado: 101 cm Mínimo: 16 cm Calculado: 41 cm Mínimo: 16 cm Calculado: 41 cm Mínimo: 16 cm Calculado: 101 cm Mínimo: 16 cm Calculado: 101 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido (Artículo 59.2 (norma EHE-98)) - Relación rotura pésima (En dirección X): 0.06 - Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.77 - Cortante de agotamiento (En dirección X): 94.89 t - Cortante de agotamiento (En dirección Y): 64.86 t		

**GRUPO 3**



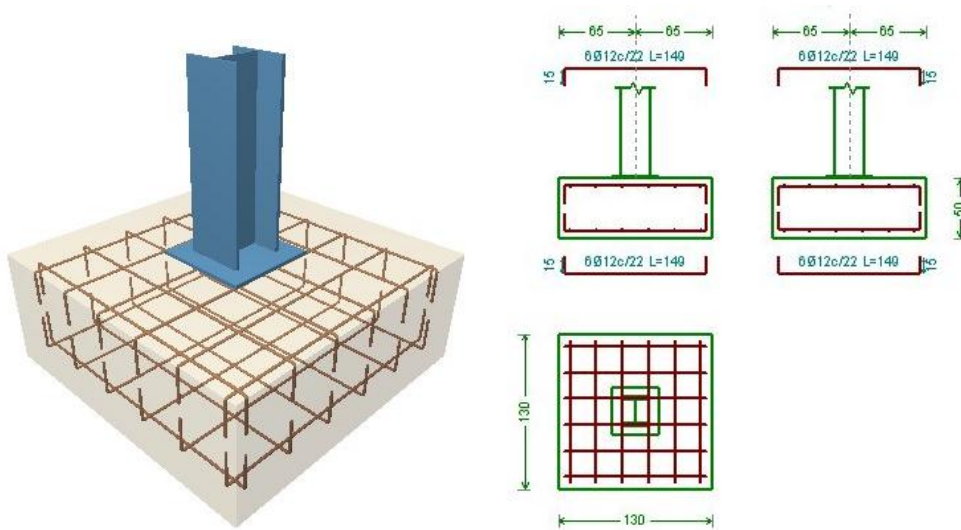
Dimensiones: 140 x 215 x 60		
Armados: Xi:Ø12c/18 Yi:Ø12c/18 Xs:Ø12c/18 Ys:Ø12c/18		
Comprobación	Valores	Estado
<p>Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tensión media en situaciones persistentes:</li> <li>- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:</li> <li>- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:</li> </ul>	<p>Máximo: 2.03874 kp/cm<sup>2</sup> Calculado: 1.217 kp/cm<sup>2</sup></p> <p>Máximo: 2.548 kp/cm<sup>2</sup> Calculado: 1.629 kp/cm<sup>2</sup></p> <p>Máximo: 2.548 kp/cm<sup>2</sup> Calculado: 1.902 kp/cm<sup>2</sup></p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- En dirección X:</li> <li>- En dirección Y:</li> </ul>	<p>Reserva seguridad: 400.4 %</p> <p>Reserva seguridad: 73.5 %</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Flexión en la zapata:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- En dirección X:</li> <li>- En dirección Y:</li> </ul>	<p>Momento: 4.32 t·m</p> <p>Momento: 9.87 t·m</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Cortante en la zapata:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- En dirección X:</li> <li>- En dirección Y:</li> </ul>	<p>Cortante: 0.00 t</p> <p>Cortante: 8.49 t</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Compresión oblicua en la zapata:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i></li> </ul>	<p>Máximo: 509.68 t/m<sup>2</sup> Calculado: 43.14 t/m<sup>2</sup></p>	<p>Cumple</p>



Dimensiones: 140 x 215 x 60		
Armados: Xi:Ø12c/18 Yi:Ø12c/18 Xs:Ø12c/18 Ys:Ø12c/18		
Comprobación	Valores	Estado
Canto mínimo: <i>Artículo 59.8.1 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N88:	Mínimo: 48 cm Calculado: 53 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 0.002	
- En dirección X:	Calculado: 0.0021	Cumple
- En dirección Y:	Calculado: 0.0021	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 (norma EHE-98)</i>	Calculado: 0.0011	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0004	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 18 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 18 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple

Dimensiones: 140 x 215 x 60 Armados: Xi:Ø12c/18 Yi:Ø12c/18 Xs:Ø12c/18 Ys:Ø12c/18		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 17 cm Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 26 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zapata de tipo rígido (Artículo 59.2 (norma EHE-98)) <ul style="list-style-type: none"> <li>- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.20</li> <li>- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.72</li> </ul> </li> <li>- Cortante de agotamiento (En dirección X): 0.00 t</li> <li>- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 20.69 t</li> </ul>		

**GRUPO 4**

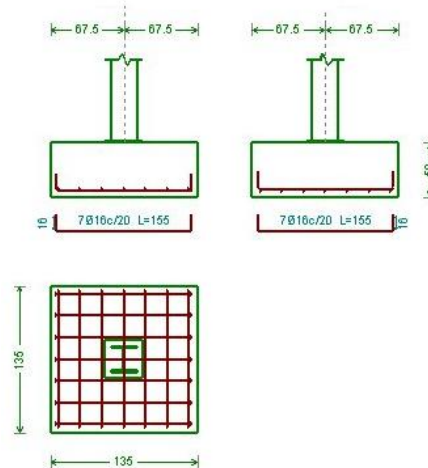
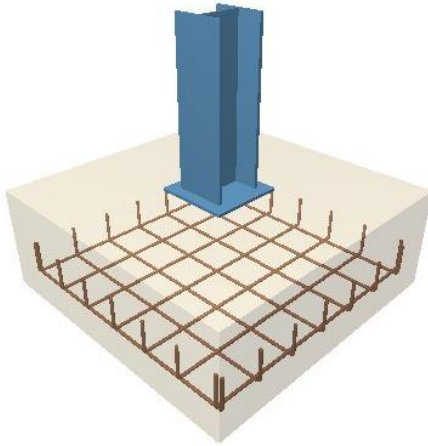


Dimensiones: 130 x 130 x 50		
Armados: Xi:Ø12c/22 Yi:Ø12c/22 Xs:Ø12c/22 Ys:Ø12c/22		
Comprobación	Valores	Estado
<p>Tensiones sobre el terreno:</p> <p><i>Criterio de CYPE Ingenieros</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tensión media en situaciones persistentes:</li> <li>- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:</li> <li>- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:</li> </ul>	<p>Máximo: 2.03874 kp/cm<sup>2</sup> Calculado: 1.294 kp/cm<sup>2</sup></p> <p>Máximo: 2.548 kp/cm<sup>2</sup> Calculado: 1.38 kp/cm<sup>2</sup></p> <p>Máximo: 2.548 kp/cm<sup>2</sup> Calculado: 2.271 kp/cm<sup>2</sup></p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Vuelco de la zapata:</p> <p><i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- En dirección X:</li> <li>- En dirección Y:</li> </ul>	<p>Reserva seguridad: 864.5 %</p> <p>Reserva seguridad: 88.8 %</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Flexión en la zapata:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- En dirección X:</li> <li>- En dirección Y:</li> </ul>	<p>Momento: 3.09 t·m</p> <p>Momento: 4.05 t·m</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Cortante en la zapata:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- En dirección X:</li> <li>- En dirección Y:</li> </ul>	<p>Cortante: 1.38 t</p> <p>Cortante: 1.94 t</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p>

Dimensiones: 130 x 130 x 50 Armados: Xi:Ø12c/22 Yi:Ø12c/22 Xs:Ø12c/22 Ys:Ø12c/22		
Comprobación	Valores	Estado
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.68 t/m <sup>2</sup> Calculado: 49.84 t/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 59.8.1 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 50 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N118:	Mínimo: 37 cm Calculado: 43 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> - En dirección X: - En dirección Y:	Mínimo: 0.002 Calculado: 0.0021 Calculado: 0.0021	Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 (norma EHE-98)</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0011 Mínimo: 0.0006 Mínimo: 0.0007 Mínimo: 0.0001	Cumple Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i> - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 22 cm Calculado: 22 cm Calculado: 22 cm Calculado: 22 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 22 cm Calculado: 22 cm Calculado: 22 cm Calculado: 22 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple

Dimensiones: 130 x 130 x 50 Armados: Xi:Ø12c/22 Yi:Ø12c/22 Xs:Ø12c/22 Ys:Ø12c/22		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido (Artículo 59.2 (norma EHE-98)) <ul style="list-style-type: none"> <li>- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.37</li> <li>- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.49</li> </ul> - Cortante de agotamiento (En dirección X): 16.27 t <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 16.27 t</li> </ul>		

**GRUPO 5**



Dimensiones: 135 x 135 x 50 Armados: Xi:Ø16c/20 Yi:Ø16c/20		
Comprobación	Valores	Estado
<p>Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tensión media en situaciones persistentes:</li> <li>- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:</li> <li>- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:</li> </ul>	<p>Máximo: 2.03874 kp/cm<sup>2</sup> Calculado: 1.846 kp/cm<sup>2</sup></p> <p>Máximo: 2.548 kp/cm<sup>2</sup> Calculado: 2.15 kp/cm<sup>2</sup></p> <p>Máximo: 2.548 kp/cm<sup>2</sup> Calculado: 2.546 kp/cm<sup>2</sup></p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- En dirección X:</li> <li>- En dirección Y:</li> </ul>	<p>Reserva seguridad: 901.6 %</p> <p>Reserva seguridad: 532.0 %</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Flexión en la zapata:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- En dirección X:</li> <li>- En dirección Y:</li> </ul>	<p>Momento: 5.61 t·m</p> <p>Momento: 5.94 t·m</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Cortante en la zapata:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- En dirección X:</li> <li>- En dirección Y:</li> </ul>	<p>Cortante: 3.85 t</p> <p>Cortante: 4.13 t</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Compresión oblicua en la zapata:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i></li> </ul>	<p>Máximo: 509.68 t/m<sup>2</sup> Calculado: 94.94 t/m<sup>2</sup></p>	<p>Cumple</p>

Dimensiones: 135 x 135 x 50 Armados: Xi:Ø16c/20 Yi:Ø16c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Canto mínimo: <i>Artículo 59.8.1 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 50 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N136:	Mínimo: 35 cm Calculado: 42 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> - En dirección X: - En dirección Y:	Mínimo: 0.002 Calculado: 0.0021 Calculado: 0.0021	Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 (norma EHE-98)</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0021 Mínimo: 0.0009 Mínimo: 0.001	Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: - Parrilla inferior: <i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i> - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 23 cm Calculado: 23 cm Calculado: 23 cm Calculado: 23 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud mínima de las patillas: - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple Cumple Cumple

Dimensiones: 135 x 135 x 50 Armados: Xi:Ø16c/20 Yi:Ø16c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido (Artículo 59.2 (norma EHE-98))		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.33		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.35		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 21.06 t		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 21.06 t		

### **3.3.8.9 CIMENTACIÓN VIGAS DE ATADO**

Las vigas riostras, de atado o de arriostamiento, son piezas o elementos estructurales generalmente de hormigón armado o de cualquier elemento que pueda resistir tracciones, que unen dos o más cimientos o zapatas.

La finalidad de estas vigas es absorber las posibles acciones horizontales que pueden recibir los cimientos bien de la estructura bien del propio terreno, evitando de esta forma el desplazamiento horizontal relativo de uno respecto a otro.

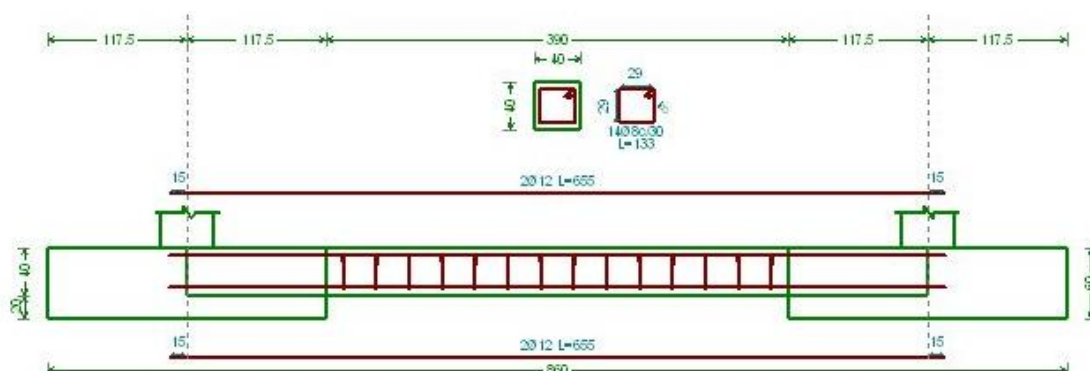
Por su posición, frecuentemente, se usan para apoyar sobre ellas muros o elementos de cerramientos.

El cálculo de vigas riostras se realiza como pieza prismática de hormigón armado sometida a tracción simple o compuesta. La resistencia de la sección a tracción se confía exclusivamente a las fuerzas desarrolladas por sus armaduras. La función del hormigón es hacer trabajar solidariamente las armaduras y protegerlas de la corrosión.

A continuación se muestran los diferentes casos de unión de zapata mediante viga de atado.

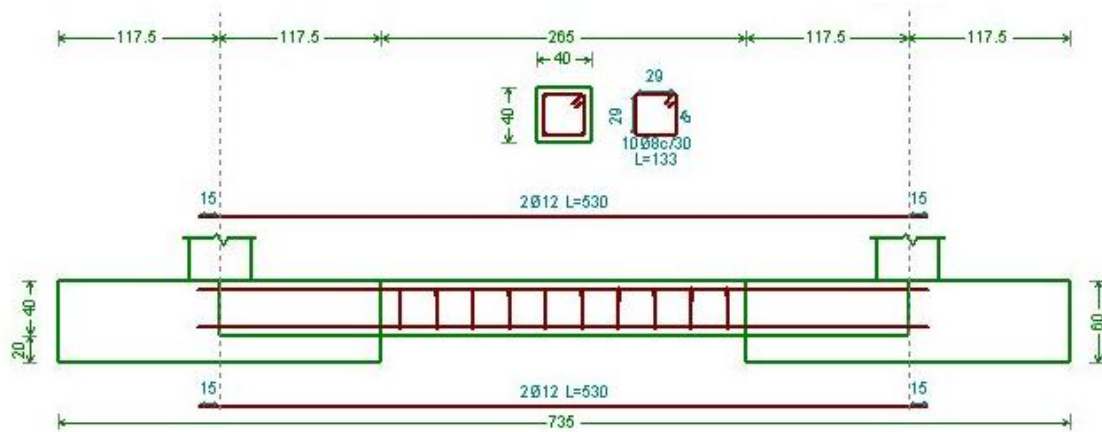


**GRUPO 1 – GRUPO 1**



-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Recomendación para el ancho mínimo de la viga de atado: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.15 (pag.126).</i>	Mínimo: 19.5 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Recomendación para el canto mínimo de la viga de atado: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.15 (pag.126).</i>	Mínimo: 19.5 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 66.4.1 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 66.4.1 (norma EHE-98)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 (norma EHE-98)</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 (norma EHE-98)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Recomendación del Artículo 59.8.2 de la EHE-98): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple) - No llegan estados de carga a la cimentación.		

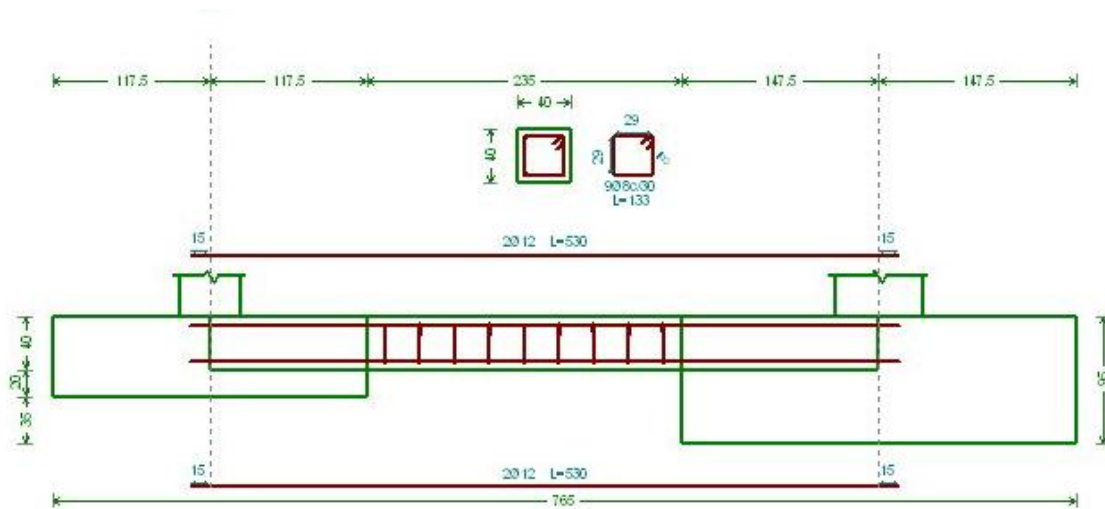
**GRUPO 1 – GRUPO 1 (CENTRAL)**



-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Recomendación para el ancho mínimo de la viga de atado: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.15 (pag.126).</i>	Mínimo: 13.2 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Recomendación para el canto mínimo de la viga de atado: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.15 (pag.126).</i>	Mínimo: 13.2 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 66.4.1 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 66.4.1 (norma EHE-98)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 (norma EHE-98)</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 (norma EHE-98)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		

-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Recomendación del Artículo 59.8.2 de la EHE-98): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple) - No llegan estados de carga a la cimentación.		

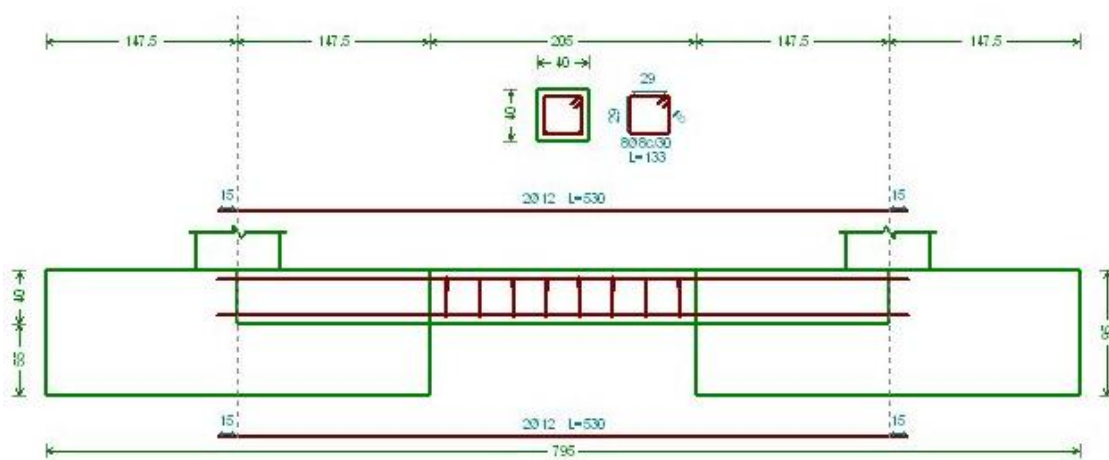
**GRUPO 1 – GRUPO 2**



-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Recomendación para el ancho mínimo de la viga de atado: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.15 (pag.126).</i>	Mínimo: 11.7 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Recomendación para el canto mínimo de la viga de atado: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.15 (pag.126).</i>	Mínimo: 11.7 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 66.4.1 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 66.4.1 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple

-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 (norma EHE-98)</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 (norma EHE-98)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Recomendación del Artículo 59.8.2 de la EHE-98): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)		
- No llegan estados de carga a la cimentación.		

