



# Dimensionamiento y cálculo estructural de una nave industrial con funciones de astillero para fabricación y almacenaje de pequeñas embarcaciones.



## Tomo 1: Memoria y Anejos

**Autor: José Luis Linares Llamas**  
**Director: Francisco Quintilla Blanco**  
**Dpto. Resistencia de Materiales y Estructuras (DRMEE)**  
**Otoño 2018**



## **AGRADECIMIENTOS:**

*Quisiera manifestar mis más sinceros agradecimientos a las siguientes personas:*

- *A mi tutor **Francisco Quintilla Blanco**, por haber aceptado mi propuesta realizada y haberse involucrado como director del proyecto, además de tener la paciencia a la hora de ayudarme en el desarrollo de éste.*
- *A **mis padres y hermana**, mi madre y hermana por el apoyo mostrado durante los años que he estado cursando el grado, y en especial a mi padre, por haber insistido tanto en la realización de mi segunda carrera.*
- *A **mis suegros**, por ayudarme en el día a día, ya que sin su tiempo dedicado a sus nietos, me hubiera sido imposible asistir a las clases de la universidad.*
- *Tampoco quisiera pasar por alto el agradecimiento a todos y cada uno de los profesores que me han ido impartiendo clase durante estos años.*

*Finalmente, me gustaría realizar una mención especial a **mi mujer Noelia** ya que sin su apoyo no hubiera conseguido llegar hasta aquí, además de inyectarme moral día a día, siendo un gran pilar en la familia, y a **mis dos fabulosos hijos, Dimas y Aarón**, por el tiempo de dedicación que no le he podido corresponder durante las horas de estudio.*

## Resumen

El presente documento se fundamenta en la realización de un trabajo de una nave industrial, con la finalidad de astillero y almacenamiento de embarcaciones pequeñas o motos de agua.

Éste incluirá toda la información necesaria, para su correspondiente uso y zonas de trabajo, además de contar con zonas de acceso a las oficinas y contemplar pequeños muelles de entrada y salida de mercancías.

La estructura principal de la nave será metálica, con una gran facilidad de montaje, resistente y un material reciclable, en caso de dejar de ser operativa o una vez finalice su vida útil.

El proyecto tiene como objetivo primordial, el aprovechamiento máximo de los espacios y de la superficie disponible, con la máxima movilidad y seguridad de las embarcaciones almacenadas, siempre y cuando se cumpla con la normativa y leyes aplicables para su propósito.

La ubicación de la nueva nave estará situada en el interior del recinto de Marina de Badalona (Puerto de Badalona), con las siguientes indicaciones:

- [41º 26' N - 2º 14'23 E](#)
- [Port Esportiu i Pesquer de Badalona, s/n, 08912 Badalona, \(Barcelona\)](#)

## Resum

El present document es fonamenta a la realització d'un treball d'una nau industrial, amb la finalitat de drassana i magatzem d'embarcacions petites o motos aquàtiques.

Aquest treball inclourà tota la informació necessària, pel seu corresponent ús i zones de treball, a més de tenir zones d'accés a les oficines i contemplant petits molls d'entrada i sortida de mercaderies.

L'estructura principal de la nau serà metàl·lica, amb una gran facilitat de muntatge, resistent i reciclable, en cas de deixar de ser operativa o un cop finalitzada la seva vida útil.

El projecte té com objectiu principal, l'aprofitament màxim dels espais i de la superfície disponible, amb la màxima mobilitat i seguretat de les embarcacions emmagatzemades, sempre i quan es compleixi amb la normativa vigent i les lleis aplicables pel seu propòsit.

La ubicació de la nova nau, estarà situada a l'interior del recinte Marina de Badalona (Port de Badalona), amb les següents indicacions:

- 41° 26' N - 2° 14'23 E
- Port Esportiu i Pesquer de Badalona, s/n, 08912 Badalona, (Barcelona)

## Abstract

The present document is based on the work of an industrial plant, for the purpose of shipyard and storage of small boats and jet skis.

This will include whole necessary information, for its corresponding use and work areas, besides of having dedicated zones for accessing to offices and taking account small docks for inlet / outlet of merchandise.

The main structure will be metallic, strength, easy of assembly and ensuring the recycle of material after its useful life or in case of leaving to be operative.

This store is designed with the aim of taking advantage of all the available space with the maximum mobility of the products stored there, complying with the applicable regulations.

The main aim for this Project is to be capable of exploiting the maximum spaces and available areas, with the maximum mobility and safety of stored boats, as long as complying with the applicable regulations and applicable rules for its purpose.

This new industrial plant will be located inside of Marina Badalona area (Badalona Harbour), with following indications:

- 41° 26' N - 2° 14'23 E
- Port Esportiu i Pesquer de Badalona, s/n, 08912 Badalona, (Barcelona)

# Índice Memoria y Anejos (Tomo I)

<b>1. Introducción</b> .....	10
<b>1.1- Interés del Proyecto Realizado</b> .....	10
<b>1.2- Objetivos</b> .....	10
<b>2. Requisitos</b> .....	12
<b>2.1- Situación, Emplazamiento y Descripción del Solar</b> .....	12
<b>2.2- Planificación Urbanística</b> .....	14
<b>2.2.1- Requisitos Normativos Generales</b> .....	14
<b>2.2.2- Requisitos Normativos Locales</b> .....	18
<b>2.3- Infraestructura Existente</b> .....	20
<b>2.4- Condiciones Uso Industrial</b> .....	21
<b>2.5- Terreno</b> .....	21
<b>2.5.1- Estudio Geotécnico</b> .....	22
<b>2.5.2- Climatología</b> .....	24
<b>2.5.3- Condiciones Sísmicas</b> .....	24
<b>3. Diseño</b> .....	26
<b>3.1- Estudio de Posibilidades</b> .....	26
<b>3.1.1- Condiciones de Uso</b> .....	26
<b>3.1.2- Estilo de la Nave</b> .....	30
<b>3.1.3- Diseños Previos</b> .....	32
<b>3.1.4- Justificación de la Solución Óptima</b> .....	34
<b>3.2- Descripción de la Solución Adoptada</b> .....	36
<b>3.2.1- Distribución de la Nave</b> .....	37
<b>3.2.2- Cargas Aplicadas</b> .....	37
<b>3.2.2.1- Cargas Permanentes</b> .....	38
<b>3.2.2.2- Cargas Variables y Sismo</b> .....	39
<b>3.2.3- Estructura</b> .....	39
<b>3.2.4- Cimentación</b> .....	39
<b>3.2.5- Cerramientos de Fachada y Cubierta</b> .....	41
<b>3.2.5.1- Pórticos</b> .....	41

3.2.5.2- Cubierta .....	41
3.2.5.3- Puertas y Ventanas .....	42
3.2.6- Cerramientos y Tabiquería .....	44
3.2.6.1- Cerramientos Fachadas .....	44
3.2.6.2- Tabiquería .....	44
3.2.6.3- Revestimiento .....	44
3.2.6.4- Carpintería .....	45
<b>4. Cálculo Estructural .....</b>	<b>46</b>
4.1- Cargas Aplicadas .....	46
4.1.1- Cargas Permaentes .....	46
4.1.2- Cargas Variables y Sismo .....	47
4.2- Resolución y Comprobación Mediante el Programa de Estructuras CYPE 2017 .....	48
4.3- Evaluación y Análisis de los Resultados Obtenidos .....	48
<b>5. Instalaciones.....</b>	<b>52</b>
5.1- Instalación eléctrica .....	52
5.2- Alumbrado.....	52
5.2.1- Iluminación.....	52
5.2.2- Iluminación de emergencia .....	53
5.3- Instalación Climatización .....	53
5.4- Instalación Contraincendios .....	53
5.4.1- Aplicación RSCIEI .....	54
5.4.2- Protección CI de la Etsructura .....	54
5.5- Instalación Fontanería .....	55
5.5.1- Descripción .....	55
5.5.2- Instalación Agua Fría.....	55
5.5.3- Instalación Agua Caliente .....	55
5.6- Instalación Saneamiento .....	55
5.6.1- Descripción .....	55
5.6.2- Red de Aguas Residuales-Fecales (Alcantarillado).....	56
5.6.3- Red de Aguas Pluviales .....	56
5.7- Instalación Aire Comprimido .....	56
5.8- Instalación Ventilación.....	56

5.9- Instalación Puente Grúa.....	57
6. Planificación de las Obras .....	58
7. Impacto Medioambiental .....	60
7.1- Afecciones según Fase .....	60
7.1.1- Afecciones en Fase de Implantación .....	60
7.1.2- Afecciones en Fase de Explotación.....	62
7.2- Residuos .....	68
7.2.1- Estimación de Residuos Generales.....	68
7.2.2- Separación de Residuos .....	68
8. Estimación de Presupuesto.....	69
9. Conclusiones.....	72
10. Bibliografía .....	75
10.1- Textos .....	75
10.2- Páginas Web.....	76
10.3- Normativa y Reglamentos .....	77
11. ANEJO I TOPOGRAFÍA .....	79
12. ANEJO II CÁLCULO ESTRUCTURAL CYPE .....	80
13. ANEJO III ESTUDIO ELÉCTRICO & LUMINICO TÉCNICO .....	220
14. ANEJO IV ESTUDIO CONTRA INCENDIOS .....	237
15. ANEJO V DIAGRAMA DE GANTT .....	251
16. ANEJO VI ESPECIFICACIONES EMBARCACIONES .....	253
17. Planos, Imágenes Virtuales y Estimación de Presupuesto (TOMO II)	





# 1 INTRODUCCIÓN

## 1.1 Interés del Proyecto Realizado

La realización del dimensionamiento y cálculo de una nave industrial para uso de almacén, junto con sus correspondientes instalaciones, puede ser considerado como uno de los grandes motivos para la elección del tema principal, para un trabajo final de grado de un alumno cursando cuarto curso de Grado en Ingeniería Industrial especialidad en Mecánica. Con este tema, al alumno le permite utilizar de una manera amplia todos los conocimientos técnicos aprendidos a lo largo de la carrera, desde los conocimientos más elementales, que son los que se adquieren cursando las asignaturas básicas, hasta profundizar en ciertos temas o aspectos, como puede ser todo el cálculo estructural, normativa, dimensionamiento y creación de las instalaciones principales y secundarias, etc...

No obstante, tras ver infinidad de trabajos final de grado basado en este tema, la principal elección del tema para este trabajo ha sido intentar ser distinto a los demás, o poder diferenciarlo lo máximo posible para que no fuera cualquier otro de los muchos trabajos final de grado almacenados en una librería.

De manera que, se ha creído conveniente resaltar como objetivo, el dimensionamiento y cálculo de una nave industrial junto con el dimensionamiento de sus instalaciones (principales y secundarias), para tener la funcionalidad de taller de construcción o pequeño astillero, además de tener espacios dedicados al almacenamiento de pequeñas embarcaciones de recreo o motos acuáticas.

## 1.2 Objetivos

El objetivo de este trabajo es llevar a cabo el diseño, cálculo y optimización de una nave industrial para uso de astillero, mediante software de cálculo de estructuras "CYPE Ingenieros", según la normativa vigente CTE y el diseño de sus instalaciones principales y secundarias necesarias para el funcionamiento correcto de dicha actividad.

Para el cálculo estructural se ha creído conveniente el uso del software comercial "CYPE Ingenieros", debido a que es un programa muy extendido y utilizado por las empresas que se dedican al cálculo de estructuras mediante modelo de barras, además de ser un programa muy intuitivo y fácil de manejar (tanto a la hora de crear la estructura, como en la lectura de los datos finales obtenidos).

A pesar de usar el CYPE como programa principal, también se ha procedido a utilizar el programa CATIA V5 y Draftsight (Autocad gratuito de Dassault Systemes), programas muy utilizados por las empresas, para el modelado 2D/3D además de realizar cálculo mediante elementos finitos (FEM) de diferentes zonas o detalles de uniones, así como la realización de los planos.

Así que finalmente, podemos resumir que los objetivos principales de este trabajo serán los siguientes:

- Credibilidad y Fiabilidad real de la construcción y montaje, en un espacio o parte de terreno del territorio elegido en el litoral de Cataluña.
- Diseñar las cimentaciones necesarias para la estructura.
- Diseño y cálculo de la estructura modelada que la formará, junto con la optimización del peso, aspecto importante en la reducción económica.
- Adaptación de las necesidades reales de la actividad que se desarrollará en su interior, dividiendo estancias y creando los sistemas de instalaciones necesarias.
- Proyectar las principales instalaciones, iluminación, contraincendios, electricidad...
- Evaluación de los materiales necesarios para la construcción.
- Análisis de costes y reducción de los mismos, mediante la elección correcta de los materiales.
- Uso de los diferentes tipos de software, CYPE Ingenieros, Catia V5, Draftsight...
- Aprendizaje de las diferentes normativas vigentes.

## 2 REQUISITOS

El siguiente apartado estará basado en las características y necesidades de una nave industrial con la funcionabilidad de astillero, diferenciando y separando las diferentes estancias y partes del interior de la nave, según la dedicación que se tenga en cada zona. Por lo que se describirá la ubicación del astillero, sus dimensiones generales, las dimensiones particulares de cada estancia interna y el tipo de estructura que se llevará a cabo.

Otro aspecto a tener en cuenta serán las diferentes normativas que se deben de aplicar en este proyecto, según la zona de localización de nuestro astillero:

- La normativa de carácter nacional, siendo esta la que estará centrada el cálculo de la estructura.
- Una segunda normativa de Barcelona (en mayor restricción de carácter medioambiental y contra incendios).
- Y finalmente, la normativa de costas y puertos, la cual estará centrada las mayores restricciones de construcción (tales como alturas de edificación, materiales...)

### 2.1 Situación, emplazamiento y descripción del solar

La nueva nave estará situada en el interior del puerto deportivo y pesquero de Badalona, s/n, dentro del recinto de "Marina Badalona" en Badalona, ciudad del área urbana de Barcelona, en la comarca del Barcelonés, situada a 10 km desde el centro de Barcelona, situada en la costa del mar Mediterráneo, ocupando parcialmente el delta del Besós y los contrafuertes de la Sierra de la Marina, y conectado a su correspondiente puerto como se puede ver en la imagen (Imagen 01).

El municipio consta de unos 215 848 habitantes, con una extensión de 20.95 km<sup>2</sup> y se puede considerar que está a nivel del mar (12msmn).

La parcela consta de 6559 m<sup>2</sup>, de los cuales 2400m<sup>2</sup> (60m x 40m) estarán destinados a nuestra nave industrial, y el resto estará explanado de acuerdo con las cotas consignadas en los planos, pudiéndose acceder desde la Avenida Eduard Maristany, la cual tiene fácil acceso de camiones y vehículos rodados desde la Ronda Litoral B-10 o bien desde la autopista C31, y un espacio dedicado para la botadura (entrada y salida) de embarcaciones

al interior del agua del puerto (zona abrigada), además de estar dotada de todos los sistemas esenciales: agua, energía eléctrica, internet, telefonía, red de saneamiento, etc. La facilidad de acceso desde la red de carretera en este caso la ronda litoral B-10, y la facilidad de introducir y sacar las embarcaciones del agua del puerto, han sido los principales detalles a la hora de elegir la nueva ubicación del astillero, siempre y cuando también se ha considerado que no hubiera ningún astillero de construcción en esta zona.



Imagen 01: Localización en Cataluña.

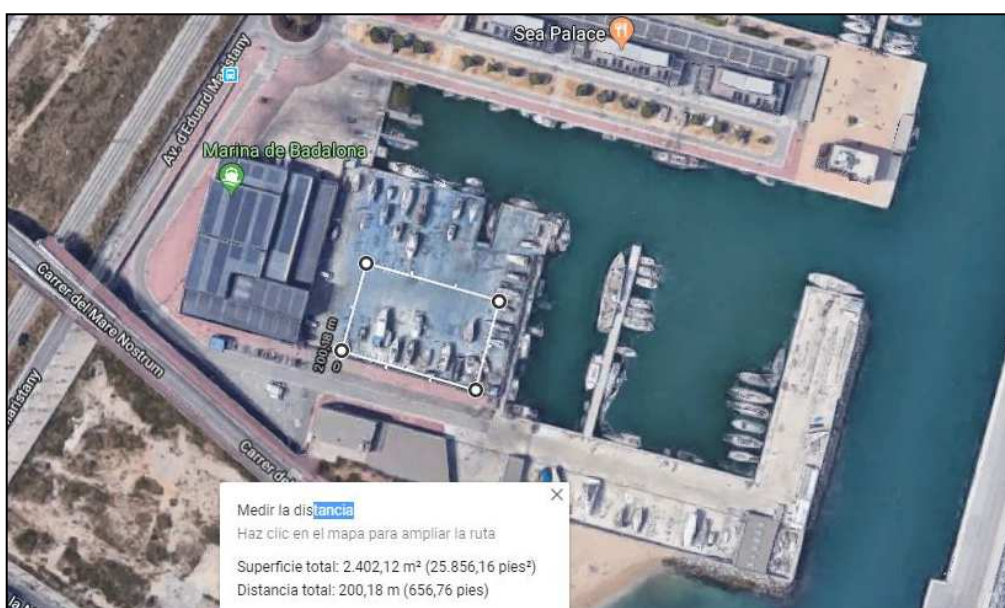


Imagen 02: Ubicación en Port de Badalona

## 2.2 Planificación Urbanística

Las edificaciones que se realicen dentro de la Marina de Badalona estarán regidas por la normativa vigente general del territorio español, además, la normativa del municipio de Badalona, regida por la Generalitat de Catalunya, las cuales las más importantes se indican a continuación:

### 2.2.1 Requisitos Normativos Generales

#### Código Técnico de la Edificación

Para una nueva construcción en el territorio español, la legislación vigente exige el cumplimiento de todos los puntos del CTE, de los cuales algunos de estos puntos son obligaciones, y alguno de los otros, son directrices orientativas y recomendaciones hacia un buen diseño y optimización de recursos.

#### Cimientos

Los cimientos, son los elementos que soportan todas las acciones y por lo tanto se deben dimensionar según el terreno en el que se ubique y según las acciones que van a actuar.

En nuestro caso, la base está cimentada, pero se deberá de preparar para poder realizar nuestras zapatas en la base de hormigón existente. No obstante, al no tener que realizar toda la base, esto creará una disminución de presupuesto a la hora de tener que estimarlo.

#### Acciones en la edificación

Requisito muy importante a la hora de poder dimensionar correctamente nuestra estructura principal, ya que dicha construcción, por sus características constructivas, estar sometida a un conjunto de acciones originadas por el viento, peso propio, y cargas que se le deban de aplicar según las características de nuestra nave.

#### Seguridad Estructural General

El proyecto cuenta como estructura principal de acero, con elementos en la base de hormigón armado, y cerramientos prefabricados, por lo que se deberá de estudiar la estructura de todas las partes de forma general. Además, todos los elementos estarán interconectados de alguna manera, haciendo que sea muy importante el trabajo correcto como estructura en su conjunto.

### **Seguridad Estructural. Acero**

Como la estructura principal se basa en un pórtico construido en acero, este requisito será primordial para nuestra nave.

### **Ordenación de la edificación**

El sector de la edificación es uno de los principales sectores económicos y tiene una gran repercusión en la sociedad. Este requisito tiene por objeto regular en sus aspectos esenciales el proceso de la edificación, estableciendo las obligaciones y responsabilidades de los agentes que intervienen en dicho proceso, así como las garantías necesarias para el adecuado desarrollo del mismo, con el fin de asegurar la calidad mediante el cumplimiento de los requisitos básicos de los edificios y la adecuada protección de los intereses de los usuarios.

### **Certificación energética de edificios de nueva construcción**

La normativa establece una serie de parámetros (temperatura, humedad relativa, etc.) a cumplir en las nuevas construcciones para garantizar el confort dentro de estas. Este objetivo de confort se consigue con requisitos de eficiencia energética (cargas térmicas). También se establece que dependiendo del tipo de construcción y su posterior uso una parte de la energía consumida en la climatización debe ser de origen renovable.

### **Aislamiento térmico**

Este requisito es indispensable a la hora de utilizar según que materiales para poder conseguir el aislamiento térmico mínimo exigido por la normativa, ya que dichos materiales no deben considerados como sustancias peligrosas para la salud y el medio ambiente.

### **Calefacción, climatización y agua caliente sanitaria**

Tanto la climatización del edificio, el agua caliente sanitaria y la climatización, debe de ser estudiada y optimizada para la máxima reducción del consumo energético. Además la normativa exige que parte del consumo energético sea de origen renovable, por lo que se puede realizar distintas posibilidades para cumplir este requisito.

### **Crterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano**

Nuestra nave será de uso industrial con la función de astillero, por lo que deberá de tener lavabos, cocinas, duchas, vestuarios... de manera que las condiciones del agua que llega al edificio sean aptas para el consumo humano.

### **Sistema Eléctrico**

La instalación eléctrica es uno de los sistemas más importantes en una construcción. Hay establecidos según la normativa unos requisitos de seguridad y eficiencia. Algunos de obligado cumplimiento y otros, recomendaciones hacia el buen uso del ingeniero.

### **Protección contra incendios**

Se diferenciarán dos tipos de protección anti-incendios:

- La primera es la protección pasiva: estableciendo distancias máximas de evacuación de la nave, necesidad de puertas anti-pánico, materiales de la construcción y su comportamiento y resistencia al fuego, acceso de bomberos, tomas de agua y riesgo de incendio de las instalaciones y equipos del interior.
- La segunda se refiere a los requisitos mínimos de la instalación contra-incendios, número de extintores necesarios, tipo de instalación de la línea seca, sistemas de apagado de incendios como puede ser las mangueras, los aspersores o sprinklers, detectores de humo y fuego...).

### **Cubiertas**

Las cubiertas, a pesar de no estar incluidas en la resistencia estructural de nuestra estructura primaria, son una parte importante de la edificación, ya que en nuestra construcción estas serán prefabricadas. Antiguamente podían ser de cualquier material, pero hoy en día, estas deben ser libres de amianto (ya que están consideradas como cancerígenas), y además, cumplir con unos requisitos mínimos de rigidez y respuesta a esfuerzos, ya que estarán expuestas a cargas de viento, trabajo y peso propio.

### **Aislamiento acústico**

Requisito fundamental e indispensable para nuestra nave, tanto para el confort interior, como para cumplir con el límite de emisión de ruido al exterior, debido a la ubicación en la



que nos encontramos, ya que al ser un puerto que alberga Mega-yates, no se podrá emitir ruido al exterior, y de esta manera, poder afectar a la tranquilidad de estas grandes embarcaciones de lujo.

### **Seguridad y salud en las obras de construcción**

Requisito principalmente orientado a la seguridad de los trabajadores, pero también hacia la seguridad de los viandantes u otros trabajadores de los alrededores. También se encarga de la regulación de la subcontratación en el sector de la construcción y la prevención de los riesgos laborales asociados. Además, otro aspecto importante es la señalización necesaria a utilizar en la obra, así como la manipulación de cargas y la utilización de equipos de protección personal (EPI).

### **Seguridad de utilización**

El objetivo del presente requisito consiste en reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios sufran daños inmediatos en el uso previsto de los edificios, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento. Algunos requisitos particulares son, la seguridad frente al riesgo de caídas para lo cual los suelos serán adecuados para favorecer que las personas no resbalen, tropiecen o se dificulte la movilidad, seguridad frente al riesgo de impacto o de atrapamiento con elementos fijos o practicables del edificio. Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada tanto interior como exterior, incluso en caso de emergencia o de fallo del alumbrado normal. Seguridad frente al riesgo causado por situaciones con alta ocupación facilitando la circulación de las personas y la sectorización con elementos de protección y contención.

### **Barreras arquitectónicas**

Se deberá de tener en cuenta, la facilidad del acceso y la utilización no discriminatoria, independiente y segura de los edificios a las personas con discapacidad. Este requisito, establece unas medidas mínimas sobre accesibilidad en los edificios. En nuestra nave, al estar al mismo nivel de la calzada, no será necesario realizar rampas de acceso.

### **Medio ambiente**

Estos requisitos limitan actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas. También exige unos niveles de calidad del aire y protección de la atmósfera. El último requisito

medioambiental es la regulación de la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

## 2.2.2 Requisitos Normativos Generalitat de Catalunya

### **Medidas para la calidad de la edificación:**

Este requisito se establece para garantizar la calidad de la construcción a través de unos requisitos más restrictivos que los indicados en el Código Técnico de la Edificación.

### **Libro del Edificio:**

Este requisito establece la necesidad de llevar un seguimiento y registro de las obras de construcción en un libro y la necesidad de mantenerlo y poder recurrir a él en cualquier momento, además de actualizarlo en caso de reformas en el edificio terminado.

### **Documentación, tramitación y prescripciones técnicas de las instalaciones interiores de suministro de agua:**

Este requisito establece condiciones especiales para la instalación de suministro de agua, tanto técnicas como documentales.

### **Promoción de la accesibilidad y supresión de barreras arquitectónicas:**

La Generalitat establece requisitos más estrictos respecto a las barreras arquitectónicas, en busca de garantizar la igualdad de acceso a todas las personas.

### **Evaluación ambiental:**

Este requisito hace necesaria la aprobación de impacto medioambiental de las actividades a desarrollar. También establece limitaciones de emisiones de gases a la atmósfera, generación de residuos y vertidos de aguas de residuales.

### **Requisitos mínimos exigibles para el montaje, uso, mantenimiento y conservación de los andamios tubulares utilizados en las obras de construcción:**

Este requisito establece los criterios de uso montaje y mantenimiento de andamios tubulares, con el objetivo de garantizar la seguridad.

Por lo que, resumiendo, se puede ver el tipo de normativa más importante a utilizar según el ámbito que le per toca:

### **Código técnico de edificación**

- DB-SE-AE-09. ACCIONES EN LA EDIFICACIÓN.
- NBE-CA-88 SOBRE"CONDICIONES ACÚSTICAS EN LOS EDIFICIOS.
- NBE-CPI-96 "CONDICIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS EN
- NBE-CT-79 "CONDICIONES TÉRMICAS DE LOS EDIFICIOS.
- NBE-EA-95 "ESTRUCTURAS DE ACERO EN EDIFICACIÓN.
- EI CTE HE: AHORRO DE ENERGÍA

### **Generales**

- LEY DE ORDENACIÓN DE LA EDIFICACIÓN.
- NORMAS SOBRE REDACCIÓN DE PROYECTOS Y DIRECCIÓN DE OBRAS DE EDIFICACIÓN.
- NORMA NCSE-02. CONSTRUCCIÓN SISMORRESISTENTE: PARTE GENERAL Y EDIFICACIÓN.

### **Condicionamientos e instalaciones**

- MEDIDAS MÍNIMAS SOBRE ACCESIBILIDAD EN LOS EDIFICIOS.
- REGLAMENTO DE INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.
- INSTALACIONES INTERIORES DE SUMINISTRO DE AGUA.
- NORMAS BÁSICAS PARA LAS INSTALACIONES INTERIORES DE SUMINISTRO DE AGUA.
- REGLAMENTO DE INSTALACIONES TÉRMICAS EN LOS EDIFICIOS.
- (RITE). INSTRUCCIONES TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS.
- REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO DE BAJA TENSIÓN (REBT).

## 2.3 Infraestructura Existente

### **2.3.1 - Infraestructura Vial**

El acceso principal al puerto de Badalona se accede a través de la Avenida Eduard Maristany, ramal de carretera conectada con la autovía de la Ronda Litoral B-10. Por otra parte, se puede acceder desde otro tipo de vía muy importante en Barcelona, que es la autopista C-31, conectándose al “Carrer del Mare Nostrum”, acceso el cual está construido una carretera que pasa por encima de las vías del tren de la conexión Aeropuerto-Mañanet de la Selva.

### **2.3.2 - Dotación agua**

El puerto de Badalona está dotado de conexión de agua.

### **2.3.3 - Saneamiento**

Tal y como se ha comentado referente a la dotación de agua, el puerto ya dispone un sistema de alcantarillado y de un colector aguas fecales, el cual facilita mucho la instalación.

### **2.3.4 - Energía eléctrica**

El puerto de Badalona, está a pocos metros de la central de ciclo combinado del Besós, una instalación termoeléctrica de ciclo combinado, que consta de dos grupos térmicos de 400 MW alimentados con gas natural, propiedad de Endesa, la cual suministra a toda la localidad de Badalona, por lo que la red eléctrica está preparada para su conexión.

### **2.3.5 – Red de Telecomunicaciones**

Se detecta que el puerto de Badalona está dotado de una red de telecomunicaciones, mediante fibra-óptica de Movistar, que abastece las viviendas y las oficinas colindantes al puerto.

### **2.3.6 – Red de iluminación exterior**

En la actualidad presenta una arqueta de iluminación pública en la avenida Eduardo Maristany, además, el puerto está dotado de iluminación. Solamente se tendrá que prolongar algún punto si fuera necesario en el exterior de la nave.

## **2.4 Condiciones Uso Industrial**

Una nave calificada como parcela de uso industrial, se admite cualquier tipo de industria que no esté definida como potencialmente insalubre en el Reglamento de Actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas y en concreto en el Nomenclátor de su Anexo 1. No obstante, podrán ser autorizadas aquellas industrias, clasificadas de insalubre, que estando afectadas por el citado Reglamento, acompañen a la solicitud de adjudicación informe favorable de la Comisión Provincial de Saneamiento en el que se indicarán las medidas correctoras necesarias para su funcionamiento, y permitan su emplazamiento dentro del polígono. Anterior a esto el ayuntamiento emitirá un informe provisional, no vinculante, en base al cual la Comisión Provincial de Saneamiento abrirá el expediente. Se podrá exigir por parte de la Corporación el Estudio de Impacto Medio Ambiental que garantice la seguridad, higiene y contaminación del medio ambiente.

Se consideran compatibles con el uso industrial:

- Actividades no específicas industriales, como laboratorios o centros informáticos.
- El uso de vivienda ligada a la instalación industrial para el personal encargado de la vigilancia y conservación.
- El uso deportivo en las instalaciones propias de la industria.
- El uso de locales de reunión y de oficinas en situación de edificio exclusivo o anexo a la instalación industrial.

## **2.5 Terreno**

Para poder realizar de una manera correcta el reconocimiento del terreno, y así determinar la elección de la presión admisible en el mismo, se suelen seguir unos criterios que se indican a continuación:

- Estudiar el comportamiento y de las cimentaciones existentes de los locales o edificios más próximos.
- Realizar catas de perforación para la determinación del tipo de terreno afectado para nuestra edificación, perforando con una profundidad suficiente, que nos podamos asegurar que nuestra obra estará bien asentada.

De manera que la profundidad de las perforaciones no será inferior a:

- Cimentaciones discontinuas.

Tres veces el ancho mínimo de las zapatas, con un mínimo 5m.

- Cimentaciones continuas.

Una vez y media, el ancho de la placa de cimentación.

En caso de que los estudios de los apartados anteriores, no se pudiera fijar de una manera clara la presión admisible para nuestro tipo de terreno, se deberá de realizar ensayos más precisos, programados, ejecutados e interpretados por personal específico y especialistas.

La determinación del cálculo de los empujes se realizará utilizando los métodos de la Mecánica del Suelo.

A tener en cuenta las condiciones climatológicas, así como la humedad, para poder prestar atención a la cohesión de los terrenos.

## 2.5.1 Estudio Geotécnico

Como en la mayoría de los casos, para poder realizar el estudio geotécnico de la zona, la cual irá ubicada nuestra nave industrial, se suele realizar mediante un estudio geotécnico realizado en la zona colindante a la nuestra, ya que el tipo de suelo en la misma zona suele ser de idénticas condiciones.

Así que se determinará las características del terreno, la composición y mecánica de este, para poder realizar el correcto dimensionamiento de la base para nuestra nave.

No obstante, la base dónde irá ubicada nuestra nave, estará ya lista, plana, alisada y hormigonada, por lo que solamente se deberá de realizar la zona las cuales irán ubicadas nuestras zapatas, las cuales fijarán nuestra estructura metálica.

José Luis Linares Llamas

Otoño 2018

A pesar de estar preparada la base la cual irá colocada nuestra nave, y habiendo tenido como referencia el tipo de suelo de las naves anteriores, se deberá de realizar un estudio mediante catas de unas ciertas dimensiones (2m x 2m) en distintos puntos de nuestra parcela, la cual irá ubicada nuestro astillero, para poder estar seguro de que todas las hipótesis y suposiciones del tipo de suelo, sean las correctas.

Observando la siguiente ilustración, podemos confirmar que el tipo de suelo será del tipo pardo calizo.

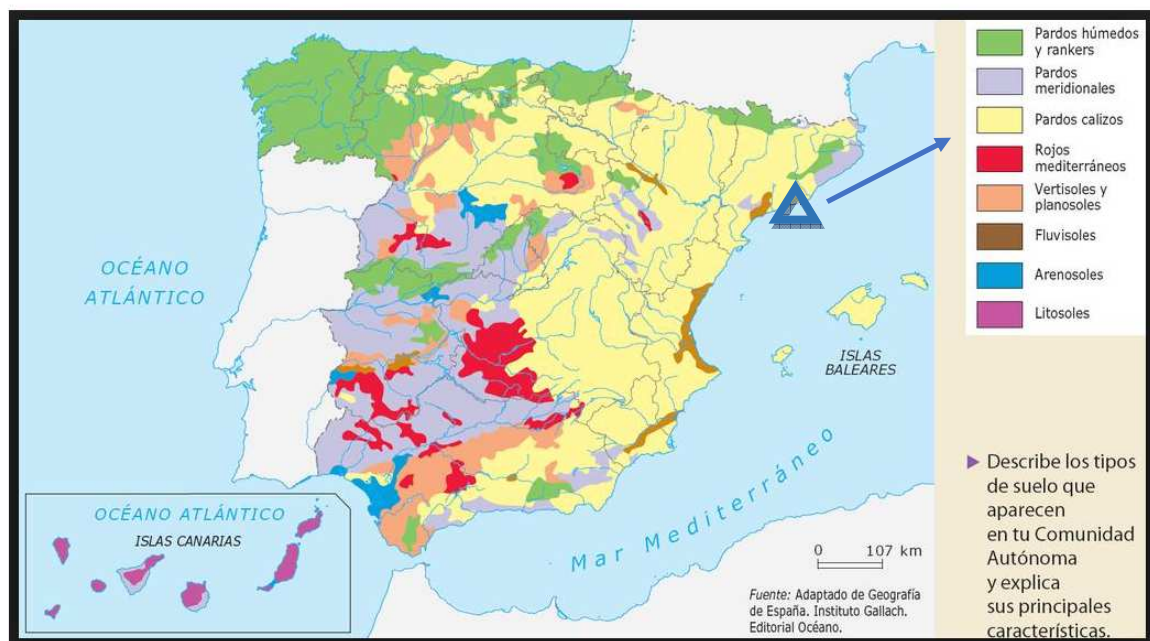


Imagen 03: Plano tipos de terreno en España

El estrato del suelo suele tener un color pardo, y la formación está diferenciada por 3 horizontes (A, B, C) además de la capa superficial, la cual suele ser la capa formada por hojas y residuos orgánicos sin descomponer.

El estrato se suele formar sobre unos sedimentos terciarios arenosos originados por la erosión y el resultado de la meteorización de los materiales graníticos, conteniendo acumulación de arcilla proveniente de la capa superior y con muy poca cantidad de humus. Finalmente, la parte inferior del horizonte C, se suele formar por roca sin alteración física ni química, la cual suele ser denominada como “roca madre”.

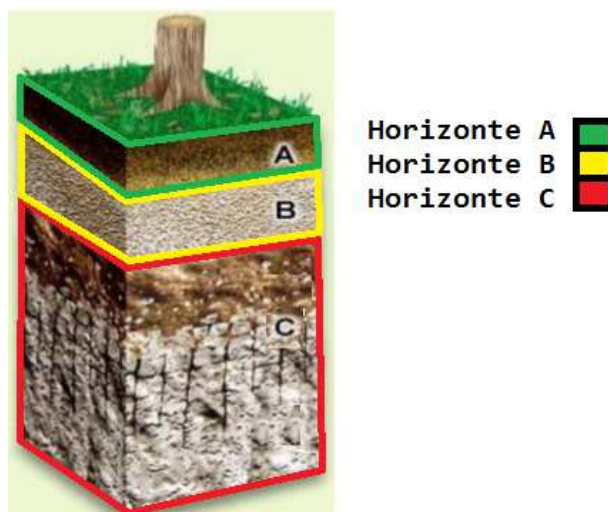


Imagen 04: Horizontes del terreno

Así que, para poder efectuar el cálculo de cimentación se ha considerado un terreno de tipo grava y arena silíceas, con una tensión de cálculo para la cimentación de 2,5 Kg/cm<sup>2</sup> a 3,5 Kg/cm<sup>2</sup>, por lo que nosotros para estar seguros, utilizaremos el valor más alto de los dos.

## 2.5.2 Climatología

Badalona se caracteriza por tener un clima mediterráneo subhúmedo y se clasifica como cálido y templado (según CTE zona C2), con inviernos moderadamente suaves, cosa que hace que la nieve no sea muy habitual, con veranos húmedos y cálidos.

Los meses de invierno son mucho más lluviosos que los meses de verano, y la temperatura media anual es de 16 ° C.

Badalona se encuentra en la zona C marcada por el CTE para la velocidad de viento, con una velocidad básica de 29 m/s.

## 2.5.3 Condiciones Sísmicas

Según la clasificación de la Normativa de construcción Sismo terrestre "NCS-02", nuestra estructura está clasificada como: construcción de importancia normal (Aquellas cuya destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio para la colectividad, o producir importantes pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trate



de un servicio imprescindible ni pueda dar lugar a efectos catastróficos). De acuerdo con su definición, se debería de aplicar la normativa de cálculo sísmo terrestre, pero viendo el

apartado de excepciones, se puede apreciar que “En las construcciones de importancia normal con pórticos bien arriostrado entre sí en todas las direcciones cuando la aceleración sísmica básica es inferior a 0.08g”, no es necesario cumplimiento.

Sabiendo que en Badalona tenemos una aceleración básica de 0.04g (ver imagen 05), no es de obligado cumplimiento aplicar dicha norma.

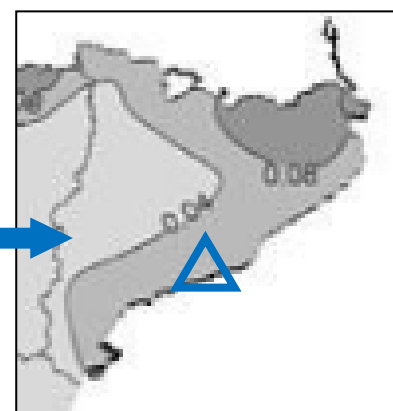
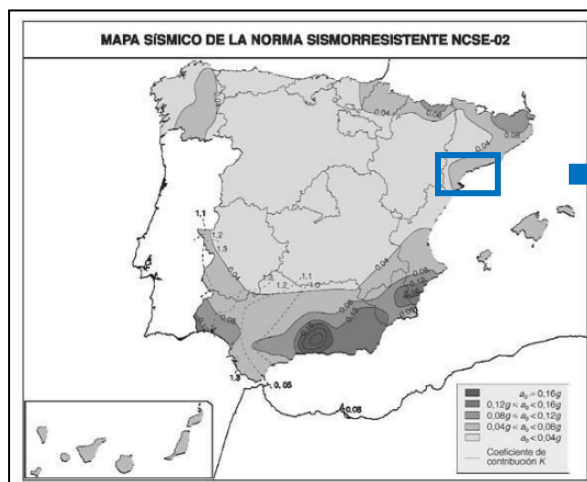


Imagen 05: Acciones sísmicas en Badalona

## 3 DISEÑO

Este apartado estará basado en las características y necesidades de una nave industrial con la funcionalidad de astillero, diferenciando y separando las diferentes estancias y partes del interior de la nave, según la dedicación que se tenga en cada zona.

### 3.1 Estudio de posibilidades

Para poder efectuar el diseño de la mejor manera posible, se procederá a realizar una serie de posibilidades y alternativas, de las cuales será escogida la solución más eficaz y óptima posible, siempre y cuando se tenga en consideración la capacidad, precio, rentabilidad...

#### 3.1.1 Condiciones de Uso

El diseño de nuestra nave industrial, tal y como se ha comentado anteriormente, su principal función será la de astillero de embarcaciones de recreo y motos acuáticas. No obstante, habrá otra parte de la nave dedicada al almacenamiento de embarcaciones y motos de agua, realizando la función de marina seca, es decir, a parte de poder construirse y reparar cualquier artefacto acuático de unas ciertas dimensiones, también existe la posibilidad de poder guardar en su interior cualquier embarcación construida o que se pueda tener en stock.



**D34**  
CRUISER

Imagen 06: Ejemplo de embarcación a ser construida (Imagen cedida por De Antonio Yachts)



Imagen 07: Ejemplo de moto de agua para ser reparada (imagen cedida por seadoo)



Imagen 08: Ejemplo de palet europeo para almacenamiento.

Por lo que el diseño de la nave se caracterizará por ser una estructura auto-portante, cuyo significado según Construmática (Metaportal Arquitectura, Ingeniería y Construcción) es:

“Estructura portante o autoportante, es un conjunto de elementos estructurales que, además de sostenerse a sí mismos, constituyen el soporte y apoyo de otros sistemas más complejos. Por ejemplo, la estructura de un edificio que soporta las acciones que se ejercen sobre él y las transmite al suelo donde se cimenta”.

Así que las principales condiciones para el diseño de la estructura han sido, el peso máximo del tipo de embarcación a almacenar o moto de agua, unidades de carga o paletas con piezas de recambio o cualquier otro elemento a tener en stock, y dependiendo la zona de trabajo, el falso suelo con mesa de trabajo, personas físicas y la parte de la embarcación a reparar, tipo motor, hélice, mobiliario...

Mediante el siguiente anejo 06, se pueden ver las especificaciones del tipo de embarcación más pesada que se podría construir en el interior de la nave, así como sus características técnicas y especificaciones. También se incluyen las especificaciones del tipo de moto acuática y palet de carga a almacenar, de los cuales se han obtenido los pesos máximos y las dimensiones de cada uno de ellos.

- Peso máximo de la embarcación: 5400 kg // Dimensiones (Largo x Ancho x Alto): 10,150 x 3.40 x 3m
- Peso máximo moto acuática: 376 kg // Dimensiones (Largo x Ancho x Alto): 3.45 x 1.25 x 1
- Peso máximo de un palet con carga para almacenar: 1500 kg // Dimensiones (Largo x Ancho x Alto): 1.2 x 0.8 x 0.14

Se tiene que considerar que además de poder realizar el trabajo en el interior de la nave, se debe de manipular los diferentes tipos de cargas, bien sea las embarcaciones, las motos de agua o los palets de almacenamiento. Por lo que será necesaria una carretilla elevadora con una capacidad de carga superior a la requerida. Seguidamente se mostrará la imagen de la carretilla elevadora eléctrica modelo Still RX60, dónde la especificación se podrá ver en el anexo nombrado en el párrafo anterior.



Imagen 09: Ejemplo de carretilla elevadora contrapesada Still RX60.

Se ha creído conveniente utilizar este tipo de carretilla elevadora de horquilla eléctrica del tipo contrapesada eléctrica, por la capacidad de elevación de carga (8000 kg), una altura máxima de elevación de 7.7 metros, para poder manipular las embarcaciones de gran tamaño. Para el resto de carga, es decir, las motos de agua y los palets de carga, se ha creído conveniente el uso de otro tipo de carretilla elevadora más pequeña, modelo Still RX20, la cual la especificación estará reflejada en el anexo nombrado anteriormente.

Con este tipo de carretillas elevadoras de horquilla eléctrica, se puede tener la tranquilidad de trabajar en el interior de la nave sin tener riesgo alguno de contaminación.



Imagen 10: Ejemplo de carretilla elevadora de horquilla eléctrica Still RX20.

Finalmente, para la manipulación de la carga en el interior de la nave principal, se ha pensado en la instalación de un puente grúa del tipo birraíl modelo ABUS ZLK, con una capacidad de carga de 16tn. La especificación está reflejada en el anejo 06.



Imagen 11: Ejemplo de puente grúa birraíl ABUS ZLK .

### 3.1.2 Estilo de la Nave

La estructura de la nave estará construida por acero laminado S275, vigas de arriostrado formadas por perfiles laminados del mismo tipo de acero S275, sobre cimentación de zapatas de hormigón armado. Toda la estructura principal de acero estará protegida con una imprimación de epoxi, para protegerla del efecto de la corrosión.