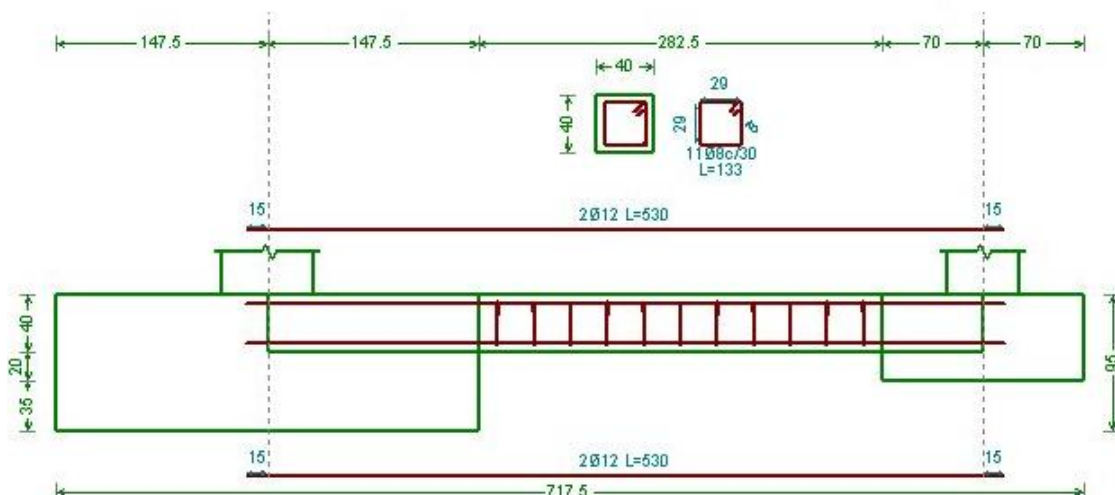
**GRUPO 2 – GRUPO 2**



-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Recomendación para el ancho mínimo de la viga de atado: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.15 (pag.126).</i>	Mínimo: 10.2 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Recomendación para el canto mínimo de la viga de atado: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.15 (pag.126).</i>	Mínimo: 10.2 cm Calculado: 40 cm	Cumple

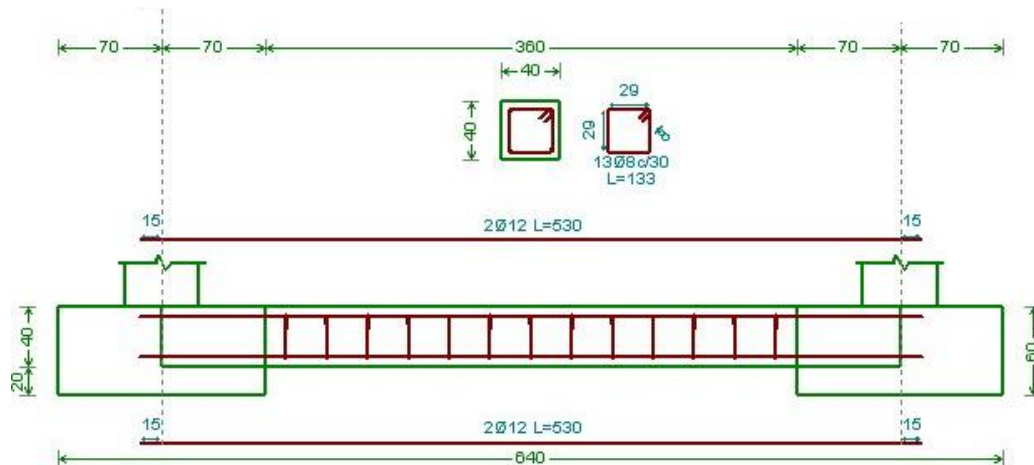
-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 66.4.1 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 66.4.1 (norma EHE-98)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 (norma EHE-98)</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 (norma EHE-98)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Recomendación del Artículo 59.8.2 de la EHE-98): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)		
- No llegan estados de carga a la cimentación.		

**GRUPO 2 – GRUPO 3**



-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Recomendación para el ancho mínimo de la viga de atado: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.15 (pag.126).</i>	Mínimo: 14.1 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Recomendación para el canto mínimo de la viga de atado: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.15 (pag.126).</i>	Mínimo: 14.1 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 66.4.1 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 66.4.1 (norma EHE-98)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 (norma EHE-98)</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 (norma EHE-98)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Recomendación del Artículo 59.8.2 de la EHE-98): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)		
- No llegan estados de carga a la cimentación.		

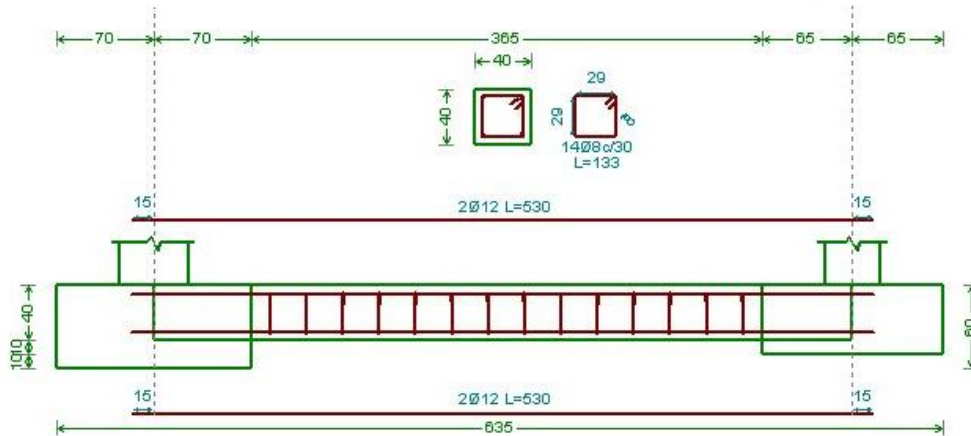
**GRUPO 3 – GRUPO 3**



-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Recomendación para el ancho mínimo de la viga de atado: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cementación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.15 (pag.126).</i>	Mínimo: 18 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Recomendación para el canto mínimo de la viga de atado: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cementación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.15 (pag.126).</i>	Mínimo: 18 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 66.4.1 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 66.4.1 (norma EHE-98)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 (norma EHE-98)</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 (norma EHE-98)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		

-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Recomendación del Artículo 59.8.2 de la EHE-98): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple) - No llegan estados de carga a la cimentación.		

**GRUPO 3 – GRUPO 4**

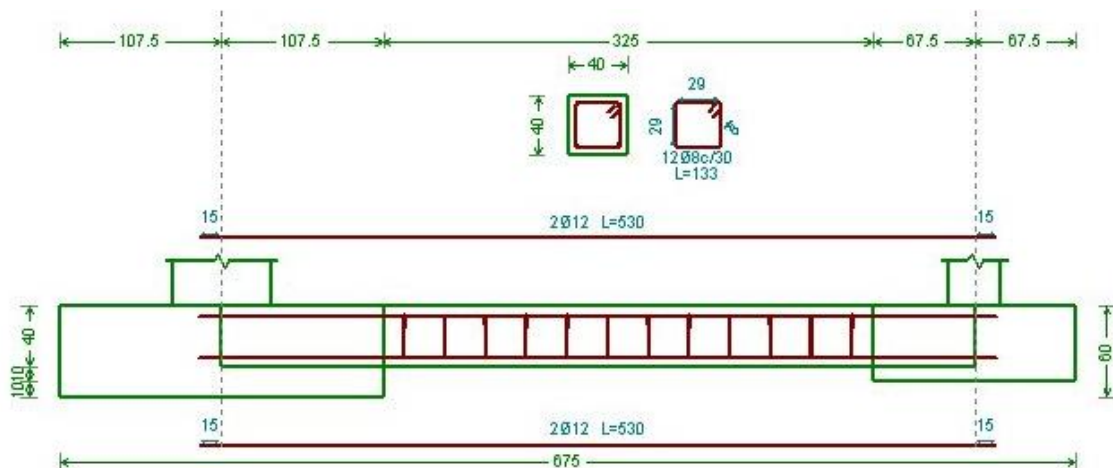


-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Recomendación para el ancho mínimo de la viga de atado: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.15 (pag.126).</i>	Mínimo: 18.2 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Recomendación para el canto mínimo de la viga de atado: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.15 (pag.126).</i>	Mínimo: 18.2 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 66.4.1 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 66.4.1 (norma EHE-98)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 (norma EHE-98)</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple



-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 (norma EHE-98)</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Recomendación del Artículo 59.8.2 de la EHE-98): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)		
- No llegan estados de carga a la cimentación.		

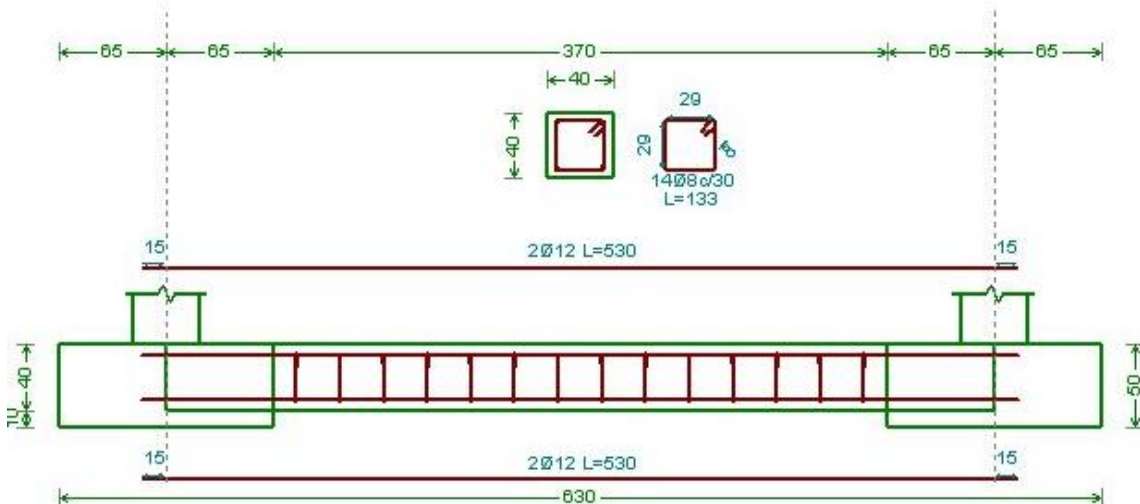
**GRUPO 3 – GRUPO 5**



-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Recomendación para el ancho mínimo de la viga de atado: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.15 (pag.126).</i>	Mínimo: 16.2 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Recomendación para el canto mínimo de la viga de atado: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.15 (pag.126).</i>	Mínimo: 16.2 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 66.4.1 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple

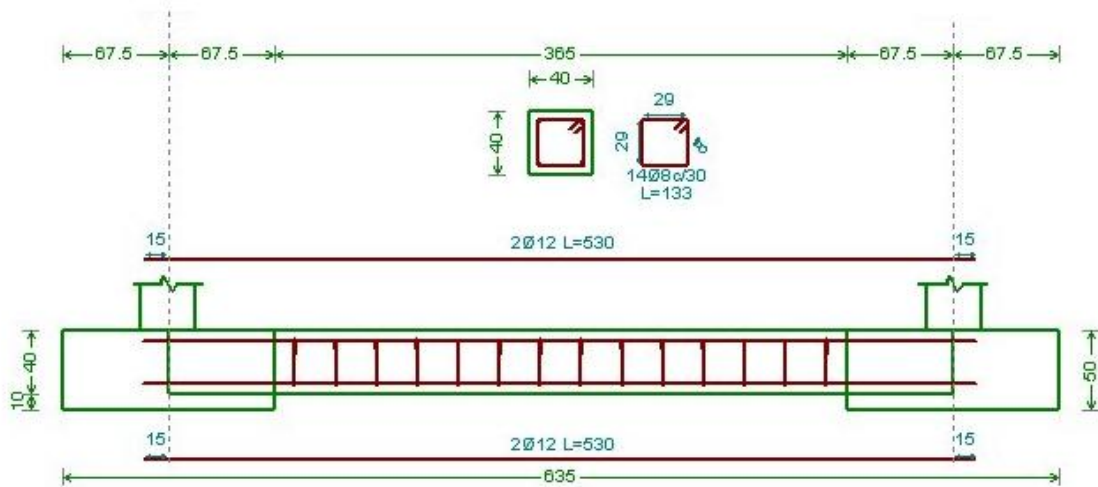
-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 66.4.1 (norma EHE-98)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	 Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 (norma EHE-98)</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 (norma EHE-98)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Recomendación del Artículo 59.8.2 de la EHE-98): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)		
- No llegan estados de carga a la cimentación.		

**GRUPO 4 – GRUPO 4**



-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Recomendación para el ancho mínimo de la viga de atado: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.15 (pag.126).</i>	Mínimo: 18.5 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Recomendación para el canto mínimo de la viga de atado: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.15 (pag.126).</i>	Mínimo: 18.5 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 66.4.1 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 66.4.1 (norma EHE-98)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 (norma EHE-98)</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 (norma EHE-98)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Recomendación del Artículo 59.8.2 de la EHE-98): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple) - No llegan estados de carga a la cimentación.		

**GRUPO 5 – GRUPO 5**



-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Recomendación para el ancho mínimo de la viga de atado: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.15 (pag.126).</i>	Mínimo: 18.2 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Recomendación para el canto mínimo de la viga de atado: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.15 (pag.126).</i>	Mínimo: 18.2 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 66.4.1 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 66.4.1 (norma EHE-98)</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 (norma EHE-98)</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 (norma EHE-98)</i> - Armadura superior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm	Cumple

-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Recomendación del Artículo 59.8.2 de la EHE-98): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)		
- No llegan estados de carga a la cimentación.		





# ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL DE BILBAO



GADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

TRABAJO FIN DE GRADO

2014 / 2015

*NAVE INDUSTRIAL DESTINADA AL EMBOTELLADO EN EL  
MUNICIPIO DE ARENZANA DE ABAJO (LA RIOJA)*

**DOCUMENTO 3.4: DISEÑO DE LAS ESCALERAS**

DATOS DEL ALUMNO/A	DATOS DEL DIRECTOR/A
NOMBRE: ISMAEL	NOMBRE: IRANTZU
APELLIDOS: MENDOZA RODRÍGUEZ	APELLIDOS: URIARTE GALLAZTEGI
DNI: 78946235T	DEPARTAMENTO: INGENIERÍA MECÁNICA
FDO.:	FDO.:
FECHA: 18-06-2015	FECHA: 18-06-2015

ORIGINAL  
 COPIA





## **3.4. DISEÑO DE LAS ESCALERAS**

	<b><u>Pág.</u></b>
<b>3.4.1 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>3.4.2 GEOMETRÍA.....</b>	<b>2</b>
<b>3.4.3 MATERIALES.....</b>	<b>3</b>
<b>3.4.4 CARGAS.....</b>	<b>3</b>
<b>3.4.5 RESULTADOS DEL CÁLCULO Y ARMADURA.....</b>	<b>4</b>



### **3.4. DISEÑO DE LAS ESCALERAS**

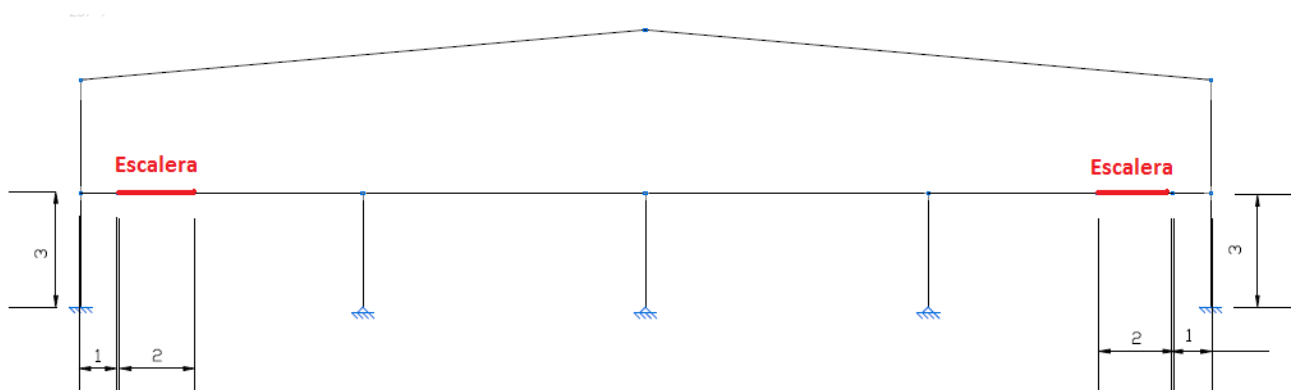
#### **3.4.1 INTRODUCCIÓN**

El objetivo del presente anexo es el de diseñar los dos grupos de escaleras que conducen a la entreplanta de la nave industrial. La diferencia de alturas que se presenta entre la planta a ras de suelo y la entreplanta cuenta con 3 metros, los cuales se salvarán con las escaleras que se proponen a continuación.

El material que se ha elegido para llevar a cabo este diseño es el hormigón armado, ya que al no tener que salvar una altura demasiado elevada, el peso del hormigón es un peso que la armadura de la nave puede asumir. Por otro lado, el resultado será unas escaleras con una gran estabilidad además de un alto nivel estético.

Tanto el pie del grupo de escaleras como el muro de obra en el que se apoya el descansillo, es sustentado por el suelo de la nave, por lo que no requiere ningún cálculo. Por otro lado, la parte superior se apoya en la jácena del primer pórtico de la entreplanta, de este modo se ha diseñado dicha viga para que soporte los esfuerzos previstos.

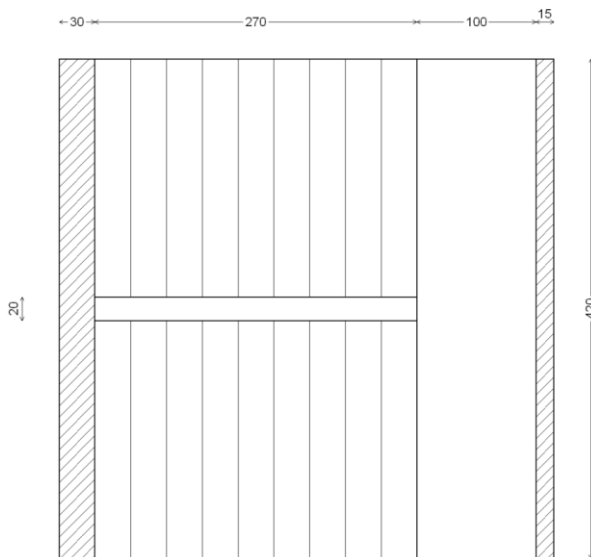
La disposición de las escaleras en dicho pórtico será la siguiente



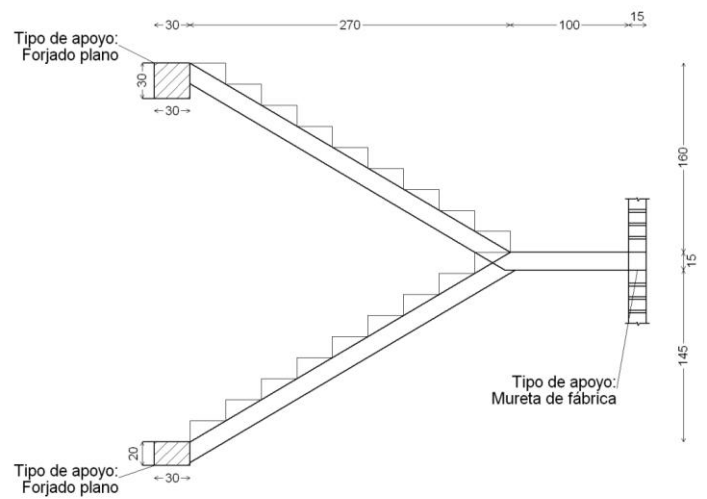
### 3.4.2. GEOMETRÍA

En cuanto a la geometría, las escaleras salvan un desnivel de 3 m a través de dos tramos de escaleras de 9 peldaños cada uno, con un pequeño descansillo entre ambos. Tanto el apoyo del tramo inferior como el del muro que sustenta el descansillo lo hacen al suelo de la nave. En cuanto al apoyo del tramo superior lo realiza al forjado de la entreplanta, es decir, como a la jácena donde se apoya dicho forjado. Las dimensiones se resumen en las siguientes figuras.

Planta (escala 1:50)



Sección acotada (escala 1:50)



Canto de la viga del apoyo superior: 0,30 m

Canto de la viga del apoyo inferior: 0,20 m

#### Peldañeado

Huella = 0.300 m

Contrahuella = 0.178 m

Número de peldaños = 9

### **3.4.3 MATERIALES**

Los materiales que se han decidido utilizar en la fabricación de las escaleras en cuestión son hormigón y acero, es decir, se realizará mediante hormigón armado y las barandillas se elaboran de acero. Esta elección se debe a la pequeña altura a la que se encuentra la entreplanta que se pretende conectar. Por otro lado, y gracias a esto, el peso de esta estructura será sustentado en su mayoría en la solera de la nave, por lo que puede prescindir de estudio. A su vez, el hormigón dotará a las escaleras de estabilidad y confort.

Los materiales que se utilizan en la fabricación de esta estructura son los siguientes, y a su vez se muestra los controles de calidad necesarios que se desempeñarán para su garantía.

- Hormigón = HA-25, Control Estadístico
- Acero = B 500 S, Control Normal
  
- Acciones: CTE Control de la ejecución: Normal

### **3.4.4. CARGAS**

Las cargas que se prevén son el peso propio de los materiales y la sobrecarga de uso que recoge el CTE. El estudio que se desempeña su hace cargo únicamente de la jácena de la entreplanta ya que esta viga soporta gran parte de los esfuerzos y debe ser diseñada en base a ello. Por otro lado el muro del descansillo y la parte inferior de las escaleras descansa sobre la solera de la nave por lo que no será necesario tenerlo en cuenta.

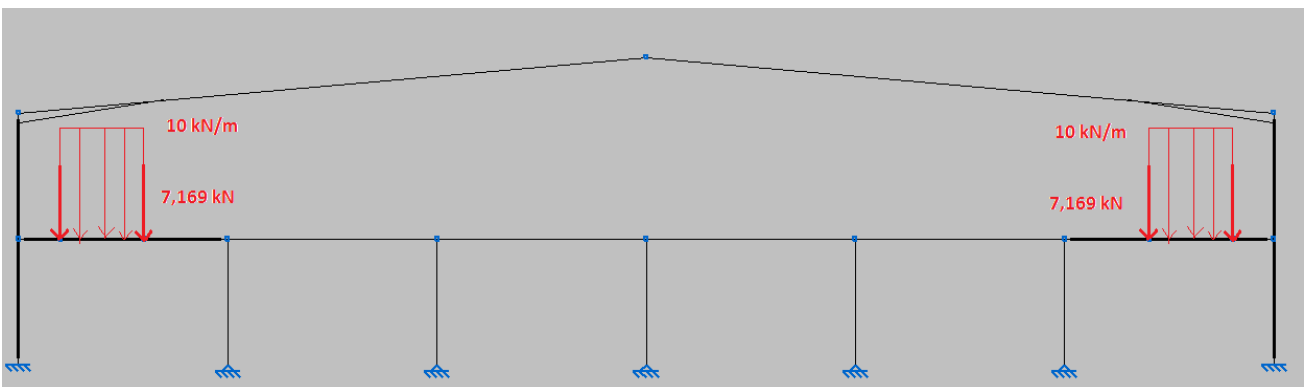
Las cargas que afectan a la vida de la entreplanta son las siguientes:

- Peso propio losa (espesor x 2.5 t/m<sup>3</sup>) = 3,750 kN/m<sup>2</sup>
- Peldañado = 2,000 kN/m<sup>2</sup>
- Barandillas = 3,000 kN/m
- Sobrecarga de uso = 3,000 kN/m<sup>2</sup>

Se realiza el estudio en base de que la viga trabaja soportando un esfuerzo lineal repartido de manera uniforme a lo largo del apoyo de la escalera. Por otro lado soportara las cargas referidas al área tributaria. Es decir, haciendo una división de las escaleras en cuatro cuadrantes iguales, se ocupa del cuadrante superior izquierdo, por tanto:

- Peso propio losa (espesor x 2.5 t/m<sup>3</sup>) = 1,125 kN/m
- Peldañeado = 3,550 kN/m
- Barandillas = 7,169 kN
- Sobrecarga de uso = 5,325 kN/m

Las cargas que soporta la viga y que condicionan su diseño se recogen esquemáticamente en la siguiente figura.



### **3.4.5. RESULTADO DEL CÁLCULO Y ARMADURAS**

Los cálculos se han llevado a cabo con el programa informático Cype. De esta forma se consiguen un estudio muy próximo a la realidad. En base a estas mediciones ha sido posible el diseño de la armadura óptima para el hormigón, obteniéndose los siguientes resultados, recogidos en la tabla que se muestra a continuación.

Tramo	Armaduras	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S
						Control Normal (Kg)
- Tramo inferior	Longitudinal inferior	Ø16	13	399	5187	81.87
- Tramo superior	Longitudinal inferior	Ø16	13	487	6331	99.92
- Tramo inferior	Longitudinal superior	Ø10	13	483	6279	38.71
- Tramo inferior	Longitudinal arranque	Ø10	13	101	1313	8.10
- Descansillo	Transversal inferior	Ø6	11	432	4752	10.55
- Descansillo	Transversal superior	Ø16	8	432	3456	54.55
- Tramo inferior	Transversal inferior	Ø6	32	212	6784	15.06
- Tramo inferior	Transversal superior	Ø6	32	212	6784	15.06
- Tramo superior	Transversal inferior	Ø6	31	212	6572	14.58
- Tramo superior	Transversal superior	Ø6	32	212	6784	15.06
- Tramo superior	Longitudinal superior	Ø10	13	414	5382	33.18
- Descansillo	Longitudinal inferior	Ø16	13	161	2093	33.03
- Descansillo	Longitudinal superior	Ø10	13	165	2145	13.22
- Ojo	Longitudinal inferior	Ø16	2	127	254	4.01
- Ojo	Longitudinal superior	Ø10	2	127	254	1.57
<b>Total</b>						<b>438.46</b>

Posición de las armaduras

- a) La armadura transversal envuelve a la longitudinal.
- b) Recubrimiento geométrico = distancia de los paramentos exteriores a la armadura más próxima = 0.030 m.
- c) La armadura transversal en los tramos inclinados está formada por: barras rectas con patillas en los extremos

La posición exacta de cada armadura se define en el anexo de planos de este proyecto.







# ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL DE BILBAO



GADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

TRABAJO FIN DE GRADO

2014 / 2015

*NAVE INDUSTRIAL DESTINADA AL EMBOTELLADO EN EL  
MUNICIPIO DE ARENZANA DE ABAJO (LA RIOJA)*

**DOCUMENTO 3.5: TECHO FALSO Y TABIQUERÍA**

DATOS DEL ALUMNO/A	DATOS DEL DIRECTOR/A
NOMBRE: ISMAEL	NOMBRE: IRANTZU
APELLIDOS: MENDOZA RODRÍGUEZ	APELLIDOS: URIARTE GALLAZTEGI
DNI: 78946235T	DEPARTAMENTO: INGENIERÍA MECÁNICA
FDO.:	FDO.:
FECHA: 18-06-2015	FECHA: 18-06-2015

ORIGINAL  
 COPIA



## **3.5 TECHO FALSO Y TABIQUERÍA**

	<u>Pág.</u>
<b>3.5.1 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>3.5.2 DISTRIBUCIÓN DE LAS ESTANCIAS.....</b>	<b>2</b>
<b>3.5.3 FALSO TECHO.....</b>	<b>3</b>
<b>3.5.3.1 MATERIALES.....</b>	<b>4</b>
<b>3.5.3.2 INSTALACIÓN.....</b>	<b>5</b>
<b>3.5.4 TABIQUERÍA.....</b>	<b>7</b>
<b>3.5.4.1. MATERIALES.....</b>	<b>8</b>
<b>3.5.4.2. INSTALACIÓN.....</b>	<b>9</b>



## **3.5. TECHO FALSO Y TABIQUERÍA**

### **3.5.1 INTRODUCCIÓN**

El objeto de este anexo es detallar tanto la instalación del techo falso de la nave como la tabiquería que distribuye las diferentes estancias tanto en la entreplanta como en la zona de vestuarios.

Se ha decidido que ambos detalles constructivos se realizarán de paneles de Pladur debidamente ancladas, tal y como se detalla en el presente anexo.

En cuanto al falso techo, la altura final a la que queda el techo en la nave será la altura de los pilares de los pórticos, es decir, 6 m. Se resuelve con paneles de Pladur que serán sujetos con anclajes a las correas de la cubierta. En el espacio muerto entre el falso techo y la cubierta se encontrarán las instalaciones eléctricas.

En cuanto a la tabiquería, se realizara también con paneles de la misma marca, según la disposición que se describe en los planos de distribución de la entreplanta y la zona de vestuarios. En la entreplanta se sitúan la zona de despachos y secretariado, un comedor para empleados y una estancia de ocio multiusos donde se podrán emplazar diferentes acontecimientos. En cuanto a la zona de vestuarios contará con uno masculino y otro femenino equipados ambos con sus respectivos aseos, y un pasillo de acceso a la zona de trabajo.

Los datos que se muestran a continuación se han obtenido de la página web de la marca Pladur.

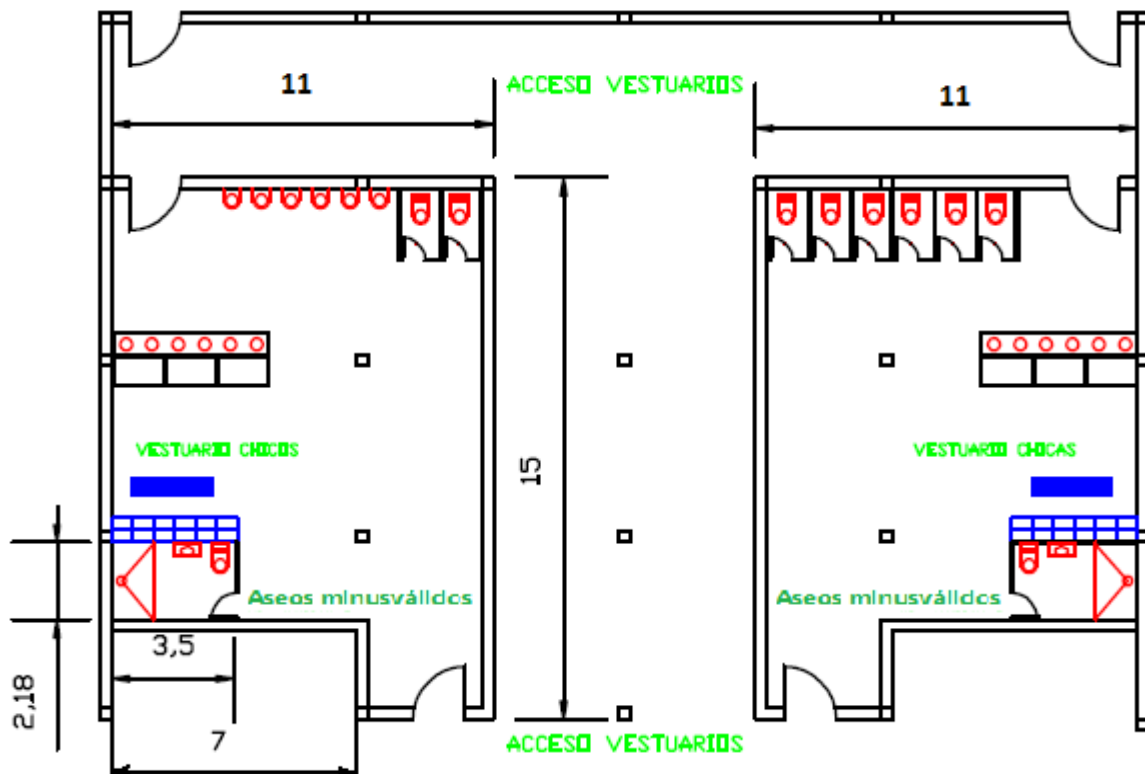
### **3.5.2 DISTRIBUCIÓN DE LAS ESTANCIAS**

A continuación se muestran las vistas en planta de lo que será la zona de entreplanta y la zona que queda comprendida debajo de la misma.

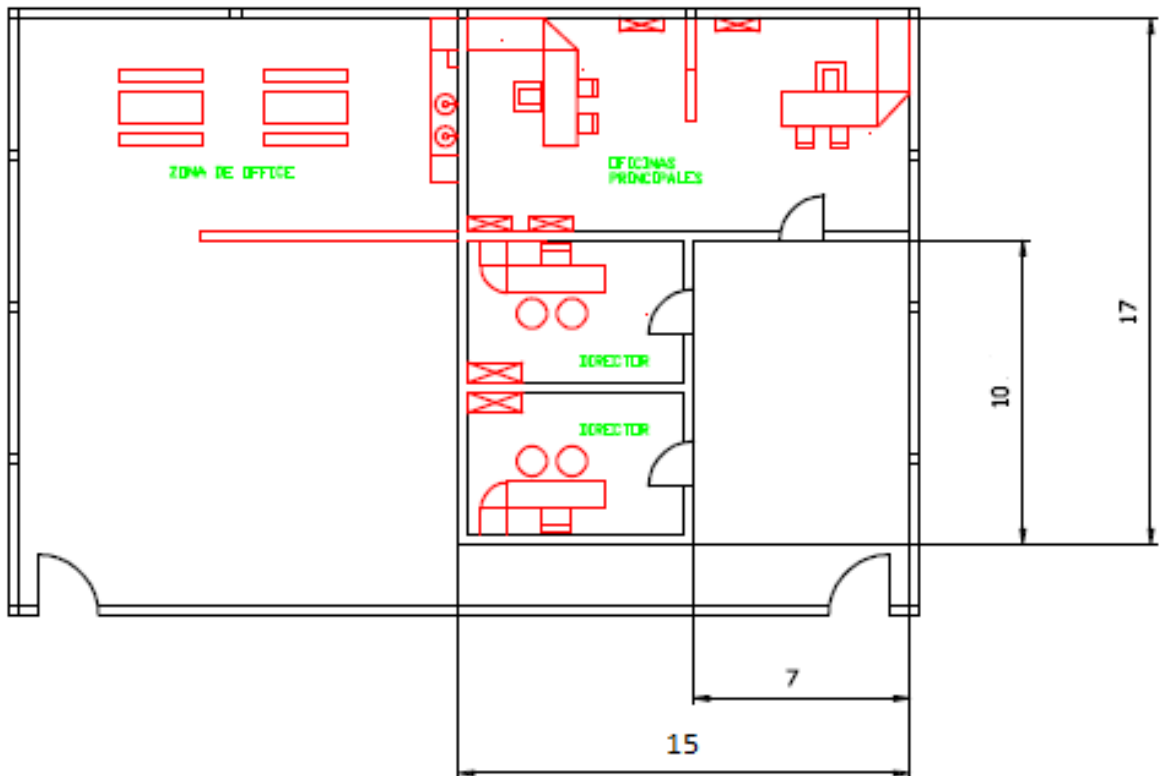
De esta manera, la primera imagen ilustra la zona de vestuarios que tiene lugar debajo de la ya mencionada entreplanta. Cuenta con dos vestuarios, uno femenino y otro masculino. Cada cual cuenta con espacio para el uso cotidiano de los empleados y a su vez con los aseos, siendo uno de los aseos diseñado para minusválidos. Cada vestuario esta provisto de dos accesos, uno pensado para acceder al entrar desde la calle a la nave, para comenzar el turno, y otro para ser utilizado desde la zona de trabajo. Esta zona cuenta también con un pasillo para acceder a la panta directamente.

Por último, en la parte superior se encuentran debidamente distribuidas tres zonas de oficinas y despachos, y una zona de ocio para empleados, con comedor y un espacio libre que podrá desempeñar el papel acorde a las necesidades.

Zona de vestuarios



Zona de entreplanta



**3.5.3 FALSO TECHO**

La superficie a cubrir es el área de la planta de la nave, es decir 30 m de ancho y 100 m, que dan como resultado 3000 m<sup>2</sup>. Se ha elegido como solución un techo registrable de la marca Pladur, que cuelga anclado a las correas de cubierta.

El peso que esto añade a las correas de las cubiertas se considera como despreciable en comparación de las cargas que estas vigas deben de soportar en sus sollicitaciones. Por esto, no se considera necesario realizar un estudio incluyendo el peso de las placas del falso techo.

A continuación se muestran los materiales y el modo de colocación, proporcionado por el fabricante.

### 3.5.3.1 MATERIALES

#### Elementos de sujeción

Fotos	Sección	Producto	Descripción
		Angular LF-32	Perfil en forma de "L", utilizado como estructura perimetral en los Sistemas PLADUR® TF. Las alas están moleteadas, una de ellas con perforaciones para la fijación al paramento y la otra lleva unas lengüetas especiales cada 100 mm donde encaja el Perfil TF-38.
		Montante Reforzado	Perfil en forma de "U", utilizado como refuerzo dentro de los SISTEMAS PLADUR® METAL. En su alma llevan incorporadas unas perforaciones (Ø 35 mm) para facilitar el paso de las instalaciones.
		Perfil TF-38	Perfil en forma de "T", usado como elemento portante en los sistemas PLADUR® TF. La base está moleteada y el alma cosida para reforzarlo y permitir una instalación rápida y sencilla.