Imagen 12: Ejemplo de estructura metálica de nave industrial similar.

Tendrá una cubierta a 2 aguas, estilo americana, para la parte de la nave que estará dedicada a la fabricación de embarcaciones, y para la zona de la nave dedicada al almacenamiento de las embarcaciones y motos acuáticas, estará construida mediante una cubierta plana con "Fire dampers" en la parte superior para poder ventilar el local, y que se pueda cerrar en caso de incendio.

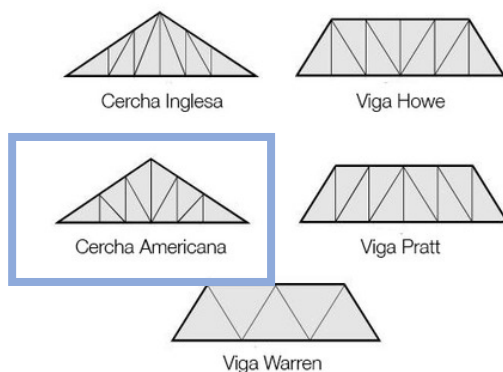


Imagen 13: Ejemplo de tipos de cercha estructural.



Imagen 14: Fire damper para colocar en techo de la nave.

No obstante, para ambos casos, la cubierta estará creada por panelado tipo sándwich formada por dos chapas de acero galvanizado pre-lavadas, con relleno de espuma de poliuretano y con un espesor total de 50 mm.

Los cerramientos laterales estarán formados por paneles “sándwich”, formado por planchas de acero galvanizado de 0.6mm de espesor por cada lado, con perfiles tipo omega de 40x40x20mm, protegidos por la parte interior mediante panel de lana de roca de 100mm de espesor.

Con este tipo de elección para el cerramiento lateral, se ha intentado conseguir una de las soluciones más económica y fiable, logrando una máxima protección frente al fuego con una instalación rápida y sencilla, consiguiendo una resistencia al contacto con el fuego de 120mm, manteniendo las propiedades estructurales.

Con la elección de este tipo de panel de sándwich de cerramiento lateral con omegas, se consigue una mayor resistencia a los golpes y acciones externas, con una vida del material muy larga y sin tener que realizar un gran mantenimiento, además de tener un coste muy inferior a las distintas soluciones que se pueden presentar para realizar una protección parecida, pero con una mayor complejidad en la instalación.



Imagen 15: Ejemplo de una estructura de acero con cerramiento “sándwich”

Para la recogida de aguas pluviales se dispondrán canalones que mediante una red exterior de bajantes de PVC de diferentes diámetros canalizarán el agua hacia las arquetas correspondientes.

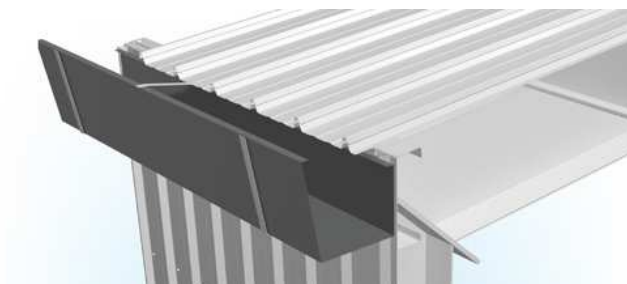


Imagen 16: Ejemplo canal exterior para desaguar cubierta

### 3.1.3 Diseños Previos

A la hora de realizar un diseño de una nave industrial, considerando las condiciones de la parcela la cual será ubicada en su interior, es necesario realizar diferentes tipos de diseño, para poder conseguir la nave industrial con las mejores condiciones, optimizando las características, la máxima capacidad de almacenaje, así como optimizando los locales de trabajo, recursos, y finalmente, reduciendo el coste de la construcción.

Como diseños previos se evaluaron tres tipos de diseños diferenciados, para nuestra parcela ubicada en el “Port de Badalona”:

- El primer diseño pensado en la construcción de una nave con estructura en sentido transversal, es decir, la fachada principal sería más ancha que larga, por lo que las



dimensiones principales serían 40x60m, tal y como se puede apreciar en la siguiente imagen.

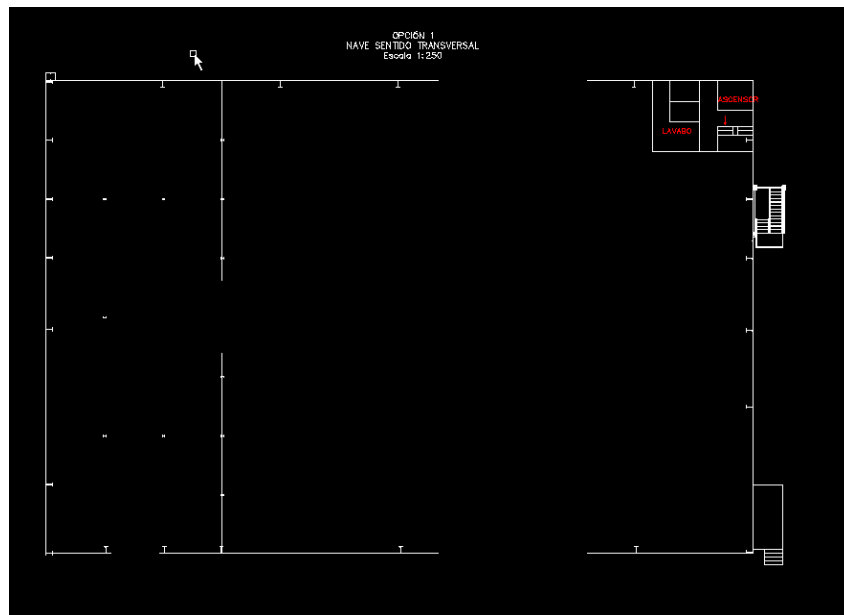


Imagen 17: Nave en posición transversal

- En la segunda opción la nueva nave sería de las mismas características que la primera, pero con la estructura en sentido longitudinal, en este caso la fachada sería más corta que larga, cuyas dimensiones principales serían 40x60m. En la siguiente imagen, se puede apreciar la distribución de esta manera.

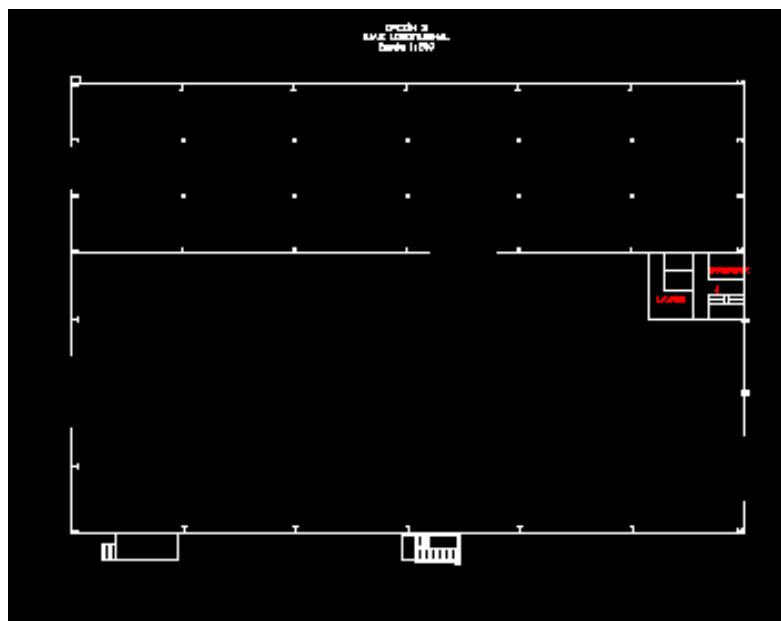


Imagen 18: Nave en posición Longitudinal

- En la tercera opción y última, la nueva nave estaría construida con una estructura principal en forma de “L”, por lo que las dimensiones principales pasarían a ser de 20x20x60m. En la siguiente imagen se representaría la nueva forma de la nave.

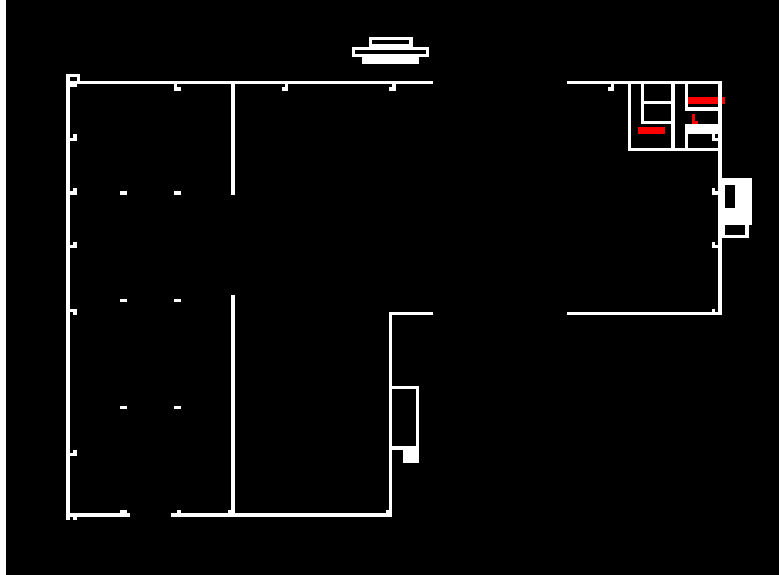


Imagen 19: Nave en forma de “L”

### 3.1.4 Justificación de la Solución Óptima

Para un buen funcionamiento de nuestra nave en el recinto del Port de Badalona, el astillero debe de ser capaz de tener espacio suficiente para poder trabajar en su interior, una infraestructura que pueda satisfacer el almacenamiento de material en stock para reparar y construir embarcaciones, espacios ubicados para poder almacenar las embarcaciones construidas hasta que sean vendidas, y finalmente espacios suficientemente aptos para poder realizar maniobras y tener la movilidad correcta en el interior y exterior de la nave, de esta manera reduciendo el riesgo y el tiempo de uso o maniobrabilidad peligrosa.

Así que, la solución más eficiente para el cliente es la optimización de todos los aspectos comentados anteriormente, cumpliendo con el requisito del coste menor posible, y mayor espacio de trabajo y almacenamiento.

De manera que la solución óptima de las tres anteriores comentadas, sería la segunda:

“Nave industrial construida con estructura en sentido longitudinal con las dimensiones principales 40x60m”.

**- Comparativa entre las diferentes opciones:**

Observando la siguiente tabla, se puede distinguir correctamente, la elección de nuestra estructura para su construcción:

COMPARATIVA ENTRE LOS DIFERENTES DISEÑOS						
		Funcionabilidad	Dificultad Fabricación	Capacidad Almacenaje	Accesibilidad	Coste Aprox (€)
1	Posicionamiento Diseño Transversal	Alta	Media	21	Buena	2,100,000.00
2	Posicionamiento Diseño Transversal	Alta	Media	33	Muy Buena	1,800,000.00
3	Posicionamiento Diseño Transversal	Baja	Baja	21	Buena	1,500,000.00

Tabla 01: Comparativa entre los diferentes diseños

Cuando nos referimos a la funcionabilidad, se está hablando de la utilidad en el interior de esa estructura, de manera que, en las dos primeras opciones al ser rectangular el espacio que nos queda para el taller está muy despejado, en cambio en la estructura en forma de "L", nos quedan recovecos o espacios muertos.

La dificultad de fabricación está referida a la dificultad de su construcción. Por lo que la tercera opción al tener menos estructura y ser de semejantes características, será más fácil de construir y montar.

La tercera característica es la más fácil de apreciar. Nos basamos en almacenaje de embarcaciones construidas que se tengan en stock, con una eslora de 10 metros aproximadamente. Así que viendo la capacidad que cada diseño puede tener, es fácil saber cual es la mejor opción de las tres.

La accesibilidad es otro aspecto importante, ya que según dónde se encuentre ubicado nuestro astillero, las puertas principales de acceso, las puestas de acceso de personas, el muelle de carga y la salida de emergencia, pueden ser buenas o muy buenas. Y

comparando las tres opciones, la que mejor accesibilidad tiene es la opción número 2.

Cabe hacer hincapié que la marina tiene un foso para la extracción de embarcaciones del agua, por lo que la distribución de nuestra nave es idónea para el espacio que tenemos.

Finalmente, el último aspecto, y no por eso el menos importante, el coste de la construcción, ya que, de esto el cliente es lo que se suele fijar más. De manera que la primera opción es muy semejante en estructura que la segunda, pero con diferencias como puede ser el tamaño del puente grúa que será mayor, el espacio dedicado a las oficinas también será mayor, por lo que creará un coste más elevado. Por el contrario, si se compara con la tercera opción, esta es más barata, pero uno de los motivos principales, es que hay menos estructura, pero, además no se le incorporaría un puente grúa de semejantes características, ya que el espacio libre del taller sería menor.

## 3.2 Descripción de la Solución Adoptada

La solución de la nave que se ha creído conveniente ha sido por motivos de optimización del espacio, facilidad de acceso y funcionalidad, además de tener un fácil acceso para los camiones y transportistas, minimizando el riesgo de los posibles peligros que pudieran ocasionarse con trabajadores que estuvieran trabajando en el exterior de la nave, bien sea del astillero, o bien de otras empresas externas. Otro aspecto que se ha tenido en cuenta ha sido la posición del foso ubicado en la marina de Badalona, ya que, a partir de ese punto, se puede extraer todo tipo de embarcaciones hasta unas limitaciones de tamaño y peso mediante el “travelift” o grúa para elevar embarcaciones.

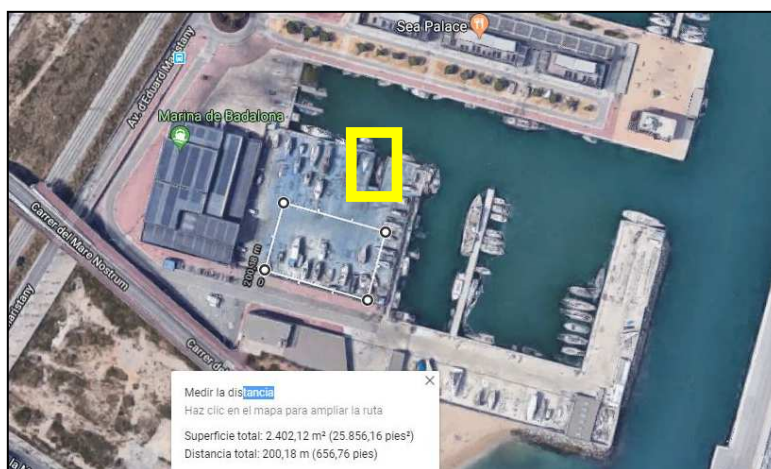


Imagen 19: Vista de la posición del foso para la extracción de las embarcaciones del agua.



Imagen 20: Ejemplo de un travelift para extraer embarcaciones del agua.

Seguidamente se realiza con mayor detalle el tipo de nave que se va a dimensionar:

### 3.2.1 Distribución de la Nave

Nuestro astillero ocupará un terreno de 2400m<sup>2</sup> por planta, de los cuales 600m<sup>2</sup> estarán dedicados al almacenamiento de las embarcaciones finalizadas, almacenadas para reparación o las que se tuvieran en stock, y el resto para la fabricación y reparación, teniendo en cuenta que parte de 2 plantas superiores de 500m<sup>2</sup> cada una, estarán destinadas a ser oficinas y habitáculo para la convivencia (vestuarios, comedor, lavabos...)

La nave tendrá una longitud de 60 metros de largo por 40 metros de ancho, con una altura total de 14 metros.

En las partes frontales de la nave, se han instalado las puertas de acceso principales de 6.5 metros de anchura por 6 metros de altura, para poder manipular cualquier tipo de embarcación sin problemas, y así maximizar el rendimiento por maniobra.

### 3.2.2 Cargas Aplicadas

Para realizar el dimensionamiento correcto de nuestra estructura metálica, se diferenciará dos tipos de cargas:

- **Cargas Variables y Sismo**
- **Cargas Permanentes o de uso.**

### 3.2.2.1 Cargas Variables y Sismo

En este apartado, se diferencia distintos tipos de cargas:

- Cubierta no transitable, excepto para labores de mantenimiento.  
Este tipo de cubierta será la cubierta superior o externa.
- La carga de viento es la de la zona de Barcelona.
- La carga de nieve es la de la zona de Barcelona. En Barcelona no es muy común la existencia de grandes nevadas a nivel del mar, pero en esta última década, ha habido alguna que otra a considerar. Así que se ha creído conveniente realizar el estudio con carga de nieve, y de esta manera asegurar cualquier posible imprevisto.
- Todas estas características se han considerado siguiendo el CTE.

### 3.2.2.2 Cargas Permanentes o de uso

Este tipo de cargas a tener en cuenta, son las que están formadas por el peso propio generado por la propia estructura metálica, el peso de las unidades de carga en sentido de la acción de la gravedad, originado por los palets de carga para el almacenamiento de piezas de recambio, y material para la construcción, el peso máximo de las embarcaciones las cuales se pueda albergar en la zona de ubicada para ellas, y finalmente, el peso de los cerramientos de la estructura.

Así que podemos diferenciar seguidamente los pesos que se deberán de incluir según la zona que se esté calculando, y según la zona que requiera su uso.

- Peso máximo de la embarcación que se pueda construir: **5400 kg**
- Peso máximo moto acuática: **376 kg**
- Peso máximo de un palet con carga para almacenar: **1500 kg**

- Peso máximo en el piso de las oficinas o zonas dedicadas a la convivencia de las personas: **860 kg/m<sup>2</sup>** Este ha sido determinado según el código técnico de la Edificación (para la seguridad estructural), la cual se suma los 300kg/m<sup>2</sup> del forjado, + 260kg/m<sup>2</sup> de la tabiquería y pavimentos, y además se le aplica una sobrecarga de uso de 300 kg/m<sup>2</sup>.

### 3.2.4 Estructura

La estructura principal de nuestra nave constará de estructura metálica de acero siguiendo la normativa del código técnico de edificación “CTE DB SE-A”.

La estructura estará formada por perfiles de acero laminado en caliente, recubiertos de pintura ignífuga resistente al fuego, proporcionando una mayor resistencia al fuego.

Este tipo de perfilería nos proporciona una gran ductilidad, durabilidad y se puede considerar como material reciclable. No obstante, para una mejor conservación, aparte de imprimir con pintura específica resistente al fuego, será necesario realizar un mantenimiento periódico y preventivo, de esta manera, se podrá prolongar la vida de nuestra nave industrial.

Se ha utilizado un sistema de arriostrados del tipo cruces de san Andrés para arriostrar lateralmente.

En cuanto a la celosía utilizada se ha determinado que se realice mediante una tipo armadura inglesa.

Las uniones entre pilares bastidores y diagonales son mediante soldadura.

Los perfiles que se han utilizado se han resumido en la siguiente tabla, los cuales han sido calculados en el apartado 4:

### 3.2.5 Cimentación

Cómo la zona la cual irá ubicada nuestra nave está asfaltada y hormigonada, lo primordial será realizar la cimentación de las zapatas de hormigón armado y asegurarlas mediante vigas de atado, para poder asegurar algún posible deslizamiento lateral, y así lograr una optimización máxima mediante el programa de cálculo de estructuras “CYPE”. (Ver Planos: “P005-TFG-2018-DG005 DISPOSICIÓN PLACAS DE ANCLAJE”, “P014-TFG-2018-DG014

CIMENTACIÓ MEDIANTE BIGAS DE ATADO” & “P015-TFG-2018-DG015 BIGAS DE ATADO”).

Se ha utilizado el tipo de hormigón clase HA-25, el cual tiene una capacidad de resistencia de  $350 \text{ kp/cm}^2$ .

Para poder facilitar la construcción, agilizar los tiempos de construcción, se ha pensado que lo mejor sería realizar de la misma medida o del máximo número de medidas iguales, todas las zapatas para las cimentaciones de los puntales verticales de la nave, debido a que los perfiles verticales de nuestra nave serán iguales o muy parecidos entre todos ellos, ya que se ha intentado realizar el dimensionado de la nave de la manera más sencilla posible. No obstante, en nuestro caso ya tenemos fabricado en nuestra parcela una losa de hormigón similar a la siguiente imagen:



Imagen 21: Ejemplo de preparación de base para la nave

En el siguiente plano: “P014-TFG-2018-DG014 CIMENTACIÓ MEDIANTE BIGAS DE ATADO”, se puede observar la cimentación que se ha realizado para nuestra estructura.



## 3.2.6 Cerramientos de Fachada y Cubierta

### 3.2.6.1 Pórticos

Los pórticos de nuestra nave transmitirán a los soportes que van apoyados, mediante las correas de cubierta, todas las cargas originadas por el techo. Cada pórtico estará separado cada 10 metros, de manera que nos aparecerán 7 pórticos con las mismas o parecidas características.

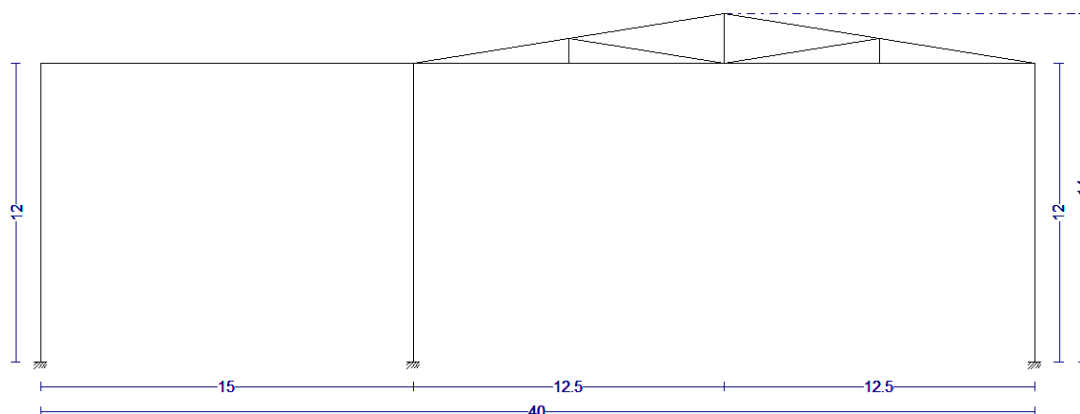


Imagen 22: Pórtico que se ha realizado

A la hora de dimensionar una nave industrial, existen una gran cantidad de variables y opciones para la elección del tipo de pórtico requerido. En nuestro caso, se ha decantado la elección de este tipo de pórtico, ya que nos quedará en el interior de la nave, un espacio muy amplio para poder trabajar, sin tener gran cantidad de pilares por el centro.

### 3.2.6.2 Cubierta

La cubierta tal y como se ha comentado anteriormente, estará apoyado en una estructura de estilo cercha americana, considerada como cubierta no transitable, formada por panel tipo sándwich de cerramiento lateral con omegas, consiguiendo una mayor resistencia a los golpes y acciones externas, con una vida del material muy larga y sin tener que realizar un gran mantenimiento, además de tener un coste muy inferior a las distintas soluciones que se pueden presentar para realizar una

protección parecida, pero con una mayor complejidad en la instalación. Estos paneles irán fijados mediante las correas de cubierta.



Imagen 23: Fire damper para colocar en techo de la nave.

No obstante, para ambos casos, la cubierta estará creada por panelado tipo sándwich formada por dos chapas de acero galvanizado pre-lavadas, con relleno de espuma de poliuretano y con un espesor total de 50 mm.

Los cerramientos laterales estarán formados por paneles “sándwinch”, formado por planchas de acero galvanizado de 0.6mm de espesor por cada lado, con perfiles tipo omega de 40x40x20mm, protegidos por la parte interior mediante panel de lana de roca de 100mm de espesor.

Con este tipo de elección para el cerramiento lateral, se ha intentado conseguir una de las soluciones más económica y fiable, logrando una máxima protección frente al fuego con una

### 3.2.6.3 Puertas y Ventanas

Las puertas principales del astillero y las ubicadas en el muelle de carga para los camiones, serán del tipo de puerta enrollable de acero motorizadas, ya que, de esta manera, se optimizará el espacio en lugar de utilizar un tipo de puerta de acero basculante. Para el resto de las puertas exteriores, serán del tipo de puerta de aluminio estancas al agua, opacas sin cristales.

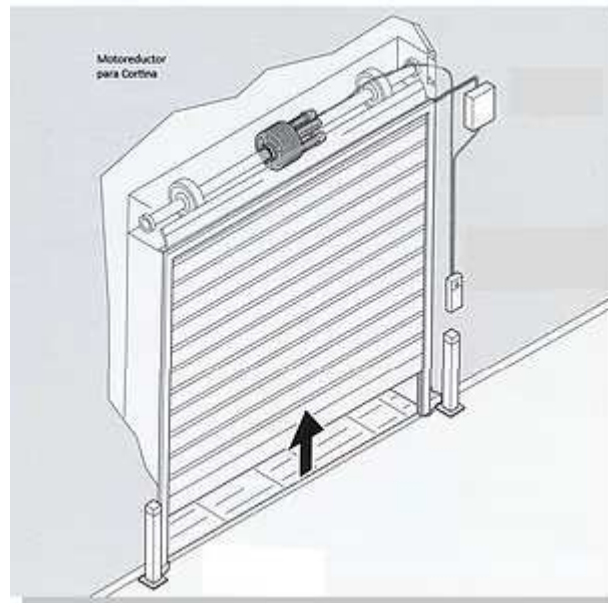


Imagen 24: Ejemplo puerta acero enrollable.

Referente a las ventanas, la nave estará dispuesta de un gran número de ventanas laterales y frontales para poder tener una gran capacidad de iluminación natural externa, fabricadas en carpintería de aluminio con cristal con cámara "climalit". La mayoría de estas ventanas serán del tipo fijo, mientras que, en la zona de las plantas superiores localizadas en la parte de las oficinas, serán del tipo de ventana oscilobatiente, de manera que se pueda abrir de las 2 formas.

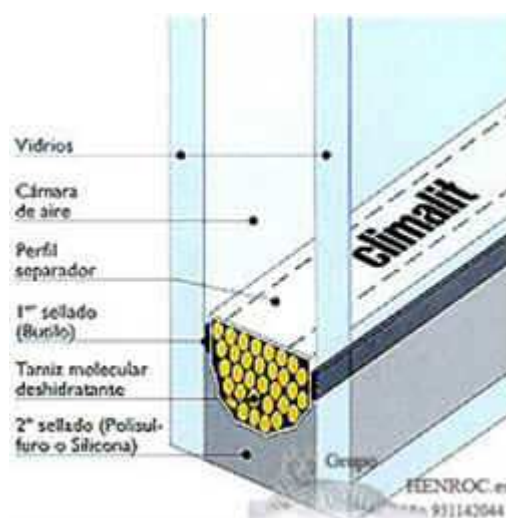


Imagen 25: Ejemplo cristal ventana "climalit".

## 3.2.7 Cerramientos y Tabiquería

### 3.2.7.1 Cerramientos Fachadas

Los cerramientos de las fachadas de la nave son todos exteriores. Estos están formados por panel tipo sándwich, y si no es el caso porque coincide con alguna ventana, constará por una ventana de carpintería de aluminio, con cristal de cámara tipo “climalit” formado por un vidrio de 4mm + cámara de 15mm + vidrio de 4mm. Todo el cerramiento de fachadas, tanto en uniones entre paneles, como en la zona de la tornillería, se le deberá de aplicar un sellado mediante “sika” o silicona resistente al agua, para poder asegurar la estanqueidad.

### 3.2.7.2 Particiones y Tabiquería

En la zona de oficinas, comedor, vestuarios y lavabos, espacios ubicados en parte de la planta 2 y planta 3, estas están realizadas mediante particiones de carpintería de aluminio, comunicadas entre ellas mediante puertas de aluminio de 2.10 x 1,00 metros con cristal rectangular en la parte superior central, para poder ver desde el interior y exterior.

Todas estas paredes de aluminio nos facilitarán el montaje del falso techo de aluminio, y así facilitar el paso de todo el cableado y tuberías, además de tener espacio de ventilación para los plafones de luz.

### 3.2.7.3 Revestimiento

La nave estará pensada para que la estructura del techo sea del tipo cercha americana y que quede a la vista. Solamente se instalará un falso techo de aluminio en la zona de las oficinas y espacios comunes de convivencia (lavabos, comedor-cocina, vestuarios...). Con el montaje de este falso techo en la zona indicada, este nos facilitará el montaje de todos los sistemas e instalaciones necesarias, sobre todo el sistema de calefacción, aire acondicionado e iluminación.



Imagen 26: Ejemplo imagen de falso techo de oficinas

El revestimiento de las paredes exteriores de la nave estará montado en la parte interior mediante lana de roca dándole así un buen aislamiento térmico y acústico.

Por lo que refiere al revestimiento interior de las paredes del compartimentado de las zonas comunes, la mayoría de las particiones de las zonas comunes estarán construidas por la carpintería de aluminio. No obstante, en la zona de los lavabos y vestuarios se le deberá de colocar un falso fondo creado por paneles de “pladur”, y en el espacio interior aislarlo mediante lana de roca, para poder tener un buen aislamiento acústico y térmico.

### 3.2.7.4 Carpintería

Para poder fijar toda la carpintería de aluminio, como se ha elegido la opción de cerramiento lateral de panel sándwich, esta nos facilita el montaje debido a que no será necesario la construcción de premarcos de acero, ni tampoco tener que aplicar una capa de minio, debido a que se fijará directamente al panelado tipo sándwich, mediante tornillería auto-roscante y sellado con poliuretano expandido por todo alrededor del marco de la ventana. Este sellante nos hará de aislante térmico y acústico, además de ofrecer una fuerte fijación.

## 4 CÁLCULO ESTRUCTURAL

Este apartado estará basado en las características y necesidades de una nave industrial con la funcionalidad de astillero, diferenciando y separando las diferentes estancias y partes del interior de la nave, según la dedicación que se tenga en cada zona. (Ver ANEJO 02 CÁLCULO ESTRUCTURAL CYPE).

### 4.1 Cargas Aplicadas

#### 4.1.1 Cargas Permanentes

Por lo que nuestra nave, como deberá de tener la funcionalidad de astillero, se determinará la embarcación de máximas dimensiones que trabajaremos, en este caso será de eslora de 10m, con un desplazamiento de 5,5 tn, que nosotros le aplicaremos un factor de seguridad de 1,5, por lo que finalmente, en nuestra estructura, para la zona de almacenaje, se le aplicará una carga puntual de 7.5 tn. Esta carga se dividirá en tres, debida a que la bancada de la embarcación (no se dimensiona en este trabajo), estará apoyada sobre tres puntos de la estructura, tal y como se puede ver en la siguiente imagen:

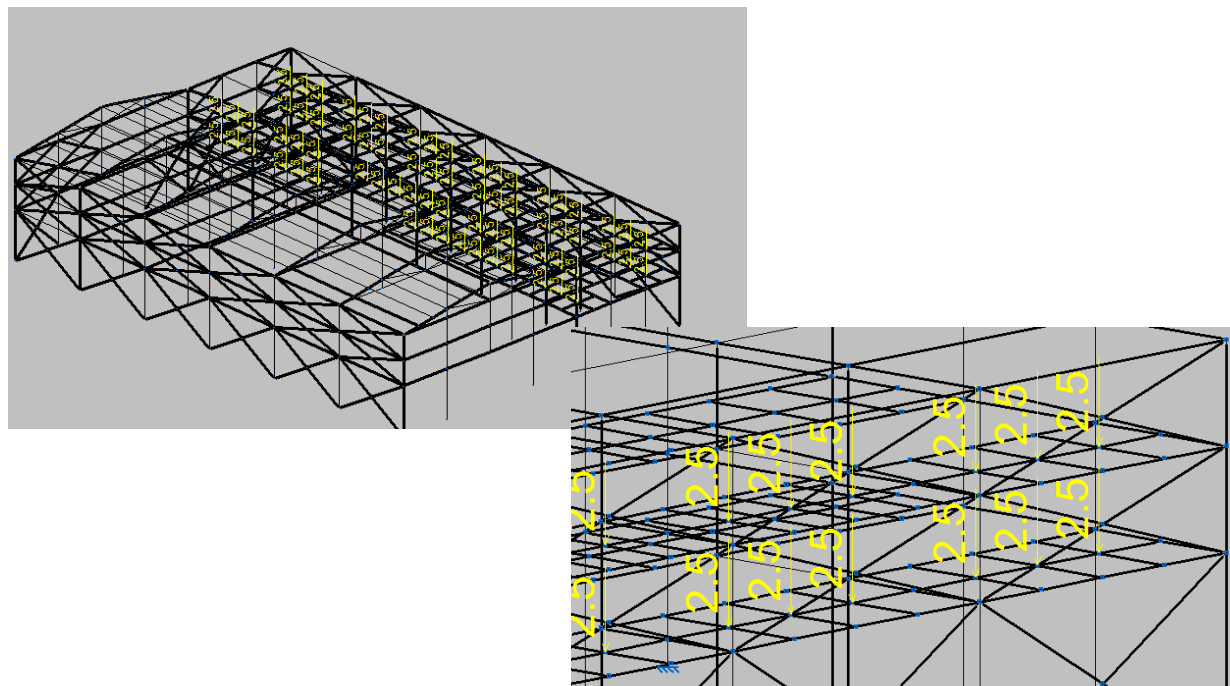


Imagen 27: Ejemplo aplicación carga de la embarcación sobre 3 puntos

Cabe resaltar que, en la zona de almacenaje, se ha creído conveniente seleccionar esta carga máxima, y no la carga de la moto de agua o de un palet de almacenamiento, debido a que su peso es bastante menor. Se puede ver en el apartado anterior 3.1.1 Condiciones de uso.

Referente a la zona de las oficinas, se ha aplicado una carga de  $800\text{kg/m}^2$ , tal y como se puede ver en la siguiente imagen:

También se ha considerado el peso propio de la estructura.

Para el cálculo en cubierta, se ha pensado en el tipo de cubierta ligera sobre correas accesible únicamente para su conservación, por lo que la carga aplicada ha sido de  $0.4\text{kN/m}^2$ .

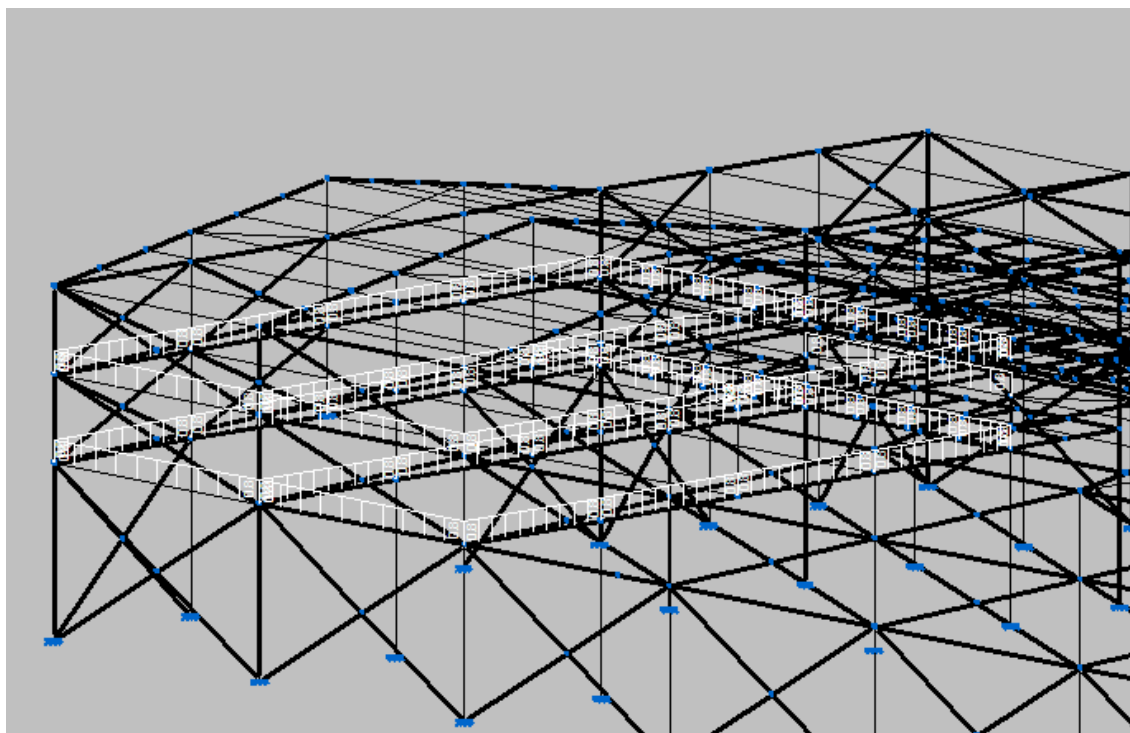


Imagen 28: Ejemplo aplicación carga en las barras las cuales sostienen las oficinas y zonas comunes

## 4.1.2 Cargas Variables y Sismo

En este caso, tal y como se explica en el punto 3.2.2.1, se diferencian distintos tipos, de los cuales la normativa CTE lo considera.

- Cubierta no transitable, excepto para labores de mantenimiento.

Este tipo de cubierta será la cubierta superior o externa.

- La carga de viento es la de la zona de Barcelona 29 m/s..

- Se cree conveniente calcular con carga de nieve debido a que en estos últimos años, con el cambio climático está comenzando a nevar más de lo normal.

## 4.2 Resolución y Comprobación Mediante CYPE 2017

Observando el ANEJO 02 CÁLCULO ESTRUCTURAL CYPE, podemos ver que los resultados finales obtenidos referente a las tensiones, la deformada y las flechas de los perfiles introducidos, son válidas, ya que están comprendidas por debajo del límite permitido.

### 4.2.1 Evaluación y Análisis de los Resultados Obtenidos

Como evaluación y análisis de los resultados obtenidos, se ha creído conveniente para no inflar el proyecto de una gran cantidad de folios, la extracción de resultados e imágenes como detalle para poder comentarlos, ya que, en el caso de querer ver todos los resultados obtenidos, mirando el anejo correspondiente, no habrá ningún tipo de problema.

No obstante, podemos ver que los momentos torsores y flectores en las barras, cumplen la resistencia mínima. Tal y como se puede ver en la tabla siguiente:

Comprobación de resistencia a temperatura ambiente										
Barra	$\eta$ (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (t)	$V_x$ (t)	$V_z$ (t)	Mt (t.m)	$M_x$ (t.m)	$M_z$ (t.m)		
N1/N25	17.15	0.195	-15.904	-2.402	2.596	0.014	9.458	-2.221	GV	Cumple
N25/N27	5.91	0.120	-8.253	1.125	-2.187	0.009	-2.565	1.049	GV	Cumple
N27/N2	4.45	1.894	3.100	0.239	0.658	0.005	-4.608	0.436	GV	Cumple
N3/N33	32.09	0.000	-5.792	5.392	-0.171	-0.005	-0.625	10.649	GV	Cumple
N33/N35	10.81	2.870	-6.165	3.095	0.970	0.000	-2.833	-2.854	GV	Cumple

Tabla 2: Parte de tabla extraída de los cálculos estructurales.



Y las flechas de las barras de nuestra estructura, le sucede lo mismo que a los momentos, cumplen sin ningún tipo de problema.

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta $\chi_y$		Flecha máxima absoluta $\chi_z$		Flecha activa absoluta $\chi_y$		Flecha activa absoluta $\chi_z$	
	Flecha máxima relativa $\chi_y$		Flecha máxima relativa $\chi_z$		Flecha activa relativa $\chi_y$		Flecha activa relativa $\chi_z$	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N16/N18	16.107	12.40	10.489	1.24	15.474	22.23	10.489	1.24
	16.107	$L/(>1000)$	10.174	$L/(>1000)$	16.107	$L/(>1000)$	10.174	$L/(>1000)$
N20/N21	0.369	0.20	0.369	0.02	0.369	0.35	0.369	0.03
	0.369	$L/(>1000)$	0.369	$L/(>1000)$	0.369	$L/(>1000)$	0.369	$L/(>1000)$
.....	3.542	1.20	1.932	0.18	3.542	2.08	1.932	0.18

Tabla 3: Parte de tabla extraída de los cálculos estructurales.

Referente a la abolladura flexión debido a la compresión del ala, la resistencia a la tracción, compresión, también son aceptables.

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

Se debe satisfacer:

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

$18.89 \leq 163.60$  ✓

Donde:

- $h_w$ : Altura del alma.
- $t_w$ : Espesor del alma.
- $A_w$ : Área del alma.
- $A_{t,comp}$ : 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.

- $h_w$  : 170.00 mm
- $t_w$  : 9.00 mm
- $A_w$  : 15.30 cm<sup>2</sup>
- $A_{t,comp}$  : 30.00 cm<sup>2</sup>
- $k$  : 0.30
- $E$  : 2140673 kD/cm<sup>2</sup>
- $f_{yf}$  : 2803.26 kD/cm<sup>2</sup>

Siendo:

Imagen 29: Datos del Anejo de cálculos estructurales.

En el cálculo, también se ha efectuado el análisis a la resistencia estructural en caso de incendio, por lo que dicha estructura está preparada para poder aguantar en caso de incendio los requisitos mínimos que nos marca el CTE.

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1 \qquad \eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N555, para la combinación de acciones PP+0.5·V(270°)H1.

**$N_{t,Ed}$** : Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.  **$N_{t,Ed}$** : 0.027 t

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

**$N_{t,Rd}$**  = A ·  $f_{y,d}$   **$N_{t,Rd}$** : 132.468 t

Donde:

- A**: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A**: 78.08 cm<sup>2</sup>
- $f_{y,d}$** : Resistencia de cálculo del acero.  **$f_{y,d}$** : 1696.56 kN/cm<sup>2</sup>
- $f_{y,d} = f_{y,k} / \gamma_{M,2}$
- Siendo:
  - $f_{y,k}$** : Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.  **$f_{y,k}$** : 1696.56 kN/cm<sup>2</sup>
  - $f_{y,k} = f_y \cdot k_{y,t}$
  - $f_y$** : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)  **$f_y$** : 2803.26 kN/cm<sup>2</sup>
  - $k_{y,t}$** : Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.  **$k_{y,t}$** : 0.61
  - $\gamma_{M,2}$** : Coeficiente parcial de seguridad del material.  **$\gamma_{M,2}$** : 1.00

Imagen 30: Datos del Anejo de cálculos estructurales.

Si analizamos la comprobación del E.L.U según el código (CTE DB SE-A), podemos ver que todos los estados cumplen.

Todas las tensiones y esfuerzos que nos aparecido en la estructura, cumplen debido a que están por debajo del límite elástico permisible.

Las cargas sísmicas según la NCSE-02 también son aceptable.

Finalmente, respecto a las uniones, como se puede apreciar, se ha considerado uniones soldadas, de manera que nos aparecen geometrías como las que se pueden ver en la imagen siguiente:

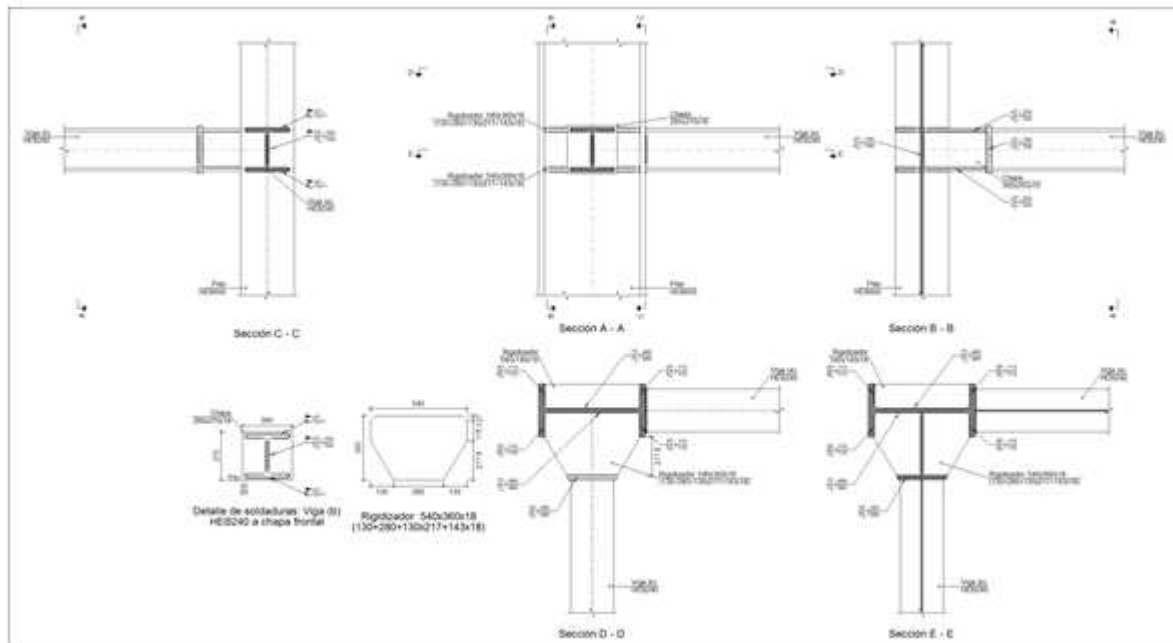


Imagen 31: Datos del Anejo de cálculos estructurales.