#### Placa de yeso

### PLACA PLADUR® N



**Descripción** Placa en la que sus componentes (yeso y celulosa) son de composición estándar. Presenta el alma de yeso de color blanco, la cara vista que va a ser decorada en color crema y la opuesta, en color gris oscuros.

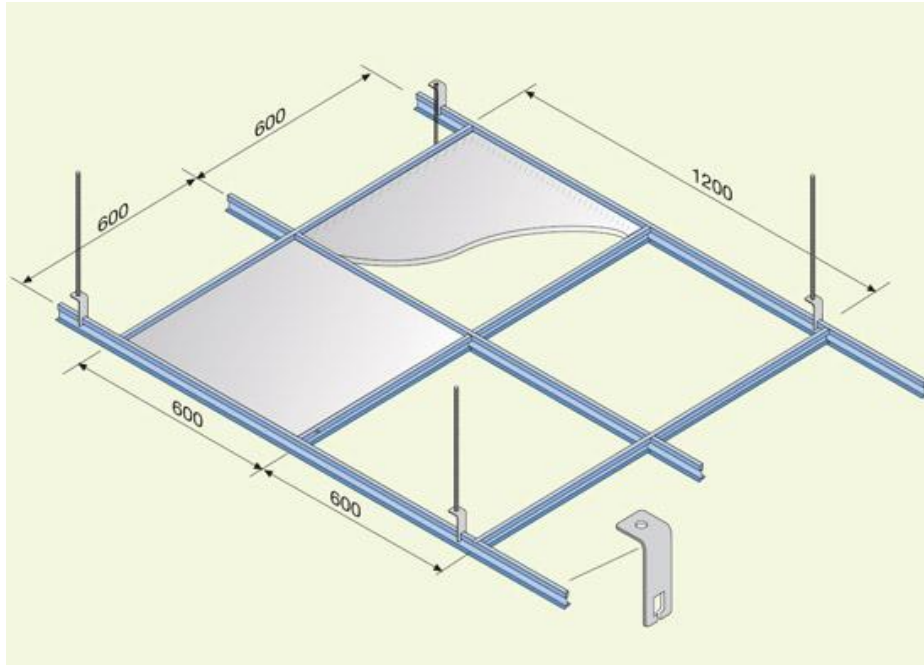
**Aplicación** Placa base para todos los SISTEMAS PLADUR® que no requieren especificaciones especiales. Unidades de albañilería interior en general y en todo tipo de obras, techos, aislamientos, reformas, decoración, etc...

Producto	Espesor	Ancho (m)	Borde	Longitud estándar (m)	Reacción a fuego	Resistencia térmica (m²K/W)	Permeabilidad al vapor de agua	Tipo de placa según EN 520	Unidades Palet
N 6,5		1,2	BA	3	A2-s1, d0	0,03	10	A	60



### **3.5.3.2 INSTALACIÓN**

Los techos registrables PLADUR están constituidos por perfilería vista de acero galvanizado de distintos colores y placas de yeso laminado PLADUR N

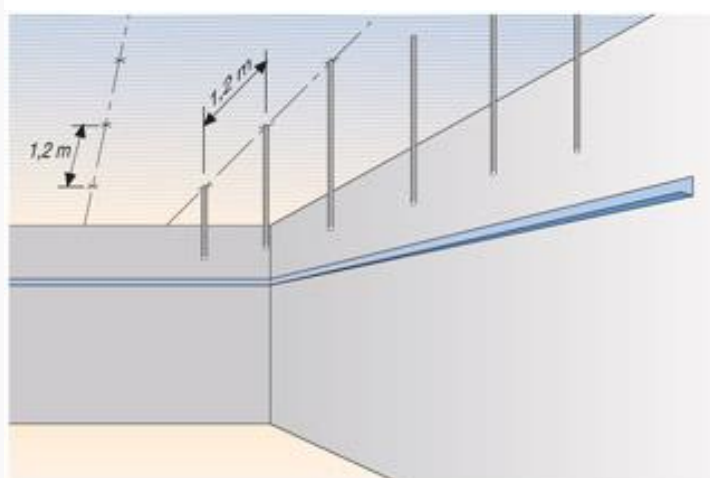


#### **Instrucciones de montaje**

1. Dibujar en las paredes una línea de nivel a 1 m del suelo terminado. Esta línea servirá de referencia para la instalación del techo PLADUR.

Una vez definida la altura de la sala, trazar el nivel de los perfiles angulares LF 32 y fijarlo a la pared cada 0,60 m.

2. Replanteo de los perfiles primarios TF38 cada 1,20 m:



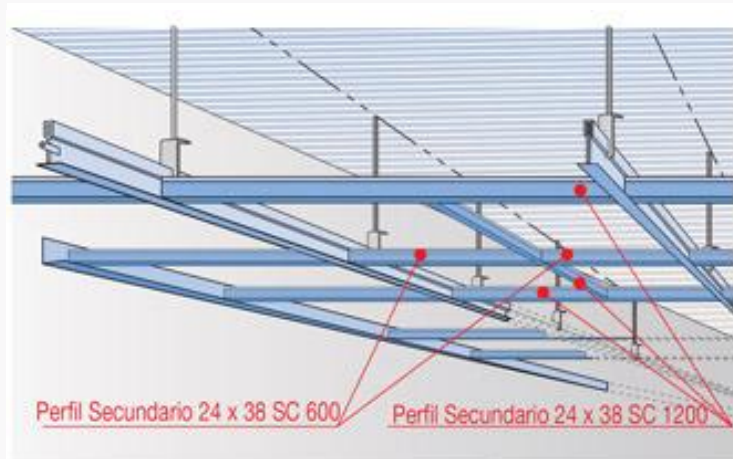
- trabajar en el sentido más largo del local.
- si las dimensiones de la sala no son múltiplos de 0,60 m (largo y ancho), situarlos de manera que el eje principal del local sea el de la placa central del techo. Esto permitirá que las placas de todos los extremos estén en la misma dimensión.

Marcar los puntos donde se colocarán los anclajes para las varillas roscadas (cada 1,20 m).

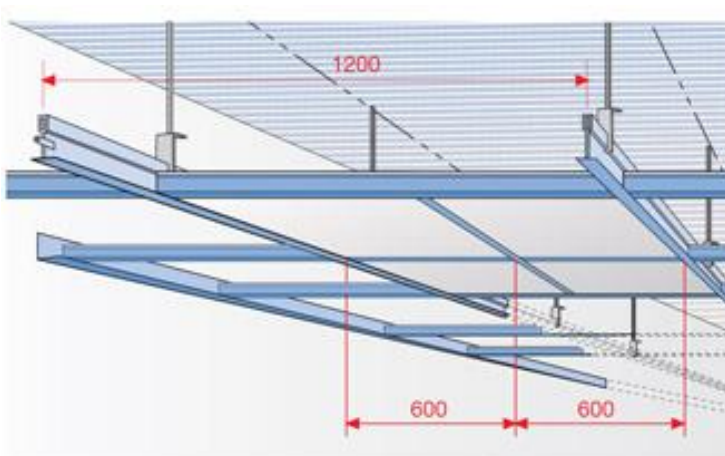
Cortar las varillas roscadas a la medida deseada y colocarlas con un anclaje firme y resistente (elegir el taco según el tipo de soporte).

3. Colocar los perfiles primarios suspendidos con la pieza de cuelgue (para cada pieza de cuelgue dos tuercas para sujetarla a la varilla).

Los primarios se cortarán en los extremos teniendo en cuenta que la modulación ha de mantenerse en las perforaciones que lleva el perfil para los secundarios.



4. Conectar a los primarios, primero los perfiles secundarios montantes reforzados.



5. Instalación de las placas, comenzando por el centro y terminando por el perímetro.

**Consejos:**

- Los perfiles deben apoyar en el angular perimetral un mínimo de 12 mm y dejar 5 mm de separación a la pared.
- Se comenzará instalando los secundarios por una esquina colocando varias placas según se avance para asegurar la escuadra del sistema.
- Las luminarias se apoyarán directamente en los perfiles, bien directamente o utilizando piezas de apoyo.
- En caso de cargas especiales, consultar con el Dpto. de Asistencia Técnica.

### **3.5.4 TABIQUERÍA**

El objetivo de la tabiquería es repartir el espacio diáfano en las diferentes estancias diseñadas para el funcionamiento del día a día de la empresa.

Todos y cada uno de los tabiques tendrán 3 m de alto que es la altura de las estancias que son delimitadas, tanto en la zona de vestuarios como en la zona de despachos y comedor. Las medidas restantes se toman de los planos mostrados anteriormente, es decir, los planos de distribución.

Se ha elegido como solución el sistema de tabiquería Pladur Metal ya que es una solución rápida y sencilla de llevar a cabo y que cumple con las necesidades que el desempeño de la actividad de la nave prevé. De esta manera los materiales a utilizar y el modo de instalación se detalla a continuación en base a lo proporcionado por el fabricante.

### 3.5.4.1 MATERIALES

#### Elementos estructurales

Fotos	Sección	Producto	Descripción
		Canal 90	Perfil en forma de "U", que forma la estructura horizontal de tabiques y trasdosados. En ellos se encajan los montantes.
		Montante 70	Perfil en forma de "C", utilizado como elemento portante en tabiques y trasdosados, o techos. El alma presenta perforaciones en forma oval (70 x 28) que permiten el paso de instalaciones. Las caras laterales vienen moleteadas y marcados sus ejes, para facilitar la operación de atornillado.
		Montante Reforzado	Perfil en forma de "U", utilizado como refuerzo dentro de los SISTEMAS PLADUR® METAL. En su alma llevan incorporadas unas perforaciones (Ø 35 mm) para facilitar el paso de las instalaciones.

#### Elementos de unión



Tipo	Características	Dimensiones	Aplicación	Uds./caja	Uds./cajón	Normativa
MM	Tornillos con punta broca y cabeza "gota de sebo", en acero cadmiado	3,5 x 25 3,5 x 9,5	Aptos para el atornillado de perfiles entre sí	500 1.000	16.000 32.000	EN 14566
		3,5 x 9,5		Uds./blister 100	5.000	



<b>Descripción</b>	Cinta de polietileno físicamente reticulado de célula cerrada
<b>Aplicación</b>	Sellado en uniones entre perfilera perimetral y elementos de arranque del sistema
<b>Ancho</b>	70 mm / 46 mm
<b>Presentación</b>	Rollo 30 m

#### Placa de yeso

### PLACA PLADUR® N



**Descripción** Placa en la que sus componentes (yeso y celulosa) son de composición estándar. Presenta el alma de yeso de color blanco, la cara vista que va a ser decorada en color crema y la opuesta, en color gris oscuros.

**Aplicación** Placa base para todos los SISTEMAS PLADUR® que no requieren especificaciones especiales. Unidades de albañilería interior en general y en todo tipo de obras, techos, aislamientos, reformas, decoración, etc...

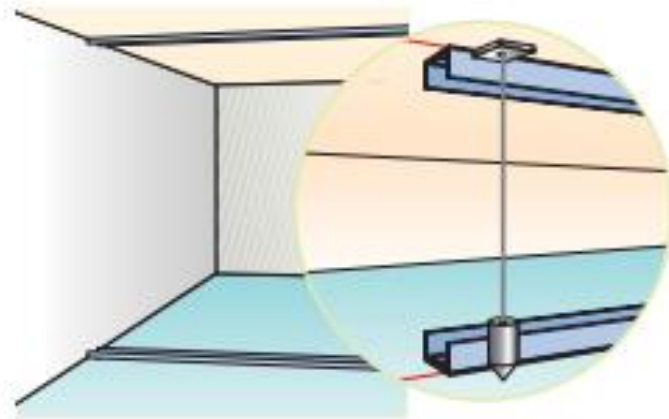
Producto	Esesor	Ancho (m)	Borde	Longitud estándar (m)	Reacción a fuego	Resistencia térmica (m²K/W)	Permeabilidad al vapor de agua	Tipo de placa según EN 520	Unidades Palet
N 6,5		1,2	BA	3	A2-s1, d0	0,03	10	A	60

### **3.5.4.2 INSTALACIÓN**

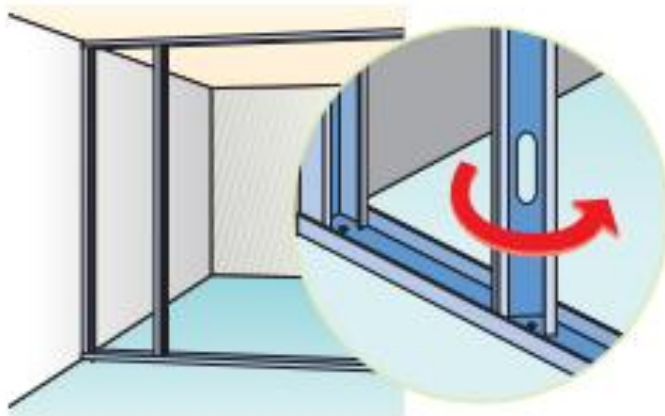
El Sistema de tabiquería PLADUR® Metal está formado por una estructura de perfiles de chapa de acero galvanizada de diferente ancho a base de elementos verticales (montantes) y horizontales (canales), a cada lado de la cual se atornilla una placa PLADUR®, de diferente tipo y espesor (tabique sencillo). El alma de la unidad debe incorporar material aislante

#### **Instrucciones de montaje**

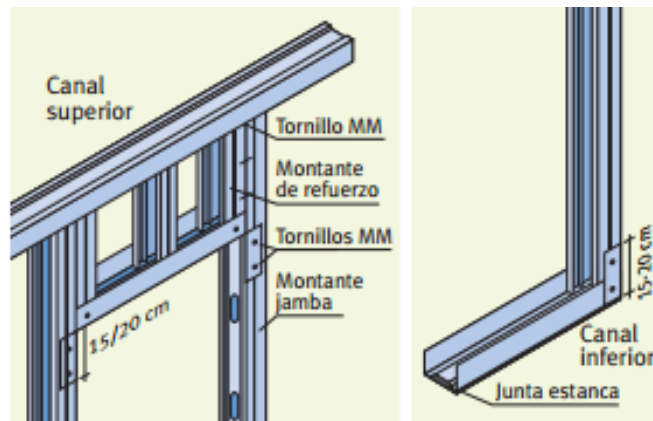
1. Instalar los canales PLADUR superiores e inferiores, asegurándose de que queden “a plomo”. Colocar Junta Estanca PLADUR en toda la superficie de la perfilería en contacto con los forjados y muros.



2. Colocar los montantes PLADUR cada 400 mm. Solamente los montantes de arranque se atornillan al canal, fijándose también a la unidad de obra próxima.

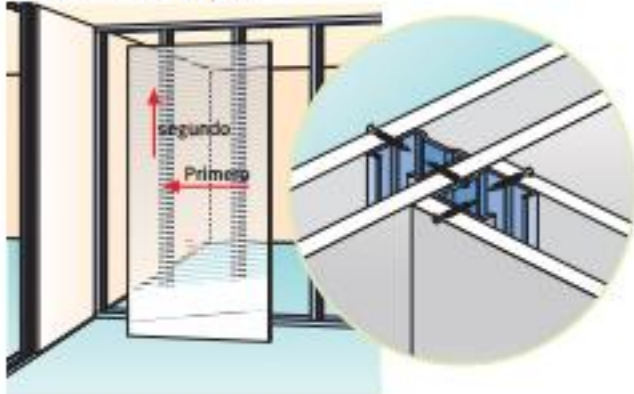


3. En la zona del dintel se colocará un canal doblado en sus extremidades (20 cm) fijado con tornillos PLADUR MM. A continuación se colocarán en el dintel dos montantes PLADUR de refuerzo y los correspondientes de modulación.
4. En la zona inferior de la puerta, se doblarán los canales PLADUR® (15/20 cm) y se fijarán con tornillos PLADUR® MM a los montantes jamba.

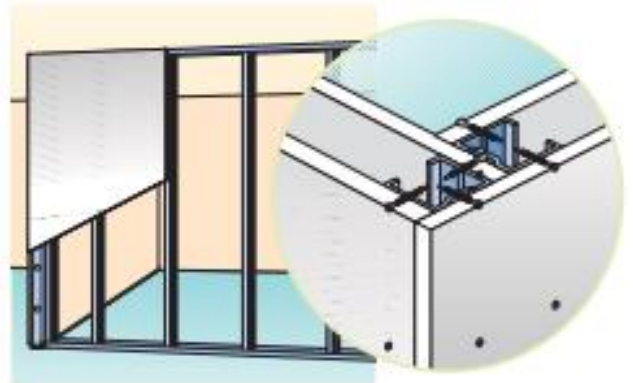


5/6. Cortar las placas PLADUR a la altura de suelo a techo menos 1 - 1'5 cm, colocando la placa para atornillar con tornillos PLADUR MM (cada 25 cm) mediante calzos, a una distancia entre el suelo y la base de la placa de 1 a 1'5 cm.

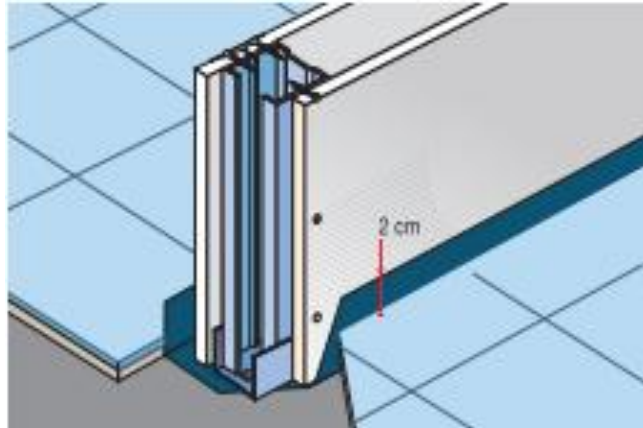
Unión entre tabiques



Encuentro en ángulo



7. Cuando el solado se ejecute después del tabique PLADUR® Metal hay que prever un film protector (2 cm más alto que el suelo terminado) que se eliminará posteriormente.









# ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL DE BILBAO



GADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

TRABAJO FIN DE GRADO

2014 / 2015

*NAVE INDUSTRIAL DESTINADA AL EMBOTELLADO EN EL  
MUNICIPIO DE ARENZANA DE ABAJO (LA RIOJA)*

## **DOCUMENTO 3.6: FONTANERÍA**

DATOS DEL ALUMNO/A	DATOS DEL DIRECTOR/A
NOMBRE: ISMAEL	NOMBRE: IRANTZU
APELLIDOS: MENDOZA RODRÍGUEZ	APELLIDOS: URIARTE GALLAZTEGI
DNI: 78946235T	DEPARTAMENTO: INGENIERÍA MECÁNICA
FDO.:	FDO.:
FECHA: 18-06-2015	FECHA: 18-06-2015

ORIGINAL  
 COPIA



## **3.6 FONTANERÍA**

	<u>Pág.</u>
<b>3.6.1 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>3.6.2 DISTRIBUCIÓN DE LOS ELEMENTOS.....</b>	<b>2</b>
<b>3.6.3 DATOS DE GRUPOS Y PLANTAS.....</b>	<b>3</b>
<b>3.6.4 DATOS DE OBRA.....</b>	<b>3</b>
<b>3.6.5 BIBLIOTECAS.....</b>	<b>4</b>
<b>3.6.6 RESULTADOS DEL ANALISIS.....</b>	<b>4</b>
<b>3.6.6.1 MONTANTES.....</b>	<b>5</b>
<b>3.6.6.2 PLANTA 1.....</b>	<b>5</b>
<b>3.6.6.3 PLANTA BAJA.....</b>	<b>7</b>
<b>3.6.7 MEDICIÓN TOTAL.....</b>	<b>24</b>



## **3.6. FONTANERÍA**

### **3.6.1. INTRODUCCIÓN**

En este presente nexo de detalla la instalación de fontanería, la cual es la encargada de abastecer de agua tanto fría como caliente a ambos vestuarios y a la zona de office del comedor de la entreplanta.

El suministro de agua se realizará a través de la propia red de suministro de agua del municipio de Arezana de Abajo gracias a la cercanía de la instalación. La red de fontanería contará con una caldera dentro del propio circuito con la que se obtiene el agua caliente, de forma que se distribuye tanto agua caliente como agua fría, de la manera que se explica en este documento.

Los vestuarios cuentan con seis lavabos cada uno. El femenino a su vez con seis retretes con cisterna y un aseo para minusválidos con su lavabo y retrete. El masculino cuenta con dos retretes y seis urinarios de pared, además del aseo de minusválidos de igual forma que en el femenino. Por otro lado la entreplanta cuenta con dos fregaderas en la zona de office

El diseño y las comprobaciones se han realizado con el programa informático Cype, ya que permite desarrollar de manera rápida y clara la instalación necesaria para cubrir las necesidades diarias de la nave industrial en lo que al abastecimiento de agua se refiere. A su vez, gracias a la utilización de este programa de diseño se garantiza el cumplimiento de toda la normativa vigente necesaria para todo este tipo de instalaciones de fontanería características.



### **3.6.3.- DATOS DE GRUPOS Y PLANTAS**

Para llevar a cabo el diseño se divide la instalación en dos grupos principales. Un primer grupo lo formarán los elementos que se encuentran en la zona de vestuarios y cuya cota será 0 m ya que se encuentra a ras de suelo y recibe el nombre de Planta baja. Por otro lado se encuentra el grupo llamado Planta 1 que lo forman los elementos que se encuentran en la zona de comedor en la entreplanta, por lo que se sitúan a una cota de 3 m sobre el nivel del suelo.

Ambos grupos se unen mediante los montantes

- MONTANTES: unen ambos grupos
- GRUPO PLANTA BAJA: cota 0 m (a ras de suelo)
- GRUPO PLANTA 1 : cota 3 m

### **3.6.4. DATOS DE OBRA**

A continuación se realiza un listado con los datos de partida del diseño de la instalación de fontanería, a través de los cuales se ha hecho posible el cálculo mediante el programa informático anteriormente menciona. Los datos se han obtenido tanto del consorcio de aguas encargado del suministro, como los que el propio programa facilita.

- Caudal acumulado bruto con simultaneidad
- Presión de suministro en acometida: 25.0 m.c.a.
- Velocidad mínima: 0.5 m/s
- Velocidad máxima: 2.0 m/s
- Velocidad óptima: 1.0 m/s
- Coeficiente de pérdida de carga: 1.2
- Presión mínima en puntos de consumo: 10.0 m.c.a.
- Presión máxima en puntos de consumo: 50.0 m.c.a.
- Viscosidad de agua fría:  $1.01 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$
- Viscosidad de agua caliente:  $0.478 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$
- Factor de fricción: Colebrook-White
- Pérdida de temperatura admisible en red de agua caliente: 5 °C

### **3.6.5. BIBLIOTECAS**

En este apartado se muestran los tipos de tubos y aislantes que son necesarios en la instalación para cumplir los requisitos de diseño.

#### **TUBOS DE ABASTECIMIENTO**

Serie: INOX	
Descripción: Tubo de acero inoxidable	
Rugosidad absoluta: 0.0300 mm	
Referencias	Diámetro interno
Ø15	13.8
Ø18	16.6
Ø22	20.6
Ø28	26.4
Ø35	33.0
Ø42	39.8
Ø54	53.0
Ø70	68.8
Ø82	80.8
Ø95	93.5
Ø110	105.3

#### **AISLANTES**

Serie: AISL1	
Descripción: Coquilla de espuma de polietileno	
Conductividad: 0.04 W/(m·K)	
Referencias	Espesor interno
10 mm	10.0
20 mm	20.0
30 mm	30.0
40 mm	40.0

### **3.6.6. RESULTADOS DEL ANÁLISIS**

Se muestran los resultados que se han obtenido gracias al estudio de la red de fontanería a través de Cype. Se resumen en las siguientes tablas y se han ordenado según la clasificación en diferentes grupos que anteriormente se ha acordado.



**3.6.6.1 MONTANTES**

Referencia	Planta	Descripción	Resultados	Comprobación
V1	Planta baja - Planta 1	INOX-Ø18	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.92 m/s Pérdida presión: 0.55 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
V2, Agua caliente	Planta baja - Planta 1	INOX-Ø18 (AISL1-10 mm)	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.92 m/s Pérdida presión: 0.49 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

**3.6.6.2. PLANTA 1**

TUBERIAS

Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
N6 -> A1	INOX-Ø18 Longitud: 0.40 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.92 m/s Pérdida presión: 0.04 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N8 -> A1	Agua caliente, INOX-Ø18 Longitud: 0.50 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.92 m/s Pérdida presión: 0.04 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N7 -> A2	INOX-Ø18 Longitud: 0.35 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.92 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N9 -> A2	Agua caliente, INOX-Ø18 Longitud: 0.45 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.92 m/s Pérdida presión: 0.04 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N1 -> N6	INOX-Ø18 Longitud: 13.55 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.92 m/s Pérdida presión: 1.32 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N2 -> N8	Agua caliente, INOX-Ø18 Longitud: 14.35 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.92 m/s Pérdida presión: 1.24 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

**NUDOS**

Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
A1	Nivel: Suelo + H 0.5 m Cota: 0.50 m INOX-Ø18 Longitud: 2.20 m Fregadero de cocina: Fr	Presión: 14.51 m.c.a. Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.92 m/s Pérdida presión: 0.21 m.c.a. Presión: 16.49 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A1	Nivel: Suelo + H 0.5 m Cota: 0.50 m Agua caliente, INOX-Ø18 Longitud: 2.20 m Fregadero de cocina: Fr	Presión: 9.19 m.c.a. Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.92 m/s Pérdida presión: 0.19 m.c.a. Presión: 11.20 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A2	Nivel: Suelo + H 0.5 m Cota: 0.50 m INOX-Ø18 Longitud: 2.20 m Fregadero de cocina: Fr	Presión: 24.97 m.c.a. Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.92 m/s Pérdida presión: 0.21 m.c.a. Presión: 26.95 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A2	Nivel: Suelo + H 0.5 m Cota: 0.50 m Agua caliente, INOX-Ø18 Longitud: 2.20 m Fregadero de cocina: Fr	Presión: 24.96 m.c.a. Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.92 m/s Pérdida presión: 0.19 m.c.a. Presión: 26.97 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N6	Cota: 2.70 m	Presión: 14.55 m.c.a.	
N7	Cota: 2.70 m	NUDO ACOMETIDA Presión: 25.00 m.c.a.	
N8	Cota: 2.70 m	Presión: 9.23 m.c.a.	
N9	Cota: 2.70 m	NUDO ACOMETIDA Presión: 25.00 m.c.a.	
N1	Cota: 2.70 m	Presión: 15.86 m.c.a.	
N2	Cota: 2.70 m	Presión: 10.47 m.c.a.	

### 3.6.6.3 PLANTA BAJA

#### TUBERÍAS

Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
N43 -> A15	INOX-Ø15 Longitud: 0.35 m	Caudal: 0.15 l/s Velocidad: 1.00 m/s Pérdida presión: 0.05 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N44 -> A16	INOX-Ø15 Longitud: 0.35 m	Caudal: 0.15 l/s Velocidad: 1.00 m/s Pérdida presión: 0.05 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N4 -> A17	INOX-Ø15 Longitud: 10.25 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.70 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N15 -> A18	INOX-Ø15 Longitud: 0.25 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N16 -> A19	INOX-Ø15 Longitud: 0.25 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N46 -> A20	INOX-Ø15 Longitud: 0.25 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N48 -> A21	INOX-Ø15 Longitud: 0.25 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N49 -> A22	INOX-Ø15 Longitud: 0.25 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N6 -> A23	INOX-Ø15 Longitud: 4.45 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.31 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
N38 -> A23	Agua caliente, INOX-Ø15 Longitud: 4.15 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.25 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N28 -> A24	INOX-Ø15 Longitud: 0.30 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N34 -> A24	Agua caliente, INOX-Ø15 Longitud: 0.40 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N29 -> A25	INOX-Ø15 Longitud: 0.30 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N35 -> A25	Agua caliente, INOX-Ø15 Longitud: 0.40 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las Comprobaciones
N30 -> A26	INOX-Ø15 Longitud: 0.30 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N36 -> A26	Agua caliente, INOX-Ø15 Longitud: 0.40 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N31 -> A27	INOX-Ø15 Longitud: 0.25 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N37 -> A27	Agua caliente, INOX-Ø15 Longitud: 0.35 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N32 -> A28	INOX-Ø15 Longitud: 0.30 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N38 -> A28	Agua caliente, INOX-Ø15 Longitud: 0.40 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
N17 -> A29	INOX-Ø15 Longitud: 0.15 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N3 -> N8	INOX-Ø35 Longitud: 0.59 m	Caudal: 0.70 l/s Velocidad: 0.82 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N3 -> N8	INOX-Ø35 Longitud: 0.26 m	Caudal: 0.70 l/s Velocidad: 0.82 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N3 -> N8	INOX-Ø35 Longitud: 0.28 m	Caudal: 0.70 l/s Velocidad: 0.82 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N3 -> N8	INOX-Ø35 Longitud: 0.29 m	Caudal: 0.70 l/s Velocidad: 0.82 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N33 -> N38	Agua caliente, INOX-Ø18 Longitud: 0.30 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.92 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N8 -> N14	INOX-Ø22 Longitud: 9.20 m	Caudal: 0.30 l/s Velocidad: 0.90 m/s Pérdida presión: 0.65 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N8 -> N7	INOX-Ø28 Longitud: 13.14 m	Caudal: 0.60 l/s Velocidad: 1.10 m/s Pérdida presión: 0.97 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N10 -> N4	INOX-Ø18 Longitud: 4.59 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.92 m/s Pérdida presión: 0.45 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N9 -> N50	Agua caliente, INOX-Ø22 Longitud: 16.00 m	Caudal: 0.30 l/s Velocidad: 0.90 m/s Pérdida presión: 1.00 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N50 -> N5	Agua caliente, INOX-Ø22 Longitud: 9.54 m	Caudal: 0.30 l/s Velocidad: 0.90 m/s Pérdida presión: 0.60 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
N51 -> A29	Agua caliente, INOX-Ø15 Longitud: 16.99 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 1.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N7 -> N10	INOX-Ø18 Longitud: 16.11 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.92 m/s Pérdida presión: 1.57 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N7 -> N9	INOX-Ø22 Longitud: 2.00 m	Caudal: 0.40 l/s Velocidad: 1.20 m/s Pérdida presión: 0.24 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N7 -> N9	INOX-Ø22 Longitud: 0.66 m	Caudal: 0.40 l/s Velocidad: 1.20 m/s Pérdida presión: 0.08 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N7 -> N9	Agua caliente, INOX-Ø22 Longitud: 0.88 m	Caudal: 0.40 l/s Velocidad: 1.20 m/s Pérdida presión: 0.09 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N7 -> N9	Agua caliente, INOX-Ø22 Longitud: 2.09 m	Caudal: 0.40 l/s Velocidad: 1.20 m/s Pérdida presión: 0.22 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N9 -> N51	Agua caliente, INOX-Ø15 Longitud: 13.25 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.79 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N5 -> A9	Agua caliente, INOX-Ø15 Longitud: 7.05 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.42 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N4 -> A30	INOX-Ø15 Longitud: 13.15 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.90 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N14 -> N1	INOX-Ø18 Longitud: 7.10 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.92 m/s Pérdida presión: 0.69 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N5 -> N2	Agua caliente, INOX-Ø18 Longitud: 6.75 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 0.92 m/s Pérdida presión: 0.58 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
N21 -> A1	INOX-Ø15 Longitud: 0.20 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N27 -> A1	Agua caliente, INOX-Ø15 Longitud: 0.45 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N20 -> A2	INOX-Ø15 Longitud: 0.20 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N26 -> A2	Agua caliente, INOX-Ø15 Longitud: 0.45 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N19 -> A3	INOX-Ø15 Longitud: 0.20 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N25 -> A3	Agua caliente, INOX-Ø15 Longitud: 0.45 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N18 -> A4	INOX-Ø15 Longitud: 0.20 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N24 -> A4	Agua caliente, INOX-Ø15 Longitud: 0.45 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N13 -> A5	INOX-Ø15 Longitud: 0.20 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N23 -> A5	Agua caliente, INOX-Ø15 Longitud: 0.45 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N12 -> A6	INOX-Ø15 Longitud: 0.21 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
N22 -> A6	Agua caliente, INOX-Ø15 Longitud: 0.45 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N45 -> A7	INOX-Ø15 Longitud: 0.35 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N39 -> A8	INOX-Ø15 Longitud: 10.20 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.70 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N47 -> A9	INOX-Ø15 Longitud: 0.30 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N14 -> A10	INOX-Ø15 Longitud: 8.59 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.59 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N11 -> A11	INOX-Ø15 Longitud: 0.35 m	Caudal: 0.15 l/s Velocidad: 1.00 m/s Pérdida presión: 0.05 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N40 -> A12	INOX-Ø15 Longitud: 0.35 m	Caudal: 0.15 l/s Velocidad: 1.00 m/s Pérdida presión: 0.05 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N41 -> A13	INOX-Ø15 Longitud: 0.35 m	Caudal: 0.15 l/s Velocidad: 1.00 m/s Pérdida presión: 0.05 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N42 -> A14	INOX-Ø15 Longitud: 0.35 m	Caudal: 0.15 l/s Velocidad: 1.00 m/s Pérdida presión: 0.05 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones



NUDOS

Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
A15	Nivel: Suelo + H 0.5 m Cota: 0.50 m INOX-Ø15 Longitud: 0.50 m Urinario con grifo temporizado: Ugt	Presión: 24.95 m.c.a. Caudal: 0.15 l/s Velocidad: 1.00 m/s Pérdida presión: 0.07 m.c.a. Presión: 24.38 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A16	Nivel: Suelo + H 0.5 m Cota: 0.50 m INOX-Ø15 Longitud: 0.50 m Urinario con grifo temporizado: Ugt	Presión: 24.95 m.c.a. Caudal: 0.15 l/s Velocidad: 1.00 m/s Pérdida presión: 0.07 m.c.a. Presión: 24.38 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A17	Nivel: Suelo + H 0.5 m Cota: 0.50 m INOX-Ø15 Longitud: 0.50 m Inodoro con cisterna: Sd	Presión: 19.77 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a. Presión: 19.24 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A18	Nivel: Suelo + H 0.5 m Cota: 0.50 m INOX-Ø15 Longitud: 0.50 m Inodoro con cisterna: Sd	Presión: 24.98 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a. Presión: 24.45 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A19	Nivel: Suelo + H 0.5 m Cota: 0.50 m INOX-Ø15 Longitud: 0.50 m Inodoro con cisterna: Sd	Presión: 24.98 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a. Presión: 24.45 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A20	Nivel: Suelo + H 0.5 m Cota: 0.50 m INOX-Ø15 Longitud: 0.50 m Inodoro con cisterna: Sd	Presión: 24.98 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a. Presión: 24.45 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
A21	Nivel: Suelo + H 0.5 m Cota: 0.50 m INOX-Ø15 Longitud: 0.50 m Inodoro con cisterna: Sd	Presión: 24.98 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a. Presión: 24.45 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A22	Nivel: Suelo + H 0.5 m Cota: 0.50 m INOX-Ø15 Longitud: 0.50 m Inodoro con cisterna: Sd	Presión: 24.98 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a. Presión: 24.45 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A23	Nivel: Suelo + H 1 m Cota: 1.00 m INOX-Ø15 Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Presión: 24.69 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.07 m.c.a. Presión: 23.63 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A23	Nivel: Suelo + H 1 m Cota: 1.00 m Agua caliente, INOX-Ø15 Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Presión: 24.73 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.06 m.c.a. Presión: 23.67 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A24	Nivel: Suelo + H 1 m Cota: 1.00 m INOX-Ø15 Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Presión: 24.98 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.07 m.c.a. Presión: 23.91 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A24	Nivel: Suelo + H 1 m Cota: 1.00 m Agua caliente, INOX-Ø15 Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Presión: 24.98 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.06 m.c.a. Presión: 23.92 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
A25	Nivel: Suelo + H 1 m Cota: 1.00 m INOX-Ø15 Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Presión: 24.98 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.07 m.c.a. Presión: 23.91 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A25	Nivel: Suelo + H 1 m Cota: 1.00 m Agua caliente, INOX-Ø15 Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Presión: 24.98 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.06 m.c.a. Presión: 23.92 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A26	Nivel: Suelo + H 1 m Cota: 1.00 m INOX-Ø15 Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Presión: 24.98 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.07 m.c.a. Presión: 23.91 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A26	Nivel: Suelo + H 1 m Cota: 1.00 m Agua caliente, INOX-Ø15 Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Presión: 24.98 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.06 m.c.a. Presión: 23.92 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A27	Nivel: Suelo + H 1 m Cota: 1.00 m INOX-Ø15 Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Presión: 24.98 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.07 m.c.a. Presión: 23.91 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A27	Nivel: Suelo + H 1 m Cota: 1.00 m Agua caliente, INOX-Ø15 Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Presión: 24.98 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.06 m.c.a. Presión: 23.92 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
A28	Nivel: Suelo + H 1 m Cota: 1.00 m INOX-Ø15 Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Presión: 24.98 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.07 m.c.a. Presión: 23.91 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A28	Nivel: Suelo + H 1 m Cota: 1.00 m Agua caliente, INOX-Ø15 Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Presión: 24.95 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.06 m.c.a. Presión: 23.89 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A29	Nivel: Suelo + H 1 m Cota: 1.00 m INOX-Ø15 Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Presión: 24.99 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.07 m.c.a. Presión: 23.92 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A29	Nivel: Suelo + H 1 m Cota: 1.00 m Agua caliente, INOX-Ø15 Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Presión: 17.04 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.06 m.c.a. Presión: 15.98 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A30	Nivel: Suelo + H 0.5 m Cota: 0.50 m INOX-Ø15 Longitud: 0.50 m Inodoro con cisterna: Sd	Presión: 19.57 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a. Presión: 19.04 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N3	Cota: 0.00 m	NUDO ACOMETIDA Presión: 25.00 m.c.a.	
N12	Cota: 0.00 m	NUDO ACOMETIDA Presión: 25.00 m.c.a.	
N13	Cota: 0.00 m	NUDO ACOMETIDA Presión: 25.00 m.c.a.	
N18	Cota: 0.00 m	NUDO ACOMETIDA Presión: 25.00 m.c.a.	

Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
N19	Cota: 0.00 m	NUDO ACOMETIDA Presión: 25.00 m.c.a.	
N20	Cota: 0.00 m	NUDO ACOMETIDA Presión: 25.00 m.c.a.	
N21	Cota: 0.00 m	NUDO ACOMETIDA Presión: 25.00 m.c.a.	
N22	Cota: 0.00 m	NUDO ACOMETIDA Presión: 25.00 m.c.a.	
N23	Cota: 0.00 m	NUDO ACOMETIDA Presión: 25.00 m.c.a.	
N24	Cota: 0.00 m	NUDO ACOMETIDA Presión: 25.00 m.c.a.	
N25	Cota: 0.00 m	NUDO ACOMETIDA Presión: 25.00 m.c.a.	
N26	Cota: 0.00 m	NUDO ACOMETIDA Presión: 25.00 m.c.a.	
N27	Cota: 0.00 m	NUDO ACOMETIDA Presión: 25.00 m.c.a.	
N6	Cota: 0.00 m	NUDO ACOMETIDA Presión: 25.00 m.c.a.	
N28	Cota: 0.00 m	NUDO ACOMETIDA Presión: 25.00 m.c.a.	
N29	Cota: 0.00 m	NUDO ACOMETIDA Presión: 25.00 m.c.a.	
N30	Cota: 0.00 m	NUDO ACOMETIDA Presión: 25.00 m.c.a.	
N31	Cota: 0.00 m	NUDO ACOMETIDA Presión: 25.00 m.c.a.	
N32	Cota: 0.00 m	NUDO ACOMETIDA Presión: 25.00 m.c.a.	
N33	Cota: 0.00 m	NUDO ACOMETIDA Presión: 25.00 m.c.a.	

Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
N34	Cota: 0.00 m	NUDO ACOMETIDA Presión: 25.00 m.c.a.	
N35	Cota: 0.00 m	NUDO ACOMETIDA Presión: 25.00 m.c.a.	
N36	Cota: 0.00 m	NUDO ACOMETIDA Presión: 25.00 m.c.a.	
N37	Cota: 0.00 m	NUDO ACOMETIDA Presión: 25.00 m.c.a.	
N38	Cota: 0.00 m	Presión: 24.97 m.c.a.	
N39	Cota: 0.00 m	NUDO ACOMETIDA Presión: 25.00 m.c.a.	
N11	Cota: 0.00 m	NUDO ACOMETIDA Presión: 25.00 m.c.a.	
N40	Cota: 0.00 m	NUDO ACOMETIDA Presión: 25.00 m.c.a.	
N41	Cota: 0.00 m	NUDO ACOMETIDA Presión: 25.00 m.c.a.	
N42	Cota: 0.00 m	NUDO ACOMETIDA Presión: 25.00 m.c.a.	
N43	Cota: 0.00 m	NUDO ACOMETIDA Presión: 25.00 m.c.a.	
N44	Cota: 0.00 m	NUDO ACOMETIDA Presión: 25.00 m.c.a.	
N45	Cota: 0.00 m	NUDO ACOMETIDA Presión: 25.00 m.c.a.	
N47	Cota: 0.00 m	NUDO ACOMETIDA Presión: 25.00 m.c.a.	
N17	Cota: 0.00 m	NUDO ACOMETIDA Presión: 25.00 m.c.a.	
N8	Cota: 0.00 m	Presión: 23.45 m.c.a.	
N10	Cota: 0.00 m	Presión: 20.92 m.c.a.	

Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
N50	Cota: 0.00 m	Presión: 17.85 m.c.a.	
N51	Cota: 0.00 m	Presión: 18.05 m.c.a.	
N7	Cota: 0.00 m	Presión: 22.49 m.c.a.	
N9	Cota: 0.00 m	Presión: 18.85 m.c.a.	
N5	Cota: 0.00 m	Presión: 17.25 m.c.a.	
N14	Cota: 0.00 m	Presión: 22.81 m.c.a.	
N4	Cota: 0.00 m	Presión: 20.47 m.c.a.	
N15	Cota: 0.00 m	NUDO ACOMETIDA Presión: 25.00 m.c.a.	
N16	Cota: 0.00 m	NUDO ACOMETIDA Presión: 25.00 m.c.a.	
N46	Cota: 0.00 m	NUDO ACOMETIDA Presión: 25.00 m.c.a.	
N48	Cota: 0.00 m	NUDO ACOMETIDA Presión: 25.00 m.c.a.	
N49	Cota: 0.00 m	NUDO ACOMETIDA Presión: 25.00 m.c.a.	
N1	Cota: 0.00 m	Presión: 22.12 m.c.a.	
N2	Cota: 0.00 m	Presión: 16.67 m.c.a.	
A1	Nivel: Suelo + H 1 m Cota: 1.00 m INOX-Ø15 Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Presión: 24.99 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.07 m.c.a. Presión: 23.92 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A1	Nivel: Suelo + H 1 m Cota: 1.00 m Agua caliente, INOX-Ø15 Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Presión: 24.97 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.06 m.c.a. Presión: 23.91 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
A2	Nivel: Suelo + H 1 m Cota: 1.00 m INOX-Ø15 Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Presión: 24.99 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.07 m.c.a. Presión: 23.92 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A2	Nivel: Suelo + H 1 m Cota: 1.00 m Agua caliente, INOX-Ø15 Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Presión: 24.97 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.06 m.c.a. Presión: 23.91 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A3	Nivel: Suelo + H 1 m Cota: 1.00 m INOX-Ø15 Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Presión: 24.99 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.07 m.c.a. Presión: 23.92 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A3	Nivel: Suelo + H 1 m Cota: 1.00 m Agua caliente, INOX-Ø15 Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Presión: 24.97 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.06 m.c.a. Presión: 23.91 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A4	Nivel: Suelo + H 1 m Cota: 1.00 m INOX-Ø15 Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Presión: 24.99 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.07 m.c.a. Presión: 23.92 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A4	Nivel: Suelo + H 1 m Cota: 1.00 m Agua caliente, INOX-Ø15 Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Presión: 24.97 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.06 m.c.a. Presión: 23.91 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones



Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
A5	Nivel: Suelo + H 1 m Cota: 1.00 m INOX-Ø15 Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Presión: 24.99 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.07 m.c.a. Presión: 23.92 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A5	Nivel: Suelo + H 1 m Cota: 1.00 m Agua caliente, INOX-Ø15 Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Presión: 24.97 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.06 m.c.a. Presión: 23.91 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A6	Nivel: Suelo + H 1 m Cota: 1.00 m INOX-Ø15 Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Presión: 24.99 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.07 m.c.a. Presión: 23.92 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A6	Nivel: Suelo + H 1 m Cota: 1.00 m Agua caliente, INOX-Ø15 Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Presión: 24.97 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.06 m.c.a. Presión: 23.91 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A7	Nivel: Suelo + H 0.5 m Cota: 0.50 m INOX-Ø15 Longitud: 0.50 m Inodoro con cisterna: Sd	Presión: 24.98 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a. Presión: 24.44 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A8	Nivel: Suelo + H 0.5 m Cota: 0.50 m INOX-Ø15 Longitud: 0.50 m Inodoro con cisterna: Sd	Presión: 24.30 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a. Presión: 23.77 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
A9	Nivel: Suelo + H 1 m Cota: 1.00 m INOX-Ø15 Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Presión: 24.98 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.07 m.c.a. Presión: 23.91 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A9	Nivel: Suelo + H 1 m Cota: 1.00 m Agua caliente, INOX-Ø15 Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Presión: 16.83 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.06 m.c.a. Presión: 15.77 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A10	Nivel: Suelo + H 0.5 m Cota: 0.50 m INOX-Ø15 Longitud: 0.50 m Inodoro con cisterna: Sd	Presión: 22.22 m.c.a. Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.67 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a. Presión: 21.68 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A11	Nivel: Suelo + H 0.5 m Cota: 0.50 m INOX-Ø15 Longitud: 0.50 m Urinario con grifo temporizado: Ugt	Presión: 24.95 m.c.a. Caudal: 0.15 l/s Velocidad: 1.00 m/s Pérdida presión: 0.07 m.c.a. Presión: 24.38 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A12	Nivel: Suelo + H 0.5 m Cota: 0.50 m INOX-Ø15 Longitud: 0.50 m Urinario con grifo temporizado: Ugt	Presión: 24.95 m.c.a. Caudal: 0.15 l/s Velocidad: 1.00 m/s Pérdida presión: 0.07 m.c.a. Presión: 24.38 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A13	Nivel: Suelo + H 0.5 m Cota: 0.50 m INOX-Ø15 Longitud: 0.50 m Urinario con grifo temporizado: Ugt	Presión: 24.95 m.c.a. Caudal: 0.15 l/s Velocidad: 1.00 m/s Pérdida presión: 0.07 m.c.a. Presión: 24.38 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
A14	Nivel: Suelo + H 0.5 m Cota: 0.50 m INOX-Ø15 Longitud: 0.50 m Urinario con grifo temporizado: Ugt	Presión: 24.95 m.c.a. Caudal: 0.15 l/s Velocidad: 1.00 m/s Pérdida presión: 0.07 m.c.a. Presión: 24.38 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones

### ELEMENTOS

Referencia	Descripción	Resultados
N3 -> N8, (71.45, 66.51), 0.59 m	Llave general Pérdida de carga: 0.50 m.c.a.	Presión de entrada: 24.98 m.c.a. Presión de salida: 24.48 m.c.a.
N3 -> N8, (71.45, 66.26), 0.84 m	Contador Pérdida de carga: 0.50 m.c.a.	Presión de entrada: 24.47 m.c.a. Presión de salida: 23.97 m.c.a.
N3 -> N8, (71.45, 65.98), 1.12 m	Llave de abonado Pérdida de carga: 0.50 m.c.a.	Presión de entrada: 23.96 m.c.a. Presión de salida: 23.46 m.c.a.
N7 -> N9, (85.30, 64.40), 2.00 m	Pérdida de carga: Llave de paso 0.25 m.c.a.	Presión de entrada: 22.25 m.c.a. Presión de salida: 22.00 m.c.a.
N7 -> N9, (85.97, 64.40), 2.67 m	Pérdida de carga: Caldera 2.50 m.c.a.	Presión de entrada: 21.92 m.c.a. Presión de salida: 19.42 m.c.a.
N7 -> N9, (86.85, 64.40), 3.55 m	Pérdida de carga: Llave de paso 0.25 m.c.a.	Presión de entrada: 19.32 m.c.a. Presión de salida: 19.07 m.c.a.

### 3.6.7 MEDICIÓN TOTAL

En este apartado se incluyen el resultados total de todos los elementos necesarios para llevar a cabo la puesta en marcha la instalación que se diseña, medida en la unidades adecuadas tal y como se muestra en cada tabla.

Tubos de abastecimiento	
Referencias	Longitud (m)
INOX-Ø18	84.65
INOX-Ø15	135.56
INOX-Ø35	1.41
INOX-Ø22	40.38
INOX-Ø28	13.14

Consumos	
Referencias	Cantidad
Lavabo (Lv)	14
Inodoro con cisterna (Sd)	10
Urinario con grifo temporizado (Ugt)	6
Fregadero de cocina (Fr)	2

Aislamientos	
Referencias	Longitud (m)
AISL1-10 mm	118.09

Elementos	
Referencias	Cantidad
Llave de paso	2
Caldera	1
Llaves en consumo	32

Llaves generales	
Referencias	Cantidad
Llave general	2

Contadores	
Referencias	Cantidad
Contador	1





# ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL DE BILBAO



GADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

TRABAJO FIN DE GRADO

2014 / 2015

## *NAVE INDUSTRIAL DESTINADA AL EMBOTELLADO EN EL MUNICIPIO DE ARENZANA DE ABAJO (LA RIOJA)*

### **DOCUMENTO 3.7: SALUBRIDAD**

<b>DATOS DEL ALUMNO/A</b>	<b>DATOS DEL DIRECTOR/A</b>
NOMBRE: ISMAEL	NOMBRE: IRANTZU
APELLIDOS: MENDOZA RODRÍGUEZ	APELLIDOS: URIARTE GALLAZTEGI
DNI: 78946235T	DEPARTAMENTO: INGENIERÍA MECÁNICA
FDO.:	FDO.:
FECHA: 18-06-2015	FECHA: 18-06-2015

ORIGINAL  
 COPIA



## **3.7. SALUBRIDAD**

	<u>Pág.</u>
<b>3.7.1 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>3.7.2 RED DE AGUAS RESIDUALES.....</b>	<b>1</b>
3.7.2.1 DISTRIBUCIÓN DE LOS ELEMENTOS.....	2
3.7.2.2 DATOS DE GRUPOR Y PLANTAS.....	3
3.7.2.3 DATOS DE OBRA.....	3
3.7.2.4 BIBLIOTECAS.....	3
3.7.2.5 RESULTADOS DEL ANALISIS.....	4
3.7.2.5.1 Bajantes.....	5
3.7.2.5.2 Planta 1.....	5
3.7.2.5.3 Planta baja.....	8
<b>3.7.2.6 MEDICION TOTAL.....</b>	<b>14</b>
<b>3.7.3 EVACUACION DE AGUAS PLUVIALES.....</b>	<b>15</b>





## **3.7 SALUBRIDAD**

### **3.7.1 INTRODUCCIÓN**

En el presente anexo se muestra el diseño de la red de salubridad de la nave industrial que se proyecta.

Por un lado, se lleva a cabo la red de desagüe de cada uno de los utilitarios que se encuentran repartidos tanto en los vestuarios y aseos masculino y femenino, como los fregaderos situados en la zona de office. De esta manera las aguas residuales son enviadas a la red de alcantarillado del municipio de Arezana de Abajo, ya que gracias a la cercanía, dicha red será el último destino de las aguas residuales de la nave, y con ello serán evacuadas de la manera vigente en el propio pueblo.

Por otro lado se diseña la red de evacuación de las aguas pluviales, haciendo hincapié en cada uno de los elementos que la forman en base a las necesidades que se prevén debido a la cantidad de lluvia que se espera que tenga lugar en la vida de esta nave.

El diseño de la red de desagüe se realiza utilizando el programa Cype, ya que permite llevar a cabo un estudio rápido y sencillo y a su vez muy próximo a la realidad. Los resultados se exponen a continuación. La red de evacuación de aguas pluviales se realiza en base al documento básico HS de Salubridad. De esta forma, se asegura que ambos diseños se realizan cumpliendo las normativas vigentes, dando una garantía de que serán aptas para el uso durante la actividad de la nave en cuestión.

### **3.7.2 RED DE AGUAS RESIDUALES**

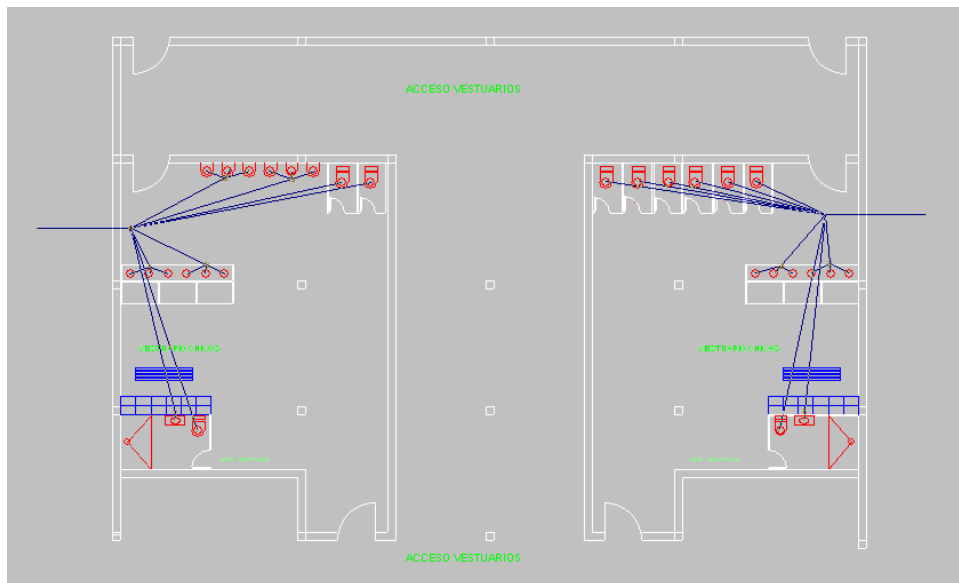
A continuación, se muestra el estudio realizado para llevar a cabo la red de aguas residuales de la planta, que será la encargada de conducir las aguas procedentes tanto de los utilitarios de los aseos como de los fregaderos situados en la entreplanta.

Para el cálculo se ha utilizado la herramienta informática Cype como se ha mencionado anteriormente. Los resultados son los siguientes.

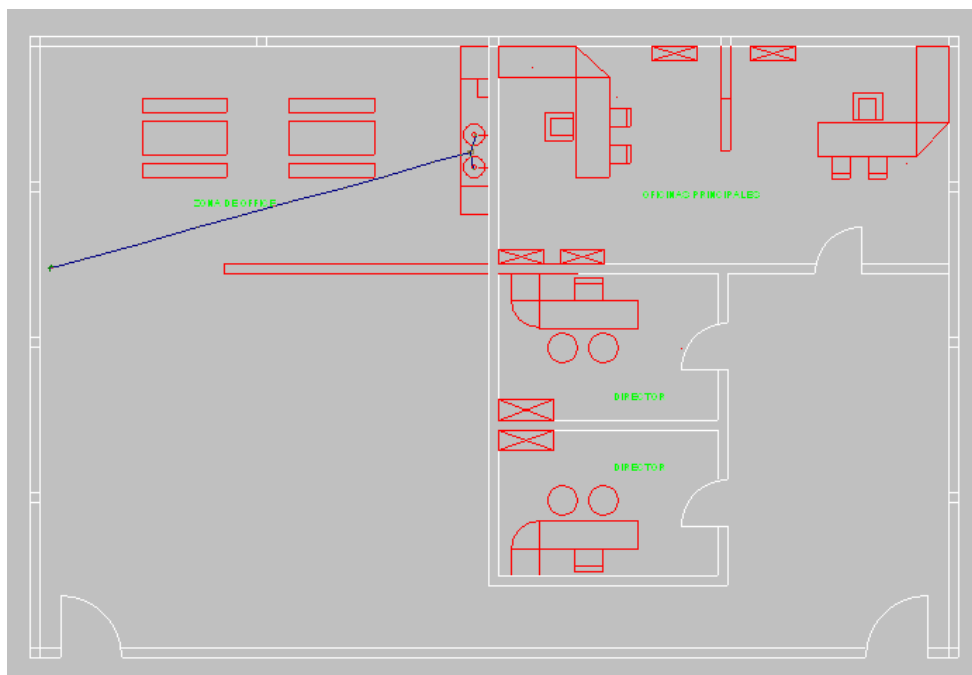
### 3.7.2.1 DISTRIBUCIÓN DE LOS ELEMENTOS

A continuación se incluyen dos imágenes, tanto de la planta baja donde se encuentran los aseos como de la entreplanta donde se encuentran los fregaderos en la zona de office. En ellas se muestra la distribución de los elementos visualmente y la forma que esta red adopta.

#### Planta baja



#### Entreplanta



### **3.7.2.2 DATOS DE GRUPOS Y PLANTAS**

Para llevar a cabo el diseño se divide la instalación en dos grupos principales. Un primer grupo lo formarán los elementos que se encuentran en la zona de vestuarios y cuya cota será 0 m ya que se encuentra a ras de suelo y recibe el nombre de Planta baja. Por otro lado se encuentra el grupo llamado Planta 1 que lo forman los elementos que se encuentran en la zona de comedor en la entreplanta, por lo que se sitúan a una cota de 3 m sobre el nivel del suelo. Ambos grupos se unen mediante los bajantes

- BAJANTES: unen ambos grupos
- GRUPO PLANTA BAJA: cota 0 m (a ras de suelo)
- GRUPO PLANTA 1 : cota 3 m

### **3.7.2.3 DATOS DE OBRA**

A continuación se realiza un listado con los datos de partida del diseño de la red de aguas residuales, a través de los cuales se ha hecho posible el cálculo mediante el programa informático anteriormente menciona.

Edificios de uso público

Distancia máxima entre inodoro y bajante: 1.00 m

Distancia máxima entre bote sifónico y bajante: 2.00 m

### **3.7.2.4 BIBLIOTECAS**

En este apartado se muestran los tipos de tubos de saneamiento que son necesarios en la instalación para cumplir los requisitos de diseño.

**BIBLIOTECA DE TUBOS DE SANEAMIENTO**

Serie: PVC	
Descripción: Policloruro de vinilo	
Coef. Manning: 0.009	
Referencias	Diámetro interno
Ø32	29.6
Ø40	37.6
Ø50	47.6
Ø75	72.0
Ø90	86.8
Ø110	105.6
Ø125	120.0
Ø140	134.4
Ø160	153.6
Ø200	192.0
Ø250	240.2
Ø315	302.6

**3.7.2.5. RESULTADOS DEL ANÁLISIS**

Se muestran los resultados que se han obtenido gracias al estudio de la red de aguas residuales a través de Cype. Se resumen en las siguientes tablas y se han ordenado según la clasificación en diferentes grupos que anteriormente se ha acordado.

### **3.7.2.5.1 Bajantes**

Referencia	Planta	Descripción	Resultados	Comprobación
V1, Ventilación primaria	Planta baja - Planta 1	PVC-Ø90	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 12.00 Plantas con acometida: 1	Se cumplen todas las comprobaciones

### **3.7.2.5.2 Planta 1**

#### **TRAMOS HORIZONTALES**

Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
A3 -> A5	Ramal, PVC-Ø50 Longitud: 0.57 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 6.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A4 -> A5	Ramal, PVC-Ø50 Longitud: 0.61 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 6.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A5 -> N9	Ramal, PVC-Ø75 Longitud: 1.27 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 12.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
N9 -> N8	Ramal, PVC-Ø75 Longitud: 1.59 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 12.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
N8 -> N7	Ramal, PVC-Ø75 Longitud: 1.35 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 12.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones

Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
N7 -> N6	Ramal, PVC-Ø75 Longitud: 1.83 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 12.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
N6 -> N5	Ramal, PVC-Ø75 Longitud: 1.71 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 12.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
N5 -> N4	Ramal, PVC-Ø75 Longitud: 1.40 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 12.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
N4 -> N3	Ramal, PVC-Ø75 Longitud: 1.94 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 12.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
N3 -> N2	Ramal, PVC-Ø75 Longitud: 1.92 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 12.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
N2 -> N1	Ramal, PVC-Ø75 Longitud: 1.05 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 12.0 Uds. Descarga a bajante Plantas con acometida: 1	Se cumplen todas las comprobaciones

**NUDOS**

Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
N1	Cota: 0.00 m	Red de aguas fecales	
A3	Nivel: Suelo + H 1 m Cota: 1.00 m Ramal, PVC-Ø50 Longitud: 1.00 m Fregadero de cocina: Fr	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 6.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A4	Nivel: Suelo + H 1 m Cota: 1.00 m Ramal, PVC-Ø50 Longitud: 1.00 m Fregadero de cocina: Fr	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 6.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A5	Cota: 0.00 m Bote sifónico	Red de aguas fecales	Se cumplen todas las comprobaciones
N9	Cota: 0.00 m	Red de aguas fecales	
N8	Cota: 0.00 m	Red de aguas fecales	
N7	Cota: 0.00 m	Red de aguas fecales	
N6	Cota: 0.00 m	Red de aguas fecales	
N5	Cota: 0.00 m	Red de aguas fecales	
N4	Cota: 0.00 m	Red de aguas fecales	
N3	Cota: 0.00 m	Red de aguas fecales	
N2	Cota: 0.00 m	Red de aguas fecales	



### 3.7.2.5.3 Planta baja

#### TRAMOS HORIZONTALES

Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
N1 -> N4	Colector, PVC-Ø110 Longitud: 3.75 m Pendiente: 1.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 53.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A45 -> N1	Ramal, PVC-Ø110 Longitud: 8.60 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 5.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A31 -> A65	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 0.84 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A32 -> A65	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 0.25 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A33 -> A65	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 0.79 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A34 -> A62	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 0.83 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A35 -> A62	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 0.35 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A36 -> A62	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 0.83 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A37 -> A64	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 1.04 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A38 -> A64	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 0.33 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A39 -> A64	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 0.58 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A40 -> A63	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 0.78 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A41 -> A63	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 0.35 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A42 -> A63	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 0.87 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones

Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
A43 -> A66	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 0.25 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A44 -> A68	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 0.32 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A55 -> A61	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 0.78 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A56 -> A61	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 0.40 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A57 -> A61	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 1.02 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A58 -> A67	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 0.97 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A59 -> A67	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 0.30 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A60 -> A67	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 1.01 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A61 -> N1	Ramal, PVC-Ø50 Longitud: 4.23 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 6.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A46 -> N1	Ramal, PVC-Ø110 Longitud: 9.78 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 5.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A62 -> N1	Ramal, PVC-Ø50 Longitud: 3.33 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 6.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A54 -> N1	Ramal, PVC-Ø110 Longitud: 8.43 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 5.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A47 -> N2	Ramal, PVC-Ø110 Longitud: 8.85 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 5.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A48 -> N2	Ramal, PVC-Ø110 Longitud: 7.52 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 5.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A49 -> N2	Ramal, PVC-Ø110 Longitud: 6.33 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 5.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones

Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
A50 -> N2	Ramal, PVC-Ø110 Longitud: 5.32 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 5.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A51 -> N2	Ramal, PVC-Ø110 Longitud: 4.06 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 5.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A52 -> N2	Ramal, PVC-Ø110 Longitud: 3.11 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 5.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A53 -> N2	Ramal, PVC-Ø110 Longitud: 8.75 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 5.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
N2 -> N3	Colector, PVC-Ø110 Longitud: 4.00 m Pendiente: 1.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 49.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A64 -> N2	Ramal, PVC-Ø50 Longitud: 2.72 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 6.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A65 -> N1	Ramal, PVC-Ø50 Longitud: 1.72 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 6.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A66 -> N1	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 7.56 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A67 -> N1	Ramal, PVC-Ø50 Longitud: 6.69 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 6.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A63 -> N2	Ramal, PVC-Ø50 Longitud: 1.96 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 6.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A68 -> N2	Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 7.87 m Pendiente: 2.0 %	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones

**NUDOS**

Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
N1	Cota: 0.00 m	Red de aguas fecales	
A31	Nivel: Suelo + H 1 m Cota: 1.00 m Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A32	Nivel: Suelo + H 1 m Cota: 1.00 m Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A33	Nivel: Suelo + H 1 m Cota: 1.00 m Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A34	Nivel: Suelo + H 1 m Cota: 1.00 m Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A35	Nivel: Suelo + H 1 m Cota: 1.00 m Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A36	Nivel: Suelo + H 1 m Cota: 1.00 m Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A37	Nivel: Suelo + H 1 m Cota: 1.00 m Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A38	Nivel: Suelo + H 1 m Cota: 1.00 m Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A39	Nivel: Suelo + H 1 m Cota: 1.00 m Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones

Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
A40	Nivel: Suelo + H 1 m Cota: 1.00 m Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A41	Nivel: Suelo + H 1 m Cota: 1.00 m Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A42	Nivel: Suelo + H 1 m Cota: 1.00 m Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A43	Nivel: Suelo + H 1 m Cota: 1.00 m Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A44	Nivel: Suelo + H 1 m Cota: 1.00 m Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 1.00 m Lavabo: Lv	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A55	Nivel: Suelo + H 1 m Cota: 1.00 m Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 1.00 m Urinario suspendido: Us	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A56	Nivel: Suelo + H 1 m Cota: 1.00 m Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 1.00 m Urinario suspendido: Us	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A57	Nivel: Suelo + H 1 m Cota: 1.00 m Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 1.00 m Urinario suspendido: Us	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A58	Nivel: Suelo + H 1 m Cota: 1.00 m Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 1.00 m Urinario suspendido: Us	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A59	Nivel: Suelo + H 1 m Cota: 1.00 m Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 1.00 m Urinario suspendido: Us	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones

Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
A60	Nivel: Suelo + H 1 m Cota: 1.00 m Ramal, PVC-Ø40 Longitud: 1.00 m Urinario suspendido: Us	Red de aguas fecales Unidades de desagüe: 2.0 Uds.	Se cumplen todas las comprobaciones
A61	Cota: 0.00 m Bote sifónico	Red de aguas fecales	Se cumplen todas las comprobaciones
A45	Nivel: Suelo Cota: 0.00 m Inodoro con cisterna: Ic	Unidades de desagüe: 5.0 Uds. Red de aguas fecales	
A46	Nivel: Suelo Cota: 0.00 m Inodoro con cisterna: Ic	Unidades de desagüe: 5.0 Uds. Red de aguas fecales	
N4	Cota: 0.00 m	Red de aguas fecales	
A62	Cota: 0.00 m Bote sifónico	Red de aguas fecales	
A54	Nivel: Suelo Cota: 0.00 m Inodoro con cisterna: Ic	Unidades de desagüe: 5.0 Uds. Red de aguas fecales	
A47	Nivel: Suelo Cota: 0.00 m Inodoro con cisterna: Ic	Unidades de desagüe: 5.0 Uds. Red de aguas fecales	
A48	Nivel: Suelo Cota: 0.00 m Inodoro con cisterna: Ic	Unidades de desagüe: 5.0 Uds. Red de aguas fecales	
A49	Nivel: Suelo Cota: 0.00 m Inodoro con cisterna: Ic	Unidades de desagüe: 5.0 Uds. Red de aguas fecales	
A50	Nivel: Suelo Cota: 0.00 m Inodoro con cisterna: Ic	Unidades de desagüe: 5.0 Uds. Red de aguas fecales	
A51	Nivel: Suelo Cota: 0.00 m Inodoro con cisterna: Ic	Unidades de desagüe: 5.0 Uds. Red de aguas fecales	
A52	Nivel: Suelo Cota: 0.00 m Inodoro con cisterna: Ic	Unidades de desagüe: 5.0 Uds. Red de aguas fecales	
A53	Nivel: Suelo Cota: 0.00 m Inodoro con cisterna: Ic	Unidades de desagüe: 5.0 Uds. Red de aguas fecales	
N2	Cota: 0.00 m	Red de aguas fecales	
N3	Cota: 0.00 m	Red de aguas fecales	
A64	Cota: 0.00 m Bote sifónico	Red de aguas fecales	
A65	Cota: 0.00 m Bote sifónico	Red de aguas fecales	
A66	Cota: 0.00 m Bote sifónico	Red de aguas fecales	

Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
A67	Cota: 0.00 m Bote sifónico	Red de aguas fecales	
A63	Cota: 0.00 m Bote sifónico	Red de aguas fecales	
A68	Cota: 0.00 m Bote sifónico	Red de aguas fecales	

### **3.7.2.6 MEDICIÓN TOTAL**

En este apartado se incluyen el resultados total de todos los elementos necesarios para llevar a cabo la puesta en marcha la instalación que se diseña, medida en la unidades adecuadas tal y como se muestra en cada tabla.

<b>Tubos</b>	
Referencias	Longitud (m)
PVC-Ø90	3.00
PVC-Ø110	78.51
PVC-Ø40	48.33
PVC-Ø50	23.83
PVC-Ø75	14.06

<b>Ventilación primaria</b>	
Referencias	Longitud (m)
PVC-Ø90	1.00

<b>Registros y sifones</b>	
Referencias	Cantidad
Botes sifónicos	9

<b>Aparatos de descarga</b>	
Referencias	Cantidad
Lavabo (Lv): 2 Unidades de desagüe	14
Inodoro con cisterna (Ic): 5 Unidades de desagüe	10
Urinario suspendido (Us): 2 Unidades de desagüe	6
Fregadero de cocina (Fr): 6 Unidades de desagüe	2

### 3.7.3 EVACIACIÓN DE AGUAS PLUVIALES

Esta red es la encargada de evacuar correctamente la cantidad de agua que se espera durante las precipitaciones que se dan durante la vida útil de la nave. Por ello siguiendo los criterios de tamaño de la cubierta, que es el elemento expuesto a este factor climático, y la situación en el mapa del terreno de la nave se debe crear una red capaz de hacer frente a este problema climatológico natural de la manera adecuada

El diseño de esta instalación se realiza siguiendo la norma documento básico HS Salubridad.

#### Obtención de la intensidad pluviométrica

Situando en el mapa el municipio donde se realiza este proyecto se obtiene que se encuentra en una zona 30 de la parte A.

	Intensidad Pluviométrica $i$ (mm/h)							
Isoyeta	10	20	30	40	50	60	70	80
Zona A	30	65	90	125	155	180	210	240
Zona B	30	50	70	90	110	135	150	170





Número de sumideros

Para el número de sumideros se utiliza el apartado siguiente de la norma.

**Tabla 4.6 Número de sumideros en función de la superficie de cubierta**

Superficie de cubierta en proyección horizontal (m <sup>2</sup> )	Número de sumideros
S < 100	2
100 ≤ S < 200	3
200 ≤ S < 500	4
S > 500	1 cada 150 m <sup>2</sup>

La superficie de la cubierta es 100 m de largo y 30 de ancho, es decir 3000 m<sup>2</sup> por lo que se sitúan sumideros cada 10 m en ambas alas de la cubierta. En total da un número de 22 sumideros.

En cuanto a los sumideros de la parcela, al contar con 400 m<sup>2</sup>, se deben contar con 27 sumideros repartidos por el área del terreno.

Canalones

A pesar de que Logroño se encuentra en una intensidad pluviométrica de 90 mm/h, se usa la tabla propuesta por la norma de 100 mm/h, con la idea de sobredimensionar y evitar así cualquier tipo de problema.

Elijiendo una inclinación del canalón de 2% y contando que cada canalón tendrá un área tributaria de 150 m<sup>2</sup> se obtiene un diámetro nominal de 150 mm.

**Tabla 4.7 Diámetro del canalón para un régimen pluviométrico de 100 mm/h**

Máxima superficie de cubierta en proyección horizontal (m <sup>2</sup> )				Diámetro nominal del canalón (mm)
0.5 %	Pendiente del canalón			
	1 %	2 %	4 %	
35	45	65	95	100
60	80	115	165	125
90	125	175	255	150
185	260	370	520	200
335	475	670	930	250

Bajante de aguas pluviales

De la norma

**Tabla 4.8 Diámetro de las bajantes de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h**

Superficie en proyección horizontal servida (m <sup>2</sup> )	Diámetro nominal de la bajante (mm)
65	50
113	63
177	75
318	90
580	110
805	125
1.544	160
2.700	200

Siendo el área nominal para cada bajante 150 m<sup>2</sup> se obtiene un diámetro nominal de 75 mm

Colectores de aguas pluviales

Siguiendo la tabla proporcionada por la norma

**Tabla 4.9 Diámetro de los colectores de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h**

Superficie proyectada (m <sup>2</sup> )			Diámetro nominal del colector (mm)
Pendiente del colector			
1 %	2 %	4 %	
125	178	253	90
229	323	458	110
310	440	620	125
614	862	1.228	160
1.070	1.510	2.140	200
1.920	2.710	3.850	250
2.016	4.589	6.500	315

Eligiendo una inclinación para el colector de 4% y siendo la superficie proyectada 3000 m, se obtiene un diámetro nominal del colector de 250mm.

Por tanto como resultado del diseño de la red de evacuación de aguas pluviales se ha obtenido los siguientes datos

Número de sumideros → 22 sumideros en cubierta (11 a cada lado de la cubierta separados 10 m entre ellos)

Canalones → diámetro de 150 mm

Bajantes de aguas pluviales → diámetro de 75 mm

Colector de aguas pluviales → diámetro de 250 mm





# ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL DE BILBAO



GADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

TRABAJO FIN DE GRADO

2014 / 2015

## *NAVE INDUSTRIAL DESTINADA AL EMBOTELLADO EN EL MUNICIPIO DE ARENZANA DE ABAJO (LA RIOJA)*

### **DOCUMENTO 3.8: URBANISMO**

DATOS DEL ALUMNO/A	DATOS DEL DIRECTOR/A
NOMBRE: ISMAEL	NOMBRE: IRANTZU
APELLIDOS: MENDOZA RODRÍGUEZ	APELLIDOS: URIARTE GALLAZTEGI
DNI: 78946235T	DEPARTAMENTO: INGENIERÍA MECÁNICA
FDO.:	FDO.:
FECHA: 18-06-2015	FECHA: 18-06-2015

ORIGINAL  
 COPIA



## **3.8 URBANISMO**

	<b><u>Pág.</u></b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. CERRAMIENTO PERIMETRAL Y ACCESOS.....</b>	<b>2</b>
<b>3. PAVIMENTACIÓN.....</b>	<b>2</b>
<b>4. VIALES DE ACCESO.....</b>	<b>3</b>
<b>5. APARCAMIENTOS DE CLIENTES Y EMPLEADOS.....</b>	<b>4</b>



## **3.8. URBANISMO**

### **3.8.1. INTRODUCCIÓN.**

En el presente anexo se proyectan los diferentes medios con los que se urbanizará la parcela para dar servicio a la industria. Para ello, se presenta la información sobre urbanización interior del terreno, que consta de un cerramiento perimetral, la pavimentación de los viales y zonas de estacionamiento, y el establecimiento de una zona ajardinada.