Durante el proceso de cálculo de nuestra estructura metálica, el software detecta algunas incidencias durante el análisis, de manera que te indica cuales son y dónde se encuentran localizadas.

Por ejemplo: que las alas superiores e inferiores no están enrasadas en la misma cota, o que la longitud del cordón no es lo suficientemente efectiva.

No obstante, estas suelen ser avisos para que se pueda mejorar u optimizar la estructura, pero no impide realizar el cálculo.

## 5. INSTALACIONES

La nave al estar destinada a realizar funciones de astillero, necesitará estar dotada de los siguientes sistemas o instalaciones:

### 5.1 Instalación Eléctrica

La instalación estará formada por un Cuadro General, que estará conectado a la red principal exterior de “Endesa”, separado por relés diferenciales, para poder independizar cada zona de manera individual. A partir de este cuadro, partirán las distintas líneas necesarias para el resto de la instalación. Toda la información, se verá recogida en el anexo correspondiente de electricidad.

### 5.2 Alumbrado

El sistema de alumbrado estará diferenciado por tres tipos diferentes, la iluminación exterior, la iluminación interior y la de emergencia. Por lo que refiere a la iluminación exterior, toda la zona del Port de Badalona, está prevista de iluminación exterior con farolas ubicadas cada cierta distancia reglamentaria. De manera que nos centraremos en los otros dos tipos de alumbrado, la iluminación interior y la de emergencia. En su correspondiente anexo de iluminación, se podrá ver todos los cálculos referentes al alumbrado.

#### 5.2.1 Iluminación

La nave tendrá espacios dedicados para oficinas en la primera planta y segunda, y el resto, será espacio dedicado a almacenamiento y trabajo. No obstante, todas las dependencias tendrán iluminación natural, artificial o mixta apropiada a la labor para la cual están diseñadas para su trabajo, garantizando el mínimo reglamentario de iluminación media en todas las zonas de la nave, siendo necesario iluminación artificial.

Para poder efectuar el cálculo de una correcta iluminación, se procederá a utilizar el programa “DIALUX 4.1” y el tutorial 281 (cálculo de luminarias) de “Inge mecánica”. Una vez calculado la cantidad de luminosidad necesaria, se procederá a la elección de las luminarias necesarias de primera calidad, para poder garantizar un funcionamiento óptimo y seguro, cumpliendo con un mínimo de iluminación de 300 lux según el real decreto

486/1997 (Disposiciones mínimas de seguridad y salud en lugares de trabajo), en la zona de trabajo con una exigencia visual moderada, y para la zona de almacenamiento, se considera una atención visual baja, con un nivel de iluminación de 100 lux.

## 5.2.2 Iluminación de emergencia

La nave deberá de disponer de un sistema de alumbrado de emergencia garantizando 1 hora de iluminación como mínimo, con una media de 5 lúmenes en los pasillos y distribuidores que dan acceso a la salida principal, facilitando cualquier tipo de evacuación en caso de tener un apagón del sistema eléctrico o fallo desde el exterior. Este sistema de emergencia estará dotado mediante sistemas autónomos o baterías, con una capacidad de 370 lúmenes, las cuales estarán ubicadas en su correspondiente plano de instalación eléctrica y del sistema contra incendios.

## 5.3 Instalación Climatización

La instalación de climatización, se centra fundamentalmente en la adaptación de las condiciones de humedad relativa y temperatura en la parte interna de la nave, haciendo las estancias y zonas para trabajar, lo más confortable y agradable posible.

Según la estación del año, a pesar que las condiciones meteorológicas en Badalona son confortables y no existen grandes cambios bruscos de temperatura, lo que se pretenderá es realizar aportación de calor en la zona de las oficinas en el interior de la nave, cuando las condiciones externas sean frías (invierno), y a la inversa, cuando las condiciones externas sean calientes (verano), se le aportará aire frío al interior.

Por lo que, para poder realizar correctamente este proceso, se ha decidido instalar unos “splits” de aire acondicionado con incorporación de bomba de calor, y así poder realizar el proceso reversible frío-calor. Estos splits estarán ubicados en la sala de estar que se comunica con la cocina, otro estará localizado en cada una de las oficinas.

## 5.4 Instalación Contra incendios

La instalación del sistema contra incendios estará realizada mediante el Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales (RSCIEI), tal y como se puede ver en el **Anejo 04 Estudio Contra Incendios.**

## 5.4.1 Aplicación RSCIEI

Para poder cumplir con las condiciones necesarias y unos requisitos mínimos, la instalación contra incendios deberá de cumplir con el reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (RSCIEI), según el real decreto 2267/2004 del 3 de diciembre, ya que nuestra nave tendrá como actividad principal la función de astillero, con almacenamiento de embarcaciones y motos de agua, por lo que se fundamentará en la industria naval.

## 5.4.2 Protección CI de la estructura

La nave, estará formada por estructura de acero como estructura principal, ya comentada anteriormente, y además de tener una imprimación de epoxi que nos garantizará una resistencia a la corrosión, se le aplicará una pintura intumescente para poder darle de esta manera, una protección pasiva contra el fuego, puede ser de cualquier marca, por ejemplo en la siguiente imagen se puede ver un ejemplo de pintura intumescente de la marca

Hempel, además de ver una estructura con la pintura anti corrosión y encima la pintura ya comentada,



Imagen 32: Tipo de pintura utilizada.

De esta manera, se puede lograr que, en caso de incendio, se pueda producir unos centímetros de espuma de baja conductividad térmica y poder proteger la perfiles metálica de la acción del calor cierto tiempo, para dar posibilidad de poder apaciguar o apagar el fuego originado en su interior,

En su correspondiente Anejo 04 Estudio Contra Incendios, se pueden ver todos los cálculos realizados según la normativa, además de poder determinar elementos necesarios en la instalación. Por lo que refiere a la disposición de elementos y evacuación, se puede ver el plano: P008-TFG-2018-INS008 SISTEMA CONTRAINCENDIOS A1

## **5.5 Instalación Fontanería y Saneamiento**

### **5.5.1 Descripción**

La nueva nave estará conectada a la red principal de suministro de agua potable de la localidad de Badalona. Además, en la primera y segunda planta del interior de la nave, se dispondrá de oficinas, lavabos, vestuarios con duchas, comedores, por lo que se dispondrá de agua fría y agua caliente.

No obstante, en la planta baja, habrá zonas dedicadas a la limpieza o de las embarcaciones, por lo que también se necesitará tener puntos de conexión de agua fría.

### **5.5.2 Instalación Agua fría**

La instalación de agua fría sanitaria estará conectada a la red de suministro de agua existente en el Port de Badalona, por el cual permitirá el abastecimiento de agua fría en todas las zonas incluso en la entrada del calentador.

### **5.5.3 Instalación Agua caliente**

Referente al agua caliente sanitaria, solamente está localizada en la planta 2, dónde además se encuentra ubicado el calentador de 8 litros Gianceschi. Si miramos el siguiente plano; "P011-TFG-2018-INS011 AGUAS SANITARIAS"

## **5.6 Instalación de Saneamiento**

### **5.6.1 Descripción**

Por lo que refiere a las aguas sanitarias, es decir, la recogida de aguas fecales de los WC, el agua de las duchas, picas de cocina, y las diferentes conexiones de agua en el interior del astillero, así como la recogida de las aguas pluviales mediante las canaletas que serán instaladas, la nueva nave dispondrá de un sistema de saneamiento para poder recoger y

evacuar de una manera correcta y fiable. El sistema de saneamiento se podrá ver en su correspondiente plano: " P009-TFG-2018-INS009 SISTEMA AGUAS RESIDUALES".

## **5.6.2 Red de aguas Residuales - Fecales (Alcantarillado)**

El sistema de aguas residuales-fecales, estará formado por todas las descargas de los lavabos, picas y duchas a un bajante que irá conectado a un colector de aguas residuales-fecales existentes en la zona urbana del puerto de Badalona.

## **5.6.3 Red de aguas Pluviales**

Mientras que el sistema de aguas pluviales de nuestra nave, tal y como se puede apreciar en el plano nombrado anteriormente, tenemos unas canaletas en los costados de la nave, conectadas a cada esquina, dando así a una caída de gúa a un bajante de DN80, los cuales van a parar encima de una arqueta de 50x50cm.

## **5.7 Instalación Aire Comprimido**

La instalación del sistema de aire comprimido en este astillero no es de relevante importancia debido a que no existen grandes maquinarias que funcionen mediante sistema neumático. A pesar de ello, se ha creído conveniente realizar una pequeña instalación mediante dos compresores de tornillo y un tanque de aire comprimido de baja presión, y así ubicar puntos de conexiones rápidas de aire comprimido (Ver plano: "P010-TFG-2018-INS010 SISTEMA AIRE COMPRIMIDO A2", en caso de necesidad.

## **5.8 Instalación de Ventilación**

La nave industrial la cual hemos definido tendrá la parte de almacenamiento de las naves en stock, y la parte del taller junto con sus dos plantas de oficinas. Todas las zonas están pensadas para tener ventilación natural, ya que tanto en la cubierta de la nave como en la del taller, se han instalado rejillas cortafuegos automáticas, para poder abrirse y cerrarse, y así dejar pasar el aire hacia el interior. También se tendrá en cuenta las puertas principales



de entrada, ya que estas mientras el astillero esté trabajando, estarán abiertas para facilitar la entrada y salida de mercancía, embarcaciones, vehículos, etc.

Por lo que refiere al espacio de las oficinas, todas tienen ventanas oscilobatientes, por lo que se podrá abrir de ambas maneras, y así, poder realizar la ventilación necesaria del local. De este modo, no será necesario la instalación de extractores de aire.

## 5.9 Instalación Puente Grúa

La nave estará dotada de un puente grúa de 16tn, marca ABUS. Este nos ofrecerá la posibilidad de manipular cualquier tipo de carga hasta las 16tn admisibles, en todo el ámbito del taller. Observando el plano: "P007-TFG-2018-DG007 DISPOSICIÓN PUENTE GRÚA", se puede ver como estaría pensado su instalación. No obstante, los perfiles nuevos el reforzado de la zona para que sea la base del nuevo puente grúa bi-raíl, debería estar pensada por el fabricante del mecanismo, en este caso sería ABUS.



Imagen 33: Ejemplo de puente grúa bi-raíl.



## 6 PLANIFICACIÓN DE LAS OBRAS

La duración final de la construcción de nuestra nave industrial ha sido estimada en 60 semanas, de las cuales, la duración del trabajo de ingeniería y trámites burocráticos es de 12 semanas, y la realización de las obras 48 semanas. Dicha realización de obras se efectuará después de la aceptación del trabajo de ingeniería, certificados y trámites burocráticos.

Se ha realizado mediante un diagrama de Gantt (imagen que se puede ver seguidamente), herramienta gráfica cuyo objetivo es exponer el tiempo de dedicación previsto para diferentes tareas o actividades a lo largo de un tiempo total determinado.

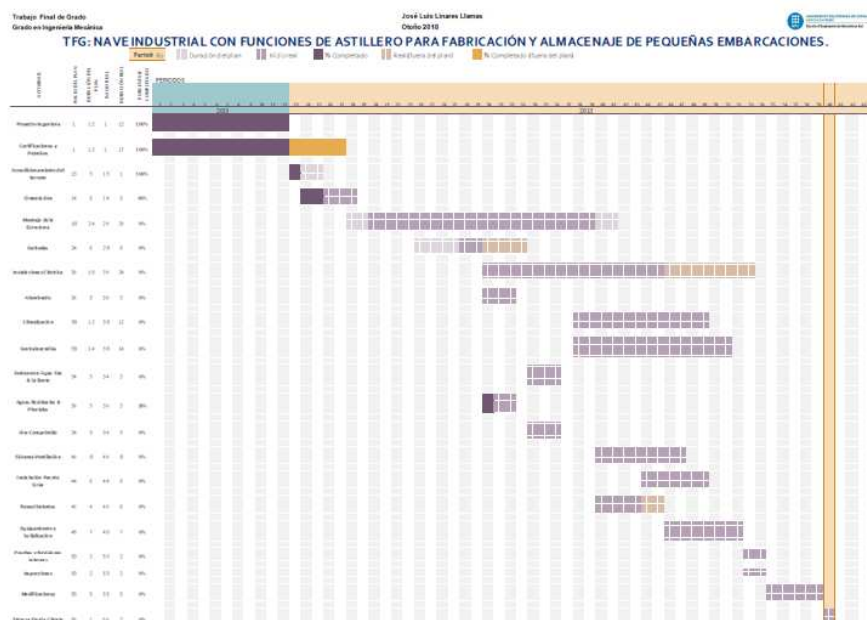


Tabla 04: Obtenida del anejo 5 diagrama de Gantt

Para poder ver con mayor detalle la estimación del proyecto, se puede observar el ANEJO 05 DIAGRAMA DE GANTT, el cual consiste en el diagrama de Gantt con todas las actividades a desarrollar, junto con las fechas de inicio y duración.

No obstante, en la siguiente tabla-resumen se pueden ver, las diferentes actividades principales junto con el período estimado para su desarrollo, de manera que se pueda tener una visión general de la construcción de nuestra nave industrial.

Actividad	Duración
Trabajo de Ingeniería	12
Permisos y Certificaciones	17
Acondicionamiento del Terreno	3
Cimentación	5
Montaje Estructural	20
Fachadas	6
Sistemas e Instalaciones	24
Revestimiento Interior	6
Equipamiento y Señalización	7
Pruebas y Revisiones internas	2
Inspecciones	2
Modificaciones	5

Tabla 05 Resumen de las actividades/duraciones principales.

Como se puede observar en la tabla anterior, la suma de toda la duración estimada para realizar la obra sobrepasaría las 60 semanas totales, de manera que implica que muchas de estas tareas, como se verá en el diagrama de Gantt se pueden efectuar al mismo tiempo, es decir, habrá tareas que se solaparán entre ellas.

## 7 IMPACTO MEDIOAMBIENTAL

En este apartado se realiza uno de los puntos más importantes del trabajo fin de grado, debido a que el impacto medioambiental en la actualidad, por motivos de la contaminación del planeta, está muy mirado por todos los países a nivel mundial. Por este motivo, se ha creído conveniente resaltar diferentes puntos según el estado de la construcción:

### 7.1 Afecciones Según Fase

Para realizar una evaluación del impacto ambiental de la construcción de la nueva nave industrial, es necesario evaluar de forma independiente cada una de los ciclos de vida, es decir, se estudiará las emisiones contaminantes producidas durante su construcción y por su explotación, de manera que estas serán diferenciadas según la fase de construcción, y según la fase de explotación.

Es necesario realizar la evaluación de este modo, dado que se trata de distintas situaciones donde existirá una diversidad de acciones claramente diferenciadas y dañinas para el medioambiente. Por ello, puesto que nos encontramos con un planeta frágil al que podemos dañar de manera irreparable si no lo cuidamos debidamente será necesario sensibilizar a todos los partícipes de la construcción, usuarios y explotadores de la nueva, de las consecuencias de una mala gestión medioambiental. Por este motivo es obligado prestar atención para anteponer como prioridad la prevención de la contaminación. Muchas empresas no están lo suficientemente sensibilizadas con esta causa ya que algunas se limitan a cumplir la legislación pensando que ello únicamente les provoca una disminución de beneficios, sin estudiar si la puesta en práctica de acciones medioambientales les reporta a largo plazo beneficios y prestigio.

#### 7.1.1 Afecciones Según Fase Construcción

Durante la construcción de una nave industrial, muchas son las situaciones que conllevan de una manera a otra algún tipo de contaminación. Dado que el material predominante de la estructura es el acero a continuación prestaremos atención en que este proceso causa una serie de agentes nocivos a la atmósfera.

##### La fabricación del acero

Para la obtención del acero utilizado en el proceso de fabricación normalmente se establece un procedimiento acorde a las especificaciones del material. Por norma general existen dos métodos para la obtención del acero.

Un primer método se basa partiendo de materias primas, tales como minerales de hierro, carbón mineral, carbonatos de calcio, etc., para obtener aceros al carbono, perfiles y chapas, entre otros.

Una segunda vía es la obtenida a través del reciclaje de aceros, llamada por re-fusión de chatarras donde se obtienen la mayor parte de aceros especiales, ya sean de baja, media o alta aleación. La instalación principal utilizada suele ser un horno eléctrico.

El acero utilizado en nuestro astillero, en primer lugar habrá pasado por un horno alto, que es la principal instalación para la reducción de minerales de hierro compuestos esencialmente por óxidos de este metal.

Las reacciones más importantes que tienen lugar en un alto horno son las siguientes:

1ª Combustión del coque, que es carbón mineral exento de fracciones volátiles, para producir monóxido de carbono CO desprendiendo de esta reacción una cantidad de calor que se aprovecha para elevar la temperatura de la masa reaccionante y aumentar así las velocidades de reacción. El CO es el elemento reductor fundamental que emplea esta instalación.

2ª La reacción del CO con los óxidos de hierro produciendo Fe metálico y CO<sub>2</sub> que abandona el horno por el recinto superior.

Debido a estas reacciones a la atmósfera se evacuarán gases contaminantes tales como el CO y CO<sub>2</sub> que provocan el efecto invernadero y la destrucción del ozono.

Por ello es recomendable que estos gases antes de expulsarlos a la atmósfera sean tratados mediante un sistema catalítico que asegure la reducción total del CO.

Durante la construcción se realizarán un gran número de soldaduras para unir las vigas que formarán la estructura final. Como en todo proceso de soldadura se obtendrá una escoria y

se generarán gases que en ocasiones pueden resultar perjudiciales, tal y como analizaremos más tarde.

## 7.1.2 Afecciones Según Fase Explotación

En el período de vida de la nueva nave industrial, muchas son las reparaciones y construcciones a las que se realizarán en su interior, además de tener en cuenta que se podrán construir embarcaciones de acero, aluminio y de fibra de vidrio o de carbono. No obstante, según el tipo de material que se requiera construir, se tendrán diferentes aspectos en cuenta.

### El proceso de pintado

A la hora de reparar o mantener una embarcación, el mantenimiento preventivo que más se realiza corresponde a la protección del casco mediante recubrimientos con características tales como las que a continuación se exponen.

Las pinturas deben de tener 2 cualidades fundamentales, una es la de ser anti-corrosiva, de modo que se pueda proteger las chapas de hierro del casco, y la otra es la de tener la capacidad de anti-incrustante, para impedir que se adhiera en la superficie del casco la flora y fauna marina.

Para realizar un correcto pintado se deberá de respetar un proceso:

1. Desengrasar y limpiar con productos específicos para este fin.
2. Aclarar con agua dulce y limpia y dejar secar.
3. Eliminar pintura mal adherida y cualquier tipo de corrosión.
4. Lijar toda la superficie.
5. Eliminar el polvo.
6. Reparar los arañazos e imperfecciones con parcheos de imprimación y masilla hasta llegar a las capas finales de acabado o de antiincrustantes.

Previo al pintado se llevan a cabo un conjunto de acciones que tienen por finalidad preparar la superficie a cubrir. Estas acciones son propensas a generar residuos contaminantes, a destacar:

### ***El Desengrasado***

Siempre debe limpiarse y desengrasarse el substrato antes de lijar para evitar que la suciedad penetre en la superficie durante el lijado. Las superficies que no necesitan lijado también deben limpiarse antes de pintar. Existen una gran variedad de desengrasantes concentrados.

El desengrasante junto con las partículas sólidas deberá de recogerse y almacenarlo en un recipiente para poder ser tratado a posteriori.

Existen dos posibilidades para extraer la capa de pintura antigua:

### ***El Lijado en seco***

Es preferible el lijado en seco para eliminar la pintura antigua (excepto los anti-incrustantes, que deben ser eliminados por lijado en húmedo). Ello proporciona una mejor adherencia a la nueva capa de pintura. El inconveniente es que levanta polvo, cuya inhalación puede ser nociva. Por lo tanto se recomienda usar una mascarilla.

### ***El Lijado húmedo***

Con el lijado en húmedo se evita el polvo. Es más rápido, porque el papel de lija no se gasta tan fácilmente si se mantiene húmedo y, por lo tanto, hay que cambiarlo con menos frecuencia.

El lijado de anti-incrustante de matriz dura debe hacerse siempre en húmedo, pues es peligroso inhalar el polvo. La lijadora de esponja es una buena ayuda, especialmente para lijar las pinturas de fondos. Tiene dos superficies de lijado distintas, y puede usarse en seco y en húmedo.



Se adoptarán a los equipos de lijado un sistema de aspiración, de manera que según se vaya lijando el propio equipo sea capaz de aspirar las impurezas, polvo y cuerpos sólidos.

El aspecto medioambiental es un tema preferente a la hora de la elaboración de cualquier producto relacionado con la pintura.

Es por ello que existen reglamentaciones internacionales que se ocupan de velar que las empresas relacionadas con el sector antes de lanzar un producto, debe de cumplir una serie de requisitos para no dañar el medioambiente.

Estos aspectos pueden ser la toxicidad, la inflamabilidad y cualquier otra característica que pueda dañar la atmósfera o la vida de cualquier ser vivo, fauna marina...

Las normativas medioambientales y de seguridad, tales como la norma UNE-EN-ISO 14001, referente a la gestión medioambiental, son generalmente cumplidas por las empresas dedicadas a la elaboración de recubrimientos, por ello es conveniente utilizar productos con estas especificaciones para reducir al máximo las emisiones contaminantes provocadas por muchos productos. Aun así, siempre se conoce que productos tales como pinturas, esmaltes y disolventes son factibles a emitir compuestos orgánicos volátiles (COV), por tanto para minimizar las mencionadas emisiones se aplicará en la medida de lo posible pintura al agua.

Por lo que refiere a embarcaciones de aluminio, este tipo de embarcaciones no sería necesario tener que pintar expresamente la embarcación, debido a que la estructura de aluminio no se corroe con el agua marina.

Finalmente, el tipo de embarcaciones fabricadas mediante materiales compuestos, el pintado de la embarcación se realiza directamente desde la extracción de la embarcación del molde.

## **La soldadura**

Muchas son las situaciones en las que debe de utilizarse algún procedimiento tal como la soldadura para unir piezas de acero, siendo esta una acción que puede poner en peligro el medio ambiente puesto que en ciertas situaciones se utiliza anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>) como

gas protector. Éste tiene la particularidad de ser molecularmente activo presentando un comportamiento de gas inerte a temperatura normal, pero con un comportamiento nocivo cuando se somete a la temperatura de soldadura ya que se disocia en monóxido de carbono y oxígeno hasta alcanzar concentraciones de  $O_2$  del 20 o 30%. Por ello, para evitar estas situaciones se utilizarán hilos de aportación ricos en elementos desoxidantes como el manganeso, silicio, aluminio, titanio o vanadio que tienen gran afinidad por el oxígeno, combinándose con él y evitando que lo haga el hierro. Una segunda opción consiste en utilizar otro tipo de gas inerte tal como el argón, helio y nitrógeno.

### **La contaminación acústica**

La existencia de grandes ruidos en la actividad diaria en un astillero provocado por el uso de gran maquinaria puede derivar a una contaminación acústica por un incremento de la presión sonora, por ello seguir un plan de actuación tal como el que se describe a continuación erradicaría este problema tan cotidiano que sufren muchos puertos. Las acciones a llevar a cabo serían:

- Mantener los sonómetros calibrados para garantizar la fiabilidad.
- Control de los puntos críticos de generación de ruidos para conocer la magnitud y poder actuar si se sobrepasan los límites establecidos para control operacional o por normativa.
- Comprobar la existencia de documentación de toda la maquinaria que corrobore su correcta funcionalidad (ITV, certificados de inspecciones periódicas, etc.).
- Insonorizar, cuando sea necesario, los alojamientos de la maquinaria fija ruidosa.
- Reparar o sustituir la maquinaria defectuosa.

### **Contaminación de aguas residuales**

La producción de aguas residuales estarán conectadas a las redes de saneamiento existentes, mediante las instalaciones previstas y especificadas en el apartado de instalaciones.

## Contaminación del agua marina

Establecer procedimientos de control que incluyan criterios operacionales para la realización de lavados o limpiezas, vaciado de circuitos o de otras operaciones que supongan contaminación de las aguas, es un método preventivo muy importante.

Se deberá prestar un especial cuidado para evitar contaminar el agua por situaciones como:

- Verter de forma accidental HC procedentes de depósitos o equipos.
- Disolventes de limpiezas de maquinaria y equipos de trabajo.
- Purgas de los equipos de refrigeración de los grupos electrógenos.

En último lugar se resume en tres puntos los procedimientos a utilizar para obrar de una manera adecuada ante un residuo:

- Identificar la topología de residuos i establecer los procedimientos de gestión: se pueden elaborar instrucciones técnicas referidas a la segregación del residuo especial, la identificación i codificación, las condiciones técnicas de almacenamiento y entrega al gestor autorizado.
- Formar i sensibilizar el personal en la aplicación de los procedimientos operativos de gestión de residuos; colocar carteles indicadores de los diferentes residuos.
- Se recomienda establecer por contrato las operaciones y responsabilidades en materia de gestión de residuos.

## 7.2 Residuos

Se ha creído conveniente, diferenciar entre las afecciones según construcción-explotación y los residuos.

### 7.2.1 Estimación de Residuos Generales

Se ha estimado la cantidad de residuos generados durante la construcción, a partir de las mediciones del proyecto, teniendo en cuenta el peso del material que se ha utilizado en la obra, así como todo el material sobrante y de embalaje de los propios productos suministrados.

### 7.2.1 Separación de Residuos

En la siguiente tabla, se realiza la separación de los residuos de construcción y los residuos ocasionados de la demolición si fuera necesario, indicados en kilogramos, a ser separados en la misma obra:

Tipo de residuo	Total residuos obra (t)	Umbral según norma (t)	Separación "en obra"
Hormigón	80	80	No obligatoria
Ladrillo	21	40	No obligatoria
Metales (incluidas sus aleaciones)	18	2	Obligatoria
Madera	3	1	Obligatoria
Vidrio	0.8	1	No obligatoria
Plástico	1	0,5	Obligatoria
Papel y cartón	1	0,5	Obligatoria

Tabla 06 Necesidad de separación de residuos

No obstante, estos residuos sólidos, tales como la chatarra, cartón, chapas, plásticos, serán almacenados en el punto limpio de la fábrica y gestionados por empresas especializadas en el tratamiento de estos materiales.

## 8. ESTIMACIÓN DE PRESUPUESTO

En este apartado, se realiza una breve descripción de cada punto del trabajo realizado, separando cada partida de manera individual. Para poder ver todo el presupuesto, de una forma más detallada, separando y diferenciando cada punto de manera independiente, estará indicado en su correspondiente apartado del proyecto Estimación de Presupuesto General.

Finalmente, se realizará un análisis de los costes que hayan surgido, para poder determinar si sería rentable o no su construcción.

ITEM	DESCRIPCIÓN	COSTE ESTIMADO (€)
8.1	Movimiento y Preparación de Tierras	76,775.60
8.2	Saneamiento	30,578.00
8.3	Cimentaciones y Soleras	197,847.75
8.4	Estructura Metálica	838,773.55
8.5	Cerramientos, Albañilería	235,900.02
8.6	Alicatados y Revestimiento de Techos y Paredes	2,726.50
8.7	Cerrajería, Defensas, Carpintería Metálica	15,916.00
8.8	Ventilación	10,953.42
8.9	Pinturas	39,284.91
8.10	Electricidad	86,506.85
8.11	Calefacción y Aire Acondicionado	6,875.22
8.12	Protección Contra incendios	92,502.56
8.13	Fontanería	6,386.76
8.14	Instalaciones Aire Comprimido	8,456.00
8.15	Instalación Puente Grúa	52,000.00

8.16	Instalación Ascensor	40,000.00
8.16	Ingeniería (Nuestro Trabajo)	20,832.00
<b>TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN DE MATERIAL</b>		<b>1,762,315.14</b>
<b>21% IVA</b>		<b>370,086.18</b>
<b>15% GASTOS GENERALES</b>		<b>264,347.27</b>
<b>10% BENEFICIO INDUSTRIAL</b>		<b>176,231.51</b>
<b>TOTAL PRESUPUESTO POR CONTRATO</b>		<b>2,572,980.11</b>
<b>EL COSTE TOTAL POR CONTRATO ES DE: DOS MILLONES QUINIENTOS SETENTA Y DOS MIL NUEVE CIENTOS OCHENTA EUROS CON 11 CÉNTIMOS</b>		

Nota:

No se ha tenido en cuenta en el presupuesto, todos los equipos y elementos necesarios para la explotación y funcionabilidad del astillero, bien sea carretillas elevadoras, ordenadores, electrodomésticos de comedor – cocina, etc.

Observando los resultados de costes obtenidos, se puede ver que el coste de la ejecución de material está en:

- **UN MILLÓN SETECIENTOS SESENTA Y DOS MIL TRESCIENTOS QUINCE EUROS CON 14 CÉNTIMOS (1,762,315.14€)**

Y si tenemos en cuenta los gastos generales, los beneficios industriales que se deciden obtener y finalmente el impuesto de valor añadido (21% iva), el coste final rondaría:

- **DOS MILLONES QUINIENTOS SETENTA Y DOS MIL NUEVE CIENTOS OCHENTA EUROS CON 11 CÉNTIMOS (2,572,980.11€)**

Así que, observando el resultado del coste obtenido, y sabiendo que la superficie de la nave es de 2400 m<sup>2</sup>, además de las 2 plantas de 500m<sup>2</sup> cada una de ellas, sin tenerlas en consideración nos saldría un valor de 1072.07 €/m<sup>2</sup>. Además, si la comparamos con el coste

del alquiler de una nave con similares características, el cual ronda los 30,000 € mensuales, en zonas del área metropolitana de Barcelona (no exclusivamente en zonas portuarias), siempre y cuando se adquiriera el terreno en forma de concesión a 20, 40 o 50 años, al cabo de los 6 años se comenzaría a amortizar el coste de la inversión de nuestro astillero. Esta afirmación sería sin tener en cuenta beneficios por explotación y construcción de nuevas embarcaciones. En caso de tener beneficios una vez estuviera funcionando el negocio, la amortización se iría reduciendo.

## 9 CONCLUSIONES

En este apartado, se podría diferenciar diferentes aspectos a la hora de realizar las conclusiones obtenidas mediante la realización de este trabajo: El primer aspecto sería las conclusiones obtenidas en el momento del dimensionamiento y cálculo de la estructura y sus correspondientes instalaciones, un segundo aspecto sería las conclusiones obtenidas por el impacto medioambiental, y finalmente un tercer aspecto el cual sería el debido al coste de la construcción.

### - Cálculo estructural.

El estudio estructural de nuestra nave industrial ha sido elaborado basándose en estructuras metálicas de este tipo existentes en la actualidad, de modo que, fueron observadas las características constructivas de diferentes naves y de esta manera se ha podido realizar el pre-dimensionado del objeto de estudio de nuestro proyecto de forma aproximada.

Cabe recalcar que, para efectuar el proceso de cálculo, se ha tenido en cuenta las fuerzas de acción más habituales que recaían sobre la estructura, dependiendo del tipo de carga a soportar, bien fuera una embarcación construida, una moto de agua, o bien una paleta de elementos de repuesto. Además, se ha tenido en cuenta el peso propio de toda la estructura, el peso máximo que puede existir en la superficie de la cubierta superior y plantas intermedias, el peso del puente grúa, el cual se instala para efectuar procesos de carga y descarga, e incluso el peso o las acciones provocadas por las condiciones meteorológicas tales como el viento, nieve...

Mediante el programa de cálculo y los procesos efectuados numéricamente, se ha podido estudiar que el pre-dimensionado que se ha realizado es aceptable, ya que el conjunto cumple las especificaciones estructurales. De manera que, según los cálculos realizados, cumpliendo la normativa del CTE, se puede deducir:

- Los resultados obtenidos a partir de las tensiones y deformaciones que han aparecido en la estructura, se pueden afirmar que están comprendidas por debajo del límite elástico permisible.



- De todas formas, observando los resultados obtenidos en las tensiones y deformaciones, a pesar de obtener unos resultados satisfactorios y que se encuentran por debajo del límite elástico permisible ( $\sigma$ : 275 N/mm<sup>2</sup>) y ( $\sigma$ : 235 N/mm<sup>2</sup>) , siempre se podría llegar a optimizar la estructura, bien sea mediante la modificación del tipo de perfiles utilizados o bien por un cambio de tipo de construcción.

- Cabe destacar la capacidad y el aprovechamiento del espacio de la nave, ya que esta ha sido dividida en dos zonas distintas, una para el uso de fabricación y reparación de embarcaciones, y la otra para el almacenamiento de las mismas. Además, es necesario tener en cuenta las 2 plantas superiores de 500m<sup>2</sup> cada una, para la funcionalidad de oficinas, comedor, sala de reuniones, vestuarios...

- Las instalaciones y sistemas los cuales formarán nuestro astillero, harán posible la funcionalidad de una manera correcta y funcional, permitiendo que se pueda desarrollar la actividad principal de nuestra nave la cual ha sido diseñada y construida.

### **- Impacto medioambiental**

También, nos hemos dado cuenta de la importancia que tiene el aspecto medioambiental a la hora de ser evaluado ya que, desde el comienzo de la preparación de los materiales, hasta la utilización de la nave en cuestión, se daña el medioambiente, y de esta manera, al saber las causas que esto conlleva, y los procesos que causan estos daños, se intenta realizar los acontecimientos de manera que la naturaleza sea lo menos afectada posible. No obstante, el impacto medioambiental final causado en la construcción de este trabajo, se puede considerar como positivo o correcto ya que, en fase inicial constructiva, todo el impacto medioambiental es mínimo y recuperable, siempre y cuando se proceda unas medidas protectoras y correctoras reglamentarias.

### **- Coste de la construcción**

Observando el coste final de la construcción, se puede ver que el resultado es de **2,575.980.11€ (Dos millones quinientos setenta y dos mil nueve cientos ochenta euros con 11 céntimos)**, y si esto lo desglosamos en los 2400m<sup>2</sup> que tiene como planta principal

y 2 plantas intermedias de 500m<sup>2</sup> cada una, obtenemos un precio de 1073.32 €/m<sup>2</sup> (sin tener en cuenta las plantas intermedias).

Finalmente, el propósito de la realización del trabajo final de grado, se ha llevado a cabo de manera satisfactoria, ya que se ha cumplido los objetivos propuestos al principio de la elaboración del trabajo, valorando esta experiencia como positiva y satisfactoria, teniendo que plasmar todos los conocimientos adquiridos.

Finalmente, con el presente documento doy exposición de mi proyecto final de grado y lo elevo al tribunal para su evaluación.

Bercelona, Otoño de 2018  
JOSE LUIS LINARES LLAMAS

## 10 BIBLIOGRAFÍA

### 10.1. Textos

- Alejandro Rodríguez de Torres, Jordi Maristany i Carreras. *Resistencia de Materiales. Flexión pura, simple, compuesta, flexión y torsión*. Hospitalet de Llobregat. Romagraf S.A . Juventud, 55. 1986.
- Alejandro Rodríguez de Torres, Jordi Maristany i Carreras. *Resistencia de Materiales. Introducción a la Resistencia de Materiales y Diagramas de Esfuerzos*. Hospitalet de Llobregat. Romagraf S.A . Juventud, 55. 1985.
- Rafael García García. Actas del octavo Congreso Nacional de Historia de la Construcción. Madrid, 9-12 Octubre de 2013. Instituto Juan Herrera.
- Prontuario de Productos Siderúrgicos “UAHE”. *Unión de Almacenistas de Hierros en España*. C/ Príncipe de Vergara, 74 – 28006 Madrid Tfno: 91 411 06 98 Fax: 91 411 18 34.
- “Elasticidad y Resistencia de Materiales” Luís Ortiz Berrocal. 3º Edición. Mc.Graw-Hill. 2007
- “CYPE 2008: Cálculo de estructuras metálicas con Nuevo Metal 3D” Antonio Manuel Reyes. Ed: Anaya Multimedia. 2008.
- “Monografía CTE, Seguridad Estructural Acero” Ed. Consejo Superior de los Colegios de Arquitectura de España.2009
- “Monografía CTE, Ahorro de Energía” Ed. Consejo Superior de los Colegios de Arquitectura de España. 2010
- Fernando Rodriguez- Arial Azcunaga. *Construcción Metálicas*. 6ª Edición. Librería Editorial Bellisco ,1987.
- Manuel Reina Gómez. *Soldadura de los aceros. Aplicaciones*. Besalto, 8, 2º A, Urbanización el Guijo. Galapagar. 28260 (Madrid).3ª Edición, Octubre de 1994.

- Cervera & Blanco. Mecánica de estructuras I. Resistencia de Materiales. 1ª Edición Septiembre 2001. Ediciones UPC.
- Cervera & Blanco. Mecánica de estructuras II. Resistencia de Materiales, 1ª Edición Febrero 2002. Ediciones UPC.
- Apuntes de las asignaturas realizadas durante los cuatro cursos en el grado de ingeniería mecánica:
  - Expresión gráfica y diseño asistido por ordenador (Solidworks, Autocad, Catia...)
  - Ingeniería de materiales.
  - Fundamentos de tecnología eléctrica.
  - Resistencia de los materiales
  - Estructuras industriales.

## 10.2 Páginas Web

- <http://ds.arcelormittal.com/repository/AMDS%20Iberia/Prontuario.pdf>
- [www.construnario.com](http://www.construnario.com). Página web de catálogos de fabricantes y soluciones constructivas.
- [http://www.nrmca.org/aboutconcrete/cips/CIP\\_25\\_ES.pdf](http://www.nrmca.org/aboutconcrete/cips/CIP_25_ES.pdf)
- <https://www.pladur.com/>
- <https://www.mecalux.es/manual-almacen/palets/palet-europeo-medidas>
- <https://www.deantonioyachts.com/>
- <https://es.sea-doo.com/>
- <https://www.fjordnet.com/>

- <http://www.tpi.cl/pdf/biblioteca/industrial/corros2.pdf>

- [www.cype.es](http://www.cype.es). Página web oficial del código comercial CYPE Ingenieros.

- [www.codigotecnico.org](http://www.codigotecnico.org). Página web oficial sobre el Código Técnico de la Edificación.

- <https://www.philips.es/c-m-li/elige-una-bombilla>

- <http://www.daisalux.com/es-es/default.aspx>

- <http://www.daikin.com/global/>

- <http://ittechnology24.com/tag/fire-damper/>

## 10.3 Normas y Reglamentos

- Código Técnico de la Edificación [CTE]

Real Decreto 1675/2008, de 17 de octubre, del Ministerio de Vivienda B.O.E.: 18-OCT-2008

- Reglamento de baja tensión 2002 [RBT]

- Ministerio de Fomento." Instrucción de acero estructural" 2011 [EAE]

- Reglamento de instalaciones térmicas de los edificios 2007 [RITE]

- Ministerio de Fomento." Instrucción de hormigón estructural" 2008 [EAE]

- CTE-DB-SE-A Seguridad estructural. Acero: Se excluyen puentes, silos, chimeneas, antenas, tanques o elementos específicos (Art. 1.1.1 DB-SE-A).

- CTE-DB-SE-F Fábricas: Aplicable a todo tipo de edificios

*Dpto. Resistencia de Materiales y Estructuras (DRMEE)*



# ANEJO I: TOPOGRAFÍA DE BADALONA

En este anejo se muestra la topografía de Badalona según la página web ([www.icc.es](http://www.icc.es)) del "Institut cartogràfic i Geològic de Catalunya". Esta base topográfica está a escala 1:5000, con una precisión de 1 metro en planimetría y 1,5m de altimetría, certificada por DNV-GL.



*Dpto. Resistencia de Materiales y Estructuras (DRMEE)*



# ANEJO II: CÁLCULO ESTRUCTURAL CYPE



## ANEJO 02: CÁLCULO ESTRUCTURAL “CYPE”

### Indice

1. Cálculo Estructural Nave Industrial “Astillero”.....	- 82 -
1.1 Datos iniciales de la obra.....	- 82 -
1.1.1 Normas utilizadas.....	- 83 -
1.1.2 Estados límites.....	- 85 -
1.1.3 Resistencia al fuego.....	- 88 -
1.1.4 Acciones con sismo dinámico.....	- 88 -
1.2 Estructura.....	- 86 -
1.2.1 Nudos.....	- 89 -
1.2.2 Barras.....	- 103 -
1.2.3 Características mecánicas.....	- 103 -
1.2.4 Tabla de medición.....	- 144 -
1.2.5 Resumen de medición.....	- 156 -
1.2.6 Medición de superficies.....	- 156 -
1.3 Cargas.....	- 158 -
1.4 Resultados.....	- 158 -
1.4.1 Resultados den la estructura.....	- 158 -
1.4.2 Resultados según cargas sísmicas.....	- 190 -
1.5 Uniones.....	- 195 -
1.6 Incidencias.....	- 218 -

## 1. Cálculo Estructural Nave Industrial “Astillero”

En este apartado, se incluye las características de la estructura de acero realizada para nuestra nave industrial, con todas sus características, normas utilizadas, y resultados obtenidos. Se realizará el cálculo de la estructura metálica la cual será la estructura principal de nuestra nave, junto a sus zapatas y placas de apoyo, mediante el programa de estructura civil “CYPE Ingenieros 2017” con el módulo de “generador de Pórticos” y “nuevo Metal 3D”. Además, se tendrá presente algunas incidencias que han surgido durante el cálculo, de las cuales podrían ser mejoradas.

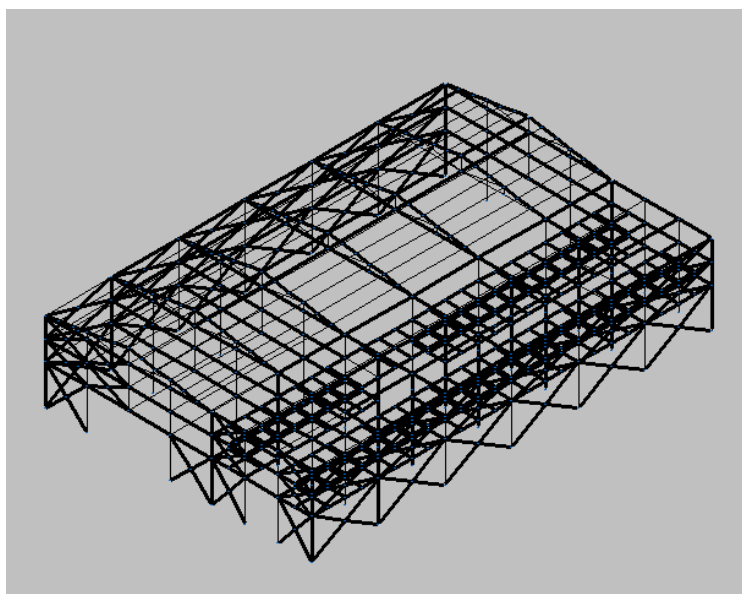


Imagen 01: Modelo de barras para cálculo en CYPE

### 1.1 Datos generales de la obra

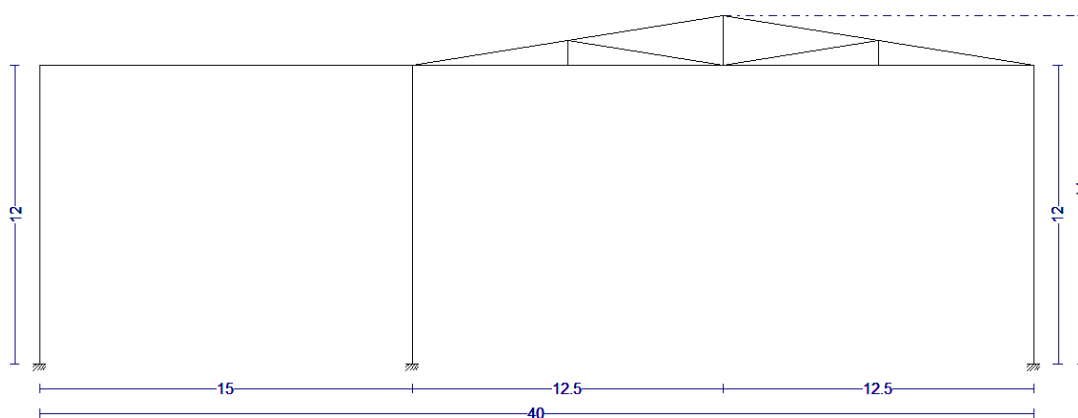


Imagen 02: Pórtico generado en CYPE

- Categoría de uso definida: D. Zona Comercial
- Número de vanos: 7
- Separación entre pórticos: 10 m
- Con cerramiento en cubierta
- Peso del cerramiento: 10 kg/m<sup>2</sup>
- Sobrecarga del cerramiento: 300 kg/m<sup>2</sup>
- Con cerramiento en los laterales:
- Peso del cerramiento: 10 kg/m<sup>2</sup>
- Con sobrecarga del viento según la norma CTE DB-SE-AE (España)



Imagen 03: Propiedades el viento según la zona

La acción del viento se calcula a partir de la presión estática  $q_e$  que actúa en la dirección perpendicular a la superficie expuesta. El programa obtiene de forma automática dicha presión, conforme a los criterios del Código Técnico de la Edificación DB-SE AE, en función de la geometría del edificio, la zona eólica y grado de aspereza seleccionados, y la altura sobre el terreno del punto considerado:

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

- Con sobrecarga de nieve CTE DB-SE-AE (España)

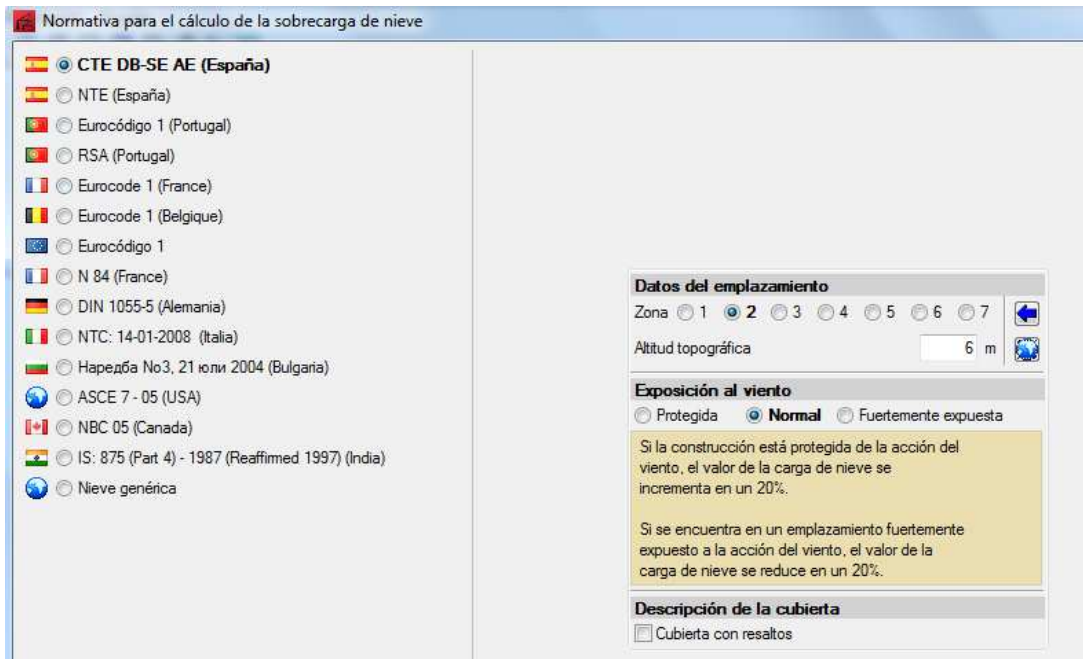


Imagen 04: Normativa para cálculo en CYPE

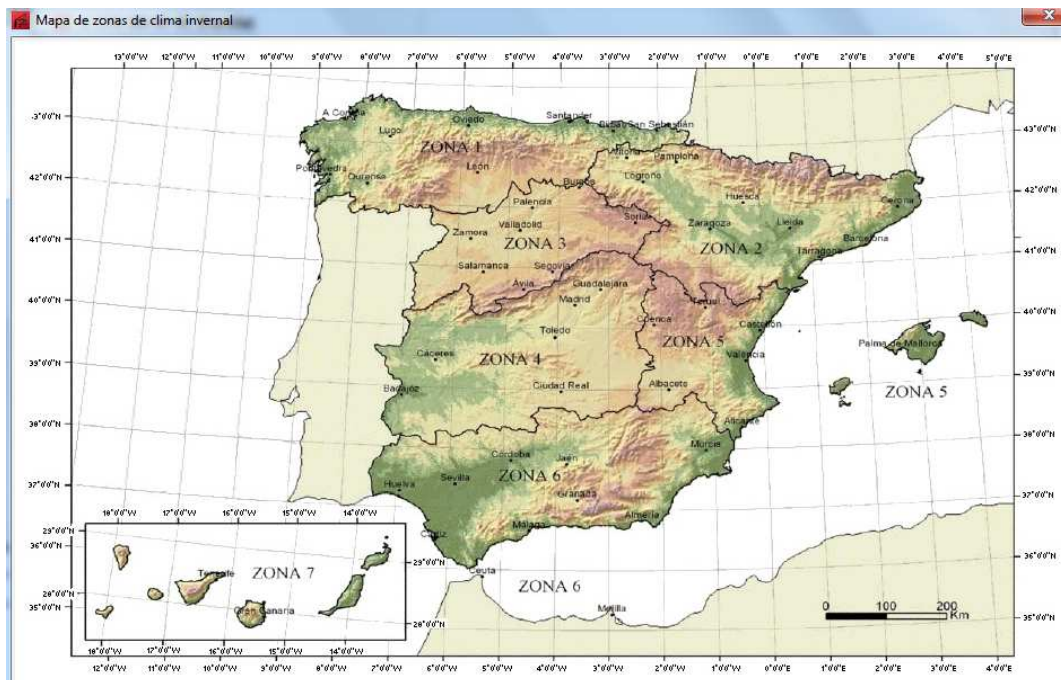


Imagen 05: Zona según CYPE en territorio español

- Se han considerado las combinaciones de cargas para cálculo de correas.
- Se ha considerado cota de nieve a una altura inferior o igual a 1000m

## 1.1.1 Normas utilizadas

- Hormigón: EHE-98-CTE (España)
- Acero conformado: CTE-DB-SE-A (España)
- Acero laminado: CTE-DB-SE-A (España)

## 1.1.2 Estados Límite

- E.L.U de rotura. Acero conformado: CTE DB SE-A
- E.L.U de rotura. Acero laminado: CTE DB SE-A
- Cota de nieve: altura igual o inferior a 1000m

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

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

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

#### - Situaciones persistentes o transitorias

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

#### - Situaciones sísmicas

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

#### - Situaciones accidentales

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

#### - Donde:

$G_k$  Acción permanente

$P_k$  Acción de pretensado

$Q_k$  Acción variable

$A_E$  Acción sísmica

$A_d$  Acción accidental

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

$\gamma_P$  Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado

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

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

$\gamma_{AE}$  Coeficiente parcial de seguridad de la acción sísmica

$\gamma_{Ad}$  Coeficiente parcial de seguridad de la acción accidental

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

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

<b>Persistente o transitoria</b>				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Pretensado, armadura postesa (PST)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q - Uso A)	0.000	1.500	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.500	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso C)	0.000	1.500	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso D)	0.000	1.500	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso E)	0.000	1.500	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.500	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G2)	0.000	1.500	1.000	0.000
Retracción (R)	1.000	1.500	-	-
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500
Temperatura (T)	0.000	1.500	1.000	0.600
Empujes del terreno (H)	0.700	1.350	-	-

<b>Persistente o transitoria (G1)</b>				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Pretensado, armadura postesa (PST)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q - Uso A)	0.000	1.500	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.500	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso C)	0.000	1.500	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso D)	0.000	1.500	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso E)	0.000	1.500	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.500	1.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G2)	0.000	1.500	0.000	0.000
Retracción (R)	1.000	1.500	-	-
Viento (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000

<b>Persistente o transitoria (G1)</b>				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Nieve (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000
Temperatura (T)	0.000	1.500	0.000	0.000
Empujes del terreno (H)	0.700	1.350	-	-

<b>Sísmica</b>				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Pretensado, armadura postesa (PST)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q - Uso A)	0.000	1.000	0.300	0.300
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.000	0.300	0.300
Sobrecarga (Q - Uso C)	0.000	1.000	0.600	0.600
Sobrecarga (Q - Uso D)	0.000	1.000	0.600	0.600
Sobrecarga (Q - Uso E)	0.000	1.000	0.600	0.600
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G2)	0.000	1.000	0.000	0.000
Retracción (R)	1.000	1.000	-	-
Viento (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Temperatura (T)	0.000	1.000	0.000	0.000
Empujes del terreno (H)	1.000	1.000	-	-
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000	0.000

<b>Accidental</b>				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Pretensado, armadura postesa (PST)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q - Uso A)	0.000	1.000	0.500	0.300
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.000	0.500	0.300
Sobrecarga (Q - Uso C)	0.000	1.000	0.700	0.600
Sobrecarga (Q - Uso D)	0.000	1.000	0.700	0.600
Sobrecarga (Q - Uso E)	0.000	1.000	0.700	0.600
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G2)	0.000	1.000	0.000	0.000
Retracción (R)	1.000	1.000	-	-
Viento (Q)	0.000	1.000	0.500	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.200	0.000
Temperatura (T)	0.000	1.000	0.500	0.000
Empujes del terreno (H)	1.000	1.000	-	-

Accidental				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Accidental (A)	1.000	1.000	-	-

Accidental de incendio				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Pretensado, armadura postesa (PST)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q - Uso A)	0.000	1.000	0.500	0.300
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.000	0.500	0.300
Sobrecarga (Q - Uso C)	0.000	1.000	0.700	0.600
Sobrecarga (Q - Uso D)	0.000	1.000	0.700	0.600
Sobrecarga (Q - Uso E)	0.000	1.000	0.700	0.600
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G2)	0.000	1.000	0.000	0.000
Retracción (R)	1.000	1.000	-	-
Viento (Q)	0.000	1.000	0.500	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.200	0.000
Temperatura (T)	0.000	1.000	0.500	0.000
Empujes del terreno (H)	1.000	1.000	-	-

### 1.1.3 Resistencia al Fuego

- Normativa utilizada para la resistencia al fuego:

**CTE DB SI. Anejo D: Resistencia al fuego de los elementos de acero.**

- Resistencia pedida: **R 30**

- Revestimiento de protección: **Panel rígido de Lana de roca**

- Densidad: **175.0 kg/m<sup>3</sup>**

- Conductividad: **0.20 W/(m·K)**

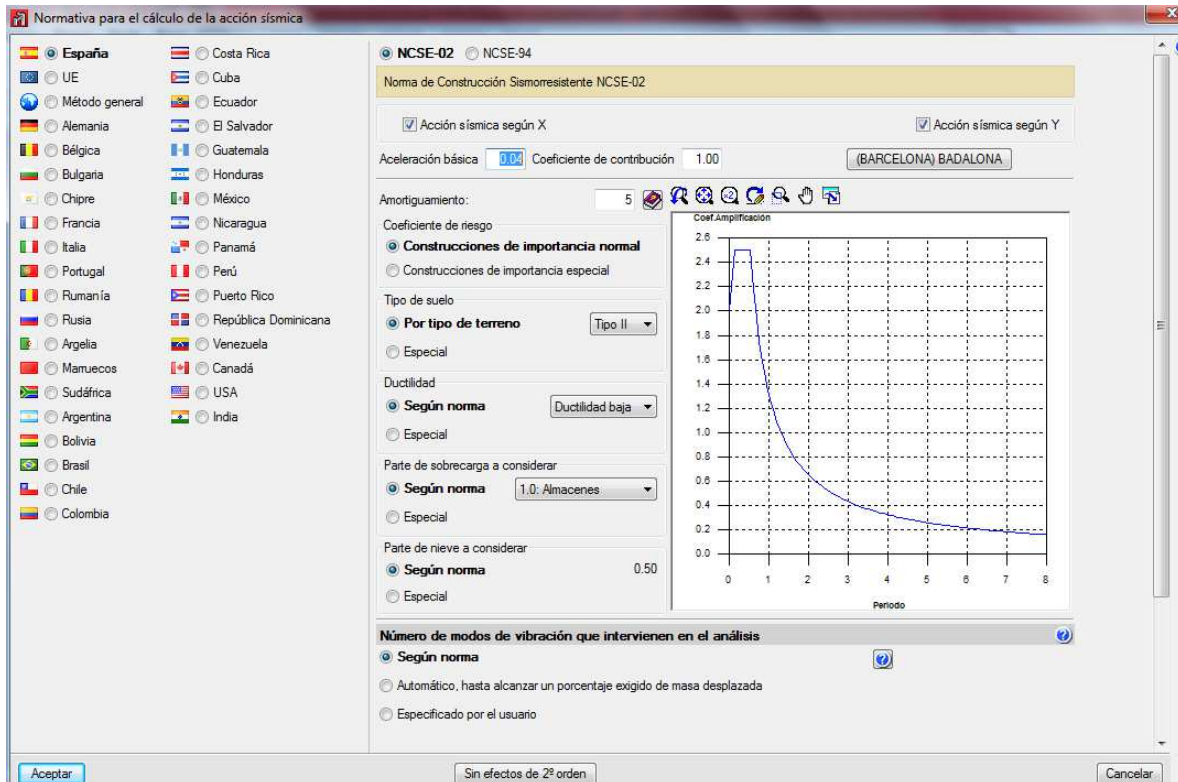
- Calor específico: **286.62 cal/kg·°C**

El espesor mínimo necesario de revestimiento para cada barra se indica en la tabla de comprobación de resistencia.

### 1.1.4 Acciones con sismo dinámico



Viendo la siguiente imagen, se puede ver que el programa de cálculo de estructuras "CYPE", se basa en la normativa NCSE-02 (España), con una ductilidad baja, un coeficiente de riesgo normal y tipo de terreno 2, lo cual implica que en nuestra zona será muy poco probable la existencia de terremotos o movimientos bruscos terrestres.



## 1.2 Estructura

Nuestra estructura de la nave estará formada por empotramientos fijos, nudos y barras, de los cuales se definirán en los siguientes apartados:

### 1.2.1 Nudos

Referencias:

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

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

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

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	$\Delta_x$	$\Delta_y$	$\Delta_z$	$\theta_x$	$\theta_y$	$\theta_z$	
N1	0.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N2	0.000	0.000	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N3	0.000	15.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N4	0.000	15.000	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N5	0.000	40.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N6	0.000	40.000	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N7	0.000	27.500	14.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N8	0.000	21.250	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N9	0.000	21.250	13.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N10	0.000	27.500	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N11	0.000	33.750	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N12	0.000	33.750	13.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N13	50.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N14	50.000	0.000	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N15	50.000	15.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N16	50.000	15.000	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N17	50.000	40.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N18	50.000	40.000	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N19	50.000	27.500	14.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N20	50.000	21.250	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N21	50.000	21.250	13.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N22	50.000	27.500	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N23	50.000	33.750	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N24	50.000	33.750	13.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N25	0.000	0.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N26	50.000	0.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N27	0.000	0.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N28	50.000	0.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N29	0.000	5.000	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N30	50.000	5.000	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N31	0.000	10.000	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N32	50.000	10.000	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N33	0.000	15.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N34	50.000	15.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N35	0.000	15.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N36	50.000	15.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N37	0.000	40.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N38	50.000	40.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N39	0.000	40.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N40	50.000	40.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N41	0.000	5.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N42	50.000	5.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N43	0.000	5.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	$\Delta_x$	$\Delta_y$	$\Delta_z$	$\theta_x$	$\theta_y$	$\theta_z$	
N44	50.000	5.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N45	0.000	5.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N46	50.000	5.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N47	0.000	10.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N48	50.000	10.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N49	0.000	10.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N50	50.000	10.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N51	0.000	10.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N52	50.000	10.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N53	0.000	21.250	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N54	50.000	21.250	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N55	0.000	33.750	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N56	50.000	33.750	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N57	40.000	0.000	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N58	30.000	0.000	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N59	20.000	0.000	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N60	10.000	0.000	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N61	10.000	40.000	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N62	20.000	40.000	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N63	30.000	40.000	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N64	40.000	40.000	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N65	10.000	15.000	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N66	20.000	15.000	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N67	30.000	15.000	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N68	40.000	15.000	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N69	10.000	27.500	14.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N70	20.000	27.500	14.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N71	30.000	27.500	14.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N72	40.000	27.500	14.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N73	10.000	27.500	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N74	20.000	27.500	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N75	30.000	27.500	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N76	40.000	27.500	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N77	10.000	0.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N78	20.000	0.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N79	30.000	0.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N80	40.000	0.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N81	10.000	0.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N82	20.000	0.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N83	30.000	0.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N84	40.000	0.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N85	10.000	15.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N86	20.000	15.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N87	30.000	15.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	$\Delta_x$	$\Delta_y$	$\Delta_z$	$\theta_x$	$\theta_y$	$\theta_z$	
N88	40.000	15.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N89	10.000	15.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N90	20.000	15.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N91	30.000	15.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N92	40.000	15.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N93	10.000	40.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N94	20.000	40.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N95	30.000	40.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N96	40.000	40.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N97	10.000	40.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N98	20.000	40.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N99	30.000	40.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N100	40.000	40.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N101	40.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N102	30.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N103	20.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N104	10.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N105	10.000	15.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N106	20.000	15.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N107	30.000	15.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N108	40.000	15.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N109	0.000	33.750	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N110	50.000	33.750	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N111	0.000	33.750	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N112	50.000	33.750	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N113	0.000	21.250	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N114	50.000	21.250	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N115	0.000	21.250	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N116	50.000	21.250	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N117	0.000	27.500	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N118	50.000	27.500	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N119	0.000	27.500	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N120	50.000	27.500	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N121	40.000	5.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N122	40.000	5.000	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N123	30.000	5.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N124	30.000	5.000	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N125	10.000	5.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N126	10.000	5.000	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N127	20.000	5.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N128	20.000	5.000	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N129	10.000	10.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N130	10.000	10.000	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N131	20.000	10.000	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	$\Delta_x$	$\Delta_y$	$\Delta_z$	$\theta_x$	$\theta_y$	$\theta_z$	
N132	30.000	10.000	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N133	40.000	10.000	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N134	40.000	10.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N135	30.000	10.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N136	20.000	10.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N137	10.000	21.250	13.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N138	20.000	21.250	13.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N139	30.000	21.250	13.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N140	40.000	21.250	13.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N141	40.000	33.750	13.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N142	30.000	33.750	13.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N143	20.000	33.750	13.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N144	10.000	33.750	13.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N145	40.000	5.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N146	30.000	5.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N147	20.000	5.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N148	10.000	5.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N149	40.000	5.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N150	30.000	5.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N151	20.000	5.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N152	10.000	5.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N153	10.000	40.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N154	20.000	40.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N155	30.000	40.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N156	40.000	40.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N157	10.000	10.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N158	10.000	10.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N159	20.000	10.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N160	30.000	10.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N161	40.000	10.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N162	20.000	10.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N163	30.000	10.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N164	40.000	10.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N165	30.000	21.250	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N166	20.000	21.250	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N167	10.000	21.250	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N168	10.000	33.750	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N169	20.000	33.750	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N170	30.000	33.750	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N171	42.500	0.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N172	42.500	5.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N173	45.000	0.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N174	45.000	5.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N175	47.500	0.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	$\Delta_x$	$\Delta_y$	$\Delta_z$	$\theta_x$	$\theta_y$	$\theta_z$	
N176	47.500	5.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N177	42.500	10.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N178	42.500	15.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N179	45.000	10.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N180	45.000	15.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N181	47.500	10.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N182	47.500	15.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N183	32.500	10.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N184	32.500	15.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N185	35.000	10.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N186	35.000	15.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N187	37.500	10.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N188	37.500	15.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N189	37.500	0.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N190	37.500	5.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N191	35.000	0.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N192	35.000	5.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N193	32.500	0.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N194	32.500	5.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N195	32.500	0.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N196	32.500	5.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N197	35.000	0.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N198	35.000	5.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N199	37.500	0.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N200	37.500	5.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N201	22.500	0.000	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N202	22.500	5.000	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N203	25.000	0.000	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N204	25.000	5.000	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N205	27.500	0.000	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N206	27.500	5.000	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N207	42.500	0.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N208	42.500	5.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N209	45.000	0.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N210	45.000	5.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N211	47.500	0.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N212	47.500	5.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N213	22.500	0.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N214	22.500	5.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N215	25.000	0.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N216	25.000	5.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N217	27.500	0.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N218	27.500	5.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N219	12.500	0.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	$\Delta_x$	$\Delta_y$	$\Delta_z$	$\theta_x$	$\theta_y$	$\theta_z$	
N220	12.500	5.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N221	15.000	0.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N222	15.000	5.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N223	17.500	0.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N224	17.500	5.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N225	12.500	0.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N226	12.500	5.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N227	15.000	0.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N228	15.000	5.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N229	17.500	0.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N230	17.500	5.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N231	2.500	0.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N232	2.500	5.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N233	5.000	0.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N234	5.000	5.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N235	7.500	0.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N236	7.500	5.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N237	2.500	0.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N238	2.500	5.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N239	5.000	0.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N240	5.000	5.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N241	7.500	0.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N242	7.500	5.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N243	47.500	10.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N244	47.500	15.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N245	45.000	10.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N246	45.000	15.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N247	42.500	10.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N248	42.500	15.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N249	37.500	10.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N250	37.500	15.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N251	2.500	10.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N252	2.500	15.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N253	5.000	10.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N254	5.000	15.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N255	7.500	10.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N256	7.500	15.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N257	12.500	10.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N258	12.500	15.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N259	15.000	10.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N260	15.000	15.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N261	17.500	10.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N262	17.500	15.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N263	22.500	10.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	$\Delta_x$	$\Delta_y$	$\Delta_z$	$\theta_x$	$\theta_y$	$\theta_z$	
N264	22.500	15.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N265	25.000	10.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N266	25.000	15.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N267	27.500	10.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N268	27.500	15.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N269	17.500	40.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N270	-10.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N271	-10.000	0.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N272	-10.000	0.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N273	-10.000	0.000	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N274	-10.000	15.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N275	-10.000	15.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N276	-10.000	15.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N277	-10.000	15.000	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N278	-10.000	5.000	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N279	-10.000	10.000	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N280	-10.000	40.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N281	-10.000	40.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N282	-10.000	40.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N283	-10.000	40.000	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N284	-10.000	21.250	13.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N285	-10.000	27.500	14.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N286	-10.000	33.750	13.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N287	-10.000	21.250	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N288	40.000	21.250	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N289	-10.000	27.500	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N290	-10.000	33.750	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N291	40.000	33.750	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N292	-10.000	5.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N293	-10.000	10.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N294	-10.000	5.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N295	-10.000	10.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N296	-10.000	33.750	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N297	-10.000	27.500	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N298	-10.000	21.250	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N299	-10.000	21.250	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N300	-10.000	27.500	6.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N301	-10.000	33.750	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N302	-10.000	5.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N303	-10.000	10.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N304	-10.000	33.750	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N305	-10.000	21.250	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N306	-7.500	0.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N307	-7.500	5.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado



Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	$\Delta_x$	$\Delta_y$	$\Delta_z$	$\theta_x$	$\theta_y$	$\theta_z$	
N308	-5.000	0.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N309	-5.000	5.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N310	-2.500	0.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N311	-2.500	5.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N312	-7.500	0.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N313	-7.500	5.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N314	-5.000	0.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N315	-5.000	5.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N316	-2.500	0.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N317	-2.500	5.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N318	10.000	21.250	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N319	10.000	21.250	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N320	10.000	21.250	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N321	10.000	33.750	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N322	10.000	33.750	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N323	10.000	33.750	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N324	-7.500	10.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N325	-7.500	15.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N326	-5.000	10.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N327	-5.000	15.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N328	-2.500	10.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N329	-2.500	15.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N330	22.500	0.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N331	22.500	5.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N332	25.000	0.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N333	25.000	5.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N334	35.000	10.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N335	35.000	15.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N336	32.500	10.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N337	32.500	15.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N338	22.500	10.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N339	22.500	15.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N340	25.000	10.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N341	25.000	15.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N342	27.500	10.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N343	27.500	15.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N344	2.500	10.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N345	2.500	15.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N346	5.000	10.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N347	5.000	15.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N348	7.500	10.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N349	7.500	15.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N350	-7.500	10.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N351	-7.500	15.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	$\Delta_x$	$\Delta_y$	$\Delta_z$	$\theta_x$	$\theta_y$	$\theta_z$	
N352	-5.000	10.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N353	-5.000	15.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N354	-2.500	10.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N355	-2.500	15.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N356	10.000	27.500	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N357	10.000	27.500	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N358	-10.000	2.500	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N359	0.000	2.500	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N360	50.000	2.500	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N361	10.000	2.500	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N362	20.000	2.500	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N363	30.000	2.500	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N364	40.000	2.500	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N365	0.000	2.500	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N366	40.000	2.500	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N367	50.000	2.500	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N368	30.000	2.500	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N369	20.000	2.500	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N370	10.000	2.500	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N371	-10.000	2.500	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N372	-10.000	12.500	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N373	0.000	12.500	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N374	50.000	12.500	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N375	20.000	12.500	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N376	30.000	12.500	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N377	40.000	12.500	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N378	0.000	12.500	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N379	40.000	12.500	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N380	50.000	12.500	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N381	30.000	12.500	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N382	20.000	12.500	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N383	10.000	12.500	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N384	-10.000	12.500	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N385	17.500	2.500	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N386	22.500	2.500	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N387	25.000	2.500	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N388	27.500	2.500	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N389	15.000	2.500	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N390	12.500	2.500	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N391	7.500	2.500	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N392	5.000	2.500	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N393	2.500	2.500	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N394	-7.500	2.500	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N395	-5.000	2.500	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	$\Delta_x$	$\Delta_y$	$\Delta_z$	$\theta_x$	$\theta_y$	$\theta_z$	
N396	-2.500	2.500	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N397	-7.500	2.500	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N398	-5.000	2.500	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N399	-2.500	2.500	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N400	47.500	12.500	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N401	47.500	2.500	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N402	45.000	2.500	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N403	42.500	2.500	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N404	37.500	2.500	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N405	35.000	2.500	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N406	32.500	2.500	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N407	47.500	2.500	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N408	2.500	2.500	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N409	5.000	2.500	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N410	7.500	2.500	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N411	12.500	2.500	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N412	15.000	2.500	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N413	17.500	2.500	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N414	22.500	2.500	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N415	25.000	2.500	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N416	32.500	2.500	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N417	27.500	0.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N418	27.500	5.000	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N419	27.500	2.500	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N420	35.000	2.500	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N421	37.500	2.500	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N422	42.500	2.500	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N423	45.000	2.500	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N424	45.000	12.500	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N425	42.500	12.500	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N426	47.500	12.500	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N427	45.000	12.500	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N428	42.500	12.500	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N429	37.500	12.500	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N430	35.000	12.500	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N431	32.500	12.500	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N432	37.500	12.500	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N433	35.000	12.500	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N434	32.500	12.500	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N435	27.500	12.500	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N436	25.000	12.500	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N437	22.500	12.500	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N438	27.500	12.500	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N439	25.000	12.500	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	$\Delta_x$	$\Delta_y$	$\Delta_z$	$\theta_x$	$\theta_y$	$\theta_z$	
N440	22.500	12.500	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N441	17.500	12.500	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N442	15.000	12.500	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N443	12.500	12.500	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N444	7.500	12.500	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N445	5.000	12.500	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N446	2.500	12.500	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N447	-2.500	12.500	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N448	-5.000	12.500	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N449	-7.500	12.500	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N450	7.500	12.500	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N451	5.000	12.500	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N452	2.500	12.500	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N453	-2.500	12.500	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N454	-5.000	12.500	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N455	-7.500	12.500	9.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N456	45.000	40.000	3.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N457	35.000	40.000	3.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N458	25.000	40.000	3.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N459	15.000	40.000	3.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N460	45.000	40.000	7.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N461	35.000	40.000	7.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N462	35.000	40.000	10.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N463	45.000	40.000	10.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N464	25.000	40.000	10.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N465	25.000	40.000	7.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N466	15.000	40.000	7.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N467	15.000	40.000	10.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N468	5.000	40.000	3.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N469	5.000	40.000	7.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N470	5.000	40.000	10.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N471	-5.000	40.000	3.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N472	-5.000	40.000	7.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N473	-5.000	40.000	10.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N474	45.000	0.000	10.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N475	35.000	0.000	10.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N476	25.000	0.000	10.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N477	15.000	0.000	10.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N478	5.000	0.000	10.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N479	-5.000	0.000	10.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N480	-5.000	0.000	7.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N481	-10.000	36.875	3.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N482	-10.000	18.125	3.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N483	-10.000	12.500	3.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	$\Delta_x$	$\Delta_y$	$\Delta_z$	$\theta_x$	$\theta_y$	$\theta_z$	
N484	-10.000	2.500	3.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N485	-10.000	36.875	7.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N486	-10.000	36.875	10.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N487	-10.000	30.625	10.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N488	-10.000	30.625	7.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N489	-10.000	12.500	10.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N490	-10.000	12.500	7.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N491	-10.000	2.500	10.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N492	-10.000	2.500	7.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N493	-5.000	0.000	3.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N494	5.000	0.000	3.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N495	15.000	0.000	3.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N496	25.000	0.000	3.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N497	35.000	0.000	3.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N498	45.000	0.000	3.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N499	5.000	0.000	7.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N500	15.000	0.000	7.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N501	25.000	0.000	7.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N502	35.000	0.000	7.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N503	45.000	0.000	7.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N504	-10.000	17.103	12.337	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N505	0.000	17.103	12.337	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N506	50.000	17.103	12.337	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N507	10.000	17.103	12.337	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N508	20.000	17.103	12.337	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N509	30.000	17.103	12.337	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N510	40.000	17.103	12.337	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N511	-10.000	19.206	12.673	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N512	0.000	19.206	12.673	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N513	50.000	19.206	12.673	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N514	10.000	19.206	12.673	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N515	20.000	19.206	12.673	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N516	30.000	19.206	12.673	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N517	40.000	19.206	12.673	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N518	-10.000	23.353	13.337	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N519	0.000	23.353	13.337	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N520	50.000	23.353	13.337	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N521	10.000	23.353	13.337	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N522	20.000	23.353	13.337	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N523	30.000	23.353	13.337	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N524	40.000	23.353	13.337	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N525	-10.000	25.456	13.673	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N526	0.000	25.456	13.673	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N527	50.000	25.456	13.673	-	-	-	-	-	-	Empotrado

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	$\Delta_x$	$\Delta_y$	$\Delta_z$	$\theta_x$	$\theta_y$	$\theta_z$	
N528	10.000	25.456	13.673	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N529	20.000	25.456	13.673	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N530	30.000	25.456	13.673	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N531	40.000	25.456	13.673	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N532	-10.000	37.897	12.337	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N533	0.000	37.897	12.337	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N534	50.000	37.897	12.337	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N535	10.000	37.897	12.337	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N536	20.000	37.897	12.337	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N537	30.000	37.897	12.337	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N538	40.000	37.897	12.337	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N539	-10.000	35.794	12.673	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N540	0.000	35.794	12.673	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N541	50.000	35.794	12.673	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N542	10.000	35.794	12.673	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N543	20.000	35.794	12.673	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N544	30.000	35.794	12.673	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N545	40.000	35.794	12.673	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N546	-10.000	31.647	13.337	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N547	0.000	31.647	13.337	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N548	50.000	31.647	13.337	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N549	10.000	31.647	13.337	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N550	20.000	31.647	13.337	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N551	30.000	31.647	13.337	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N552	40.000	31.647	13.337	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N553	-10.000	29.544	13.673	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N554	0.000	29.544	13.673	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N555	50.000	29.544	13.673	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N556	10.000	29.544	13.673	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N557	20.000	29.603	13.663	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N558	30.000	29.603	13.663	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N559	40.000	29.603	13.663	-	-	-	-	-	-	Empotrado

## 1.2.2 Barras

### 1.2.1 Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E (kp/cm <sup>2</sup> )	ν	G (kp/cm <sup>2</sup> )	f <sub>y</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	α <sub>t</sub> (m/m°C)	γ (t/m <sup>3</sup> )
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275	2140672.8	0.300	825688.1	2803.3	0.000012	7.850
Notación: E: Módulo de elasticidad ν: Módulo de Poisson G: Módulo de cortadura f <sub>y</sub> : Límite elástico α <sub>t</sub> : Coeficiente de dilatación γ: Peso específico							

### 1.2.2 Descripción

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			β <sub>xy</sub>	β <sub>xz</sub>	Lb <sub>Sup.</sub> (m)	Lb <sub>Inf.</sub> (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
Acero laminado	S275	N1/N25	N1/N2	HEB600 (HEB)	0.195	5.685	0.120	1.00	1.00	6.000	6.000
		N25/N27	N1/N2	HEB600 (HEB)	0.120	2.760	0.120	1.00	1.00	3.000	3.000
		N27/N2	N1/N2	HEB600 (HEB)	0.120	2.760	0.120	1.00	1.00	3.000	3.000
		N3/N33	N3/N4	HEB600 (HEB)	-	5.880	0.120	1.00	1.00	6.000	6.000
		N33/N35	N3/N4	HEB600 (HEB)	0.120	2.760	0.120	1.00	1.00	3.000	3.000
		N35/N4	N3/N4	HEB600 (HEB)	0.120	2.758	0.122	1.00	1.00	3.000	3.000
		N2/N29	N2/N4	HEB200 (HEB)	0.300	4.400	0.300	1.00	1.00	15.000	5.000
		N29/N31	N2/N4	HEB200 (HEB)	0.300	4.400	0.300	1.00	1.00	15.000	5.000
		N31/N4	N2/N4	HEB200 (HEB)	0.300	4.400	0.300	1.00	1.00	15.000	5.000
		N5/N39	N5/N6	HEB600 (HEB)	0.195	5.685	0.120	1.00	1.00	6.000	6.000
		N39/N37	N5/N6	HEB600 (HEB)	0.120	2.760	0.120	1.00	1.00	3.000	3.000
		N37/N6	N5/N6	HEB600 (HEB)	0.120	2.758	0.122	1.00	1.00	3.000	3.000
		N4/N505	N4/N7	HEB240 (HEB)	0.633	1.497	-	1.00	1.00	25.000	2.130
		N505/N512	N4/N7	HEB240 (HEB)	-	2.130	-	1.00	1.00	25.000	2.130
		N512/N9	N4/N7	HEB240 (HEB)	-	1.620	0.449	1.00	1.00	25.000	2.069
		N9/N519	N4/N7	HEB240 (HEB)	0.449	1.681	-	1.00	1.00	25.000	2.130
		N519/N526	N4/N7	HEB240 (HEB)	-	2.130	-	1.00	1.00	25.000	2.130
		N526/N7	N4/N7	HEB240 (HEB)	-	1.927	0.142	1.00	1.00	25.000	2.069
N6/N533	N6/N7	HEB240 (HEB)	0.633	1.497	-	1.00	1.00	25.000	2.130		

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$	Lb <sup>Sup.</sup> (m)	Lb <sup>Inf.</sup> (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N533/N540	N6/N7	HEB240 (HEB)	-	2.130	-	1.00	1.00	25.000	2.130
		N540/N12	N6/N7	HEB240 (HEB)	-	1.620	0.449	1.00	1.00	25.000	2.069
		N12/N547	N6/N7	HEB240 (HEB)	0.449	1.681	-	1.00	1.00	25.000	2.130
		N547/N554	N6/N7	HEB240 (HEB)	-	2.130	-	1.00	1.00	25.000	2.130
		N554/N7	N6/N7	HEB240 (HEB)	-	1.927	0.142	1.00	1.00	25.000	2.069
		N4/N8	N4/N6	HEB200 (HEB)	0.760	5.190	0.300	1.00	1.00	6.250	6.250
		N8/N10	N4/N6	HEB200 (HEB)	0.300	5.063	0.887	1.00	1.00	6.250	6.250
		N10/N11	N4/N6	HEB200 (HEB)	0.887	5.063	0.300	1.00	1.00	6.250	6.250
		N11/N6	N4/N6	HEB200 (HEB)	0.300	5.190	0.760	1.00	1.00	6.250	6.250
		N8/N9	N8/N9	HEB280 (HEB)	0.100	0.758	0.142	1.00	1.00	1.000	1.000
		N10/N9	N10/N9	HEB280 (HEB)	0.633	5.311	0.385	1.00	1.00	6.329	6.329
		N10/N7	N10/N7	HEB280 (HEB)	0.142	1.714	0.144	1.00	1.00	2.000	2.000
		N11/N12	N11/N12	HEB280 (HEB)	0.100	0.758	0.142	1.00	1.00	1.000	1.000
		N10/N12	N10/N12	HEB280 (HEB)	0.633	5.311	0.385	1.00	1.00	6.329	6.329
		N13/N26	N13/N14	HEB600 (HEB)	0.195	5.685	0.120	1.00	1.00	6.000	6.000
		N26/N28	N13/N14	HEB600 (HEB)	0.120	2.760	0.120	1.00	1.00	3.000	3.000
		N28/N14	N13/N14	HEB600 (HEB)	0.120	2.760	0.120	1.00	1.00	3.000	3.000
		N15/N34	N15/N16	HEB600 (HEB)	-	5.880	0.120	1.00	1.00	6.000	6.000
		N34/N36	N15/N16	HEB600 (HEB)	0.120	2.760	0.120	1.00	1.00	3.000	3.000
		N36/N16	N15/N16	HEB600 (HEB)	0.120	2.758	0.122	1.00	1.00	3.000	3.000
		N14/N30	N14/N16	HEB200 (HEB)	0.300	4.400	0.300	1.00	1.00	15.000	5.000
		N30/N32	N14/N16	HEB200 (HEB)	0.300	4.400	0.300	1.00	1.00	15.000	5.000
		N32/N16	N14/N16	HEB200 (HEB)	0.300	4.400	0.300	1.00	1.00	15.000	5.000
		N17/N40	N17/N18	HEB600 (HEB)	0.195	5.685	0.120	1.00	1.00	6.000	6.000
		N40/N38	N17/N18	HEB600 (HEB)	0.120	2.760	0.120	1.00	1.00	3.000	3.000
		N38/N18	N17/N18	HEB600 (HEB)	0.120	2.758	0.122	1.00	1.00	3.000	3.000
		N16/N506	N16/N19	HEB240 (HEB)	0.633	1.497	-	1.00	1.00	25.000	2.130
		N506/N513	N16/N19	HEB240 (HEB)	-	2.130	-	1.00	1.00	25.000	2.130



Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$	Lb <sub>Sup.</sub> (m)	Lb <sub>Inf.</sub> (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N513/N21	N16/N19	HEB240 (HEB)	-	1.620	0.449	1.00	1.00	25.000	2.069
		N21/N520	N16/N19	HEB240 (HEB)	0.449	1.681	-	1.00	1.00	25.000	2.130
		N520/N527	N16/N19	HEB240 (HEB)	-	2.130	-	1.00	1.00	25.000	2.130
		N527/N19	N16/N19	HEB240 (HEB)	-	1.927	0.142	1.00	1.00	25.000	2.069
		N18/N534	N18/N19	HEB240 (HEB)	0.633	1.497	-	1.00	1.00	25.000	2.130
		N534/N541	N18/N19	HEB240 (HEB)	-	2.130	-	1.00	1.00	25.000	2.130
		N541/N24	N18/N19	HEB240 (HEB)	-	1.620	0.449	1.00	1.00	25.000	2.069
		N24/N548	N18/N19	HEB240 (HEB)	0.449	1.681	-	1.00	1.00	25.000	2.130
		N548/N555	N18/N19	HEB240 (HEB)	-	2.130	-	1.00	1.00	25.000	2.130
		N555/N19	N18/N19	HEB240 (HEB)	-	1.927	0.142	1.00	1.00	25.000	2.069
		N16/N20	N16/N18	HEB200 (HEB)	0.760	5.190	0.300	1.00	1.00	6.250	6.250
		N20/N22	N16/N18	HEB200 (HEB)	0.300	5.063	0.887	1.00	1.00	6.250	6.250
		N22/N23	N16/N18	HEB200 (HEB)	0.887	5.063	0.300	1.00	1.00	6.250	6.250
		N23/N18	N16/N18	HEB200 (HEB)	0.300	5.190	0.760	1.00	1.00	6.250	6.250
		N20/N21	N20/N21	HEB280 (HEB)	0.100	0.758	0.142	1.00	1.00	1.000	1.000
		N22/N21	N22/N21	HEB280 (HEB)	0.633	5.311	0.385	1.00	1.00	6.329	6.329
		N22/N19	N22/N19	HEB280 (HEB)	0.142	1.714	0.144	1.00	1.00	2.000	2.000
		N23/N24	N23/N24	HEB280 (HEB)	0.100	0.758	0.142	1.00	1.00	1.000	1.000
		N22/N24	N22/N24	HEB280 (HEB)	0.633	5.311	0.385	1.00	1.00	6.329	6.329
		N25/N231	N25/N26	HEB240 (HEB)	0.150	2.350	-	1.00	1.00	-	-
		N231/N233	N25/N26	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N233/N235	N25/N26	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N235/N81	N25/N26	HEB240 (HEB)	-	2.256	0.244	1.00	1.00	-	-
		N81/N219	N25/N26	HEB240 (HEB)	0.244	2.256	-	1.00	1.00	-	-
		N219/N221	N25/N26	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N221/N223	N25/N26	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N223/N82	N25/N26	HEB240 (HEB)	-	2.291	0.209	1.00	1.00	-	-
		N82/N213	N25/N26	HEB240 (HEB)	0.209	2.291	-	1.00	1.00	-	-

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$	Lb <sup>Sup.</sup> (m)	Lb <sup>Inf.</sup> (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N213/N215	N25/N26	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N215/N217	N25/N26	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N217/N83	N25/N26	HEB240 (HEB)	-	2.291	0.209	1.00	1.00	-	-
		N83/N195	N25/N26	HEB240 (HEB)	0.209	2.291	-	1.00	1.00	-	-
		N195/N197	N25/N26	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N197/N199	N25/N26	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N199/N84	N25/N26	HEB240 (HEB)	-	2.256	0.244	1.00	1.00	-	-
		N84/N207	N25/N26	HEB240 (HEB)	0.244	2.256	-	1.00	1.00	-	-
		N207/N209	N25/N26	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N209/N211	N25/N26	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N211/N26	N25/N26	HEB240 (HEB)	-	2.350	0.150	1.00	1.00	-	-
		N27/N237	N27/N28	HEB240 (HEB)	0.150	2.350	-	1.00	1.00	-	-
		N237/N239	N27/N28	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N239/N241	N27/N28	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N241/N77	N27/N28	HEB240 (HEB)	-	2.256	0.244	1.00	1.00	-	-
		N77/N225	N27/N28	HEB240 (HEB)	0.244	2.256	-	1.00	1.00	-	-
		N225/N227	N27/N28	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N227/N229	N27/N28	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N229/N78	N27/N28	HEB240 (HEB)	-	2.291	0.209	1.00	1.00	-	-
		N78/N330	N27/N28	HEB240 (HEB)	0.209	2.291	-	1.00	1.00	-	-
		N330/N332	N27/N28	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N332/N417	N27/N28	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N417/N79	N27/N28	HEB240 (HEB)	-	2.291	0.209	1.00	1.00	-	-
		N79/N193	N27/N28	HEB240 (HEB)	0.209	2.291	-	1.00	1.00	-	-
		N193/N191	N27/N28	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N191/N189	N27/N28	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N189/N80	N27/N28	HEB240 (HEB)	-	2.256	0.244	1.00	1.00	-	-
		N80/N171	N27/N28	HEB240 (HEB)	0.244	2.256	-	1.00	1.00	-	-