La superficie total de la parcela es de 7000 m<sup>2</sup> de los cuales 3000 m<sup>2</sup> van a ser edificados. La solera de hormigón que rodeará la nave ocupará una superficie de 4000 m<sup>2</sup> y estará constituida por aparcamientos de coches y camiones y por viales tanto para el acceso como para la circulación dentro del perímetro del terreno, permitiendo de este modo una circulación fluida de los vehículos que acceden a la industria por parte de los operarios y de clientes.

La instalación está formada por una nave porticada con cubierta a dos aguas de planta rectangular de dimensiones 100 m x 30 m. La superficie de la nave se encuentra distribuida en 3 zonas de la siguiente manera:

- Zona de procesado: 2400 m<sup>2</sup>.
- Zona de vestuarios: 600 m<sup>2</sup>.
- Zona entreplanta (oficinas, comedor y sala multiusos.): 600 m<sup>2</sup>.

La dimensiones mínimas necesarias en la parcela urbanizada se justifican por la dimensión de los vehículos que tienen que acceder a la industria, para carga y descarga de material. Atendiendo a una óptima dimensión de la parcela urbanizada, se tiene en cuenta la anchura óptima de acceso a muelles de carga por parte de los camiones teniendo en cuenta los radios de giro. Por ello se cuenta con una zona ideada para esta función con un área libre de al menos 13,7 m de radio de giro, suficiente para esta tarea.



### **3.8.2. CERRAMIENTO PERIMETRAL Y ACCESOS.**

El límite de la parcela se materializará con un cerramiento de tela metálica malla de acero plastificado y diámetro de alambre 2,50/2,20 mm y altura de 1,5 m sobre muro de hormigón armado (HA-25/P/16/IIa) de medio metro de altura y una anchura de 30 cm. La altura total de la cerca deberá ser de 2 m contados desde la rasante del terreno, y la valla metálica estará sujeta mediante postes metálicos de tubo de diámetro 48 mm cada 2,5 m y de tensión cada 25 m.

Existirán dos accesos para independizar la entrada y la salida de los trabajadores de la industria de la zona de acceso para clientes y carga y descarga. Estos accesos se cubrirán con puertas practicables una hoja corredera, apoyadas sobre raíles de 5 m. cada una y 2 m. de altura.

### **3.8.3. PAVIMENTACIÓN.**

Bajo el concepto de pavimentación se incluyen tanto los viales de circulación de vehículos como las zonas de estacionamiento de los mismos, es decir, los muelles de carga y descarga y el aparcamiento de personal y visitas. Se trata de proyectar el pavimento que sirva de soporte de los esfuerzos tangenciales producidos en las maniobras de los vehículos más pesados, así como aportar durabilidad ante el ataque químico de derrames ocasionales de combustibles, aceites o algún otro producto químico.

Para su dimensionamiento se ha tenido en cuenta la Norma 6.1IC 2: Secciones de firme, de la instrucción de carreteras, según la cual, la estructura del firme deberá adecuarse, entre otros factores, a la acción prevista del tráfico, fundamentalmente del más pesado, durante la vida útil del firme. Por ello, la sección estructural del firme dependerá en primer lugar de la intensidad media diaria de vehículos pesados (IMDp) que se prevea en el carril de proyecto en el año de puesta en servicio. Dicha intensidad se utilizará para establecer la categoría de tráfico pesado, que en este proyecto se fija en T42, ya que se espera una circulación de menos de 25 vehículos pesados diariamente.

TABLA 1.B. CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T3 Y T4

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	T31	T32	T41	T42
IMDp (vehículos pesados/día)	< 200 ≥ 100	< 100 ≥ 50	< 50 ≥ 25	< 25

A los efectos de definir la estructura del firme en cada caso, se establecen diferentes categorías de explanada, estando el proyecto que nos ocupa en suelo adecuado como se ha explicado en el anterior anexo de estudio geotécnico, la explanación se formará teniendo como hipótesis un valor normal, es decir, con la compactación del terreno al 98% próctor modificado. Por tanto se determina una compresibilidad

**TABLA 2. MÓDULO DE COMPRESIBILIDAD EN EL SEGUNDO CICLO DE CARGA**

CATEGORÍA DE EXPLANADA	E1	E2	E3
$E_{v2}$ (MPa)	$\geq 60$	$\geq 120$	$\geq 300$

Finalmente, se obtiene de la norma mencionada anteriormente, que para la explanada E1 y la categoría de tráfico pesado T42, la solución adoptada de entre las propuestas será la 4214, es decir, 20 cm. de zahorra artificial y 18 cm. de hormigón de firme. Así, podemos decir que la pavimentación tendrá la siguiente sección de firme:

- . Explanación compactada al 98% del próctor modificado.
- . Capa de zahorra artificial de 20 cm. de espesor.
- . Capa de hormigón armado HA25/P/20/IIa de 18 cm. de espesor, con malla electrosoldada B 500T de 15x15 con redondos de 6 mm., con cortes de retracción cada 25 m2.

#### **3.8.4. VIALES DE ACCESO.**

El acceso a la industria se hará a través de la carretera LR-430 que conecta Arezana de Abajo y Tricio. Esta entrada esta ideada para ser usada por los camiones encargados de la distribución de materias primas y producto terminado. Por otra parte, se diseña una entrada secundaria a través de la calle Eras del Prado del municipio de Arezana de Abajo. Esta entrada será la encargada de acceder a los trabajadores de la nave.

En cuanto a la salida del recinto se debe hacer por la misma puerta de acceso de cada tipo de vehículo. Para ello se ha diseñado el espacio suficiente para proporcionar un radio de giro suficiente para realizar esta maniobra

### **3.8.5. APARCAMIENTOS DE CLIENTES Y EMPLEADOS.**

Se contará con 30 plazas de aparcamiento destinadas a los operarios de la fábrica y a las posibles visitas de clientes. Se construirán plazas de aparcamiento normalizadas grandes, cuyas dimensiones mínimas son de 2,20 m x 5 m., por lo que la superficie ocupada por cada plaza de aparcamiento será de 11 m<sup>2</sup>. Dichas plazas se ubicarán junto a la entrada de vehículos de operarios, de esta manera se podrá regular mejor la afluencia.

Se recomienda reservar al menos el 2 % de las plazas para vehículos de discapacitados y, como mínimo una, a partir de 25 plazas. Por lo tanto, se va a reservar al menos una plaza de aparcamiento para discapacitados. Dicha plaza se situará en el lugar más próximo al acceso y se asegurará la inexistencia de barreras arquitectónicas en el trayecto de la plaza a la calle.





# ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL DE BILBAO



GADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

TRABAJO FIN DE GRADO

2014 / 2015

*NAVE INDUSTRIAL DESTINADA AL EMBOTELLADO EN EL  
MUNICIPIO DE ARENZANA DE ABAJO (LA RIOJA)*

## **DOCUMENTO 3.9: PROGRAMACIÓN DE OBRA**

DATOS DEL ALUMNO/A	DATOS DEL DIRECTOR/A
NOMBRE: ISMAEL	NOMBRE: IRANTZU
APELLIDOS: MENDOZA RODRÍGUEZ	APELLIDOS: URIARTE GALLAZTEGI
DNI: 78946235T	DEPARTAMENTO: INGENIERÍA MECÁNICA
FDO.:	FDO.:
FECHA: 18-06-2015	FECHA: 18-06-2015

ORIGINAL  
 COPIA



### **3.9. PROGRAMACIÓN DE OBRA**

	<b>Pág.</b>
<b>3.9.1 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>3.9.2 DIVISIÓN DE LA ORA EN ACTIVIDADES Y ASIGNACIÓN DE TIEMPOS.....</b>	<b>1</b>
<b>3.9.3 DIAGRAMAS.....</b>	<b>3</b>
<b>3.9.3.1. Diagrama de Gantt.....</b>	<b>3</b>
<b>3.9.4 CAMINO CRÍTICO.....</b>	<b>4</b>
<b>3.9.5 DURACIÓN DEL PROYECTO.....</b>	<b>5</b>





## **3.9 PROGRAMACIÓN DE OBRA**

### **3.9.1. INTRODUCCIÓN**

El objetivo de este anexo es el de hacer una previsión del tiempo mínimo necesario para la realización de la obra del proyecto. Para poder determinar dicho tiempo, se dividirá el proyecto en una serie de actividades que constituyen la ejecución desde el inicio hasta que está todo preparado para comenzar el proceso productivo. Por tanto, los pasos a realizar serán los siguientes:

1. Definir la lista de actividades de la ejecución de obra.
2. Establecer la duración de estas actividades, en función de la medición de las unidades de obra y rendimiento horario en base a los datos del presupuesto.
3. Establecer las relaciones entre las distintas actividades de obra, determinar qué actividades preceden a otras y cuales podrán ser simultáneas.
4. Una vez establecido el esquema de preferencias, se elabora el Diagrama de Gantt con el calendario de ejecución de proyecto

De este apartado se obtendrán los siguientes datos: duración del proyecto, camino crítico.

### **3.9.2. DIVISIÓN DE LA OBRA EN ACTIVIDADES Y ASIGNACIÓN DE TIEMPOS.**

El proyecto consta de los siguientes grupos de actividades:

- Ingeniería del proyecto. Formulación y redacción del mismo.
- Aceptación del proyecto por el promotor.
- Visado del proyecto.
- Contratación de la obra civil.
- Contratación de los equipos industriales.
- Ejecución de la obra civil.
- Instalación de los equipos industriales y resto de las instalaciones.

Solamente se desarrollarán en este anexo los dos últimos puntos, los cuales se dividirán en las tareas y sub-tareas que se muestran a continuación. Se realiza el estudio contando únicamente los días laborables como días útiles en el proceso.

ID	Nombre de la tarea	Duración	Comienzo	Fin
1	Inicio	0 días	29 jun 2015	29 jun 2015
2	Obtención de premises	15 días	29 jun 2015	17 jul 2015
3	Estudio geotécnico	7 días	20 jul 2015	28 jul 2015
<b>4</b>	<b>Seguridad y salud</b>	<b>26 días</b>	<b>29 jul 2015</b>	<b>2 sep 2015</b>
5	Sistemas de protección	2 días	1 sep 2015	2 sep 2015
6	Señalización y cerramientos	1 día	29 jul 2015	29 jul 2015
7	Instalaciones provisionales	2 días	29 jul 2015	30 jul 2015
<b>8</b>	<b>Acondicionamiento del terreno</b>	<b>22 días</b>	<b>31 jul 2015</b>	<b>31 ago 2015</b>
9	Limpieza y desbroce	1 día	31 jul 2015	31 jul 2015
10	Explanación	2 días	3 ago 2015	4 ago 2015
11	Replanteo de la obra	3 días	5 ago 2015	7 ago 2015
12	Excavación de cimentación	8 días	10 ago 2015	19 ago 2015
13	Excavación de saneamiento	8 días	20 ago 2015	31 ago 2015
<b>14</b>	<b>Red de saneamiento</b>	<b>9 días</b>	<b>3 sep 2015</b>	<b>15 sep 2015</b>
15	Construcción de arquetas	4 días	3 sep 2015	8 sep 2015
16	Instalación de conducciones	9 días	3 sep 2015	15 sep 2015
17	Hormigonado de cimientos	10 días	3 sep 2015	16 sep 2015
18	Soleras	15 días	30 oct 2015	19 nov 2015
<b>19</b>	<b>Estructura metálica</b>	<b>40 días</b>	<b>17 sep 2015</b>	<b>12 nov 2015</b>
20	Montaje de estructura	21 días	17 sep 2015	16 oct 2015
21	Montaje de cubierta	10 días	30 oct 2015	12 nov 2015
22	Colocación bajantes y canalón	1 día	30 oct 2015	30 oct 2015

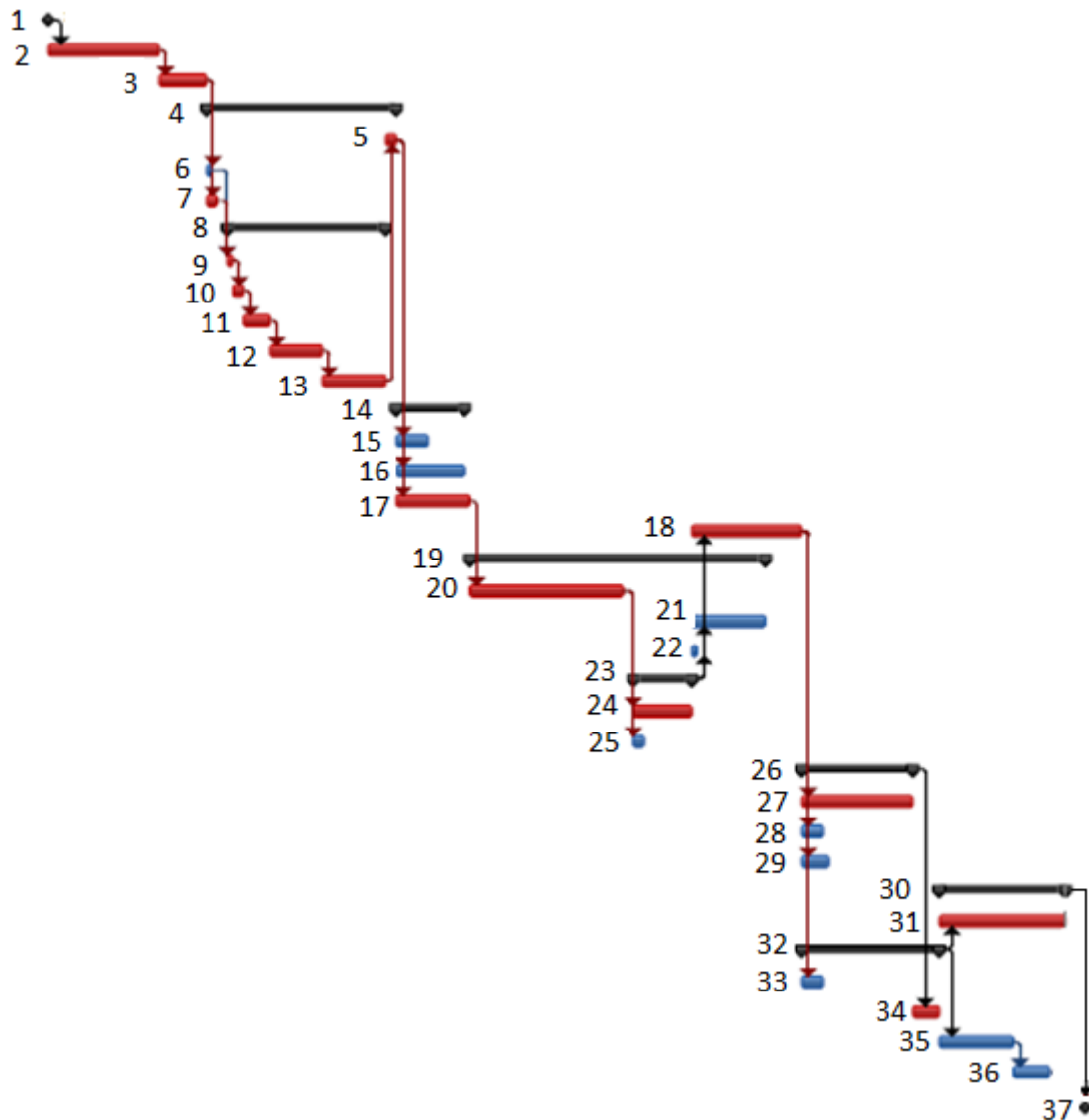
ID	Nombre de la tarea	Duración	Comienzo	Fin
<b>23</b>	<b>Cerramientos</b>	<b>9 días</b>	<b>19 oct 2015</b>	<b>29 oct 2015</b>
24	Pesadas	9 días	19 oct 2015	29 oct 2015
25	Carpintería exterior	2 días	19 oct 2015	20 oct 2015
<b>26</b>	<b>Particiones</b>	<b>15 días</b>	<b>20 nov 2015</b>	<b>11 dic 2015</b>
27	Entramados y escaleras	15 días	20 nov 2015	11 dic 2015
28	Puertas de entrada	2 días	20 nov 2015	23 nov 2015
29	Puertas interiores	3 días	20 nov 2015	24 nov 2015
<b>30</b>	<b>Instalaciones</b>	<b>18 días</b>	<b>17 dic 2015</b>	<b>14 ene 2016</b>
31	Fontanería	18 días	17 dic 2015	14 ene 2016
<b>32</b>	<b>Revestimientos</b>	<b>18 días</b>	<b>20 nov 2015</b>	<b>16 dic 2015</b>
33	Suelos y pavimentos	2 días	20 nov 2015	23 nov 2015
34	Falsos techos	3 días	14 dic 2015	16 dic 2015
35	Mobiliario	10 días	17 dic 2015	31 dic 2015
36	Comprobación	5 días	4 ene 2016	11 ene 2015
37	Fin del proyecto	0 días	14 ene 2016	14 ene 2015

### **3.9.3. DIAGRAMAS.**

Será necesaria la realización de diagramas para determinar el camino crítico y las actividades con holgura, para que, en caso de que una actividad sufriera un retraso, conocer si va a retrasar o no la ejecución de toda la obra, y poder actuar en consecuencia para que las repercusiones de la demora sea mínimas.

#### **3.9.3.1. Diagrama de Gantt.**

Representación de las actividades a realizar en un eje de coordenadas, de modo que cada actividad vendrá determinada por la duración de la misma. Representa las dependencias entre actividades y los recursos implicados en cada una de ellas. Permite de esta forma tener una idea más real del proyecto que la que obteníamos con el diagrama de Pert que mostrábamos anteriormente. El diagrama se muestra a continuación.



### 3.9.4. CAMINO CRÍTICO

Una vez realizado los diagramas anteriores, se puede observar que el camino crítico lo forman las siguientes actividades:

- Permisos, autorizaciones y licencias (15 días).
- Estudio geotécnico y ensayo (7 días).
- Instalaciones provisionales de las obras (2 días).
- Limpieza y desbroce del terreno (1 día).
- Explanación (2 días).
- Replanteo de la obra (3 días).
- Excavación zanjas cimentación (8 días).
- Excavación zanjas saneamiento (8 días).

- . Sistemas de protección colectiva (2 días).
- . Hormigonado de cimientos (10 días).
- . Montaje estructura metálica (21 días).
- . Pesadas (9 días).
- . Soleras (15 días).
- . Entramados y tabiques (15 días).
- . Instalación de fontanería (18 días).
- . Pavimentos exteriores (9 días).
- . Comprobación y puesta en marcha (5 días).

Esto significa que en caso de que se produjera un retraso en alguna de las actividades que forman el camino crítico, la ejecución de la obra se retrasaría inevitablemente.

El resto de las actividades poseen cierta holgura que les permite tolerar cierto retraso sin comprometer duración final del proyecto.

#### **3.9.5. DURACIÓN DEL PROYECTO.**

La duración del proyecto es el tiempo mínimo necesario para poder finalizar el proyecto.

El proyecto comenzará el 29 de junio de 2015 y finalizará el 14 de enero de 2016.

Como se puede extraer de los diagramas, la duración total del proyecto se estima en 139 días laborables. Si se considera un periodo laboral de 5 días a la semana, se obtiene una duración total de 29 semanas.