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$	Lb <sup>Sup.</sup> (m)	Lb <sup>Inf.</sup> (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N171/N173	N27/N28	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N173/N175	N27/N28	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N175/N28	N27/N28	HEB240 (HEB)	-	2.350	0.150	1.00	1.00	-	-
		N26/N367	N26/N34	HEB240 (HEB)	0.300	2.200	-	1.00	1.00	-	-
		N367/N44	N26/N34	HEB240 (HEB)	-	2.200	0.300	1.00	1.00	-	-
		N44/N50	N26/N34	HEB240 (HEB)	0.300	4.400	0.300	1.00	1.00	-	-
		N50/N380	N26/N34	HEB240 (HEB)	0.300	2.200	-	1.00	1.00	-	-
		N380/N34	N26/N34	HEB240 (HEB)	-	2.200	0.300	1.00	1.00	-	-
		N25/N365	N25/N33	HEB240 (HEB)	0.300	2.200	-	1.00	1.00	-	-
		N365/N43	N25/N33	HEB240 (HEB)	-	2.200	0.300	1.00	1.00	-	-
		N43/N49	N25/N33	HEB240 (HEB)	0.300	4.400	0.300	1.00	1.00	-	-
		N49/N378	N25/N33	HEB240 (HEB)	0.300	2.200	-	1.00	1.00	-	-
		N378/N33	N25/N33	HEB240 (HEB)	-	2.200	0.300	1.00	1.00	-	-
		N28/N360	N28/N36	HEB240 (HEB)	0.300	2.200	-	1.00	1.00	-	-
		N360/N42	N28/N36	HEB240 (HEB)	-	2.200	0.300	1.00	1.00	-	-
		N42/N48	N28/N36	HEB240 (HEB)	0.300	4.400	0.300	1.00	1.00	-	-
		N48/N374	N28/N36	HEB240 (HEB)	0.300	2.200	-	1.00	1.00	-	-
		N374/N36	N28/N36	HEB240 (HEB)	-	2.200	0.300	1.00	1.00	-	-
		N27/N359	N27/N35	HEB240 (HEB)	0.300	2.200	-	1.00	1.00	-	-
		N359/N41	N27/N35	HEB240 (HEB)	-	2.200	0.300	1.00	1.00	-	-
		N41/N47	N27/N35	HEB240 (HEB)	0.300	4.400	0.300	1.00	1.00	-	-
		N47/N373	N27/N35	HEB240 (HEB)	0.300	2.200	-	1.00	1.00	-	-
		N373/N35	N27/N35	HEB240 (HEB)	-	2.200	0.300	1.00	1.00	-	-
		N7/N69	N7/N19	HEB240 (HEB)	0.140	9.860	-	1.00	1.00	-	-
		N69/N70	N7/N19	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N70/N71	N7/N19	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N71/N72	N7/N19	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N72/N19	N7/N19	HEB240 (HEB)	-	9.860	0.140	1.00	1.00	-	-

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$	Lb <sub>Sup.</sub> (m)	Lb <sub>Inf.</sub> (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N10/N73	N10/N22	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N73/N74	N10/N22	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N74/N75	N10/N22	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N75/N76	N10/N22	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N76/N22	N10/N22	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N4/N65	N4/N16	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N65/N66	N4/N16	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N66/N67	N4/N16	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N67/N68	N4/N16	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N68/N16	N4/N16	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N6/N61	N6/N18	HEB240 (HEB)	0.244	9.512	0.244	1.00	1.00	-	-
		N61/N62	N6/N18	HEB240 (HEB)	0.244	9.547	0.209	1.00	1.00	-	-
		N62/N63	N6/N18	HEB240 (HEB)	0.209	9.582	0.209	1.00	1.00	-	-
		N63/N64	N6/N18	HEB240 (HEB)	0.209	9.582	0.209	1.00	1.00	-	-
		N64/N18	N6/N18	HEB240 (HEB)	0.209	9.547	0.244	1.00	1.00	-	-
		N37/N93	N37/N38	HEB240 (HEB)	0.150	9.606	0.244	1.00	1.00	-	-
		N93/N94	N37/N38	HEB240 (HEB)	0.244	9.512	0.244	1.00	1.00	-	-
		N94/N95	N37/N38	HEB240 (HEB)	0.244	9.547	0.209	1.00	1.00	-	-
		N95/N96	N37/N38	HEB240 (HEB)	0.209	9.547	0.244	1.00	1.00	-	-
		N96/N38	N37/N38	HEB240 (HEB)	0.244	9.606	0.150	1.00	1.00	-	-
		N39/N97	N39/N40	HEB240 (HEB)	0.150	9.606	0.244	1.00	1.00	-	-
		N97/N269	N39/N40	HEB240 (HEB)	0.244	7.256	-	1.00	1.00	-	-
		N269/N98	N39/N40	HEB240 (HEB)	-	2.256	0.244	1.00	1.00	-	-
		N98/N99	N39/N40	HEB240 (HEB)	0.244	9.547	0.209	1.00	1.00	-	-
		N99/N100	N39/N40	HEB240 (HEB)	0.209	9.547	0.244	1.00	1.00	-	-
		N100/N40	N39/N40	HEB240 (HEB)	0.244	9.606	0.150	1.00	1.00	-	-
		N35/N113	N35/N37	HEB240 (HEB)	0.300	5.650	0.300	1.00	1.00	-	-
		N113/N117	N35/N37	HEB240 (HEB)	0.300	5.810	0.140	1.00	1.00	-	-

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$	Lb <sup>Sup.</sup> (m)	Lb <sup>Inf.</sup> (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N117/N109	N35/N37	HEB240 (HEB)	0.140	5.810	0.300	1.00	1.00	-	-
		N109/N37	N35/N37	HEB240 (HEB)	0.300	5.650	0.300	1.00	1.00	-	-
		N36/N114	N36/N38	HEB240 (HEB)	0.300	5.650	0.300	1.00	1.00	-	-
		N114/N118	N36/N38	HEB240 (HEB)	0.300	5.810	0.140	1.00	1.00	-	-
		N118/N110	N36/N38	HEB240 (HEB)	0.140	5.810	0.300	1.00	1.00	-	-
		N110/N38	N36/N38	HEB240 (HEB)	0.300	5.650	0.300	1.00	1.00	-	-
		N33/N115	N33/N39	HEB240 (HEB)	0.300	5.650	0.300	1.00	1.00	-	-
		N115/N119	N33/N39	HEB240 (HEB)	0.300	5.810	0.140	1.00	1.00	-	-
		N119/N111	N33/N39	HEB240 (HEB)	0.140	5.810	0.300	1.00	1.00	-	-
		N111/N39	N33/N39	HEB240 (HEB)	0.300	5.650	0.300	1.00	1.00	-	-
		N34/N116	N34/N40	HEB240 (HEB)	0.300	5.650	0.300	1.00	1.00	-	-
		N116/N120	N34/N40	HEB240 (HEB)	0.300	5.810	0.140	1.00	1.00	-	-
		N120/N112	N34/N40	HEB240 (HEB)	0.140	5.810	0.300	1.00	1.00	-	-
		N112/N40	N34/N40	HEB240 (HEB)	0.300	5.650	0.300	1.00	1.00	-	-
		N35/N252	N35/N36	HEB240 (HEB)	0.150	2.350	-	1.00	1.00	-	-
		N252/N254	N35/N36	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N254/N256	N35/N36	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N256/N85	N35/N36	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N85/N258	N35/N36	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N258/N260	N35/N36	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N260/N262	N35/N36	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N262/N86	N35/N36	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N86/N264	N35/N36	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N264/N266	N35/N36	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N266/N268	N35/N36	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N268/N87	N35/N36	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N87/N184	N35/N36	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N184/N186	N35/N36	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$	Lb <sub>Sup.</sub> (m)	Lb <sub>Inf.</sub> (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N186/N188	N35/N36	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N188/N88	N35/N36	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N88/N178	N35/N36	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N178/N180	N35/N36	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N180/N182	N35/N36	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N182/N36	N35/N36	HEB240 (HEB)	-	2.350	0.150	1.00	1.00	-	-
		N2/N60	N2/N14	HEB240 (HEB)	0.150	9.641	0.209	1.00	1.00	-	-
		N60/N59	N2/N14	HEB240 (HEB)	0.209	9.582	0.209	1.00	1.00	-	-
		N59/N201	N2/N14	HEB240 (HEB)	0.209	2.291	-	1.00	1.00	-	-
		N201/N203	N2/N14	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N203/N205	N2/N14	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N205/N58	N2/N14	HEB240 (HEB)	-	2.291	0.209	1.00	1.00	-	-
		N58/N57	N2/N14	HEB240 (HEB)	0.209	9.582	0.209	1.00	1.00	-	-
		N57/N14	N2/N14	HEB240 (HEB)	0.209	9.641	0.150	1.00	1.00	-	-
		N42/N30	N42/N30	HEB600 (HEB)	0.120	2.760	0.120	1.00	1.00	-	-
		N41/N29	N41/N29	HEB600 (HEB)	0.120	2.760	0.120	1.00	1.00	-	-
		N44/N42	N44/N42	HEB600 (HEB)	0.120	2.760	0.120	1.00	1.00	-	-
		N43/N41	N43/N41	HEB600 (HEB)	0.120	2.760	0.120	1.00	1.00	-	-
		N46/N44	N46/N44	HEB600 (HEB)	-	5.880	0.120	1.00	1.00	-	-
		N45/N43	N45/N43	HEB600 (HEB)	-	5.880	0.120	1.00	1.00	-	-
		N48/N32	N48/N32	HEB600 (HEB)	0.120	2.760	0.120	1.00	1.00	-	-
		N47/N31	N47/N31	HEB600 (HEB)	0.120	2.760	0.120	1.00	1.00	-	-
		N50/N48	N50/N48	HEB600 (HEB)	0.120	2.760	0.120	1.00	1.00	-	-
		N49/N47	N49/N47	HEB600 (HEB)	0.120	2.760	0.120	1.00	1.00	-	-
		N52/N50	N52/N50	HEB600 (HEB)	-	5.880	0.120	1.00	1.00	-	-
		N51/N49	N51/N49	HEB600 (HEB)	-	5.880	0.120	1.00	1.00	-	-
		N29/N126	N29/N30	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N126/N128	N29/N30	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$	Lb <sup>Sup.</sup> (m)	Lb <sup>Inf.</sup> (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N128/N202	N29/N30	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N202/N204	N29/N30	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N204/N206	N29/N30	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N206/N124	N29/N30	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N124/N122	N29/N30	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N122/N30	N29/N30	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N65/N167	N65/N73	HEB200 (HEB)	0.760	5.190	0.300	1.00	1.00	-	-
		N167/N73	N65/N73	HEB200 (HEB)	0.300	5.063	0.887	1.00	1.00	-	-
		N73/N168	N73/N61	HEB200 (HEB)	0.887	5.063	0.300	1.00	1.00	-	-
		N168/N61	N73/N61	HEB200 (HEB)	0.300	5.190	0.760	1.00	1.00	-	-
		N66/N166	N66/N74	HEB200 (HEB)	0.760	5.450	0.040	1.00	1.00	-	-
		N166/N74	N66/N74	HEB200 (HEB)	0.040	5.070	1.140	1.00	1.00	-	-
		N74/N169	N74/N62	HEB200 (HEB)	1.140	5.060	0.050	1.00	1.00	-	-
		N169/N62	N74/N62	HEB200 (HEB)	0.050	5.440	0.760	1.00	1.00	-	-
		N67/N165	N67/N75	HEB200 (HEB)	0.760	5.350	0.140	1.00	1.00	-	-
		N165/N75	N67/N75	HEB200 (HEB)	0.140	5.223	0.887	1.00	1.00	-	-
		N75/N170	N75/N63	HEB200 (HEB)	0.887	5.223	0.140	1.00	1.00	-	-
		N170/N63	N75/N63	HEB200 (HEB)	0.140	5.350	0.760	1.00	1.00	-	-
		N76/N72	N76/N72	HEB280 (HEB)	0.142	1.736	0.122	1.00	1.00	-	-
		N75/N71	N75/N71	HEB280 (HEB)	0.142	1.736	0.122	1.00	1.00	-	-
		N74/N70	N74/N70	IPE100 (IPE)	0.183	1.695	0.122	1.00	1.00	-	-
		N73/N69	N73/N69	HEB280 (HEB)	0.142	1.736	0.122	1.00	1.00	-	-
		N66/N508	N66/N70	HEB240 (HEB)	0.633	1.497	-	1.00	1.00	-	-
		N508/N515	N66/N70	HEB240 (HEB)	-	2.130	-	1.00	1.00	-	-
		N515/N138	N66/N70	HEB240 (HEB)	-	1.492	0.577	1.00	1.00	-	-
		N138/N522	N66/N70	HEB240 (HEB)	0.577	1.553	-	1.00	1.00	-	-
		N522/N529	N66/N70	HEB240 (HEB)	-	2.130	-	1.00	1.00	-	-
		N529/N70	N66/N70	HEB240 (HEB)	-	2.018	0.051	1.00	1.00	-	-

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$	Lb <sup>Sup.</sup> (m)	Lb <sup>Inf.</sup> (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N62/N536	N62/N70	HEB240 (HEB)	0.633	1.497	-	1.00	1.00	-	-
		N536/N543	N62/N70	HEB240 (HEB)	-	2.130	-	1.00	1.00	-	-
		N543/N143	N62/N70	HEB240 (HEB)	-	1.492	0.577	1.00	1.00	-	-
		N143/N550	N62/N70	HEB240 (HEB)	0.577	1.553	-	1.00	1.00	-	-
		N550/N557	N62/N70	HEB240 (HEB)	-	2.069	-	1.00	1.00	-	-
		N557/N70	N62/N70	HEB240 (HEB)	-	2.079	0.051	1.00	1.00	-	-
		N67/N509	N67/N71	HEB240 (HEB)	0.633	1.497	-	1.00	1.00	-	-
		N509/N516	N67/N71	HEB240 (HEB)	-	2.130	-	1.00	1.00	-	-
		N516/N139	N67/N71	HEB240 (HEB)	-	1.620	0.449	1.00	1.00	-	-
		N139/N523	N67/N71	HEB240 (HEB)	0.449	1.681	-	1.00	1.00	-	-
		N523/N530	N67/N71	HEB240 (HEB)	-	2.130	-	1.00	1.00	-	-
		N530/N71	N67/N71	HEB240 (HEB)	-	1.927	0.142	1.00	1.00	-	-
		N63/N537	N63/N71	HEB240 (HEB)	0.633	1.497	-	1.00	1.00	-	-
		N537/N544	N63/N71	HEB240 (HEB)	-	2.130	-	1.00	1.00	-	-
		N544/N142	N63/N71	HEB240 (HEB)	-	1.620	0.449	1.00	1.00	-	-
		N142/N551	N63/N71	HEB240 (HEB)	0.449	1.681	-	1.00	1.00	-	-
		N551/N558	N63/N71	HEB240 (HEB)	-	2.069	-	1.00	1.00	-	-
		N558/N71	N63/N71	HEB240 (HEB)	-	1.988	0.142	1.00	1.00	-	-
		N68/N510	N68/N72	HEB240 (HEB)	0.633	1.497	-	1.00	1.00	-	-
		N510/N517	N68/N72	HEB240 (HEB)	-	2.130	-	1.00	1.00	-	-
		N517/N140	N68/N72	HEB240 (HEB)	-	1.620	0.449	1.00	1.00	-	-
		N140/N524	N68/N72	HEB240 (HEB)	0.449	1.681	-	1.00	1.00	-	-
		N524/N531	N68/N72	HEB240 (HEB)	-	2.130	-	1.00	1.00	-	-
		N531/N72	N68/N72	HEB240 (HEB)	-	1.927	0.142	1.00	1.00	-	-
		N64/N538	N64/N72	HEB240 (HEB)	0.633	1.497	-	1.00	1.00	-	-
		N538/N545	N64/N72	HEB240 (HEB)	-	2.130	-	1.00	1.00	-	-
		N545/N141	N64/N72	HEB240 (HEB)	-	1.620	0.449	1.00	1.00	-	-
		N141/N552	N64/N72	HEB240 (HEB)	0.449	1.681	-	1.00	1.00	-	-



Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$	Lb <sub>Sup.</sub> (m)	Lb <sub>Inf.</sub> (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N552/N559	N64/N72	HEB240 (HEB)	-	2.069	-	1.00	1.00	-	-
		N559/N72	N64/N72	HEB240 (HEB)	-	1.988	0.142	1.00	1.00	-	-
		N65/N507	N65/N69	HEB240 (HEB)	0.633	1.497	-	1.00	1.00	-	-
		N507/N514	N65/N69	HEB240 (HEB)	-	2.130	-	1.00	1.00	-	-
		N514/N137	N65/N69	HEB240 (HEB)	-	1.620	0.449	1.00	1.00	-	-
		N137/N521	N65/N69	HEB240 (HEB)	0.449	1.681	-	1.00	1.00	-	-
		N521/N528	N65/N69	HEB240 (HEB)	-	2.130	-	1.00	1.00	-	-
		N528/N69	N65/N69	HEB240 (HEB)	-	1.927	0.142	1.00	1.00	-	-
		N61/N535	N61/N69	HEB240 (HEB)	0.633	1.497	-	1.00	1.00	-	-
		N535/N542	N61/N69	HEB240 (HEB)	-	2.130	-	1.00	1.00	-	-
		N542/N144	N61/N69	HEB240 (HEB)	-	1.620	0.449	1.00	1.00	-	-
		N144/N549	N61/N69	HEB240 (HEB)	0.449	1.681	-	1.00	1.00	-	-
		N549/N556	N61/N69	HEB240 (HEB)	-	2.130	-	1.00	1.00	-	-
		N556/N69	N61/N69	HEB240 (HEB)	-	1.927	0.142	1.00	1.00	-	-
		N80/N57	N80/N57	HEB600 (HEB)	0.120	2.760	0.120	1.00	1.00	-	-
		N84/N80	N84/N80	HEB600 (HEB)	0.120	2.760	0.120	1.00	1.00	-	-
		N101/N84	N101/N84	HEB600 (HEB)	0.195	5.685	0.120	1.00	1.00	-	-
		N79/N58	N79/N58	HEB600 (HEB)	0.120	2.760	0.120	1.00	1.00	-	-
		N83/N79	N83/N79	HEB600 (HEB)	0.120	2.760	0.120	1.00	1.00	-	-
		N102/N83	N102/N83	HEB600 (HEB)	0.184	5.696	0.120	1.00	1.00	-	-
		N78/N59	N78/N59	HEB600 (HEB)	0.120	2.760	0.120	1.00	1.00	-	-
		N82/N78	N82/N78	HEB600 (HEB)	0.120	2.760	0.120	1.00	1.00	-	-
		N103/N82	N103/N82	HEB600 (HEB)	0.195	5.685	0.120	1.00	1.00	-	-
		N77/N60	N77/N60	HEB600 (HEB)	0.120	2.760	0.120	1.00	1.00	-	-
		N81/N77	N81/N77	HEB600 (HEB)	0.120	2.760	0.120	1.00	1.00	-	-
		N104/N81	N104/N81	HEB600 (HEB)	0.195	5.685	0.120	1.00	1.00	-	-
		N85/N65	N85/N65	HEB600 (HEB)	0.120	2.758	0.122	1.00	1.00	-	-
		N89/N85	N89/N85	HEB600 (HEB)	0.120	2.760	0.120	1.00	1.00	-	-

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$	Lb <sup>Sup.</sup> (m)	Lb <sup>Inf.</sup> (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N105/N89	N105/N89	HEB600 (HEB)	-	5.880	0.120	1.00	1.00	-	-
		N86/N66	N86/N66	HEB600 (HEB)	0.120	2.758	0.122	1.00	1.00	-	-
		N90/N86	N90/N86	HEB600 (HEB)	0.120	2.760	0.120	1.00	1.00	-	-
		N106/N90	N106/N90	HEB600 (HEB)	-	5.880	0.120	1.00	1.00	-	-
		N87/N67	N87/N67	HEB600 (HEB)	0.120	2.758	0.122	1.00	1.00	-	-
		N91/N87	N91/N87	HEB600 (HEB)	0.120	2.760	0.120	1.00	1.00	-	-
		N107/N91	N107/N91	HEB600 (HEB)	-	5.880	0.120	1.00	1.00	-	-
		N88/N68	N88/N68	HEB600 (HEB)	0.120	2.758	0.122	1.00	1.00	-	-
		N92/N88	N92/N88	HEB600 (HEB)	0.120	2.760	0.120	1.00	1.00	-	-
		N108/N92	N108/N92	HEB600 (HEB)	-	5.880	0.120	1.00	1.00	-	-
		N109/N11	N109/N11	HEB600 (HEB)	0.120	2.780	0.100	1.00	1.00	-	-
		N110/N23	N110/N23	HEB600 (HEB)	0.120	2.780	0.100	1.00	1.00	-	-
		N111/N109	N111/N109	HEB600 (HEB)	0.120	2.760	0.120	1.00	1.00	-	-
		N112/N110	N112/N110	HEB600 (HEB)	0.120	2.760	0.120	1.00	1.00	-	-
		N55/N111	N55/N111	HEB600 (HEB)	-	5.880	0.120	1.00	1.00	-	-
		N56/N112	N56/N112	HEB600 (HEB)	-	5.880	0.120	1.00	1.00	-	-
		N113/N8	N113/N8	HEB600 (HEB)	0.120	2.780	0.100	1.00	1.00	-	-
		N114/N20	N114/N20	HEB600 (HEB)	0.120	2.780	0.100	1.00	1.00	-	-
		N115/N113	N115/N113	HEB600 (HEB)	0.120	2.760	0.120	1.00	1.00	-	-
		N116/N114	N116/N114	HEB600 (HEB)	0.120	2.760	0.120	1.00	1.00	-	-
		N53/N115	N53/N115	HEB600 (HEB)	-	5.880	0.120	1.00	1.00	-	-
		N54/N116	N54/N116	HEB600 (HEB)	-	5.880	0.120	1.00	1.00	-	-
		N117/N10	N117/N10	HEB280 (HEB)	0.120	2.738	0.142	1.00	1.00	-	-
		N118/N22	N118/N22	HEB280 (HEB)	0.120	2.738	0.142	1.00	1.00	-	-
		N119/N117	N119/N117	HEB280 (HEB)	0.120	2.760	0.120	1.00	1.00	-	-
		N120/N118	N120/N118	HEB280 (HEB)	0.120	2.760	0.120	1.00	1.00	-	-
		N57/N122	N57/N68	HEB200 (HEB)	0.300	4.400	0.300	1.00	1.00	-	-
		N122/N133	N57/N68	HEB200 (HEB)	0.300	4.400	0.300	1.00	1.00	-	-

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$	Lb <sup>Sup.</sup> (m)	Lb <sup>Inf.</sup> (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N133/N68	N57/N68	HEB200 (HEB)	0.300	4.400	0.300	1.00	1.00	-	-
		N58/N124	N58/N67	HEB200 (HEB)	0.300	4.400	0.300	1.00	1.00	-	-
		N124/N132	N58/N67	HEB200 (HEB)	0.300	4.400	0.300	1.00	1.00	-	-
		N132/N67	N58/N67	HEB200 (HEB)	0.300	4.400	0.300	1.00	1.00	-	-
		N60/N126	N60/N65	HEB200 (HEB)	0.300	4.400	0.300	1.00	1.00	-	-
		N126/N130	N60/N65	HEB200 (HEB)	0.300	4.400	0.300	1.00	1.00	-	-
		N130/N65	N60/N65	HEB200 (HEB)	0.300	4.400	0.300	1.00	1.00	-	-
		N59/N128	N59/N66	HEB200 (HEB)	0.300	4.400	0.300	1.00	1.00	-	-
		N128/N131	N59/N66	HEB200 (HEB)	0.300	4.400	0.300	1.00	1.00	-	-
		N131/N66	N59/N66	HEB200 (HEB)	0.300	4.400	0.300	1.00	1.00	-	-
		N121/N145	N121/N122	HEB600 (HEB)	-	5.880	0.120	1.00	1.00	-	-
		N145/N149	N121/N122	HEB600 (HEB)	0.120	2.760	0.120	1.00	1.00	-	-
		N149/N122	N121/N122	HEB600 (HEB)	0.120	2.760	0.120	1.00	1.00	-	-
		N123/N146	N123/N124	HEB600 (HEB)	-	5.880	0.120	1.00	1.00	-	-
		N146/N150	N123/N124	HEB600 (HEB)	0.120	2.760	0.120	1.00	1.00	-	-
		N150/N124	N123/N124	HEB600 (HEB)	0.120	2.760	0.120	1.00	1.00	-	-
		N125/N148	N125/N126	HEB600 (HEB)	-	5.880	0.120	1.00	1.00	-	-
		N148/N152	N125/N126	HEB600 (HEB)	0.120	2.760	0.120	1.00	1.00	-	-
		N152/N126	N125/N126	HEB600 (HEB)	0.120	2.760	0.120	1.00	1.00	-	-
		N127/N147	N127/N128	HEB600 (HEB)	-	5.880	0.120	1.00	1.00	-	-
		N147/N151	N127/N128	HEB600 (HEB)	0.120	2.760	0.120	1.00	1.00	-	-
		N151/N128	N127/N128	HEB600 (HEB)	0.120	2.760	0.120	1.00	1.00	-	-
		N129/N158	N129/N130	HEB600 (HEB)	-	5.880	0.120	1.00	1.00	-	-
		N158/N157	N129/N130	HEB600 (HEB)	0.120	2.760	0.120	1.00	1.00	-	-
		N157/N130	N129/N130	HEB600 (HEB)	0.120	2.760	0.120	1.00	1.00	-	-
		N31/N130	N31/N130	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N130/N131	N130/N131	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N131/N132	N131/N132	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$	Lb <sub>Sup.</sub> (m)	Lb <sub>Inf.</sub> (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N132/N133	N132/N133	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N133/N32	N133/N32	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N134/N164	N134/N133	HEB600 (HEB)	-	5.865	0.135	1.00	1.00	-	-
		N164/N161	N134/N133	HEB600 (HEB)	0.135	2.730	0.135	1.00	1.00	-	-
		N161/N133	N134/N133	HEB600 (HEB)	0.135	2.745	0.120	1.00	1.00	-	-
		N135/N163	N135/N132	HEB600 (HEB)	-	5.880	0.120	1.00	1.00	-	-
		N163/N160	N135/N132	HEB600 (HEB)	0.120	2.760	0.120	1.00	1.00	-	-
		N160/N132	N135/N132	HEB600 (HEB)	0.120	2.760	0.120	1.00	1.00	-	-
		N136/N162	N136/N131	HEB600 (HEB)	-	5.880	0.120	1.00	1.00	-	-
		N162/N159	N136/N131	HEB600 (HEB)	0.120	2.760	0.120	1.00	1.00	-	-
		N159/N131	N136/N131	HEB600 (HEB)	0.120	2.760	0.120	1.00	1.00	-	-
		N73/N137	N73/N137	HEB280 (HEB)	0.633	5.311	0.385	1.00	1.00	-	-
		N74/N138	N74/N138	IPE360 (IPE)	0.633	5.311	0.385	1.00	1.00	-	-
		N75/N139	N75/N139	HEB280 (HEB)	0.633	5.311	0.385	1.00	1.00	-	-
		N76/N140	N76/N140	HEB280 (HEB)	0.633	5.311	0.385	1.00	1.00	-	-
		N76/N141	N76/N141	HEB280 (HEB)	0.633	5.311	0.385	1.00	1.00	-	-
		N75/N142	N75/N142	HEB280 (HEB)	0.633	5.311	0.385	1.00	1.00	-	-
		N74/N143	N74/N143	IPE360 (IPE)	0.633	5.311	0.385	1.00	1.00	-	-
		N73/N144	N73/N144	HEB280 (HEB)	0.633	5.311	0.385	1.00	1.00	-	-
		N145/N208	N145/N44	HEB240 (HEB)	0.150	2.350	-	1.00	1.00	-	-
		N208/N210	N145/N44	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N210/N212	N145/N44	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N212/N44	N145/N44	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N84/N366	N84/N145	IPE160 (IPE)	0.300	2.200	-	1.00	1.00	-	-
		N366/N145	N84/N145	IPE160 (IPE)	-	2.200	0.300	1.00	1.00	-	-
		N83/N368	N83/N146	IPE160 (IPE)	0.300	2.200	-	1.00	1.00	-	-
		N368/N146	N83/N146	IPE160 (IPE)	-	2.200	0.300	1.00	1.00	-	-
		N82/N369	N82/N147	IPE160 (IPE)	0.300	2.200	-	1.00	1.00	-	-

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$	Lb <sub>Sup.</sub> (m)	Lb <sub>Inf.</sub> (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N369/N147	N82/N147	IPE160 (IPE)	-	2.200	0.300	1.00	1.00	-	-
		N81/N370	N81/N148	HEB120 (HEB)	0.300	2.200	-	1.00	1.00	-	-
		N370/N148	N81/N148	HEB120 (HEB)	-	2.200	0.300	1.00	1.00	-	-
		N146/N196	N146/N145	HEB240 (HEB)	0.150	2.350	-	1.00	1.00	-	-
		N196/N198	N146/N145	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N198/N200	N146/N145	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N200/N145	N146/N145	HEB240 (HEB)	-	2.350	0.150	1.00	1.00	-	-
		N43/N232	N43/N148	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N232/N234	N43/N148	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N234/N236	N43/N148	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N236/N148	N43/N148	HEB240 (HEB)	-	2.350	0.150	1.00	1.00	-	-
		N148/N220	N148/N147	HEB240 (HEB)	0.150	2.350	-	1.00	1.00	-	-
		N220/N222	N148/N147	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N222/N224	N148/N147	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N224/N147	N148/N147	HEB240 (HEB)	-	2.350	0.150	1.00	1.00	-	-
		N147/N214	N147/N146	HEB240 (HEB)	0.150	2.350	-	1.00	1.00	-	-
		N214/N216	N147/N146	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N216/N218	N147/N146	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N218/N146	N147/N146	HEB240 (HEB)	-	2.350	0.150	1.00	1.00	-	-
		N80/N364	N80/N149	IPE180 (IPE)	0.300	2.200	-	1.00	1.00	-	-
		N364/N149	N80/N149	IPE180 (IPE)	-	2.200	0.300	1.00	1.00	-	-
		N149/N172	N149/N42	HEB240 (HEB)	0.150	2.350	-	1.00	1.00	-	-
		N172/N174	N149/N42	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N174/N176	N149/N42	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N176/N42	N149/N42	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N150/N194	N150/N149	HEB240 (HEB)	0.150	2.350	-	1.00	1.00	-	-
		N194/N192	N150/N149	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N192/N190	N150/N149	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$	Lb <sup>Sup.</sup> (m)	Lb <sup>Inf.</sup> (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N190/N149	N150/N149	HEB240 (HEB)	-	2.350	0.150	1.00	1.00	-	-
		N79/N363	N79/N150	IPE160 (IPE)	0.300	2.200	-	1.00	1.00	-	-
		N363/N150	N79/N150	IPE160 (IPE)	-	2.200	0.300	1.00	1.00	-	-
		N78/N362	N78/N151	IPE160 (IPE)	0.300	2.200	-	1.00	1.00	-	-
		N362/N151	N78/N151	IPE160 (IPE)	-	2.200	0.300	1.00	1.00	-	-
		N151/N331	N151/N150	HEB240 (HEB)	0.150	2.350	-	1.00	1.00	-	-
		N331/N333	N151/N150	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N333/N418	N151/N150	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N418/N150	N151/N150	HEB240 (HEB)	-	2.350	0.150	1.00	1.00	-	-
		N77/N361	N77/N152	HEB140 (HEB)	0.300	2.200	-	1.00	1.00	-	-
		N361/N152	N77/N152	HEB140 (HEB)	-	2.200	0.300	1.00	1.00	-	-
		N152/N226	N152/N151	HEB240 (HEB)	0.150	2.350	-	1.00	1.00	-	-
		N226/N228	N152/N151	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N228/N230	N152/N151	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N230/N151	N152/N151	HEB240 (HEB)	-	2.350	0.150	1.00	1.00	-	-
		N41/N238	N41/N152	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N238/N240	N41/N152	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N240/N242	N41/N152	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N242/N152	N41/N152	HEB240 (HEB)	-	2.350	0.150	1.00	1.00	-	-
		N93/N61	N93/N61	HEB600 (HEB)	0.120	2.758	0.122	1.00	1.00	-	-
		N97/N93	N97/N93	HEB600 (HEB)	0.120	2.760	0.120	1.00	1.00	-	-
		N153/N97	N153/N97	HEB600 (HEB)	0.207	5.673	0.120	1.00	1.00	-	-
		N94/N62	N94/N62	HEB600 (HEB)	0.120	2.758	0.122	1.00	1.00	-	-
		N98/N94	N98/N94	HEB600 (HEB)	0.120	2.760	0.120	1.00	1.00	-	-
		N154/N98	N154/N98	HEB600 (HEB)	0.195	5.685	0.120	1.00	1.00	-	-
		N95/N63	N95/N63	HEB600 (HEB)	0.120	2.758	0.122	1.00	1.00	-	-
		N99/N95	N99/N95	HEB600 (HEB)	0.120	2.760	0.120	1.00	1.00	-	-
		N155/N99	N155/N99	HEB600 (HEB)	0.195	5.685	0.120	1.00	1.00	-	-

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$	Lb <sup>Sup.</sup> (m)	Lb <sup>Inf.</sup> (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N96/N64	N96/N64	HEB600 (HEB)	0.120	2.758	0.122	1.00	1.00	-	-
		N100/N96	N100/N96	HEB600 (HEB)	0.120	2.760	0.120	1.00	1.00	-	-
		N156/N100	N156/N100	HEB600 (HEB)	0.207	5.673	0.120	1.00	1.00	-	-
		N47/N251	N47/N157	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N251/N253	N47/N157	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N253/N255	N47/N157	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N255/N157	N47/N157	HEB240 (HEB)	-	2.350	0.150	1.00	1.00	-	-
		N49/N344	N49/N158	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N344/N346	N49/N158	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N346/N348	N49/N158	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N348/N158	N49/N158	HEB240 (HEB)	-	2.350	0.150	1.00	1.00	-	-
		N158/N383	N158/N89	HEB100 (HEB)	0.300	2.200	-	1.00	1.00	-	-
		N383/N89	N158/N89	HEB100 (HEB)	-	2.200	0.300	1.00	1.00	-	-
		N157/N85	N157/N85	HEB120 (HEB)	0.300	4.400	0.300	1.00	1.00	-	-
		N157/N257	N157/N159	HEB240 (HEB)	0.150	2.350	-	1.00	1.00	-	-
		N257/N259	N157/N159	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N259/N261	N157/N159	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N261/N159	N157/N159	HEB240 (HEB)	-	2.350	0.150	1.00	1.00	-	-
		N159/N375	N159/N86	IPE120 (IPE)	0.300	2.200	-	1.00	1.00	-	-
		N375/N86	N159/N86	IPE120 (IPE)	-	2.200	0.300	1.00	1.00	-	-
		N159/N263	N159/N160	HEB240 (HEB)	0.150	2.350	-	1.00	1.00	-	-
		N263/N265	N159/N160	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N265/N267	N159/N160	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N267/N160	N159/N160	HEB240 (HEB)	-	2.350	0.150	1.00	1.00	-	-
		N160/N183	N160/N161	HEB240 (HEB)	0.150	2.350	-	1.00	1.00	-	-
		N183/N185	N160/N161	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N185/N187	N160/N161	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N187/N161	N160/N161	HEB240 (HEB)	-	2.350	0.150	1.00	1.00	-	-

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$	Lb <sup>Sup.</sup> (m)	Lb <sup>Inf.</sup> (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N161/N177	N161/N48	HEB240 (HEB)	0.150	2.350	-	1.00	1.00	-	-
		N177/N179	N161/N48	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N179/N181	N161/N48	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N181/N48	N161/N48	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N161/N377	N161/N88	IPE120 (IPE)	0.300	2.200	-	1.00	1.00	-	-
		N377/N88	N161/N88	IPE120 (IPE)	-	2.200	0.300	1.00	1.00	-	-
		N160/N376	N160/N87	IPE120 (IPE)	0.300	2.200	-	1.00	1.00	-	-
		N376/N87	N160/N87	IPE120 (IPE)	-	2.200	0.300	1.00	1.00	-	-
		N162/N338	N162/N163	HEB240 (HEB)	0.150	2.350	-	1.00	1.00	-	-
		N338/N340	N162/N163	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N340/N342	N162/N163	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N342/N163	N162/N163	HEB240 (HEB)	-	2.350	0.150	1.00	1.00	-	-
		N163/N336	N163/N164	HEB240 (HEB)	0.150	2.350	-	1.00	1.00	-	-
		N336/N334	N163/N164	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N334/N249	N163/N164	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N249/N164	N163/N164	HEB240 (HEB)	-	2.350	0.150	1.00	1.00	-	-
		N164/N247	N164/N50	HEB240 (HEB)	0.150	2.350	-	1.00	1.00	-	-
		N247/N245	N164/N50	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N245/N243	N164/N50	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N243/N50	N164/N50	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N164/N379	N164/N92	IPE120 (IPE)	0.300	2.200	-	1.00	1.00	-	-
		N379/N92	N164/N92	IPE120 (IPE)	-	2.200	0.300	1.00	1.00	-	-
		N163/N381	N163/N91	IPE120 (IPE)	0.300	2.200	-	1.00	1.00	-	-
		N381/N91	N163/N91	IPE120 (IPE)	-	2.200	0.300	1.00	1.00	-	-
		N162/N382	N162/N90	IPE120 (IPE)	0.300	2.200	-	1.00	1.00	-	-
		N382/N90	N162/N90	IPE120 (IPE)	-	2.200	0.300	1.00	1.00	-	-
		N92/N248	N92/N34	HEB240 (HEB)	0.150	2.350	-	1.00	1.00	-	-
		N248/N246	N92/N34	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-



Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$	Lb <sub>Sup.</sub> (m)	Lb <sub>Inf.</sub> (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N246/N244	N92/N34	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N244/N34	N92/N34	HEB240 (HEB)	-	2.350	0.150	1.00	1.00	-	-
		N91/N337	N91/N92	HEB240 (HEB)	0.150	2.350	-	1.00	1.00	-	-
		N337/N335	N91/N92	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N335/N250	N91/N92	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N250/N92	N91/N92	HEB240 (HEB)	-	2.350	0.150	1.00	1.00	-	-
		N90/N339	N90/N91	HEB240 (HEB)	0.150	2.350	-	1.00	1.00	-	-
		N339/N341	N90/N91	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N341/N343	N90/N91	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N343/N91	N90/N91	HEB240 (HEB)	-	2.350	0.150	1.00	1.00	-	-
		N33/N345	N33/N89	HEB240 (HEB)	0.150	2.350	-	1.00	1.00	-	-
		N345/N347	N33/N89	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N347/N349	N33/N89	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N349/N89	N33/N89	HEB240 (HEB)	-	2.350	0.150	1.00	1.00	-	-
		N165/N139	N165/N139	HEB280 (HEB)	0.100	0.758	0.142	1.00	1.00	-	-
		N166/N138	N166/N138	IPE80 (IPE)	0.100	0.717	0.183	1.00	1.00	-	-
		N167/N137	N167/N137	HEB280 (HEB)	0.100	0.758	0.142	1.00	1.00	-	-
		N168/N144	N168/N144	IPE600 (IPE)	0.100	0.758	0.142	1.00	1.00	-	-
		N169/N143	N169/N143	IPE100 (IPE)	0.100	0.717	0.183	1.00	1.00	-	-
		N170/N142	N170/N142	HEB280 (HEB)	0.100	0.758	0.142	1.00	1.00	-	-
		N171/N422	N171/N172	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N422/N172	N171/N172	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N173/N423	N173/N174	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N423/N174	N173/N174	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N175/N407	N175/N176	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N407/N176	N175/N176	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N177/N428	N177/N178	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N428/N178	N177/N178	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N179/N427	N179/N180	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$	Lb <sub>Sup.</sub> (m)	Lb <sub>Inf.</sub> (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N427/N180	N179/N180	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N181/N426	N181/N182	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N426/N182	N181/N182	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N183/N434	N183/N184	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N434/N184	N183/N184	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N185/N433	N185/N186	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N433/N186	N185/N186	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N187/N432	N187/N188	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N432/N188	N187/N188	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N189/N421	N189/N190	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N421/N190	N189/N190	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N191/N420	N191/N192	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N420/N192	N191/N192	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N193/N416	N193/N194	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N416/N194	N193/N194	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N195/N406	N195/N196	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N406/N196	N195/N196	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N197/N405	N197/N198	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N405/N198	N197/N198	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N199/N404	N199/N200	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N404/N200	N199/N200	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N207/N403	N207/N208	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N403/N208	N207/N208	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N209/N402	N209/N210	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N402/N210	N209/N210	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N211/N401	N211/N212	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N401/N212	N211/N212	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N213/N386	N213/N214	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$	Lb <sub>Sup.</sub> (m)	Lb <sub>Inf.</sub> (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N386/N214	N213/N214	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N215/N387	N215/N216	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N387/N216	N215/N216	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N217/N388	N217/N218	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N388/N218	N217/N218	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N219/N390	N219/N220	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N390/N220	N219/N220	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N221/N389	N221/N222	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N389/N222	N221/N222	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N223/N385	N223/N224	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N385/N224	N223/N224	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N225/N411	N225/N226	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N411/N226	N225/N226	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N227/N412	N227/N228	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N412/N228	N227/N228	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N229/N413	N229/N230	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N413/N230	N229/N230	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N231/N393	N231/N232	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N393/N232	N231/N232	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N233/N392	N233/N234	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N392/N234	N233/N234	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N235/N391	N235/N236	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N391/N236	N235/N236	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N237/N408	N237/N238	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N408/N238	N237/N238	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N239/N409	N239/N240	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N409/N240	N239/N240	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N241/N410	N241/N242	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$	Lb <sup>Sup.</sup> (m)	Lb <sup>Inf.</sup> (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N410/N242	N241/N242	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N243/N400	N243/N244	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N400/N244	N243/N244	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N245/N424	N245/N246	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N424/N246	N245/N246	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N247/N425	N247/N248	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N425/N248	N247/N248	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N249/N429	N249/N250	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N429/N250	N249/N250	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N251/N452	N251/N252	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N452/N252	N251/N252	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N253/N451	N253/N254	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N451/N254	N253/N254	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N255/N450	N255/N256	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N450/N256	N255/N256	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N257/N443	N257/N258	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N443/N258	N257/N258	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N259/N442	N259/N260	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N442/N260	N259/N260	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N261/N441	N261/N262	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N441/N262	N261/N262	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N263/N440	N263/N264	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N440/N264	N263/N264	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N265/N439	N265/N266	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N439/N266	N265/N266	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N267/N438	N267/N268	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N438/N268	N267/N268	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N140/N21	N140/N21	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$	Lb <sup>Sup.</sup> (m)	Lb <sup>Inf.</sup> (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N139/N140	N139/N140	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N138/N139	N138/N139	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N137/N138	N137/N138	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N9/N137	N9/N137	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N12/N144	N12/N144	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N144/N143	N144/N143	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N143/N142	N143/N142	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N142/N141	N142/N141	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N141/N24	N141/N24	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N270/N271	N270/N273	HEB600 (HEB)	0.082	5.798	0.120	1.00	1.00	6.000	6.000
		N271/N272	N270/N273	HEB600 (HEB)	0.120	2.760	0.120	1.00	1.00	3.000	3.000
		N272/N273	N270/N273	HEB600 (HEB)	0.120	2.760	0.120	1.00	1.00	3.000	3.000
		N274/N275	N274/N277	HEB600 (HEB)	0.079	5.801	0.120	1.00	1.00	6.000	6.000
		N275/N276	N274/N277	HEB600 (HEB)	0.120	2.760	0.120	1.00	1.00	3.000	3.000
		N276/N277	N274/N277	HEB600 (HEB)	0.120	2.758	0.122	1.00	1.00	3.000	3.000
		N273/N278	N273/N277	HEB200 (HEB)	0.300	4.400	0.300	1.00	1.00	15.000	5.000
		N278/N279	N273/N277	HEB200 (HEB)	0.300	4.400	0.300	1.00	1.00	15.000	5.000
		N279/N277	N273/N277	HEB200 (HEB)	0.300	4.400	0.300	1.00	1.00	15.000	5.000
		N280/N281	N280/N283	HEB600 (HEB)	0.082	5.798	0.120	1.00	1.00	6.000	6.000
		N281/N282	N280/N283	HEB600 (HEB)	0.120	2.760	0.120	1.00	1.00	3.000	3.000
		N282/N283	N280/N283	HEB600 (HEB)	0.120	2.758	0.122	1.00	1.00	3.000	3.000
		N277/N504	N277/N285	HEB240 (HEB)	0.633	1.497	-	1.00	1.00	-	-
		N504/N511	N277/N285	HEB240 (HEB)	-	2.130	-	1.00	1.00	-	-
		N511/N284	N277/N285	HEB240 (HEB)	-	1.620	0.449	1.00	1.00	-	-
		N284/N518	N277/N285	HEB240 (HEB)	0.449	1.681	-	1.00	1.00	25.000	2.130
		N518/N525	N277/N285	HEB240 (HEB)	-	2.130	-	1.00	1.00	25.000	2.130
		N525/N285	N277/N285	HEB240 (HEB)	-	1.927	0.142	1.00	1.00	25.000	2.069
		N283/N532	N283/N285	HEB240 (HEB)	0.633	1.497	-	1.00	1.00	25.000	2.130

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$	Lb <sub>Sup.</sub> (m)	Lb <sub>Inf.</sub> (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N532/N539	N283/N285	HEB240 (HEB)	-	2.130	-	1.00	1.00	25.000	2.130
		N539/N286	N283/N285	HEB240 (HEB)	-	1.620	0.449	1.00	1.00	25.000	2.069
		N286/N546	N283/N285	HEB240 (HEB)	0.449	1.681	-	1.00	1.00	25.000	2.130
		N546/N553	N283/N285	HEB240 (HEB)	-	2.130	-	1.00	1.00	25.000	2.130
		N553/N285	N283/N285	HEB240 (HEB)	-	1.927	0.142	1.00	1.00	25.000	2.069
		N277/N287	N277/N283	HEB200 (HEB)	0.760	5.190	0.300	1.00	1.00	6.250	6.250
		N287/N289	N277/N283	HEB200 (HEB)	0.300	5.063	0.887	1.00	1.00	6.250	6.250
		N289/N290	N277/N283	HEB200 (HEB)	0.887	5.063	0.300	1.00	1.00	6.250	6.250
		N290/N283	N277/N283	HEB200 (HEB)	0.300	5.190	0.760	1.00	1.00	6.250	6.250
		N287/N284	N287/N284	HEB280 (HEB)	0.100	0.758	0.142	1.00	1.00	1.000	1.000
		N288/N140	N288/N140	HEB280 (HEB)	0.100	0.758	0.142	1.00	1.00	1.000	1.000
		N289/N284	N289/N284	HEB280 (HEB)	0.633	5.311	0.385	1.00	1.00	6.329	6.329
		N289/N285	N289/N285	HEB280 (HEB)	0.142	1.714	0.144	1.00	1.00	2.000	2.000
		N290/N286	N290/N286	HEB280 (HEB)	0.100	0.758	0.142	1.00	1.00	1.000	1.000
		N291/N141	N291/N141	HEB280 (HEB)	0.100	0.758	0.142	1.00	1.00	1.000	1.000
		N289/N286	N289/N286	HEB280 (HEB)	0.633	5.311	0.385	1.00	1.00	6.329	6.329
		N271/N371	N271/N275	HEB240 (HEB)	0.300	2.200	-	1.00	1.00	-	-
		N371/N292	N271/N275	HEB240 (HEB)	-	2.200	0.300	1.00	1.00	-	-
		N292/N293	N271/N275	HEB240 (HEB)	0.300	4.400	0.300	1.00	1.00	-	-
		N293/N384	N271/N275	HEB240 (HEB)	0.300	2.200	-	1.00	1.00	-	-
		N384/N275	N271/N275	HEB240 (HEB)	-	2.200	0.300	1.00	1.00	-	-
		N272/N358	N272/N276	HEB240 (HEB)	0.300	2.200	-	1.00	1.00	-	-
		N358/N294	N272/N276	HEB240 (HEB)	-	2.200	0.300	1.00	1.00	-	-
		N294/N295	N272/N276	HEB240 (HEB)	0.300	4.400	0.300	1.00	1.00	-	-
		N295/N372	N272/N276	HEB240 (HEB)	0.300	2.200	-	1.00	1.00	-	-
		N372/N276	N272/N276	HEB240 (HEB)	-	2.200	0.300	1.00	1.00	-	-
		N276/N298	N276/N282	HEB240 (HEB)	0.300	5.650	0.300	1.00	1.00	-	-
		N298/N297	N276/N282	HEB240 (HEB)	0.300	5.810	0.140	1.00	1.00	-	-

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$	Lb <sup>Sup.</sup> (m)	Lb <sup>Inf.</sup> (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N297/N296	N276/N282	HEB240 (HEB)	0.140	5.810	0.300	1.00	1.00	-	-
		N296/N282	N276/N282	HEB240 (HEB)	0.300	5.650	0.300	1.00	1.00	-	-
		N275/N299	N275/N281	HEB240 (HEB)	0.300	5.650	0.300	1.00	1.00	-	-
		N299/N300	N275/N281	HEB240 (HEB)	0.300	5.810	0.140	1.00	1.00	-	-
		N300/N301	N275/N281	HEB240 (HEB)	0.140	5.810	0.300	1.00	1.00	-	-
		N301/N281	N275/N281	HEB240 (HEB)	0.300	5.650	0.300	1.00	1.00	-	-
		N294/N278	N294/N278	HEB600 (HEB)	0.120	2.760	0.120	1.00	1.00	-	-
		N292/N294	N292/N294	HEB600 (HEB)	0.120	2.760	0.120	1.00	1.00	-	-
		N302/N292	N302/N292	HEB600 (HEB)	0.079	5.801	0.120	1.00	1.00	-	-
		N295/N279	N295/N279	HEB600 (HEB)	0.120	2.780	0.100	1.00	1.00	-	-
		N293/N295	N293/N295	HEB600 (HEB)	0.120	2.760	0.120	1.00	1.00	-	-
		N303/N293	N303/N293	HEB600 (HEB)	0.079	5.801	0.120	1.00	1.00	-	-
		N296/N290	N296/N290	HEB600 (HEB)	0.120	2.780	0.100	1.00	1.00	-	-
		N301/N296	N301/N296	HEB600 (HEB)	0.120	2.760	0.120	1.00	1.00	-	-
		N304/N301	N304/N301	HEB600 (HEB)	-	5.880	0.120	1.00	1.00	-	-
		N298/N287	N298/N287	HEB600 (HEB)	0.120	2.780	0.100	1.00	1.00	-	-
		N299/N298	N299/N298	HEB600 (HEB)	0.120	2.760	0.120	1.00	1.00	-	-
		N305/N299	N305/N299	HEB600 (HEB)	-	5.880	0.120	1.00	1.00	-	-
		N297/N289	N297/N289	HEB280 (HEB)	0.120	2.738	0.142	1.00	1.00	-	-
		N300/N297	N300/N297	HEB280 (HEB)	0.120	2.760	0.120	1.00	1.00	-	-
		N68/N288	N68/N288	HEB200 (HEB)	0.760	5.350	0.140	1.00	1.00	-	-
		N76/N291	N76/N291	HEB200 (HEB)	0.887	5.223	0.140	1.00	1.00	-	-
		N288/N76	N288/N76	HEB200 (HEB)	0.140	5.223	0.887	1.00	1.00	6.250	6.250
		N291/N64	N291/N64	HEB200 (HEB)	0.140	5.350	0.760	1.00	1.00	6.250	6.250
		N145/N164	N145/N164	IPE270 (IPE)	0.300	4.400	0.300	1.00	1.00	-	-
		N149/N161	N149/N161	IPE270 (IPE)	0.300	4.400	0.300	1.00	1.00	-	-
		N273/N2	N273/N2	HEB240 (HEB)	0.150	9.641	0.209	1.00	1.00	-	-
		N272/N312	N272/N27	HEB240 (HEB)	0.150	2.350	-	1.00	1.00	-	-

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$	Lb <sup>Sup.</sup> (m)	Lb <sup>Inf.</sup> (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N312/N314	N272/N27	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N314/N316	N272/N27	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N316/N27	N272/N27	HEB240 (HEB)	-	2.291	0.209	1.00	1.00	-	-
		N271/N306	N271/N25	HEB240 (HEB)	0.150	2.350	-	1.00	1.00	-	-
		N306/N308	N271/N25	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N308/N310	N271/N25	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N310/N25	N271/N25	HEB240 (HEB)	-	2.291	0.209	1.00	1.00	-	-
		N278/N29	N278/N29	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N277/N4	N277/N4	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N285/N7	N285/N7	HEB240 (HEB)	0.140	9.720	0.140	1.00	1.00	-	-
		N283/N6	N283/N6	HEB240 (HEB)	0.209	9.582	0.209	1.00	1.00	-	-
		N282/N37	N282/N37	HEB240 (HEB)	0.150	9.641	0.209	1.00	1.00	-	-
		N281/N39	N281/N39	HEB240 (HEB)	0.150	9.641	0.209	1.00	1.00	-	-
		N294/N313	N294/N41	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N313/N315	N294/N41	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N315/N317	N294/N41	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N317/N41	N294/N41	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N295/N324	N295/N47	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N324/N326	N295/N47	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N326/N328	N295/N47	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N328/N47	N295/N47	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N276/N325	N276/N35	HEB240 (HEB)	0.150	2.350	-	1.00	1.00	-	-
		N325/N327	N276/N35	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N327/N329	N276/N35	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N329/N35	N276/N35	HEB240 (HEB)	-	2.350	0.150	1.00	1.00	-	-
		N275/N351	N275/N33	HEB240 (HEB)	0.150	2.350	-	1.00	1.00	-	-
		N351/N353	N275/N33	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N353/N355	N275/N33	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-



Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$	Lb <sup>Sup.</sup> (m)	Lb <sup>Inf.</sup> (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N355/N33	N275/N33	HEB240 (HEB)	-	2.350	0.150	1.00	1.00	-	-
		N85/N318	N85/N93	HEB160 (HEB)	0.300	5.650	0.300	1.00	1.00	-	-
		N318/N356	N85/N93	HEB160 (HEB)	0.300	5.810	0.140	1.00	1.00	-	-
		N356/N321	N85/N93	HEB160 (HEB)	0.140	5.810	0.300	1.00	1.00	-	-
		N321/N93	N85/N93	HEB160 (HEB)	0.300	5.650	0.300	1.00	1.00	-	-
		N89/N319	N89/N97	HEB160 (HEB)	0.300	5.650	0.300	1.00	1.00	-	-
		N319/N357	N89/N97	HEB160 (HEB)	0.300	5.810	0.140	1.00	1.00	-	-
		N357/N322	N89/N97	HEB160 (HEB)	0.140	5.810	0.300	1.00	1.00	-	-
		N322/N97	N89/N97	HEB160 (HEB)	0.300	5.650	0.300	1.00	1.00	-	-
		N292/N307	N292/N43	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N307/N309	N292/N43	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N309/N311	N292/N43	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N311/N43	N292/N43	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N306/N394	N306/N307	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N394/N307	N306/N307	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N308/N395	N308/N309	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N395/N309	N308/N309	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N310/N396	N310/N311	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N396/N311	N310/N311	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N312/N397	N312/N313	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N397/N313	N312/N313	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N314/N398	N314/N315	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N398/N315	N314/N315	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N316/N399	N316/N317	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N399/N317	N316/N317	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N284/N9	N284/N9	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N286/N12	N286/N12	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N318/N167	N318/N167	HEB600 (HEB)	0.120	2.780	0.100	1.00	1.00	-	-

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$	Lb <sup>Sup.</sup> (m)	Lb <sup>Inf.</sup> (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N319/N318	N319/N318	HEB600 (HEB)	0.120	2.760	0.120	1.00	1.00	-	-
		N320/N319	N320/N319	HEB600 (HEB)	-	5.880	0.120	1.00	1.00	-	-
		N321/N168	N321/N168	HEB600 (HEB)	0.120	2.780	0.100	1.00	1.00	-	-
		N322/N321	N322/N321	HEB600 (HEB)	0.080	2.800	0.120	1.00	1.00	-	-
		N323/N322	N323/N322	HEB600 (HEB)	-	5.920	0.080	1.00	1.00	-	-
		N324/N455	N324/N325	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N455/N325	N324/N325	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N326/N454	N326/N327	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N454/N327	N326/N327	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N328/N453	N328/N329	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N453/N329	N328/N329	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N330/N414	N330/N331	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N414/N331	N330/N331	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N332/N415	N332/N333	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N415/N333	N332/N333	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N334/N430	N334/N335	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N430/N335	N334/N335	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N336/N431	N336/N337	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N431/N337	N336/N337	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N338/N437	N338/N339	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N437/N339	N338/N339	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N340/N436	N340/N341	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N436/N341	N340/N341	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N342/N435	N342/N343	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N435/N343	N342/N343	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N344/N446	N344/N345	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N446/N345	N344/N345	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N346/N445	N346/N347	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$	Lb <sub>Sup.</sub> (m)	Lb <sub>Inf.</sub> (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N445/N347	N346/N347	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N348/N444	N348/N349	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N444/N349	N348/N349	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N293/N350	N293/N49	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N350/N352	N293/N49	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N352/N354	N293/N49	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N354/N49	N293/N49	HEB240 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N350/N449	N350/N351	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N449/N351	N350/N351	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N352/N448	N352/N353	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N448/N353	N352/N353	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N354/N447	N354/N355	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N447/N355	N354/N355	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N298/N113	N298/N113	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N113/N318	N113/N318	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N115/N319	N115/N319	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N299/N115	N299/N115	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N296/N109	N296/N109	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N109/N321	N109/N321	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N289/N10	N289/N10	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N297/N117	N297/N117	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N117/N356	N117/N356	HEB240 (HEB)	-	9.920	0.080	1.00	1.00	-	-
		N119/N357	N119/N357	HEB240 (HEB)	-	9.920	0.080	1.00	1.00	-	-
		N300/N119	N300/N119	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N358/N397	N358/N359	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N397/N398	N358/N359	HEB140 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N398/N399	N358/N359	HEB140 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N399/N359	N358/N359	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$	Lb <sup>Sup.</sup> (m)	Lb <sup>Inf.</sup> (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N359/N408	N359/N361	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N408/N409	N359/N361	HEB140 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N409/N410	N359/N361	HEB140 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N410/N361	N359/N361	HEB140 (HEB)	-	2.430	0.070	1.00	1.00	-	-
		N361/N411	N361/N362	HEB140 (HEB)	0.070	2.430	-	1.00	1.00	-	-
		N411/N412	N361/N362	HEB140 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N412/N413	N361/N362	HEB140 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N413/N362	N361/N362	HEB140 (HEB)	-	2.459	0.041	1.00	1.00	-	-
		N362/N414	N362/N363	HEB140 (HEB)	0.041	2.459	-	1.00	1.00	-	-
		N414/N415	N362/N363	HEB140 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N415/N419	N362/N363	HEB140 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N419/N363	N362/N363	HEB140 (HEB)	-	2.459	0.041	1.00	1.00	-	-
		N363/N416	N363/N364	HEB140 (HEB)	0.041	2.459	-	1.00	1.00	-	-
		N416/N420	N363/N364	HEB140 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N420/N421	N363/N364	HEB140 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N421/N364	N363/N364	HEB140 (HEB)	-	2.454	0.046	1.00	1.00	-	-
		N364/N422	N364/N360	HEB140 (HEB)	0.046	2.454	-	1.00	1.00	-	-
		N422/N423	N364/N360	HEB140 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N423/N407	N364/N360	HEB140 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N407/N360	N364/N360	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N366/N403	N366/N367	HEB140 (HEB)	0.041	2.459	-	1.00	1.00	-	-
		N403/N402	N366/N367	HEB140 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N402/N401	N366/N367	HEB140 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N401/N367	N366/N367	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N368/N406	N368/N366	HEB140 (HEB)	0.041	2.459	-	1.00	1.00	-	-
		N406/N405	N368/N366	HEB140 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N405/N404	N368/N366	HEB140 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N404/N366	N368/N366	HEB140 (HEB)	-	2.459	0.041	1.00	1.00	-	-

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$	Lb <sup>Sup.</sup> (m)	Lb <sup>Inf.</sup> (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N369/N386	N369/N368	HEB140 (HEB)	0.041	2.459	-	1.00	1.00	-	-
		N386/N387	N369/N368	HEB140 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N387/N388	N369/N368	HEB140 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N388/N368	N369/N368	HEB140 (HEB)	-	2.459	0.041	1.00	1.00	-	-
		N370/N390	N370/N369	HEB140 (HEB)	0.060	2.440	-	1.00	1.00	-	-
		N390/N389	N370/N369	HEB140 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N389/N385	N370/N369	HEB140 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N385/N369	N370/N369	HEB140 (HEB)	-	2.459	0.041	1.00	1.00	-	-
		N365/N393	N365/N370	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N393/N392	N365/N370	HEB140 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N392/N391	N365/N370	HEB140 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N391/N370	N365/N370	HEB140 (HEB)	-	2.440	0.060	1.00	1.00	-	-
		N371/N394	N371/N365	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N394/N395	N371/N365	HEB140 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N395/N396	N371/N365	HEB140 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N396/N365	N371/N365	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N372/N455	N372/N373	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N455/N454	N372/N373	HEB140 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N454/N453	N372/N373	HEB140 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N453/N373	N372/N373	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N373/N452	N373/N375	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N452/N451	N373/N375	HEB140 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N451/N450	N373/N375	HEB140 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N450/N443	N373/N375	HEB140 (HEB)	-	5.000	-	1.00	1.00	-	-
		N443/N442	N373/N375	HEB140 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N442/N441	N373/N375	HEB140 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N441/N375	N373/N375	HEB140 (HEB)	-	2.468	0.032	1.00	1.00	-	-
		N375/N440	N375/N376	HEB140 (HEB)	0.032	2.468	-	1.00	1.00	-	-

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$	Lb <sub>Sup.</sub> (m)	Lb <sub>Inf.</sub> (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N440/N439	N375/N376	HEB140 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N439/N438	N375/N376	HEB140 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N438/N376	N375/N376	HEB140 (HEB)	-	2.468	0.032	1.00	1.00	-	-
		N376/N434	N376/N377	HEB140 (HEB)	0.032	2.468	-	1.00	1.00	-	-
		N434/N433	N376/N377	HEB140 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N433/N432	N376/N377	HEB140 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N432/N377	N376/N377	HEB140 (HEB)	-	2.468	0.032	1.00	1.00	-	-
		N377/N428	N377/N374	HEB140 (HEB)	0.032	2.468	-	1.00	1.00	-	-
		N428/N427	N377/N374	HEB140 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N427/N426	N377/N374	HEB140 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N426/N374	N377/N374	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N379/N425	N379/N380	HEB140 (HEB)	0.032	2.468	-	1.00	1.00	-	-
		N425/N424	N379/N380	HEB140 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N424/N400	N379/N380	HEB140 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N400/N380	N379/N380	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N381/N431	N381/N379	HEB140 (HEB)	0.032	2.468	-	1.00	1.00	-	-
		N431/N430	N381/N379	HEB140 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N430/N429	N381/N379	HEB140 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N429/N379	N381/N379	HEB140 (HEB)	-	2.468	0.032	1.00	1.00	-	-
		N382/N437	N382/N381	HEB140 (HEB)	0.032	2.468	-	1.00	1.00	-	-
		N437/N436	N382/N381	HEB140 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N436/N435	N382/N381	HEB140 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N435/N381	N382/N381	HEB140 (HEB)	-	2.468	0.032	1.00	1.00	-	-
		N378/N446	N378/N383	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N446/N445	N378/N383	HEB140 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N445/N444	N378/N383	HEB140 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N444/N383	N378/N383	HEB140 (HEB)	-	2.450	0.050	1.00	1.00	-	-
		N384/N449	N384/N378	HEB140 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$	Lb <sub>Sup.</sub> (m)	Lb <sub>Inf.</sub> (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N449/N448	N384/N378	HEB140 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N448/N447	N384/N378	HEB140 (HEB)	-	2.500	-	1.00	1.00	-	-
		N447/N378	N384/N378	HEB140 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N417/N419	N417/N418	HEB120 (HEB)	0.120	2.380	-	1.00	1.00	-	-
		N419/N418	N417/N418	HEB120 (HEB)	-	2.380	0.120	1.00	1.00	-	-
		N270/N493	N270/N25	HEB140 (HEB)	-	5.751	0.080	1.00	1.00	-	-
		N493/N25	N270/N25	HEB140 (HEB)	0.080	5.517	0.234	1.00	1.00	-	-
		N1/N493	N1/N271	HEB140 (HEB)	0.175	5.576	0.080	1.00	1.00	-	-
		N493/N271	N1/N271	HEB140 (HEB)	0.080	5.517	0.234	1.00	1.00	-	-
		N271/N480	N271/N27	HEB120 (HEB)	0.418	4.693	0.109	1.00	1.00	-	-
		N480/N27	N271/N27	HEB120 (HEB)	0.109	4.693	0.418	1.00	1.00	-	-
		N25/N480	N25/N272	HEB120 (HEB)	0.418	4.693	0.109	1.00	1.00	-	-
		N480/N272	N25/N272	HEB120 (HEB)	0.109	4.693	0.418	1.00	1.00	-	-
		N27/N479	N27/N273	HEB120 (HEB)	0.418	4.693	0.109	1.00	1.00	-	-
		N479/N273	N27/N273	HEB120 (HEB)	0.109	4.693	0.418	1.00	1.00	-	-
		N272/N479	N272/N2	HEB120 (HEB)	0.418	4.693	0.109	1.00	1.00	-	-
		N479/N2	N272/N2	HEB120 (HEB)	0.109	4.693	0.418	1.00	1.00	-	-
		N1/N494	N1/N81	HEB180 (HEB)	0.175	5.554	0.102	1.00	1.00	-	-
		N494/N81	N1/N81	HEB180 (HEB)	0.102	5.495	0.234	1.00	1.00	-	-
		N103/N495	N103/N81	HEB180 (HEB)	0.175	5.565	0.091	1.00	1.00	-	-
		N495/N81	N103/N81	HEB180 (HEB)	0.091	5.506	0.234	1.00	1.00	-	-
		N103/N496	N103/N83	HEB160 (HEB)	0.175	5.565	0.091	1.00	1.00	-	-
		N496/N83	N103/N83	HEB160 (HEB)	0.091	5.506	0.234	1.00	1.00	-	-
		N101/N497	N101/N83	HEB160 (HEB)	0.175	5.565	0.091	1.00	1.00	-	-
		N497/N83	N101/N83	HEB160 (HEB)	0.091	5.506	0.234	1.00	1.00	-	-
		N101/N498	N101/N26	HEB180 (HEB)	0.175	5.554	0.102	1.00	1.00	-	-
		N498/N26	N101/N26	HEB180 (HEB)	0.102	5.495	0.234	1.00	1.00	-	-
		N104/N494	N104/N25	HEB180 (HEB)	0.175	5.554	0.102	1.00	1.00	-	-

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$	Lb <sup>Sup.</sup> (m)	Lb <sup>Inf.</sup> (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N494/N25	N104/N25	HEB180 (HEB)	0.102	5.495	0.234	1.00	1.00	-	-
		N104/N495	N104/N82	HEB160 (HEB)	0.175	5.554	0.102	1.00	1.00	-	-
		N495/N82	N104/N82	HEB160 (HEB)	0.102	5.495	0.234	1.00	1.00	-	-
		N102/N496	N102/N82	HEB160 (HEB)	0.175	5.565	0.091	1.00	1.00	-	-
		N496/N82	N102/N82	HEB160 (HEB)	0.091	5.506	0.234	1.00	1.00	-	-
		N102/N497	N102/N84	HEB160 (HEB)	0.175	5.565	0.091	1.00	1.00	-	-
		N497/N84	N102/N84	HEB160 (HEB)	0.091	5.506	0.234	1.00	1.00	-	-
		N13/N498	N13/N84	HEB180 (HEB)	0.175	5.554	0.102	1.00	1.00	-	-
		N498/N84	N13/N84	HEB180 (HEB)	0.102	5.495	0.234	1.00	1.00	-	-
		N37/N473	N37/N283	HEB120 (HEB)	0.418	4.693	0.109	1.00	1.00	-	-
		N473/N283	N37/N283	HEB120 (HEB)	0.109	4.693	0.418	1.00	1.00	-	-
		N282/N473	N282/N6	HEB120 (HEB)	0.418	4.693	0.109	1.00	1.00	-	-
		N473/N6	N282/N6	HEB120 (HEB)	0.109	4.693	0.418	1.00	1.00	-	-
		N39/N472	N39/N282	HEB120 (HEB)	0.418	4.693	0.109	1.00	1.00	-	-
		N472/N282	N39/N282	HEB120 (HEB)	0.109	4.693	0.418	1.00	1.00	-	-
		N280/N471	N280/N39	HEB140 (HEB)	-	5.751	0.080	1.00	1.00	-	-
		N471/N39	N280/N39	HEB140 (HEB)	0.080	5.517	0.234	1.00	1.00	-	-
		N5/N471	N5/N281	HEB140 (HEB)	0.175	5.576	0.080	1.00	1.00	-	-
		N471/N281	N5/N281	HEB140 (HEB)	0.080	5.517	0.234	1.00	1.00	-	-
		N5/N468	N5/N97	HEB180 (HEB)	0.175	5.542	0.114	1.00	1.00	-	-
		N468/N97	N5/N97	HEB180 (HEB)	0.114	5.483	0.234	1.00	1.00	-	-
		N97/N469	N97/N37	HEB140 (HEB)	0.418	4.693	0.109	1.00	1.00	-	-
		N469/N37	N97/N37	HEB140 (HEB)	0.109	4.693	0.418	1.00	1.00	-	-
		N281/N472	N281/N37	HEB120 (HEB)	0.418	4.693	0.109	1.00	1.00	-	-
		N472/N37	N281/N37	HEB120 (HEB)	0.109	4.693	0.418	1.00	1.00	-	-
		N37/N470	N37/N61	HEB120 (HEB)	0.418	4.674	0.128	1.00	1.00	-	-
		N470/N61	N37/N61	HEB120 (HEB)	0.128	4.674	0.418	1.00	1.00	-	-
		N94/N467	N94/N61	HEB140 (HEB)	0.418	4.693	0.109	1.00	1.00	-	-



Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$	Lb <sup>Sup.</sup> (m)	Lb <sup>Inf.</sup> (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N467/N61	N94/N61	HEB140 (HEB)	0.109	4.693	0.418	1.00	1.00	-	-
		N97/N466	N97/N94	HEB120 (HEB)	0.418	4.674	0.128	1.00	1.00	-	-
		N466/N94	N97/N94	HEB120 (HEB)	0.128	4.674	0.418	1.00	1.00	-	-
		N154/N459	N154/N97	HEB180 (HEB)	0.175	5.565	0.091	1.00	1.00	-	-
		N459/N97	N154/N97	HEB180 (HEB)	0.091	5.506	0.234	1.00	1.00	-	-
		N154/N458	N154/N99	HEB160 (HEB)	0.175	5.565	0.091	1.00	1.00	-	-
		N458/N99	N154/N99	HEB160 (HEB)	0.091	5.506	0.234	1.00	1.00	-	-
		N99/N465	N99/N94	HEB120 (HEB)	0.418	4.693	0.109	1.00	1.00	-	-
		N465/N94	N99/N94	HEB120 (HEB)	0.109	4.693	0.418	1.00	1.00	-	-
		N94/N464	N94/N63	HEB120 (HEB)	0.418	4.693	0.109	1.00	1.00	-	-
		N464/N63	N94/N63	HEB120 (HEB)	0.109	4.693	0.418	1.00	1.00	-	-
		N96/N462	N96/N63	HEB120 (HEB)	0.418	4.693	0.109	1.00	1.00	-	-
		N462/N63	N96/N63	HEB120 (HEB)	0.109	4.693	0.418	1.00	1.00	-	-
		N99/N461	N99/N96	HEB120 (HEB)	0.418	4.693	0.109	1.00	1.00	-	-
		N461/N96	N99/N96	HEB120 (HEB)	0.109	4.693	0.418	1.00	1.00	-	-
		N156/N457	N156/N99	HEB160 (HEB)	0.175	5.554	0.102	1.00	1.00	-	-
		N457/N99	N156/N99	HEB160 (HEB)	0.102	5.495	0.234	1.00	1.00	-	-
		N156/N456	N156/N40	HEB200 (HEB)	0.175	5.554	0.102	1.00	1.00	-	-
		N456/N40	N156/N40	HEB200 (HEB)	0.102	5.495	0.234	1.00	1.00	-	-
		N40/N460	N40/N96	HEB120 (HEB)	0.418	4.674	0.128	1.00	1.00	-	-
		N460/N96	N40/N96	HEB120 (HEB)	0.128	4.674	0.418	1.00	1.00	-	-
		N96/N463	N96/N18	HEB140 (HEB)	0.418	4.693	0.109	1.00	1.00	-	-
		N463/N18	N96/N18	HEB140 (HEB)	0.109	4.693	0.418	1.00	1.00	-	-
		N153/N468	N153/N39	HEB200 (HEB)	0.175	5.554	0.102	1.00	1.00	-	-
		N468/N39	N153/N39	HEB200 (HEB)	0.102	5.495	0.234	1.00	1.00	-	-
		N153/N459	N153/N98	HEB160 (HEB)	0.175	5.554	0.102	1.00	1.00	-	-
		N459/N98	N153/N98	HEB160 (HEB)	0.102	5.495	0.234	1.00	1.00	-	-
		N155/N458	N155/N98	HEB160 (HEB)	0.175	5.565	0.091	1.00	1.00	-	-

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$	Lb <sup>Sup.</sup> (m)	Lb <sup>Inf.</sup> (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N458/N98	N155/N98	HEB160 (HEB)	0.091	5.506	0.234	1.00	1.00	-	-
		N155/N457	N155/N100	HEB180 (HEB)	0.175	5.565	0.091	1.00	1.00	-	-
		N457/N100	N155/N100	HEB180 (HEB)	0.091	5.506	0.234	1.00	1.00	-	-
		N17/N456	N17/N100	HEB180 (HEB)	0.175	5.542	0.114	1.00	1.00	-	-
		N456/N100	N17/N100	HEB180 (HEB)	0.114	5.483	0.234	1.00	1.00	-	-
		N100/N460	N100/N38	HEB140 (HEB)	0.418	4.693	0.109	1.00	1.00	-	-
		N460/N38	N100/N38	HEB140 (HEB)	0.109	4.693	0.418	1.00	1.00	-	-
		N100/N461	N100/N95	HEB120 (HEB)	0.418	4.693	0.109	1.00	1.00	-	-
		N461/N95	N100/N95	HEB120 (HEB)	0.109	4.693	0.418	1.00	1.00	-	-
		N98/N465	N98/N95	HEB120 (HEB)	0.418	4.693	0.109	1.00	1.00	-	-
		N465/N95	N98/N95	HEB120 (HEB)	0.109	4.693	0.418	1.00	1.00	-	-
		N98/N466	N98/N93	HEB140 (HEB)	0.418	4.693	0.109	1.00	1.00	-	-
		N466/N93	N98/N93	HEB140 (HEB)	0.109	4.693	0.418	1.00	1.00	-	-
		N39/N469	N39/N93	HEB120 (HEB)	0.418	4.674	0.128	1.00	1.00	-	-
		N469/N93	N39/N93	HEB120 (HEB)	0.128	4.674	0.418	1.00	1.00	-	-
		N93/N470	N93/N6	HEB140 (HEB)	0.418	4.693	0.109	1.00	1.00	-	-
		N470/N6	N93/N6	HEB140 (HEB)	0.109	4.693	0.418	1.00	1.00	-	-
		N93/N467	N93/N62	HEB120 (HEB)	0.418	4.674	0.128	1.00	1.00	-	-
		N467/N62	N93/N62	HEB120 (HEB)	0.128	4.674	0.418	1.00	1.00	-	-
		N95/N464	N95/N62	HEB120 (HEB)	0.418	4.693	0.109	1.00	1.00	-	-
		N464/N62	N95/N62	HEB120 (HEB)	0.109	4.693	0.418	1.00	1.00	-	-
		N95/N462	N95/N64	HEB120 (HEB)	0.418	4.693	0.109	1.00	1.00	-	-
		N462/N64	N95/N64	HEB120 (HEB)	0.109	4.693	0.418	1.00	1.00	-	-
		N38/N463	N38/N64	HEB120 (HEB)	0.418	4.674	0.128	1.00	1.00	-	-
		N463/N64	N38/N64	HEB120 (HEB)	0.128	4.674	0.418	1.00	1.00	-	-
		N270/N484	N270/N292	HEB100 (HEB)	0.469	3.385	0.051	1.00	1.00	-	-
		N484/N292	N270/N292	HEB100 (HEB)	0.051	3.385	0.469	1.00	1.00	-	-
		N302/N484	N302/N271	HEB100 (HEB)	0.469	3.385	0.051	1.00	1.00	-	-

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$	Lb <sup>Sup.</sup> (m)	Lb <sup>Inf.</sup> (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N484/N271	N302/N271	HEB100 (HEB)	0.051	3.385	0.469	1.00	1.00	-	-
		N271/N492	N271/N294	HEB100 (HEB)	0.350	2.508	0.057	1.00	1.00	-	-
		N492/N294	N271/N294	HEB100 (HEB)	0.057	2.508	0.350	1.00	1.00	-	-
		N292/N492	N292/N272	HEB100 (HEB)	0.350	2.508	0.057	1.00	1.00	-	-
		N492/N272	N292/N272	HEB100 (HEB)	0.057	2.508	0.350	1.00	1.00	-	-
		N272/N491	N272/N278	HEB100 (HEB)	0.350	2.508	0.057	1.00	1.00	-	-
		N491/N278	N272/N278	HEB100 (HEB)	0.057	2.508	0.350	1.00	1.00	-	-
		N294/N491	N294/N273	HEB100 (HEB)	0.350	2.508	0.057	1.00	1.00	-	-
		N491/N273	N294/N273	HEB100 (HEB)	0.057	2.508	0.350	1.00	1.00	-	-
		N275/N490	N275/N295	HEB100 (HEB)	0.350	2.508	0.057	1.00	1.00	-	-
		N490/N295	N275/N295	HEB100 (HEB)	0.057	2.508	0.350	1.00	1.00	-	-
		N293/N490	N293/N276	HEB100 (HEB)	0.350	2.508	0.057	1.00	1.00	-	-
		N490/N276	N293/N276	HEB100 (HEB)	0.057	2.508	0.350	1.00	1.00	-	-
		N276/N489	N276/N279	HEB100 (HEB)	0.350	2.508	0.057	1.00	1.00	-	-
		N489/N279	N276/N279	HEB100 (HEB)	0.057	2.508	0.350	1.00	1.00	-	-
		N305/N482	N305/N275	HEB100 (HEB)	0.416	3.865	0.051	1.00	1.00	-	-
		N482/N275	N305/N275	HEB100 (HEB)	0.051	3.865	0.416	1.00	1.00	-	-
		N303/N483	N303/N275	HEB100 (HEB)	0.469	3.385	0.051	1.00	1.00	-	-
		N483/N275	N303/N275	HEB100 (HEB)	0.051	3.385	0.469	1.00	1.00	-	-
		N274/N483	N274/N293	HEB100 (HEB)	0.469	3.385	0.051	1.00	1.00	-	-
		N483/N293	N274/N293	HEB100 (HEB)	0.051	3.385	0.469	1.00	1.00	-	-
		N274/N482	N274/N299	HEB100 (HEB)	0.416	3.865	0.051	1.00	1.00	-	-
		N482/N299	N274/N299	HEB100 (HEB)	0.051	3.865	0.416	1.00	1.00	-	-
		N304/N481	N304/N281	HEB100 (HEB)	0.416	3.865	0.051	1.00	1.00	-	-
		N481/N281	N304/N281	HEB100 (HEB)	0.051	3.865	0.416	1.00	1.00	-	-
		N280/N481	N280/N301	HEB100 (HEB)	0.416	3.865	0.051	1.00	1.00	-	-
		N481/N301	N280/N301	HEB100 (HEB)	0.051	3.865	0.416	1.00	1.00	-	-
		N296/N486	N296/N283	HEB100 (HEB)	0.333	3.068	0.065	1.00	1.00	-	-

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$	Lb <sup>Sup.</sup> (m)	Lb <sup>Inf.</sup> (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N486/N283	N296/N283	HEB100 (HEB)	0.065	3.068	0.333	1.00	1.00	-	-
		N301/N485	N301/N282	HEB100 (HEB)	0.333	3.068	0.065	1.00	1.00	-	-
		N485/N282	N301/N282	HEB100 (HEB)	0.065	3.068	0.333	1.00	1.00	-	-
		N301/N488	N301/N297	HEB100 (HEB)	0.333	3.068	0.065	1.00	1.00	-	-
		N488/N297	N301/N297	HEB100 (HEB)	0.065	3.123	0.278	1.00	1.00	-	-
		N300/N488	N300/N296	HEB100 (HEB)	0.278	3.123	0.065	1.00	1.00	-	-
		N488/N296	N300/N296	HEB100 (HEB)	0.065	3.068	0.333	1.00	1.00	-	-
		N295/N489	N295/N277	HEB100 (HEB)	0.350	2.508	0.057	1.00	1.00	-	-
		N489/N277	N295/N277	HEB100 (HEB)	0.057	2.508	0.350	1.00	1.00	-	-
		N282/N486	N282/N290	HEB100 (HEB)	0.333	3.068	0.065	1.00	1.00	-	-
		N486/N290	N282/N290	HEB100 (HEB)	0.065	3.068	0.333	1.00	1.00	-	-
		N281/N485	N281/N296	HEB100 (HEB)	0.333	3.068	0.065	1.00	1.00	-	-
		N485/N296	N281/N296	HEB100 (HEB)	0.065	3.068	0.333	1.00	1.00	-	-
		N297/N487	N297/N290	HEB100 (HEB)	0.278	3.123	0.065	1.00	1.00	-	-
		N487/N290	N297/N290	HEB100 (HEB)	0.065	3.068	0.333	1.00	1.00	-	-
		N296/N487	N296/N289	HEB100 (HEB)	0.333	3.068	0.065	1.00	1.00	-	-
		N487/N289	N296/N289	HEB100 (HEB)	0.065	3.155	0.246	1.00	1.00	-	-
		N77/N478	N77/N2	HEB140 (HEB)	0.418	4.693	0.109	1.00	1.00	-	-
		N478/N2	N77/N2	HEB140 (HEB)	0.109	4.693	0.418	1.00	1.00	-	-
		N77/N477	N77/N59	HEB120 (HEB)	0.418	4.693	0.109	1.00	1.00	-	-
		N477/N59	N77/N59	HEB120 (HEB)	0.109	4.693	0.418	1.00	1.00	-	-
		N79/N476	N79/N59	HEB120 (HEB)	0.418	4.693	0.109	1.00	1.00	-	-
		N476/N59	N79/N59	HEB120 (HEB)	0.109	4.693	0.418	1.00	1.00	-	-
		N79/N475	N79/N57	HEB120 (HEB)	0.418	4.693	0.109	1.00	1.00	-	-
		N475/N57	N79/N57	HEB120 (HEB)	0.109	4.693	0.418	1.00	1.00	-	-
		N28/N474	N28/N57	HEB120 (HEB)	0.418	4.674	0.128	1.00	1.00	-	-
		N474/N57	N28/N57	HEB120 (HEB)	0.128	4.674	0.418	1.00	1.00	-	-
		N27/N478	N27/N60	HEB120 (HEB)	0.418	4.674	0.128	1.00	1.00	-	-

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$	Lb <sup>Sup.</sup> (m)	Lb <sup>Inf.</sup> (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N478/N60	N27/N60	HEB120 (HEB)	0.128	4.674	0.418	1.00	1.00	-	-
		N78/N477	N78/N60	HEB120 (HEB)	0.418	4.693	0.109	1.00	1.00	-	-
		N477/N60	N78/N60	HEB120 (HEB)	0.109	4.693	0.418	1.00	1.00	-	-
		N78/N476	N78/N58	HEB120 (HEB)	0.418	4.693	0.109	1.00	1.00	-	-
		N476/N58	N78/N58	HEB120 (HEB)	0.109	4.693	0.418	1.00	1.00	-	-
		N80/N475	N80/N58	HEB120 (HEB)	0.418	4.693	0.109	1.00	1.00	-	-
		N475/N58	N80/N58	HEB120 (HEB)	0.109	4.693	0.418	1.00	1.00	-	-
		N80/N474	N80/N14	HEB140 (HEB)	0.418	4.693	0.109	1.00	1.00	-	-
		N474/N14	N80/N14	HEB140 (HEB)	0.109	4.693	0.418	1.00	1.00	-	-
		N279/N31	N279/N31	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N357/N356	N357/N356	HEB280 (HEB)	0.120	2.760	0.120	1.00	1.00	-	-
		N356/N73	N356/N73	HEB200 (HEB)	0.120	2.738	0.142	1.00	1.00	-	-
		N81/N499	N81/N27	HEB140 (HEB)	0.418	4.693	0.109	1.00	1.00	-	-
		N499/N27	N81/N27	HEB140 (HEB)	0.109	4.693	0.418	1.00	1.00	-	-
		N25/N499	N25/N77	HEB120 (HEB)	0.418	4.674	0.128	1.00	1.00	-	-
		N499/N77	N25/N77	HEB120 (HEB)	0.128	4.674	0.418	1.00	1.00	-	-
		N82/N500	N82/N77	HEB120 (HEB)	0.418	4.693	0.109	1.00	1.00	-	-
		N500/N77	N82/N77	HEB120 (HEB)	0.109	4.693	0.418	1.00	1.00	-	-
		N82/N501	N82/N79	HEB120 (HEB)	0.418	4.693	0.109	1.00	1.00	-	-
		N501/N79	N82/N79	HEB120 (HEB)	0.109	4.693	0.418	1.00	1.00	-	-
		N84/N502	N84/N79	HEB120 (HEB)	0.418	4.693	0.109	1.00	1.00	-	-
		N502/N79	N84/N79	HEB120 (HEB)	0.109	4.693	0.418	1.00	1.00	-	-
		N84/N503	N84/N28	HEB140 (HEB)	0.418	4.693	0.109	1.00	1.00	-	-
		N503/N28	N84/N28	HEB140 (HEB)	0.109	4.693	0.418	1.00	1.00	-	-
		N81/N500	N81/N78	HEB120 (HEB)	0.418	4.693	0.109	1.00	1.00	-	-
		N500/N78	N81/N78	HEB120 (HEB)	0.109	4.693	0.418	1.00	1.00	-	-
		N83/N501	N83/N78	HEB120 (HEB)	0.418	4.693	0.109	1.00	1.00	-	-
		N501/N78	N83/N78	HEB120 (HEB)	0.109	4.693	0.418	1.00	1.00	-	-

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$	Lb <sup>Sup.</sup> (m)	Lb <sup>Inf.</sup> (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N83/N502	N83/N80	HEB120 (HEB)	0.418	4.693	0.109	1.00	1.00	-	-
		N502/N80	N83/N80	HEB120 (HEB)	0.109	4.693	0.418	1.00	1.00	-	-
		N26/N503	N26/N80	HEB120 (HEB)	0.418	4.674	0.128	1.00	1.00	-	-
		N503/N80	N26/N80	HEB120 (HEB)	0.128	4.674	0.418	1.00	1.00	-	-
		N504/N505	N504/N505	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N505/N507	N505/N507	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N507/N508	N507/N508	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N508/N509	N508/N509	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N509/N510	N509/N510	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N510/N506	N510/N506	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N511/N512	N511/N512	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N512/N514	N512/N514	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N514/N515	N514/N515	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N515/N516	N515/N516	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N516/N517	N516/N517	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N517/N513	N517/N513	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N518/N519	N518/N519	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N519/N521	N519/N521	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N521/N522	N521/N522	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N522/N523	N522/N523	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N523/N524	N523/N524	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N524/N520	N524/N520	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N525/N526	N525/N526	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N526/N528	N526/N528	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N528/N529	N528/N529	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N529/N530	N529/N530	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N530/N531	N530/N531	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N531/N527	N531/N527	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$	Lb <sub>Sup.</sub> (m)	Lb <sub>Inf.</sub> (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N532/N533	N532/N533	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N533/N535	N533/N535	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N535/N536	N535/N536	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N536/N537	N536/N537	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N537/N538	N537/N534	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N538/N534	N537/N534	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N539/N540	N539/N540	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N540/N542	N540/N542	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N542/N543	N542/N543	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N543/N544	N543/N544	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N544/N545	N544/N545	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N545/N541	N545/N541	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N546/N547	N546/N547	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N547/N549	N547/N549	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N549/N550	N549/N550	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N550/N551	N550/N551	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N551/N552	N551/N552	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N552/N548	N552/N548	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N553/N554	N553/N554	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N554/N556	N554/N556	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N557/N556	N557/N556	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N557/N558	N557/N558	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N558/N559	N558/N559	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-
		N559/N555	N559/N555	HEB240 (HEB)	-	10.000	-	1.00	1.00	-	-

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

## 1.2.3 Características mecánicas

José Luis Linares Llamas  
Otoño 2018

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm <sup>2</sup> )	Avy (cm <sup>2</sup> )	Avz (cm <sup>2</sup> )	Iyy (cm <sup>4</sup> )	Izz (cm <sup>4</sup> )	It (cm <sup>4</sup> )
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	HEB600, (HEB)	269.96	135.00	75.33	171343.06	13467.73	667.18
		2	HEB200, (HEB)	78.08	45.00	13.77	5718.88	1991.28	59.28
		3	HEB240, (HEB)	105.99	61.20	18.54	11303.74	3900.42	102.69
		4	HEB280, (HEB)	131.36	75.60	23.06	19350.03	6557.01	143.72
		5	IPE100, (IPE)	10.32	4.70	3.27	171.79	15.64	1.20
		6	IPE360, (IPE)	72.73	32.38	24.09	16320.34	1031.56	37.32
		7	IPE160, (IPE)	20.09	9.10	6.53	872.18	67.55	3.60
		8	HEB120, (HEB)	34.01	19.80	5.73	867.98	315.11	13.84
		9	IPE180, (IPE)	23.95	10.92	7.82	1320.30	100.08	4.79
		10	HEB140, (HEB)	42.96	25.20	7.31	1513.87	547.22	20.06
		11	HEB100, (HEB)	26.04	15.00	4.32	452.11	164.88	9.25
		12	IPE120, (IPE)	13.21	6.05	4.25	318.75	27.38	1.74
		13	IPE80, (IPE)	7.64	3.59	2.38	80.37	8.41	0.70
		14	IPE600, (IPE)	155.98	62.70	60.70	92309.75	3349.13	165.42
		15	IPE270, (IPE)	45.95	20.66	14.83	5812.88	414.14	15.94
		16	HEB160, (HEB)	54.25	31.20	9.65	2502.09	883.35	31.24
		17	HEB180, (HEB)	65.25	37.80	11.63	3843.25	1356.90	42.16

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

## 1.2.4.- Tabla de medición

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Peso (kg)
Tipo	Designación					
Acero laminado	S275	N1/N2	HEB600 (HEB)	12.000	0.324	2543.02
		N3/N4	HEB600 (HEB)	12.000	0.324	2543.02
		N2/N4	HEB200 (HEB)	15.000	0.117	919.39
		N5/N6	HEB600 (HEB)	12.000	0.324	2543.02
		N4/N7	HEB240 (HEB)	12.659	0.134	1053.26
		N6/N7	HEB240 (HEB)	12.659	0.134	1053.26
		N4/N6	HEB200 (HEB)	25.000	0.195	1532.32
		N8/N9	HEB280 (HEB)	1.000	0.013	103.12
		N10/N9	HEB280 (HEB)	6.329	0.083	652.68
		N10/N7	HEB280 (HEB)	2.000	0.026	206.24
		N11/N12	HEB280 (HEB)	1.000	0.013	103.12
		N10/N12	HEB280 (HEB)	6.329	0.083	652.68
		N13/N14	HEB600 (HEB)	12.000	0.324	2543.02



Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Peso (kg)
Tipo	Designación					
		N15/N16	HEB600 (HEB)	12.000	0.324	2543.02
		N14/N16	HEB200 (HEB)	15.000	0.117	919.39
		N17/N18	HEB600 (HEB)	12.000	0.324	2543.02
		N16/N19	HEB240 (HEB)	12.659	0.134	1053.26
		N18/N19	HEB240 (HEB)	12.659	0.134	1053.26
		N16/N18	HEB200 (HEB)	25.000	0.195	1532.32
		N20/N21	HEB280 (HEB)	1.000	0.013	103.12
		N22/N21	HEB280 (HEB)	6.329	0.083	652.68
		N22/N19	HEB280 (HEB)	2.000	0.026	206.24
		N23/N24	HEB280 (HEB)	1.000	0.013	103.12
		N22/N24	HEB280 (HEB)	6.329	0.083	652.68
		N25/N26	HEB240 (HEB)	50.000	0.530	4160.11
		N27/N28	HEB240 (HEB)	50.000	0.530	4160.11
		N26/N34	HEB240 (HEB)	15.000	0.159	1248.03
		N25/N33	HEB240 (HEB)	15.000	0.159	1248.03
		N28/N36	HEB240 (HEB)	15.000	0.159	1248.03
		N27/N35	HEB240 (HEB)	15.000	0.159	1248.03
		N7/N19	HEB240 (HEB)	50.000	0.530	4160.11
		N10/N22	HEB240 (HEB)	50.000	0.530	4160.11
		N4/N16	HEB240 (HEB)	50.000	0.530	4160.11
		N6/N18	HEB240 (HEB)	50.000	0.530	4160.11
		N37/N38	HEB240 (HEB)	50.000	0.530	4160.11
		N39/N40	HEB240 (HEB)	50.000	0.530	4160.11
		N35/N37	HEB240 (HEB)	25.000	0.265	2080.05
		N36/N38	HEB240 (HEB)	25.000	0.265	2080.05
		N33/N39	HEB240 (HEB)	25.000	0.265	2080.05
		N34/N40	HEB240 (HEB)	25.000	0.265	2080.05
		N35/N36	HEB240 (HEB)	50.000	0.530	4160.11
		N2/N14	HEB240 (HEB)	50.000	0.530	4160.11
		N42/N30	HEB600 (HEB)	3.000	0.081	635.76
		N41/N29	HEB600 (HEB)	3.000	0.081	635.76
		N44/N42	HEB600 (HEB)	3.000	0.081	635.76
		N43/N41	HEB600 (HEB)	3.000	0.081	635.76
		N46/N44	HEB600 (HEB)	6.000	0.162	1271.51
		N45/N43	HEB600 (HEB)	6.000	0.162	1271.51
		N48/N32	HEB600 (HEB)	3.000	0.081	635.76
		N47/N31	HEB600 (HEB)	3.000	0.081	635.76
		N50/N48	HEB600 (HEB)	3.000	0.081	635.76
		N49/N47	HEB600 (HEB)	3.000	0.081	635.76
		N52/N50	HEB600 (HEB)	6.000	0.162	1271.51
		N51/N49	HEB600 (HEB)	6.000	0.162	1271.51
		N29/N30	HEB240 (HEB)	50.000	0.530	4160.11
		N65/N73	HEB200 (HEB)	12.500	0.098	766.16
		N73/N61	HEB200 (HEB)	12.500	0.098	766.16
		N66/N74	HEB200 (HEB)	12.500	0.098	766.16

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Peso (kg)
Tipo	Designación					
		N74/N62	HEB200 (HEB)	12.500	0.098	766.16
		N67/N75	HEB200 (HEB)	12.500	0.098	766.16
		N75/N63	HEB200 (HEB)	12.500	0.098	766.16
		N76/N72	HEB280 (HEB)	2.000	0.026	206.24
		N75/N71	HEB280 (HEB)	2.000	0.026	206.24
		N74/N70	IPE100 (IPE)	2.000	0.002	16.20
		N73/N69	HEB280 (HEB)	2.000	0.026	206.24
		N66/N70	HEB240 (HEB)	12.659	0.134	1053.26
		N62/N70	HEB240 (HEB)	12.659	0.134	1053.26
		N67/N71	HEB240 (HEB)	12.659	0.134	1053.26
		N63/N71	HEB240 (HEB)	12.659	0.134	1053.26
		N68/N72	HEB240 (HEB)	12.659	0.134	1053.26
		N64/N72	HEB240 (HEB)	12.659	0.134	1053.26
		N65/N69	HEB240 (HEB)	12.659	0.134	1053.26
		N61/N69	HEB240 (HEB)	12.659	0.134	1053.26
		N80/N57	HEB600 (HEB)	3.000	0.081	635.76
		N84/N80	HEB600 (HEB)	3.000	0.081	635.76
		N101/N84	HEB600 (HEB)	6.000	0.162	1271.51
		N79/N58	HEB600 (HEB)	3.000	0.081	635.76
		N83/N79	HEB600 (HEB)	3.000	0.081	635.76
		N102/N83	HEB600 (HEB)	6.000	0.162	1271.51
		N78/N59	HEB600 (HEB)	3.000	0.081	635.76
		N82/N78	HEB600 (HEB)	3.000	0.081	635.76
		N103/N82	HEB600 (HEB)	6.000	0.162	1271.51
		N77/N60	HEB600 (HEB)	3.000	0.081	635.76
		N81/N77	HEB600 (HEB)	3.000	0.081	635.76
		N104/N81	HEB600 (HEB)	6.000	0.162	1271.51
		N85/N65	HEB600 (HEB)	3.000	0.081	635.76
		N89/N85	HEB600 (HEB)	3.000	0.081	635.76
		N105/N89	HEB600 (HEB)	6.000	0.162	1271.51
		N86/N66	HEB600 (HEB)	3.000	0.081	635.76
		N90/N86	HEB600 (HEB)	3.000	0.081	635.76
		N106/N90	HEB600 (HEB)	6.000	0.162	1271.51
		N87/N67	HEB600 (HEB)	3.000	0.081	635.76
		N91/N87	HEB600 (HEB)	3.000	0.081	635.76
		N107/N91	HEB600 (HEB)	6.000	0.162	1271.51
		N88/N68	HEB600 (HEB)	3.000	0.081	635.76
		N92/N88	HEB600 (HEB)	3.000	0.081	635.76
		N108/N92	HEB600 (HEB)	6.000	0.162	1271.51
		N109/N11	HEB600 (HEB)	3.000	0.081	635.76
		N110/N23	HEB600 (HEB)	3.000	0.081	635.76
		N111/N109	HEB600 (HEB)	3.000	0.081	635.76
		N112/N110	HEB600 (HEB)	3.000	0.081	635.76
		N55/N111	HEB600 (HEB)	6.000	0.162	1271.51
		N56/N112	HEB600 (HEB)	6.000	0.162	1271.51

<b>Tabla de medición</b>						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Peso (kg)
Tipo	Designación					
		N113/N8	HEB600 (HEB)	3.000	0.081	635.76
		N114/N20	HEB600 (HEB)	3.000	0.081	635.76
		N115/N113	HEB600 (HEB)	3.000	0.081	635.76
		N116/N114	HEB600 (HEB)	3.000	0.081	635.76
		N53/N115	HEB600 (HEB)	6.000	0.162	1271.51
		N54/N116	HEB600 (HEB)	6.000	0.162	1271.51
		N117/N10	HEB280 (HEB)	3.000	0.039	309.35
		N118/N22	HEB280 (HEB)	3.000	0.039	309.35
		N119/N117	HEB280 (HEB)	3.000	0.039	309.35
		N120/N118	HEB280 (HEB)	3.000	0.039	309.35
		N57/N68	HEB200 (HEB)	15.000	0.117	919.39
		N58/N67	HEB200 (HEB)	15.000	0.117	919.39
		N60/N65	HEB200 (HEB)	15.000	0.117	919.39
		N59/N66	HEB200 (HEB)	15.000	0.117	919.39
		N121/N122	HEB600 (HEB)	12.000	0.324	2543.02
		N123/N124	HEB600 (HEB)	12.000	0.324	2543.02
		N125/N126	HEB600 (HEB)	12.000	0.324	2543.02
		N127/N128	HEB600 (HEB)	12.000	0.324	2543.02
		N129/N130	HEB600 (HEB)	12.000	0.324	2543.02
		N31/N130	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N130/N131	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N131/N132	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N132/N133	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N133/N32	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N134/N133	HEB600 (HEB)	12.000	0.324	2543.02
		N135/N132	HEB600 (HEB)	12.000	0.324	2543.02
		N136/N131	HEB600 (HEB)	12.000	0.324	2543.02
		N73/N137	HEB280 (HEB)	6.329	0.083	652.68
		N74/N138	IPE360 (IPE)	6.329	0.046	361.37
		N75/N139	HEB280 (HEB)	6.329	0.083	652.68
		N76/N140	HEB280 (HEB)	6.329	0.083	652.68
		N76/N141	HEB280 (HEB)	6.329	0.083	652.68
		N75/N142	HEB280 (HEB)	6.329	0.083	652.68
		N74/N143	IPE360 (IPE)	6.329	0.046	361.37
		N73/N144	HEB280 (HEB)	6.329	0.083	652.68
		N145/N44	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N84/N145	IPE160 (IPE)	5.000	0.010	78.85
		N83/N146	IPE160 (IPE)	5.000	0.010	78.85
		N82/N147	IPE160 (IPE)	5.000	0.010	78.85
		N81/N148	HEB120 (HEB)	5.000	0.017	133.49
		N146/N145	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N43/N148	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N148/N147	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N147/N146	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N80/N149	IPE180 (IPE)	5.000	0.012	94.00

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Peso (kg)
Tipo	Designación					
		N149/N42	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N150/N149	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N79/N150	IPE160 (IPE)	5.000	0.010	78.85
		N78/N151	IPE160 (IPE)	5.000	0.010	78.85
		N151/N150	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N77/N152	HEB140 (HEB)	5.000	0.021	168.62
		N152/N151	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N41/N152	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N93/N61	HEB600 (HEB)	3.000	0.081	635.76
		N97/N93	HEB600 (HEB)	3.000	0.081	635.76
		N153/N97	HEB600 (HEB)	6.000	0.162	1271.51
		N94/N62	HEB600 (HEB)	3.000	0.081	635.76
		N98/N94	HEB600 (HEB)	3.000	0.081	635.76
		N154/N98	HEB600 (HEB)	6.000	0.162	1271.51
		N95/N63	HEB600 (HEB)	3.000	0.081	635.76
		N99/N95	HEB600 (HEB)	3.000	0.081	635.76
		N155/N99	HEB600 (HEB)	6.000	0.162	1271.51
		N96/N64	HEB600 (HEB)	3.000	0.081	635.76
		N100/N96	HEB600 (HEB)	3.000	0.081	635.76
		N156/N100	HEB600 (HEB)	6.000	0.162	1271.51
		N47/N157	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N49/N158	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N158/N89	HEB100 (HEB)	5.000	0.013	102.21
		N157/N85	HEB120 (HEB)	5.000	0.017	133.49
		N157/N159	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N159/N86	IPE120 (IPE)	5.000	0.007	51.85
		N159/N160	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N160/N161	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N161/N48	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N161/N88	IPE120 (IPE)	5.000	0.007	51.85
		N160/N87	IPE120 (IPE)	5.000	0.007	51.85
		N162/N163	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N163/N164	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N164/N50	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N164/N92	IPE120 (IPE)	5.000	0.007	51.85
		N163/N91	IPE120 (IPE)	5.000	0.007	51.85
		N162/N90	IPE120 (IPE)	5.000	0.007	51.85
		N92/N34	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N91/N92	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N90/N91	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N33/N89	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N165/N139	HEB280 (HEB)	1.000	0.013	103.12
		N166/N138	IPE80 (IPE)	1.000	0.001	6.00
		N167/N137	HEB280 (HEB)	1.000	0.013	103.12
		N168/N144	IPE600 (IPE)	1.000	0.016	122.44

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Peso (kg)
Tipo	Designación					
		N169/N143	IPE100 (IPE)	1.000	0.001	8.10
		N170/N142	HEB280 (HEB)	1.000	0.013	103.12
		N171/N172	HEB140 (HEB)	5.000	0.021	168.62
		N173/N174	HEB140 (HEB)	5.000	0.021	168.62
		N175/N176	HEB140 (HEB)	5.000	0.021	168.62
		N177/N178	HEB140 (HEB)	5.000	0.021	168.62
		N179/N180	HEB140 (HEB)	5.000	0.021	168.62
		N181/N182	HEB140 (HEB)	5.000	0.021	168.62
		N183/N184	HEB140 (HEB)	5.000	0.021	168.62
		N185/N186	HEB140 (HEB)	5.000	0.021	168.62
		N187/N188	HEB140 (HEB)	5.000	0.021	168.62
		N189/N190	HEB140 (HEB)	5.000	0.021	168.62
		N191/N192	HEB140 (HEB)	5.000	0.021	168.62
		N193/N194	HEB140 (HEB)	5.000	0.021	168.62
		N195/N196	HEB140 (HEB)	5.000	0.021	168.62
		N197/N198	HEB140 (HEB)	5.000	0.021	168.62
		N199/N200	HEB140 (HEB)	5.000	0.021	168.62
		N207/N208	HEB140 (HEB)	5.000	0.021	168.62
		N209/N210	HEB140 (HEB)	5.000	0.021	168.62
		N211/N212	HEB140 (HEB)	5.000	0.021	168.62
		N213/N214	HEB140 (HEB)	5.000	0.021	168.62
		N215/N216	HEB140 (HEB)	5.000	0.021	168.62
		N217/N218	HEB140 (HEB)	5.000	0.021	168.62
		N219/N220	HEB140 (HEB)	5.000	0.021	168.62
		N221/N222	HEB140 (HEB)	5.000	0.021	168.62
		N223/N224	HEB140 (HEB)	5.000	0.021	168.62
		N225/N226	HEB140 (HEB)	5.000	0.021	168.62
		N227/N228	HEB140 (HEB)	5.000	0.021	168.62
		N229/N230	HEB140 (HEB)	5.000	0.021	168.62
		N231/N232	HEB140 (HEB)	5.000	0.021	168.62
		N233/N234	HEB140 (HEB)	5.000	0.021	168.62
		N235/N236	HEB140 (HEB)	5.000	0.021	168.62
		N237/N238	HEB140 (HEB)	5.000	0.021	168.62
		N239/N240	HEB140 (HEB)	5.000	0.021	168.62
		N241/N242	HEB140 (HEB)	5.000	0.021	168.62
		N243/N244	HEB140 (HEB)	5.000	0.021	168.62
		N245/N246	HEB140 (HEB)	5.000	0.021	168.62
		N247/N248	HEB140 (HEB)	5.000	0.021	168.62
		N249/N250	HEB140 (HEB)	5.000	0.021	168.62
		N251/N252	HEB140 (HEB)	5.000	0.021	168.62
		N253/N254	HEB140 (HEB)	5.000	0.021	168.62
		N255/N256	HEB140 (HEB)	5.000	0.021	168.62
		N257/N258	HEB140 (HEB)	5.000	0.021	168.62
		N259/N260	HEB140 (HEB)	5.000	0.021	168.62
		N261/N262	HEB140 (HEB)	5.000	0.021	168.62

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Peso (kg)
Tipo	Designación					
		N263/N264	HEB140 (HEB)	5.000	0.021	168.62
		N265/N266	HEB140 (HEB)	5.000	0.021	168.62
		N267/N268	HEB140 (HEB)	5.000	0.021	168.62
		N140/N21	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N139/N140	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N138/N139	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N137/N138	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N9/N137	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N12/N144	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N144/N143	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N143/N142	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N142/N141	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N141/N24	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N270/N273	HEB600 (HEB)	12.000	0.324	2543.02
		N274/N277	HEB600 (HEB)	12.000	0.324	2543.02
		N273/N277	HEB200 (HEB)	15.000	0.117	919.39
		N280/N283	HEB600 (HEB)	12.000	0.324	2543.02
		N277/N285	HEB240 (HEB)	12.659	0.134	1053.26
		N283/N285	HEB240 (HEB)	12.659	0.134	1053.26
		N277/N283	HEB200 (HEB)	25.000	0.195	1532.32
		N287/N284	HEB280 (HEB)	1.000	0.013	103.12
		N288/N140	HEB280 (HEB)	1.000	0.013	103.12
		N289/N284	HEB280 (HEB)	6.329	0.083	652.68
		N289/N285	HEB280 (HEB)	2.000	0.026	206.24
		N290/N286	HEB280 (HEB)	1.000	0.013	103.12
		N291/N141	HEB280 (HEB)	1.000	0.013	103.12
		N289/N286	HEB280 (HEB)	6.329	0.083	652.68
		N271/N275	HEB240 (HEB)	15.000	0.159	1248.03
		N272/N276	HEB240 (HEB)	15.000	0.159	1248.03
		N276/N282	HEB240 (HEB)	25.000	0.265	2080.05
		N275/N281	HEB240 (HEB)	25.000	0.265	2080.05
		N294/N278	HEB600 (HEB)	3.000	0.081	635.76
		N292/N294	HEB600 (HEB)	3.000	0.081	635.76
		N302/N292	HEB600 (HEB)	6.000	0.162	1271.51
		N295/N279	HEB600 (HEB)	3.000	0.081	635.76
		N293/N295	HEB600 (HEB)	3.000	0.081	635.76
		N303/N293	HEB600 (HEB)	6.000	0.162	1271.51
		N296/N290	HEB600 (HEB)	3.000	0.081	635.76
		N301/N296	HEB600 (HEB)	3.000	0.081	635.76
		N304/N301	HEB600 (HEB)	6.000	0.162	1271.51
		N298/N287	HEB600 (HEB)	3.000	0.081	635.76
		N299/N298	HEB600 (HEB)	3.000	0.081	635.76
		N305/N299	HEB600 (HEB)	6.000	0.162	1271.51
		N297/N289	HEB280 (HEB)	3.000	0.039	309.35
		N300/N297	HEB280 (HEB)	3.000	0.039	309.35

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Peso (kg)
Tipo	Designación					
		N68/N288	HEB200 (HEB)	6.250	0.049	383.08
		N76/N291	HEB200 (HEB)	6.250	0.049	383.08
		N288/N76	HEB200 (HEB)	6.250	0.049	383.08
		N291/N64	HEB200 (HEB)	6.250	0.049	383.08
		N145/N164	IPE270 (IPE)	5.000	0.023	180.35
		N149/N161	IPE270 (IPE)	5.000	0.023	180.35
		N273/N2	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N272/N27	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N271/N25	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N278/N29	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N277/N4	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N285/N7	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N283/N6	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N282/N37	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N281/N39	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N294/N41	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N295/N47	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N276/N35	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N275/N33	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N85/N93	HEB160 (HEB)	25.000	0.136	1064.66
		N89/N97	HEB160 (HEB)	25.000	0.136	1064.66
		N292/N43	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N306/N307	HEB140 (HEB)	5.000	0.021	168.62
		N308/N309	HEB140 (HEB)	5.000	0.021	168.62
		N310/N311	HEB140 (HEB)	5.000	0.021	168.62
		N312/N313	HEB140 (HEB)	5.000	0.021	168.62
		N314/N315	HEB140 (HEB)	5.000	0.021	168.62
		N316/N317	HEB140 (HEB)	5.000	0.021	168.62
		N284/N9	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N286/N12	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N318/N167	HEB600 (HEB)	3.000	0.081	635.76
		N319/N318	HEB600 (HEB)	3.000	0.081	635.76
		N320/N319	HEB600 (HEB)	6.000	0.162	1271.51
		N321/N168	HEB600 (HEB)	3.000	0.081	635.76
		N322/N321	HEB600 (HEB)	3.000	0.081	635.76
		N323/N322	HEB600 (HEB)	6.000	0.162	1271.51
		N324/N325	HEB140 (HEB)	5.000	0.021	168.62
		N326/N327	HEB140 (HEB)	5.000	0.021	168.62
		N328/N329	HEB140 (HEB)	5.000	0.021	168.62
		N330/N331	HEB140 (HEB)	5.000	0.021	168.62
		N332/N333	HEB140 (HEB)	5.000	0.021	168.62
		N334/N335	HEB140 (HEB)	5.000	0.021	168.62
		N336/N337	HEB140 (HEB)	5.000	0.021	168.62
		N338/N339	HEB140 (HEB)	5.000	0.021	168.62
		N340/N341	HEB140 (HEB)	5.000	0.021	168.62

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Peso (kg)
Tipo	Designación					
		N342/N343	HEB140 (HEB)	5.000	0.021	168.62
		N344/N345	HEB140 (HEB)	5.000	0.021	168.62
		N346/N347	HEB140 (HEB)	5.000	0.021	168.62
		N348/N349	HEB140 (HEB)	5.000	0.021	168.62
		N293/N49	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N350/N351	HEB140 (HEB)	5.000	0.021	168.62
		N352/N353	HEB140 (HEB)	5.000	0.021	168.62
		N354/N355	HEB140 (HEB)	5.000	0.021	168.62
		N298/N113	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N113/N318	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N115/N319	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N299/N115	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N296/N109	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N109/N321	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N289/N10	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N297/N117	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N117/N356	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N119/N357	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N300/N119	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N358/N359	HEB140 (HEB)	10.000	0.043	337.24
		N359/N361	HEB140 (HEB)	10.000	0.043	337.24
		N361/N362	HEB140 (HEB)	10.000	0.043	337.24
		N362/N363	HEB140 (HEB)	10.000	0.043	337.24
		N363/N364	HEB140 (HEB)	10.000	0.043	337.24
		N364/N360	HEB140 (HEB)	10.000	0.043	337.24
		N366/N367	HEB140 (HEB)	10.000	0.043	337.24
		N368/N366	HEB140 (HEB)	10.000	0.043	337.24
		N369/N368	HEB140 (HEB)	10.000	0.043	337.24
		N370/N369	HEB140 (HEB)	10.000	0.043	337.24
		N365/N370	HEB140 (HEB)	10.000	0.043	337.24
		N371/N365	HEB140 (HEB)	10.000	0.043	337.24
		N372/N373	HEB140 (HEB)	10.000	0.043	337.24
		N373/N375	HEB140 (HEB)	20.000	0.086	674.47
		N375/N376	HEB140 (HEB)	10.000	0.043	337.24
		N376/N377	HEB140 (HEB)	10.000	0.043	337.24
		N377/N374	HEB140 (HEB)	10.000	0.043	337.24
		N379/N380	HEB140 (HEB)	10.000	0.043	337.24
		N381/N379	HEB140 (HEB)	10.000	0.043	337.24
		N382/N381	HEB140 (HEB)	10.000	0.043	337.24
		N378/N383	HEB140 (HEB)	10.000	0.043	337.24
		N384/N378	HEB140 (HEB)	10.000	0.043	337.24
		N417/N418	HEB120 (HEB)	5.000	0.017	133.49
		N270/N25	HEB140 (HEB)	11.662	0.050	393.28
		N1/N271	HEB140 (HEB)	11.662	0.050	393.28
		N271/N27	HEB120 (HEB)	10.440	0.036	278.73



Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Peso (kg)
Tipo	Designación					
		N25/N272	HEB120 (HEB)	10.440	0.036	278.73
		N27/N273	HEB120 (HEB)	10.440	0.036	278.73
		N272/N2	HEB120 (HEB)	10.440	0.036	278.73
		N1/N81	HEB180 (HEB)	11.662	0.076	597.34
		N103/N81	HEB180 (HEB)	11.662	0.076	597.34
		N103/N83	HEB160 (HEB)	11.662	0.063	496.64
		N101/N83	HEB160 (HEB)	11.662	0.063	496.64
		N101/N26	HEB180 (HEB)	11.662	0.076	597.34
		N104/N25	HEB180 (HEB)	11.662	0.076	597.34
		N104/N82	HEB160 (HEB)	11.662	0.063	496.64
		N102/N82	HEB160 (HEB)	11.662	0.063	496.64
		N102/N84	HEB160 (HEB)	11.662	0.063	496.64
		N13/N84	HEB180 (HEB)	11.662	0.076	597.34
		N37/N283	HEB120 (HEB)	10.440	0.036	278.73
		N282/N6	HEB120 (HEB)	10.440	0.036	278.73
		N39/N282	HEB120 (HEB)	10.440	0.036	278.73
		N280/N39	HEB140 (HEB)	11.662	0.050	393.28
		N5/N281	HEB140 (HEB)	11.662	0.050	393.28
		N5/N97	HEB180 (HEB)	11.662	0.076	597.34
		N97/N37	HEB140 (HEB)	10.440	0.045	352.08
		N281/N37	HEB120 (HEB)	10.440	0.036	278.73
		N37/N61	HEB120 (HEB)	10.440	0.036	278.73
		N94/N61	HEB140 (HEB)	10.440	0.045	352.08
		N97/N94	HEB120 (HEB)	10.440	0.036	278.73
		N154/N97	HEB180 (HEB)	11.662	0.076	597.34
		N154/N99	HEB160 (HEB)	11.662	0.063	496.64
		N99/N94	HEB120 (HEB)	10.440	0.036	278.73
		N94/N63	HEB120 (HEB)	10.440	0.036	278.73
		N96/N63	HEB120 (HEB)	10.440	0.036	278.73
		N99/N96	HEB120 (HEB)	10.440	0.036	278.73
		N156/N99	HEB160 (HEB)	11.662	0.063	496.64
		N156/N40	HEB200 (HEB)	11.662	0.091	714.79
		N40/N96	HEB120 (HEB)	10.440	0.036	278.73
		N96/N18	HEB140 (HEB)	10.440	0.045	352.08
		N153/N39	HEB200 (HEB)	11.662	0.091	714.79
		N153/N98	HEB160 (HEB)	11.662	0.063	496.64
		N155/N98	HEB160 (HEB)	11.662	0.063	496.64
		N155/N100	HEB180 (HEB)	11.662	0.076	597.34
		N17/N100	HEB180 (HEB)	11.662	0.076	597.34
		N100/N38	HEB140 (HEB)	10.440	0.045	352.08
		N100/N95	HEB120 (HEB)	10.440	0.036	278.73
		N98/N95	HEB120 (HEB)	10.440	0.036	278.73
		N98/N93	HEB140 (HEB)	10.440	0.045	352.08
		N39/N93	HEB120 (HEB)	10.440	0.036	278.73
		N93/N6	HEB140 (HEB)	10.440	0.045	352.08

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Peso (kg)
Tipo	Designación					
		N93/N62	HEB120 (HEB)	10.440	0.036	278.73
		N95/N62	HEB120 (HEB)	10.440	0.036	278.73
		N95/N64	HEB120 (HEB)	10.440	0.036	278.73
		N38/N64	HEB120 (HEB)	10.440	0.036	278.73
		N270/N292	HEB100 (HEB)	7.810	0.020	159.65
		N302/N271	HEB100 (HEB)	7.810	0.020	159.65
		N271/N294	HEB100 (HEB)	5.831	0.015	119.19
		N292/N272	HEB100 (HEB)	5.831	0.015	119.19
		N272/N278	HEB100 (HEB)	5.831	0.015	119.19
		N294/N273	HEB100 (HEB)	5.831	0.015	119.19
		N275/N295	HEB100 (HEB)	5.831	0.015	119.19
		N293/N276	HEB100 (HEB)	5.831	0.015	119.19
		N276/N279	HEB100 (HEB)	5.831	0.015	119.19
		N305/N275	HEB100 (HEB)	8.664	0.023	177.10
		N303/N275	HEB100 (HEB)	7.810	0.020	159.65
		N274/N293	HEB100 (HEB)	7.810	0.020	159.65
		N274/N299	HEB100 (HEB)	8.664	0.023	177.10
		N304/N281	HEB100 (HEB)	8.664	0.023	177.10
		N280/N301	HEB100 (HEB)	8.664	0.023	177.10
		N296/N283	HEB100 (HEB)	6.933	0.018	141.71
		N301/N282	HEB100 (HEB)	6.933	0.018	141.71
		N301/N297	HEB100 (HEB)	6.933	0.018	141.71
		N300/N296	HEB100 (HEB)	6.933	0.018	141.71
		N295/N277	HEB100 (HEB)	5.831	0.015	119.19
		N282/N290	HEB100 (HEB)	6.933	0.018	141.71
		N281/N296	HEB100 (HEB)	6.933	0.018	141.71
		N297/N290	HEB100 (HEB)	6.933	0.018	141.71
		N296/N289	HEB100 (HEB)	6.933	0.018	141.71
		N77/N2	HEB140 (HEB)	10.440	0.045	352.08
		N77/N59	HEB120 (HEB)	10.440	0.036	278.73
		N79/N59	HEB120 (HEB)	10.440	0.036	278.73
		N79/N57	HEB120 (HEB)	10.440	0.036	278.73
		N28/N57	HEB120 (HEB)	10.440	0.036	278.73
		N27/N60	HEB120 (HEB)	10.440	0.036	278.73
		N78/N60	HEB120 (HEB)	10.440	0.036	278.73
		N78/N58	HEB120 (HEB)	10.440	0.036	278.73
		N80/N58	HEB120 (HEB)	10.440	0.036	278.73
		N80/N14	HEB140 (HEB)	10.440	0.045	352.08
		N279/N31	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N357/N356	HEB280 (HEB)	3.000	0.039	309.35
		N356/N73	HEB200 (HEB)	3.000	0.023	183.88
		N81/N27	HEB140 (HEB)	10.440	0.045	352.08
		N25/N77	HEB120 (HEB)	10.440	0.036	278.73
		N82/N77	HEB120 (HEB)	10.440	0.036	278.73
		N82/N79	HEB120 (HEB)	10.440	0.036	278.73

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Peso (kg)
Tipo	Designación					
		N84/N79	HEB120 (HEB)	10.440	0.036	278.73
		N84/N28	HEB140 (HEB)	10.440	0.045	352.08
		N81/N78	HEB120 (HEB)	10.440	0.036	278.73
		N83/N78	HEB120 (HEB)	10.440	0.036	278.73
		N83/N80	HEB120 (HEB)	10.440	0.036	278.73
		N26/N80	HEB120 (HEB)	10.440	0.036	278.73
		N504/N505	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N505/N507	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N507/N508	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N508/N509	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N509/N510	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N510/N506	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N511/N512	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N512/N514	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N514/N515	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N515/N516	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N516/N517	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N517/N513	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N518/N519	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N519/N521	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N521/N522	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N522/N523	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N523/N524	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N524/N520	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N525/N526	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N526/N528	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N528/N529	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N529/N530	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N530/N531	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N531/N527	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N532/N533	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N533/N535	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N535/N536	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N536/N537	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N537/N534	HEB240 (HEB)	20.000	0.212	1664.04
		N539/N540	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N540/N542	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N542/N543	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N543/N544	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N544/N545	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N545/N541	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N546/N547	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N547/N549	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N549/N550	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N550/N551	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02

<b>Tabla de medición</b>						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Peso (kg)
Tipo	Designación					
		N551/N552	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N552/N548	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N553/N554	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N554/N556	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N557/N556	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.04
		N557/N558	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N558/N559	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.02
		N559/N555	HEB240 (HEB)	10.000	0.106	832.04

Notación:  
 Ni: Nudo inicial  
 Nf: Nudo final

## 1.2.5 Resumen de medición

<b>Resumen de medición</b>												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m <sup>3</sup> )	Serie (m <sup>3</sup> )	Material (m <sup>3</sup> )	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
		HEB	HEB600	516.000			13.930			109350.00		
			HEB200	306.324			2.392			18775.44		
			HEB240	2117.226			22.440			176157.77		
			HEB280	119.954			1.576			12369.36		
			HEB120	411.732			1.400			10992.35		
			HEB140	726.051			3.119			24485.04		
			HEB100	173.006			0.451			3536.48		
			HEB160	154.957			0.841			6599.04		
			HEB180	104.957			0.685			5376.04		
		HEB			4630.206			46.833			367641.53	
		IPE	IPE100	3.000			0.003			24.30		
			IPE360	12.659			0.092			722.74		
			IPE160	25.000			0.050			394.27		
			IPE180	5.000			0.012			94.00		
			IPE120	30.000			0.040			311.10		
			IPE80	1.000			0.001			6.00		
			IPE600	1.000			0.016			122.44		
			IPE270	10.000			0.046			360.71		
Acero laminado	S275	IPE			87.659			0.259			2035.56	
						4717.865			47.093			369677.09

## 1.2.6 Medición de superficies

**Acero laminado: Medición de las superficies a pintar**

Serie	Perfil	Superficie unitaria (m <sup>2</sup> /m)	Longitud (m)	Superficie (m <sup>2</sup> )
HEB	HEB600	2.369	516.000	1222.404
	HEB200	1.182	306.324	362.075
	HEB240	1.420	2117.226	3006.461
	HEB280	1.659	119.954	199.004
	HEB120	0.707	411.732	291.094
	HEB140	0.826	726.051	599.718
	HEB100	0.588	173.006	101.727
	HEB160	0.944	154.957	146.280
	HEB180	1.063	104.957	111.569
IPE	IPE100	0.412	3.000	1.235
	IPE360	1.384	12.659	17.520
	IPE160	0.638	25.000	15.950
	IPE180	0.713	5.000	3.567
	IPE120	0.487	30.000	14.616
	IPE80	0.336	1.000	0.336
	IPE600	2.056	1.000	2.056
	IPE270	1.067	10.000	10.668
<b>Total</b>				<b>6106.281</b>

## 1.3 Cargas

En este apartado, se ha creído conveniente no incluir las tablas de representación de cargas tanto sean en los nodos como en las barras, debido a que el programa de cálculo al tener una estructura con tantos perfiles y uniones, aparece una cantidad de folios que supera las 188 páginas solamente para ver la distribución de las cargas. De manera que si se quiere saber qué tipo de carga ha sido aplicada en la estructura, se puede mirar en el apartado 4 de la memoria, dónde ahí aparecen indicadas las diferentes modalidades de carga,

## 1.4 Resultados

Como en la mayoría de los apartados, al ser una estructura muy compleja y con bastantes elementos, para no incluir una gran cantidad de papeles en el anejo del cálculo estructural, se incluirá una parte representativa de los resultados obtenidos mediante el programa. De esta manera se puede tener la percepción de como se ha realizado el cálculo de la nave industrial.

### 1.4.1 Resultados de la estructura

#### 1.1.- Barras

##### 1.1.1.- Resistencia

Referencias:

N: Esfuerzo axial (t)

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

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

Mt: Momento torsor (t·m)

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

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

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

Origen de los esfuerzos pésimos:

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

José Luis Linares Llamas

Otoño 2018

- GVS: Gravitatorias + viento + sismo

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

Comprobación de resistencia a temperatura ambiente										
Barra	$\eta$ (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (t)	Vy (t)	Vz (t)	Mt (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)		
N1/N25	17.15	0.195	-15.904	-2.402	2.596	0.014	9.458	-2.221	GV	Cumple
N25/N27	5.91	0.120	-8.253	1.125	-2.187	0.009	-2.565	1.049	GV	Cumple
N27/N2	4.45	1.894	3.100	0.239	0.658	0.005	-4.608	0.436	GV	Cumple
N3/N33	32.09	0.000	-5.792	5.392	-0.171	-0.005	-0.625	10.649	GV	Cumple
N33/N35	10.81	2.870	-6.165	3.095	0.970	0.000	-2.833	-2.854	GV	Cumple
N35/N4	5.19	2.477	5.335	-0.091	0.457	-0.005	-0.815	-1.406	GV	Cumple
N2/N29	34.19	0.300	-0.293	-0.379	5.184	0.000	3.403	-1.112	GV	Cumple
N29/N31	21.49	0.300	3.057	-0.403	3.447	0.000	2.182	-0.905	GV	Cumple
N31/N4	19.39	4.700	-0.687	0.077	-2.481	0.000	2.395	-0.146	GV	Cumple
N5/N39	19.53	0.195	-12.028	-3.050	-3.161	-0.050	-11.389	-2.886	GV	Cumple
N39/N37	5.55	0.120	-7.978	-1.788	-0.957	0.037	0.537	-1.397	GV	Cumple
N37/N6	4.48	1.887	2.561	0.142	-0.773	0.059	4.053	0.592	GV	Cumple
N4/N505	18.41	0.760	2.633	-0.481	3.419	-0.004	2.010	-0.221	GV	Cumple
N505/N512	8.77	0.000	1.629	-0.156	0.125	-0.001	0.958	-0.140	GV	Cumple
N512/N9	15.64	1.620	-0.883	0.559	-2.449	0.009	1.302	-0.606	GV	Cumple
N9/N519	40.11	0.449	-66.031	-0.328	-3.320	-0.011	-4.719	-0.389	GV	Cumple
N519/N526	46.43	2.130	-65.555	-0.151	-0.740	0.000	2.476	0.146	GV	Cumple
N526/N7	62.69	1.927	-55.607	0.067	-3.323	0.002	4.826	0.032	GV	Cumple
N6/N533	28.13	0.760	0.572	1.397	4.051	0.004	1.937	1.680	GV	Cumple
N533/N540	11.82	2.130	2.352	1.226	-0.874	0.000	-0.980	-1.251	GV	Cumple
N540/N12	22.65	1.620	2.501	1.122	-3.054	-0.002	1.564	-1.597	GV	Cumple
N12/N547	39.52	0.449	-64.559	0.369	-3.391	0.010	-4.743	0.369	GV	Cumple
N547/N554	47.66	2.130	-64.099	0.177	-0.771	-0.001	2.636	-0.197	GV	Cumple
N554/N7	66.27	1.927	-55.701	0.500	-3.146	-0.002	4.683	-0.813	GV	Cumple
N4/N8	10.53	0.823	-0.589	0.148	-0.866	0.004	-1.573	0.370	GV	Cumple
N8/N10	26.32	0.300	-1.035	-0.161	-2.158	-0.003	-4.933	-0.391	GV	Cumple
N10/N11	23.29	5.950	1.309	0.121	2.121	0.002	-4.793	-0.254	GV	Cumple
N11/N6	8.55	0.300	-2.276	-0.077	-0.556	-0.005	-0.855	-0.352	GV	Cumple
N8/N9	45.21	0.858	-29.489	3.646	-7.020	0.005	5.474	-4.176	GV	Cumple
N10/N9	35.28	0.760	60.136	-0.604	1.342	-0.001	5.018	-0.882	GV	Cumple
N10/N7	17.00	0.142	20.194	-2.062	-1.400	0.000	-0.212	-1.936	GV	Cumple
N11/N12	54.80	0.858	-50.366	3.704	7.403	-0.009	-5.167	-4.949	GV	Cumple

Comprobación de resistencia a temperatura ambiente										
Barra	$\eta$ (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (t)	Vy (t)	Vz (t)	Mt (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)		
N10/N12	34.59	0.760	61.355	0.330	1.452	0.000	5.382	0.518	GV	Cumple
N13/N26	18.24	0.195	-6.665	2.761	3.139	-0.019	11.350	2.921	GV	Cumple
N26/N28	12.42	0.120	-1.551	3.558	0.831	0.008	-0.589	4.216	GV	Cumple
N28/N14	8.01	0.120	3.279	2.307	1.490	-0.005	-1.901	2.287	GV	Cumple
N15/N34	28.46	0.000	2.891	-5.055	-0.113	0.013	-0.432	-9.942	GV	Cumple
N34/N36	8.06	2.870	-3.681	0.759	-0.096	-0.009	0.451	-2.564	GV	Cumple
N36/N16	5.71	2.868	-0.737	0.106	0.886	0.001	-2.130	-1.513	GV	Cumple
N14/N30	38.62	0.300	-0.004	0.496	5.285	0.000	3.636	1.483	GV	Cumple
N30/N32	22.64	4.700	0.022	-0.148	-2.584	0.000	2.628	0.397	GV	Cumple
N32/N16	20.50	4.700	-0.881	-0.090	-2.593	0.000	2.648	0.032	GV	Cumple
N17/N40	20.34	0.195	-9.051	3.158	-3.367	0.096	-12.653	3.105	GV	Cumple
N40/N38	7.18	0.120	-5.069	2.235	-1.181	0.005	0.388	2.181	GV	Cumple
N38/N18	7.21	2.672	3.217	-0.217	-0.859	-0.174	5.105	-1.308	GV	Cumple
N16/N506	23.45	0.760	1.398	-0.485	3.609	-0.002	2.139	-0.769	GV	Cumple
N506/N513	8.50	0.213	1.373	0.131	-0.012	-0.006	0.928	-0.134	GV	Cumple
N513/N21	34.90	1.620	-1.768	-1.546	-3.075	-0.043	2.576	1.811	GV	Cumple
N21/N520	28.88	0.449	5.086	0.314	3.792	-0.029	3.153	0.202	GV	Cumple
N520/N527	14.55	1.704	-11.182	-0.033	0.027	0.001	1.072	0.162	GV	Cumple
N527/N19	25.84	1.927	5.295	-0.365	-3.335	-0.007	2.821	0.368	GV	Cumple
N18/N534	39.32	0.760	1.039	-2.487	4.335	0.000	2.348	-2.887	GV	Cumple
N534/N541	11.58	0.213	0.430	-0.008	0.012	0.004	0.995	0.434	GV	Cumple
N541/N24	38.60	1.620	2.104	-1.666	-3.589	-0.044	2.641	2.492	GV	Cumple
N24/N548	27.81	0.449	5.340	-0.641	3.692	0.038	3.036	-0.481	GV	Cumple
N548/N555	14.69	1.704	-9.687	0.032	0.003	-0.001	1.127	-0.191	GV	Cumple
N555/N19	24.80	1.927	5.343	0.035	-3.172	0.006	2.708	0.140	GV	Cumple
N16/N20	18.79	5.950	-1.443	-0.594	0.712	-0.017	-1.196	1.537	GV	Cumple
N20/N22	21.31	0.300	-2.460	0.605	-0.739	0.009	-1.418	1.607	GV	Cumple
N22/N23	17.92	5.950	1.607	-0.745	-0.050	-0.015	0.573	1.951	GV	Cumple
N23/N18	23.90	0.300	-2.395	0.701	-0.778	0.023	-1.371	1.965	GV	Cumple
N20/N21	51.32	0.858	6.748	-5.381	1.371	-0.007	0.572	8.839	GV	Cumple
N22/N21	16.92	5.912	7.430	0.513	0.582	0.009	-0.633	-2.422	GV	Cumple

### 1.1.2.- Flechas

Referencias:

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

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



Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N1/N2	2.843	0.58	4.548	0.27	3.127	0.94	1.990	0.43
	2.843	L/(>1000)	1.990	L/(>1000)	2.843	L/(>1000)	1.990	L/(>1000)
N3/N4	5.136	4.00	2.201	0.29	5.503	7.14	2.201	0.51
	5.136	L/(>1000)	2.201	L/(>1000)	5.136	L/(>1000)	2.201	L/(>1000)
N2/N4	8.000	1.77	2.200	0.66	8.220	3.16	2.200	0.95
	0.880	L/(>1000)	2.200	L/(>1000)	0.880	L/(>1000)	2.200	L/(>1000)
N5/N6	3.127	0.79	4.832	0.29	3.127	1.20	7.776	0.52
	3.127	L/(>1000)	1.990	L/(>1000)	3.127	L/(>1000)	1.990	L/(>1000)
N4/N7	4.918	2.03	5.120	2.53	4.918	4.01	5.120	2.53
	4.918	L/(>1000)	5.120	L/(>1000)	4.918	L/(>1000)	5.120	L/(>1000)
N6/N7	4.918	2.96	5.120	2.34	4.918	5.54	5.120	2.34
	4.918	L/(>1000)	5.120	L/(>1000)	4.918	L/(>1000)	5.120	L/(>1000)
N4/N6	13.259	8.48	11.677	7.22	12.943	16.45	11.677	7.22
	13.259	L/(>1000)	11.677	L/(>1000)	13.259	L/(>1000)	11.677	L/(>1000)
N8/N9	0.369	0.09	0.369	0.06	0.369	0.16	0.369	0.06
	0.369	L/(>1000)	0.369	L/(>1000)	0.369	L/(>1000)	0.369	L/(>1000)
N10/N9	2.898	0.51	1.610	0.73	2.898	0.85	1.610	0.73
	2.898	L/(>1000)	1.610	L/(>1000)	2.898	L/(>1000)	1.610	L/(>1000)
N10/N7	0.639	0.21	1.064	0.06	0.852	0.39	1.064	0.10
	0.639	L/(>1000)	1.064	L/(>1000)	0.639	L/(>1000)	1.064	L/(>1000)
N11/N12	0.369	0.12	0.369	0.06	0.369	0.14	0.369	0.06
	0.369	L/(>1000)	0.369	L/(>1000)	0.369	L/(>1000)	0.369	L/(>1000)
N10/N12	2.319	0.69	1.546	0.74	2.319	1.27	1.546	0.74
	2.319	L/(>1000)	1.546	L/(>1000)	2.319	L/(>1000)	1.546	L/(>1000)
N13/N14	3.411	1.01	2.274	0.32	3.411	1.01	1.990	0.55
	3.411	L/(>1000)	2.274	L/(>1000)	3.411	L/(>1000)	2.274	L/(>1000)
N15/N16	5.503	3.61	2.201	0.35	5.503	6.71	2.201	0.63
	5.503	L/(>1000)	2.201	L/(>1000)	5.503	L/(>1000)	2.201	L/(>1000)
N14/N16	8.000	1.72	2.200	0.67	8.220	3.02	2.200	0.95
	1.320	L/(>1000)	2.200	L/(>1000)	1.320	L/(>1000)	2.200	L/(>1000)
N17/N18	3.127	0.92	1.990	0.30	3.127	1.26	1.990	0.55
	3.127	L/(>1000)	1.990	L/(>1000)	3.127	L/(>1000)	1.990	L/(>1000)
N16/N19	4.918	2.42	8.764	0.73	4.918	4.66	9.190	1.26
	4.918	L/(>1000)	5.120	L/(>1000)	4.918	L/(>1000)	5.120	L/(>1000)
N18/N19	4.918	3.12	9.403	0.66	4.918	6.03	9.190	1.28
	4.918	L/(>1000)	5.120	L/(>1000)	4.918	L/(>1000)	5.120	L/(>1000)
N16/N18	16.107	12.40	10.489	1.24	15.474	22.23	10.489	1.24
	16.107	L/(>1000)	10.174	L/(>1000)	16.107	L/(>1000)	10.174	L/(>1000)
N20/N21	0.369	0.20	0.369	0.02	0.369	0.35	0.369	0.03
	0.369	L/(>1000)	0.369	L/(>1000)	0.369	L/(>1000)	0.369	L/(>1000)
N22/N21	3.542	1.20	1.932	0.18	3.542	2.08	1.932	0.18
	3.542	L/(>1000)	1.932	L/(>1000)	3.542	L/(>1000)	1.932	L/(>1000)

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N22/N19	0.639	0.78	1.064	0.07	0.639	1.37	1.064	0.10
	0.639	L/(>1000)	1.064	L/(>1000)	0.639	L/(>1000)	1.064	L/(>1000)
N23/N24	0.369	0.25	0.369	0.02	0.369	0.45	0.369	0.04
	0.369	L/(>1000)	0.369	L/(>1000)	0.369	L/(>1000)	0.369	L/(>1000)
N22/N24	3.607	1.47	1.803	0.19	3.349	2.67	1.803	0.19
	3.607	L/(>1000)	1.803	L/(>1000)	3.607	L/(>1000)	1.803	L/(>1000)
N25/N26	25.267	5.98	45.058	5.56	25.267	11.61	45.058	5.56
	45.058	L/(>1000)	45.058	L/(>1000)	45.058	L/(>1000)	45.058	L/(>1000)
N27/N28	25.892	11.12	45.058	5.33	25.475	20.45	45.058	5.33
	25.892	L/(>1000)	4.850	L/(>1000)	25.892	L/(>1000)	4.850	L/(>1000)
N26/N34	8.275	1.75	3.080	0.42	8.000	3.42	10.580	0.58
	0.660	L/(>1000)	3.080	L/(>1000)	0.660	L/(>1000)	3.080	L/(>1000)
N25/N33	8.275	1.76	2.420	1.08	8.275	3.46	2.420	1.08
	0.660	L/(>1000)	2.200	L/(>1000)	0.660	L/(>1000)	2.200	L/(>1000)
N28/N36	8.550	1.87	3.080	0.37	8.275	3.69	10.580	0.47
	0.880	L/(>1000)	3.080	L/(>1000)	0.880	L/(>1000)	3.080	L/(>1000)
N27/N35	8.275	1.96	2.200	1.06	8.275	3.85	2.200	1.06
	0.440	L/(>1000)	2.200	L/(>1000)	0.440	L/(>1000)	2.200	L/(>1000)
N7/N19	29.235	14.88	34.860	18.08	28.610	27.44	26.735	27.81
	29.235	L/(>1000)	34.860	L/(>1000)	29.235	L/(>1000)	34.860	L/(>1000)
N10/N22	30.000	16.14	35.000	18.17	28.750	29.45	26.250	27.98
	30.000	L/(>1000)	46.875	L/(>1000)	30.000	L/(>1000)	46.875	L/(>1000)
N4/N16	30.625	15.70	45.625	1.56	30.000	27.30	45.625	1.56
	30.625	L/(>1000)	45.625	L/(>1000)	30.625	L/(>1000)	45.625	L/(>1000)
N6/N18	27.450	15.36	45.052	1.32	28.639	29.23	45.052	1.32
	17.450	L/(>1000)	45.052	L/(>1000)	17.450	L/(>1000)	45.052	L/(>1000)
N37/N38	44.636	13.50	34.589	0.95	45.234	26.61	34.589	0.95

### 1.1.3.- Comprobaciones E.L.U. (Completo)

Nota: Se muestra el listado completo de comprobaciones realizadas para las 10 barras con mayor coeficiente de aprovechamiento.

### 1.1.3.- Comprobaciones E.L.U. (Completo)

Nota: Se muestra el listado completo de comprobaciones realizadas para las 10 barras con mayor coeficiente de aprovechamiento.

Barra N559/N555

**Perfil: HEB200**  
**Material: Acero (S275)**

Perfil: HEB200						
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> )
N559	N555	10.000	78.08	5718.88	1991.28	59.28
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme						
	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
β	1.00	1.00	0.00	0.00		
L <sub>k</sub>	10.000	10.000	0.000	0.000		
C <sub>m</sub>	1.000	1.000	1.000	1.000		
C <sub>1</sub>	-		1.000			
Notación: β: Coeficiente de pandeo L <sub>k</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico						
Situación de incendio						
Resistencia requerida: R 30						
Factor de forma: 106.24 m <sup>-1</sup>						
Temperatura máx. de la barra: 556.5 °C						
Panel rígido de lana de roca: 6 mm						

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

Se debe satisfacer:

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

18.89 ≤ 163.60 ✓

Donde:

**h<sub>w</sub>**: Altura del alma.

**h<sub>w</sub>**: 170.00 mm

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

**t<sub>w</sub>**: 9.00 mm

**A<sub>w</sub>**: Área del alma.

**A<sub>w</sub>**: 15.30 cm<sup>2</sup>

**A<sub>fc,ef</sub>**: Área reducida del ala comprimida.

**A<sub>fc,ef</sub>**: 30.00 cm<sup>2</sup>

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

**k**: 0.30

**E**: Módulo de elasticidad.

**E**: 2140673 kp/cm<sup>2</sup>

**f<sub>yf</sub>**: Límite elástico del acero del ala comprimida.

**f<sub>yf</sub>**: 2803.26 kp/cm<sup>2</sup>

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

José Luis Linares Llamas

Otoño 2018

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

Se debe satisfacer:

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

$\eta$  : 0.001 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N555, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

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

$N_{t,Ed}$  : 0.213 t

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

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{t,Rd}$  : 208.456 t

Donde:

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

$A$  : 78.08 cm<sup>2</sup>

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

$f_{yd}$  : 2669.77 kp/cm<sup>2</sup>

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

$f_y$  : 2803.26 kp/cm<sup>2</sup>

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

$\gamma_{M0}$  : 1.05

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

Se debe satisfacer:

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

$\eta$  : 0.003 ✓

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

$\eta$  : 0.019 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N559, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(180°)H2+0.75·N(R)2.

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

$N_{c,Ed} : \underline{0.630} \text{ t}$

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

$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$

$N_{c,Rd} : \underline{208.456} \text{ t}$

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 :** 78.08 cm<sup>2</sup>

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

**f<sub>yd</sub> :** 2669.77 kp/cm<sup>2</sup>

$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$

Siendo:

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

**f<sub>y</sub> :** 2803.26 kp/cm<sup>2</sup>

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

**γ<sub>M0</sub> :** 1.05

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

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

$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$

$N_{b,Rd} : \underline{32.516} \text{ t}$

Donde:

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

**A :** 78.08 cm<sup>2</sup>

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

**f<sub>yd</sub> :** 2669.77 kp/cm<sup>2</sup>

$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$

Siendo:

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

**f<sub>y</sub> :** 2803.26 kp/cm<sup>2</sup>

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

**γ<sub>M1</sub> :** 1.05

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

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1$$

**χ<sub>y</sub> :** 0.41

**χ<sub>z</sub> :** 0.16

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[ 1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

**φ<sub>y</sub> :** 1.60

**φ<sub>z</sub> :** 3.61

**α:** Coeficiente de imperfección elástica.

**α<sub>y</sub> :** 0.34

**α<sub>z</sub> :** 0.49

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

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

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

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

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

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

$$\bar{\lambda}_y : 1.35$$

$$\bar{\lambda}_z : 2.28$$

$$N_{cr} : 42.069 \text{ t}$$

$$N_{cr,y} : 120.822 \text{ t}$$

$$N_{cr,z} : 42.069 \text{ t}$$

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : 0.069 \checkmark$$

Para flexión positiva:

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

$$M_{Ed}^+ : 0.000 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N559, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(270°)H2.

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

$$M_{Ed}^- : 1.190 \text{ t}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : 17.155 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

$$\text{Clase} : 1$$

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

$$W_{pl,y} : 642.55 \text{ cm}^3$$

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

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

$\eta$  : 0.054 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N555, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H2+0.75·N(EI).

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

$M_{Ed}^+$  : 0.442 t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N555, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(180°)H2.

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

$M_{Ed}^-$  : 0.394 t·m

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

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$  : 8.164 t·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.

$W_{pl,z}$  : 305.81 cm<sup>3</sup>

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

$f_{yd}$  : 2669.77 kp/cm<sup>2</sup>

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

$f_y$  : 2803.26 kp/cm<sup>2</sup>

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

$\gamma_{M0}$  : 1.05

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

Se debe satisfacer:

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

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

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N559, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(270°)H2.

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

$$V_{Ed} : \underline{0.537} \text{ t}$$

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

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{c,Rd} : \underline{38.273} \text{ t}$$

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{24.83} \text{ cm}^2$$

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

$h$ : Canto de la sección.

$$h : \underline{200.00} \text{ mm}$$

$t_w$ : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{9.00} \text{ mm}$$

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

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

$\gamma_{M0}$ : 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:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$14.89 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

$\lambda_w$ : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{14.89}$$

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

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

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

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

$\varepsilon$ : Factor de reducción.

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

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$



Siendo:

$f_{ref}$ : Límite elástico de referencia.

$f_{ref}$ : 2395.51 kp/cm<sup>2</sup>

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

$f_y$ : 2803.26 kp/cm<sup>2</sup>

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

Se debe satisfacer:

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

$\eta$ : 0.001 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H2+0.75·N(EI).

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

$V_{Ed}$ : 0.085 t

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

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$ : 96.769 t

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$A_v$ : 62.78 cm<sup>2</sup>

$$A_v = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

$A$ : Área de la sección bruta.

$A$ : 78.08 cm<sup>2</sup>

$d$ : Altura del alma.

$d$ : 170.00 mm

$t_w$ : Espesor del alma.

$t_w$ : 9.00 mm

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

$f_{yd}$ : 2669.77 kp/cm<sup>2</sup>

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

$f_y$ : 2803.26 kp/cm<sup>2</sup>

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

$\gamma_{M0}$ : 1.05

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

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

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$0.537 \text{ t} \leq 19.136 \text{ t}$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2$ .

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

$$V_{Ed} : \underline{0.537} \text{ t}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{38.273} \text{ t}$$

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

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

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$0.085 \text{ t} \leq 48.384 \text{ t}$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI)$ .

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

$$V_{Ed} : \underline{0.085} \text{ t}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{96.769} \text{ t}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.109}$$



$$\eta = \frac{M_{ef,Ed}}{M_{b,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.107}$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N559, para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2$ .

Donde:

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

$$N_{t,Ed} : \underline{0.179} \text{ t}$$

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

$$M_{y,Ed}^- : \underline{1.190} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed}^+ : \underline{0.314} \text{ t}\cdot\text{m}$$

**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 tracción.

$$N_{pl,Rd} : \underline{208.456} \text{ t}$$

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

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{17.155} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{8.164} \text{ t}\cdot\text{m}$$

**Resistencia a pandeo**: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)

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

$$M_{ef,Ed} : \underline{-1.178} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{ef,Ed} = W_{y,com} \cdot \sigma_{com,Ed}$$

Siendo:

$\sigma_{com,Ed}$ : Tensión combinada en la fibra extrema comprimida.

$$\sigma_{com,Ed} : \underline{183.36} \text{ kp/cm}^2$$

$$\sigma_{com,Ed} = \frac{M_{y,Ed}}{W_{y,com}} - 0.8 \cdot \frac{N_{t,Ed}}{A}$$

$W_{y,com}$ : Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y.

$$W_{y,com} : \underline{642.55} \text{ cm}^3$$

**A**: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{78.08} \text{ cm}^2$$

$M_{b,Rd,y}$ : Momento flector resistente de cálculo.

$$M_{b,Rd,y} : \underline{17.155} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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

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

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2$ .

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$0.537 \text{ t} \leq 19.136 \text{ t} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \underline{0.537} \text{ t}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \underline{38.272} \text{ t}$$

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

Se debe satisfacer:

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

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

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(180°)H2.

**M<sub>T,Ed</sub>**: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$\mathbf{M}_{T,Ed} : \underline{0.001} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo **M<sub>T,Rd</sub>** viene dado por:

$$\mathbf{M}_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$

$$\mathbf{M}_{T,Rd} : \underline{0.609} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

**W<sub>T</sub>**: Módulo de resistencia a torsión.

$$\mathbf{W}_T : \underline{39.52} \text{ cm}^3$$

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

$$\mathbf{f}_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

$$\mathbf{f}_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\mathbf{\gamma}_{M0} : \underline{1.05}$$

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

Se debe satisfacer:

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

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

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N559, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(270°)H2.

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

$$\mathbf{V}_{Ed} : \underline{0.537} \text{ t}$$

**M<sub>T,Ed</sub>**: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$\mathbf{M}_{T,Ed} : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd} \quad V_{pl,T,Rd} : \underline{38.272} \text{ t}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.  $V_{pl,Rd} : \underline{38.273} \text{ t}$   
 $\tau_{T,Ed}$ : Tensiones tangenciales por torsión.  $\tau_{T,Ed} : \underline{0.08} \text{ kp/cm}^2$

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.  $W_T : \underline{39.52} \text{ cm}^3$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.  $f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)  $f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.001} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H2+0.75·N(EI).

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.  $V_{Ed} : \underline{0.085} \text{ t}$

$M_{T,Ed}$ : Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.  $M_{T,Ed} : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$

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

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd}/\sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd} \quad V_{pl,T,Rd} : \underline{96.755} \text{ t}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.  $V_{pl,Rd} : \underline{96.769} \text{ t}$

$\tau_{T,Ed}$ : Tensiones tangenciales por torsión.  $\tau_{T,Ed} : \underline{0.53} \text{ kp/cm}^2$

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : 39.52 \text{ cm}^3$$

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

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

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

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

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

Se debe satisfacer:

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

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

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N555, para la combinación de acciones PP+0.5·V(270°)H1.

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

$$N_{t,Ed} : 0.027 \text{ t}$$

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

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$$N_{t,Rd} : 132.468 \text{ t}$$

Donde:

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

$$A : 78.08 \text{ cm}^2$$

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

$$f_{yd} : 1696.56 \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Siendo:

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

$$f_{y,\theta} : 1696.56 \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

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

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

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

$$k_{y,\theta} : 0.61$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

$\eta$  : 0.002 ✓

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

$\eta$  : 0.016 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N559, para la combinación de acciones PP+0.5·V(180°)H2.

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

$N_{c,Ed}$  : 0.240 t

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

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{c,Rd}$  : 132.468 t

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** : 78.08 cm<sup>2</sup>

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

**f<sub>yd</sub>** : 1696.56 kp/cm<sup>2</sup>

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Siendo:

**f<sub>y,θ</sub>**: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

**f<sub>y,θ</sub>** : 1696.56 kp/cm<sup>2</sup>

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

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

**f<sub>y</sub>** : 2803.26 kp/cm<sup>2</sup>

**k<sub>y,θ</sub>**: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

**k<sub>y,θ</sub>** : 0.61

**γ<sub>M,θ</sub>**: Coeficiente parcial de seguridad del material.

**γ<sub>M,θ</sub>** : 1.00

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

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

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$

$$N_{b,Rd} : \underline{15.107 \text{ t}}$$

Donde:

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

$$A : \underline{78.08 \text{ cm}^2}$$

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

$$f_{yd} : \underline{1696.56 \text{ kp/cm}^2}$$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Siendo:

**f<sub>y,θ</sub>**: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : \underline{1696.56 \text{ kp/cm}^2}$$

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

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

$$f_y : \underline{2803.26 \text{ kp/cm}^2}$$

**k<sub>y,θ</sub>**: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.61}$$

**γ<sub>M,θ</sub>**: Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

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

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1$$

$$\chi_y : \underline{0.28}$$

$$\chi_z : \underline{0.11}$$

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[ 1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

$$\Phi_y : \underline{2.13}$$

$$\Phi_z : \underline{4.80}$$

**α**: Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \underline{0.49}$$

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

**λ̄**: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = k_{\lambda,\theta} \cdot \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_y : \underline{1.60}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{2.72}$$

**k<sub>λ,θ</sub>**: Factor de incremento de la esbeltez reducida para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{\lambda,\theta} : \underline{1.19}$$

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

$$N_{cr} : \underline{42.069 \text{ t}}$$

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

$$N_{cr,y} : \underline{120.822 \text{ t}}$$

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

$$N_{cr,z} : \underline{42.069 \text{ t}}$$

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

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



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

Se debe satisfacer:

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

$\eta$  : 0.058 ✓

Para flexión positiva:

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

$M_{Ed}^+$  : 0.000 t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N559, para la combinación de acciones PP+0.5·V(270°)H2.

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

$M_{Ed}^-$  : 0.630 t·m

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

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$  : 10.901 t·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.

$W_{pl,y}$  : 642.55 cm<sup>3</sup>

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

$f_{yd}$  : 1696.56 kp/cm<sup>2</sup>

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Siendo:

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

$f_{y,\theta}$  : 1696.56 kp/cm<sup>2</sup>

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

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

$f_y$  : 2803.26 kp/cm<sup>2</sup>

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

$k_{y,\theta}$  : 0.61

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

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

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

$\eta$  : 0.035 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N555, para la combinación de acciones PP+0.5·V(0°)H2.

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

$M_{Ed}^+$  : 0.181 t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N555, para la combinación de acciones PP+0.5·V(180°)H2.

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

$M_{Ed}^-$  : 0.081 t·m

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

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$  : 5.188 t·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.

$W_{pl,z}$  : 305.81 cm<sup>3</sup>

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

$f_{yd}$  : 1696.56 kp/cm<sup>2</sup>

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Siendo:

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

$f_{y,\theta}$  : 1696.56 kp/cm<sup>2</sup>

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

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

$f_y$  : 2803.26 kp/cm<sup>2</sup>

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

$k_{y,\theta}$  : 0.61

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

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

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N559, para la combinación de acciones PP+0.5·V(270°)H2.

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

$$V_{Ed} : \underline{0.370} \text{ t}$$

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

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{c,Rd} : \underline{24.321} \text{ t}$$

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{24.83} \text{ cm}^2$$

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

$h$ : Canto de la sección.

$$h : \underline{200.00} \text{ mm}$$

$t_w$ : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{9.00} \text{ mm}$$

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

$$f_{yd} : \underline{1696.56} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Siendo:

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

$$f_{y,\theta} : \underline{1696.56} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$k_{y,\theta} : \underline{0.61}$$

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

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

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

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

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$14.89 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

$\lambda_w$ : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{14.89}$$

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

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

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

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

$\varepsilon$ : Factor de reducción.

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

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

$f_{ref}$ : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{2395.51} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.001} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+0.5·V(0°)H2.

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

$$V_{Ed} : \underline{0.034} \text{ t}$$

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

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{c,Rd} : \underline{61.494} \text{ t}$$

Donde:

$A_v$ : rea transversal a cortante.

$$A_v : \underline{62.78} \text{ cm}^2$$

$$A_v = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

$A$ : rea de la sección bruta.

$$A : \underline{78.08} \text{ cm}^2$$

$d$ : Altura del alma.

$$d : \underline{170.00} \text{ mm}$$

$t_w$ : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{9.00} \text{ mm}$$

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

$$f_{yd} : \underline{1696.56} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$ : Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.  $f_{y,\theta} : 1696.56 \text{ kp/cm}^2$

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)  $f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$

$k_{y,\theta}$ : Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.  $k_{y,\theta} : 0.61$

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

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

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

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$0.370 \text{ t} \leq 12.161 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+0.5·V(270°)H2.

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.  $V_{Ed} : 0.370 \text{ t}$

$V_{c,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.  $V_{c,Rd} : 24.321 \text{ t}$

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

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

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$0.034 \text{ t} \leq 30.747 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+0.5·V(0°)H2.

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.  $V_{Ed} : 0.034 \text{ t}$

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

$V_{c,Rd} : \underline{61.494 \text{ t}}$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$\eta : \underline{0.074}$  ✓

$$\eta = \frac{M_{ef,Ed}}{M_{b,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$\eta : \underline{0.074}$  ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N559, para la combinación de acciones PP+0.5·V(270°)H2.

Donde:

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

$N_{t,Ed} : \underline{0.027 \text{ t}}$

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

$M_{y,Ed}^- : \underline{0.630 \text{ t}\cdot\text{m}}$

$M_{z,Ed}^+ : \underline{0.083 \text{ t}\cdot\text{m}}$

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

**Clase** : 1

$N_{pl,Rd}$ : Resistencia a tracción.

$N_{pl,Rd} : \underline{132.468 \text{ t}}$

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

$M_{pl,Rd,y} : \underline{10.901 \text{ t}\cdot\text{m}}$

$M_{pl,Rd,z} : \underline{5.188 \text{ t}\cdot\text{m}}$

**Resistencia a pandeo:** (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)

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

$M_{ef,Ed} : \underline{-0.628 \text{ t}\cdot\text{m}}$

$$M_{ef,Ed} = W_{y,com} \cdot \sigma_{com,Ed}$$

Siendo:

$\sigma_{com,Ed}$ : Tensión combinada en la fibra extrema comprimida.

$\sigma_{com,Ed} : \underline{97.71 \text{ kp/cm}^2}$

$$\sigma_{com,Ed} = \frac{M_{y,Ed}}{W_{y,com}} - 0.8 \cdot \frac{N_{t,Ed}}{A}$$

$W_{y,com}$ : Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y.

$W_{y,com} : \underline{642.55 \text{ cm}^3}$

**A**: Área de la sección bruta.

**A** : 78.08 cm<sup>2</sup>

$M_{b,Rd,y}$ : Momento flector resistente de cálculo.

$M_{b,Rd,y} : \underline{10.901 \text{ t}\cdot\text{m}}$

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

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

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+0.5·V(270°)H2.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$0.370 \text{ t} \leq 12.159 \text{ t} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : 0.370 \text{ t}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : 24.319 \text{ t}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : 0.001 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+0.5·V(180°)H2.

$M_{T,Ed}$ : Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : 0.000 \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo  $M_{T,Rd}$  viene dado por:

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$

$$M_{T,Rd} : 0.387 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : 39.52 \text{ cm}^3$$

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

$$f_{yd} : 1696.56 \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Siendo:

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

$$f_{y,\theta} : 1696.56 \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$k_{y,\theta} : \underline{0.61}$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

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

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N559, para la combinación de acciones PP+0.5·V(270°)H2.

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

$$V_{Ed} : \underline{0.370} \text{ t}$$

$M_{T,Ed}$ : Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{24.319} \text{ t}$$

Donde:

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

$$V_{pl,Rd} : \underline{24.321} \text{ t}$$

$\tau_{T,Ed}$ : Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{0.25} \text{ kp/cm}^2$$

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{39.52} \text{ cm}^3$$

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

$$f_{yd} : \underline{1696.56} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Siendo:

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

$$f_{y,\theta} : \underline{1696.56} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

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

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

$k_{y,\theta}$ : Factor de reducción del límite elástico

$$k_{y,\theta} : \underline{0.61}$$



para la temperatura que alcanza el perfil.

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

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

Se debe satisfacer:

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

$\eta$ : 0.001 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+0.5·V(0°)H2.

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.  $V_{Ed}$ : 0.034 t

$M_{T,Ed}$ : Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.  $M_{T,Ed}$ : 0.000 t·m

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

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$ : 61.493 t

Donde:

$V_{pl,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.  $V_{pl,Rd}$ : 61.494 t

$\tau_{T,Ed}$ : Tensiones tangenciales por torsión.  $\tau_{T,Ed}$ : 0.04 kp/cm<sup>2</sup>

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.  $W_T$ : 39.52 cm<sup>3</sup>

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.  $f_{yd}$ : 1696.56 kp/cm<sup>2</sup>

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$ : Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.  $f_{y,\theta}$ : 1696.56 kp/cm<sup>2</sup>

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

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

$f_y$ : 2803.26 kp/cm<sup>2</sup>

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

$k_{y,\theta}$ : 0.61

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



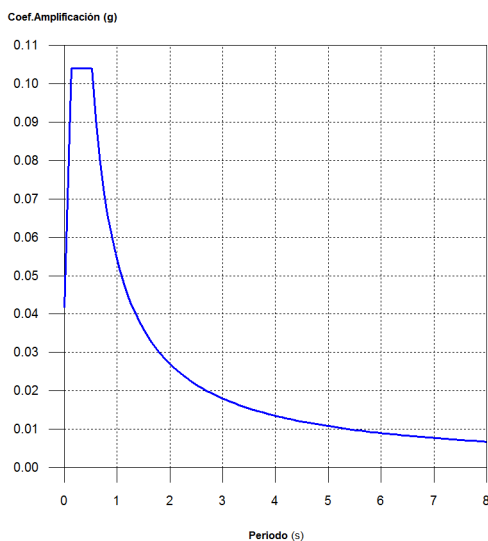








### 1.1.1.1.- Espectro elástico de aceleraciones



#### Coef. Amplificación:

$$S_{ae} = a_c \cdot \alpha(T)$$

Donde:

$$\alpha(T) = 1 + (2,5 \cdot v - 1) \cdot \frac{T}{T_A} \quad T < T_A$$

$$\alpha(T) = 2,5 \cdot v \quad T_A \leq T \leq T_B$$

$$\alpha(T) = \frac{K \cdot C}{T} \cdot v \quad T > T_B$$

es el espectro normalizado de respuesta elástica.

El valor máximo de las ordenadas espectrales es 0.104 g.

NCSE-02 (2.2, 2.3 y 2.4)

### Parámetros necesarios para la definición del espectro

**a<sub>c</sub>**: Aceleración sísmica de cálculo (NCSE-02, 2.2) **a<sub>c</sub>** : 0.042 g

$$a_c = S \cdot \rho \cdot a_b$$

**a<sub>b</sub>**: Aceleración básica (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) **a<sub>b</sub>** : 0.040 g

**ρ**: Coeficiente adimensional de riesgo **ρ** : 1.00

Tipo de construcción: Construcciones de importancia normal

**S**: Coeficiente de amplificación del terreno (NCSE-02, 2.2) **S** : 1.04

$$S = \frac{C}{1,25} \quad \rho \cdot a_b \leq 0,1g$$

$$S = \frac{C}{1,25} + 3,33 \cdot (\rho \cdot \frac{a_b}{g} - 0,1) \cdot (1 - \frac{C}{1,25}) \quad 0,1g < \rho \cdot a_b < 0,4g$$

$$S = 1,0 \quad 0,4g \leq \rho \cdot a_b$$

**C**: Coeficiente del terreno (NCSE-02, 2.4) **C** : 1.30

Tipo de suelo (NCSE-02, 2.4): Tipo II

**a<sub>b</sub>**: Aceleración básica (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) **a<sub>b</sub>** : 0.040 g

**ρ**: Coeficiente adimensional de riesgo **ρ** : 1.00

**v**: Coeficiente dependiente del amortiguamiento (NCSE-02, 2.5) **v** : 1.00

$$v = \left( \frac{5}{\Omega} \right)^{0,4}$$

**Ω**: Amortiguamiento (NCSE-02, Tabla 3.1) **Ω** : 5.00 %

**T<sub>A</sub>**: Periodo característico del espectro (NCSE-02, 2.3) **T<sub>A</sub>** : 0.13 s

$$T_A = \frac{K \cdot C}{10}$$

**K**: Coeficiente de contribución (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) **K** : 1.00

**C**: Coeficiente del terreno (NCSE-02, 2.4) **C** : 1.30

Tipo de suelo (NCSE-02, 2.4): Tipo II

**T<sub>B</sub>**: Periodo característico del espectro (NCSE-02, 2.3) **T<sub>B</sub>** : 0.52 s

$$T_B = \frac{K \cdot C}{2,5}$$

**K**: Coeficiente de contribución (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1)

**K** : 1.00

**C**: Coeficiente del terreno (NCSE-02, 2.4)

**C** : 1.30

Tipo de suelo (NCSE-02, 2.4): Tipo II

### 1.1.1.2.- Espectro de diseño de aceleraciones

El espectro de diseño sísmico se obtiene reduciendo el espectro elástico por el coeficiente ( $\mu$ ) correspondiente a cada dirección de análisis.

$$S_a = a_c \cdot \left( 1 + \left( 2,5 \cdot \frac{v}{\mu} - 1 \right) \cdot \frac{T}{T_A} \right) \quad T < T_A$$

$$S_a = a_c \cdot 2,5 \cdot \frac{v}{\mu} \quad T_A \leq T \leq T_B$$

$$S_a = a_c \cdot \frac{K \cdot C}{T} \cdot \frac{v}{\mu} \quad T > T_B$$

**$\beta$** : Coeficiente de respuesta

**$\beta$**  : 0.50

$$\beta = \frac{v}{\mu}$$

**v**: Coeficiente dependiente del amortiguamiento (NCSE-02, 2.5)

**v** : 1.00

$$v = \left( \frac{5}{\Omega} \right)^{0,4}$$

**$\Omega$** : Amortiguamiento (NCSE-02, Tabla 3.1)

**$\Omega$**  : 5.00 %

**$\mu$** : Coeficiente de comportamiento por ductilidad (NCSE-02, 3.7.3.1)

**$\mu$**  : 2.00

Ductilidad (NCSE-02, Tabla 3.1): Ductilidad baja

**$a_c$** : Aceleración sísmica de cálculo (NCSE-02, 2.2)

**$a_c$**  : 0.042 g

**K**: Coeficiente de contribución (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1)

**K** : 1.00

**C**: Coeficiente del terreno (NCSE-02, 2.4)

**C** : 1.30

**$T_A$** : Periodo característico del espectro (NCSE-02, 2.3)

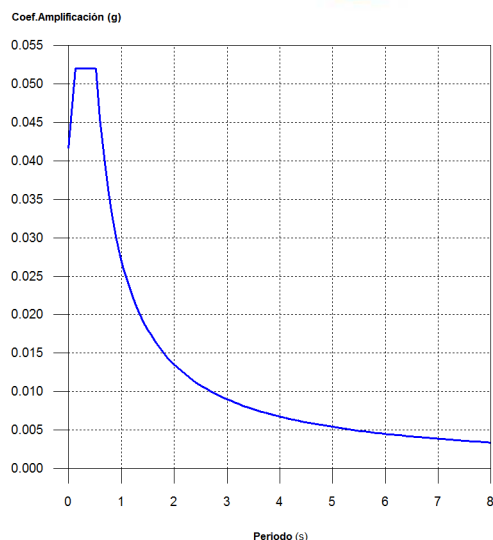
**$T_A$**  : 0.13 s

**$T_B$** : Periodo característico del espectro (NCSE-02, 2.3)

**$T_B$**  : 0.52 s

NCSE-02 (3.6.2.2)





### 1.1.2.- Coeficientes de participación

Modo	T	L <sub>x</sub>	L <sub>y</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	Hipótesis X(1)	Hipótesis Y(1)
Modo 1	0.840	1	0.0016	73.05 %	0 %	R = 2 A = 0.316 m/s <sup>2</sup> D = 5.64984 mm	R = 2 A = 0.316 m/s <sup>2</sup> D = 5.64984 mm
Modo 2	0.622	0.0051	1	0 %	61.11 %	R = 2 A = 0.428 m/s <sup>2</sup> D = 4.19138 mm	R = 2 A = 0.428 m/s <sup>2</sup> D = 4.19138 mm
Modo 3	0.547	0.8832	0.469	0.29 %	0.09 %	R = 2 A = 0.487 m/s <sup>2</sup> D = 3.68927 mm	R = 2 A = 0.487 m/s <sup>2</sup> D = 3.68927 mm
Modo 4	0.532	0.0664	0.9978	0.01 %	2.41 %	R = 2 A = 0.5 m/s <sup>2</sup> D = 3.57991 mm	R = 2 A = 0.5 m/s <sup>2</sup> D = 3.57991 mm
Modo 5	0.470	0.0229	0.9997	0.01 %	18.58 %	R = 2 A = 0.51 m/s <sup>2</sup> D = 2.86033 mm	R = 2 A = 0.51 m/s <sup>2</sup> D = 2.86033 mm
Modo 6	0.445	0.998	0.064	5.78 %	0.03 %	R = 2 A = 0.51 m/s <sup>2</sup> D = 2.56162 mm	R = 2 A = 0.51 m/s <sup>2</sup> D = 2.56162 mm
Modo 7	0.414	0.1287	0.9917	0.02 %	1.57 %	R = 2 A = 0.51 m/s <sup>2</sup> D = 2.21956 mm	R = 2 A = 0.51 m/s <sup>2</sup> D = 2.21956 mm
Modo 8	0.386	0.0259	0.9997	0 %	5.43 %	R = 2 A = 0.51 m/s <sup>2</sup> D = 1.92083 mm	R = 2 A = 0.51 m/s <sup>2</sup> D = 1.92083 mm
Modo 9	0.371	0.9999	0.0166	7.52 %	0 %	R = 2 A = 0.51 m/s <sup>2</sup> D = 1.7771 mm	R = 2 A = 0.51 m/s <sup>2</sup> D = 1.7771 mm
Modo 10	0.339	0.7948	0.6069	0.26 %	0.16 %	R = 2 A = 0.51 m/s <sup>2</sup> D = 1.48792 mm	R = 2 A = 0.51 m/s <sup>2</sup> D = 1.48792 mm
Modo 11	0.324	0.9961	0.0882	2.76 %	0.02 %	R = 2 A = 0.51 m/s <sup>2</sup> D = 1.35802 mm	R = 2 A = 0.51 m/s <sup>2</sup> D = 1.35802 mm

Modo	T	L <sub>x</sub>	L <sub>y</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	Hipótesis X(1)	Hipótesis Y(1)
Modo 12	0.323	0.9944	0.1057	4.52 %	0.05 %	R = 2 A = 0.51 m/s <sup>2</sup> D = 1.3517 mm	R = 2 A = 0.51 m/s <sup>2</sup> D = 1.3517 mm
Modo 13	0.295	0.1874	0.9823	0.09 %	2.73 %	R = 2 A = 0.51 m/s <sup>2</sup> D = 1.12271 mm	R = 2 A = 0.51 m/s <sup>2</sup> D = 1.12271 mm
Total				94.31 %	92.18 %		

**T:** Periodo de vibración en segundos.

**L<sub>x</sub>, L<sub>y</sub>:** Coeficientes de participación normalizados en cada dirección del análisis.

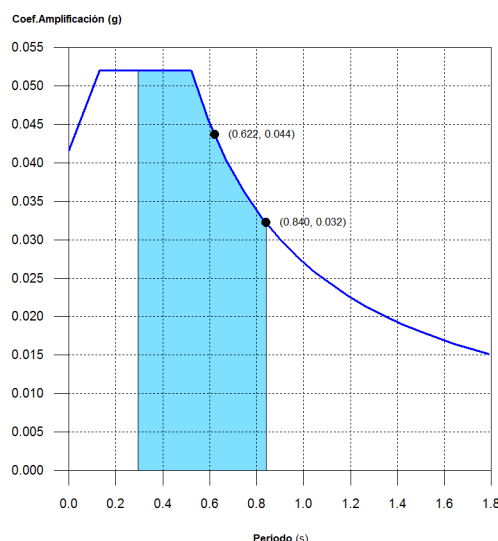
**M<sub>x</sub>, M<sub>y</sub>:** Porcentaje de masa desplazada por cada modo en cada dirección del análisis.

**R:** Relación entre la aceleración de cálculo usando la ductilidad asignada a la estructura y la aceleración de cálculo obtenida sin ductilidad.

**A:** Aceleración de cálculo, incluyendo la ductilidad.

**D:** Coeficiente del modo. Equivale al desplazamiento máximo del grado de libertad dinámico.

### Representación de los periodos modales



Se representa el rango de periodos abarcado por los modos estudiados, con indicación de los modos en los que se desplaza más del 30% de la masa:

Hipótesis Sismo 1		
Hipótesis modal	T (s)	A (g)
Modo 1	0.840	0.032
Modo 2	0.622	0.044

## 1.5 Uniones

De la misma manera que sucede en el apartado 1.4 Cargas, la cantidad de uniones hace que nos aparezcan infinitas páginas para incluirlas en este anejo, lo que nos hace pensar que es mejor incluir una serie de ejemplos calculados, ya que los demás son muy similares.

### 1.6.1 Especificaciones

Norma:

CTE DB SE-A: Código Técnico de la Edificación. Seguridad estructural. Acero. Apartado 8.6. Resistencia de los medios de unión. Uniones soldadas.

Materiales:

- Perfiles (Material base): S275.

- Material de aportación (soldaduras): Las características mecánicas de los materiales de aportación serán en todos los casos superiores a las del material base. (4.4.1 CTE DB SE-A)

Disposiciones constructivas:

1) Las siguientes prescripciones se aplican a uniones soldadas donde los espesores de las piezas a unir sean al menos de 4 mm.

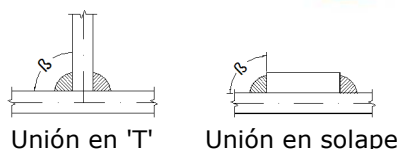
2) Los cordones de las soldaduras en ángulo no podrán tener un espesor de garganta inferior a 3 mm ni superior al menor espesor de las piezas a unir.

3) Los cordones de las soldaduras en ángulo cuyas longitudes sean menores de 40 mm o 6 veces el espesor de garganta, no se tendrán en cuenta para calcular la resistencia de la unión.

4) En el detalle de las soldaduras en ángulo se indica la longitud efectiva del cordón (longitud sobre la cual el cordón tiene su espesor de garganta completo). Para cumplirla, puede ser necesario prolongar el cordón rodeando las esquinas, con el mismo espesor de garganta y una longitud de 2 veces dicho espesor. La longitud efectiva de un cordón de soldadura deberá ser mayor o igual que 4 veces el espesor de garganta.

5) Las soldaduras en ángulo entre dos piezas que forman un ángulo  $\beta$  deberán cumplir con la condición de que dicho ángulo esté comprendido entre 60 y 120 grados. En caso contrario:

- Si se cumple que  $\beta > 120$  (grados): se considerará que no transmiten esfuerzos.
- Si se cumple que  $\beta < 60$  (grados): se considerarán como soldaduras a tope con penetración parcial.



Comprobaciones:

a) Cordones de soldadura a tope con penetración total:

En este caso, no es necesaria ninguna comprobación. La resistencia de la unión será igual a la de la más débil de las piezas unidas.

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

Se comprueban como soldaduras en ángulo considerando un espesor de garganta igual al canto nominal de la preparación menos 2 mm (artículo 8.6.3.3b del CTE DB SE-A).

c) Cordones de soldadura en ángulo:

Se realiza la comprobación de tensiones en cada cordón de soldadura según el artículo 8.6.2.3 CTE DB SE-A.

Se comprueban los siguientes tipos de tensión:

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

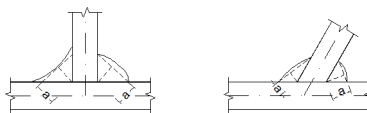
$$\text{Tensión normal } \sigma_{\perp} \leq K \cdot \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Donde  $K = 1$ .

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

## 1.2.- Referencias y simbología

a[mm]: Espesor de garganta del cordón de soldadura en ángulo, que será la altura mayor, medida perpendicularmente a la cara exterior, entre todos los triángulos que se pueden inscribir entre las superficies de las piezas que hayan alcanzado la fusión y la superficie exterior de las soldaduras. 8.6.2.a CTE DB SE-A

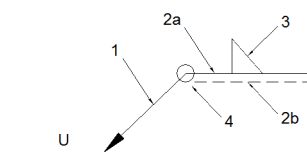


L[mm]: longitud efectiva del cordón de soldadura

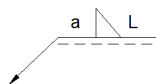
Método de representación de soldaduras

Referencias:

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

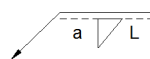


Referencias 1, 2a y 2b



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

Referencia 3



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

Designación	Ilustración	Símbolo
Soldadura en ángulo		
Soldadura a tope en 'V' simple (con chaflán)		
Soldadura a tope en bisel simple		
Soldadura a tope en bisel doble		
Soldadura a tope en bisel simple con talón de raíz amplio		
Soldadura combinada a tope en bisel simple y en ángulo		
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo		

Referencia 4

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

### 1.3.- Comprobaciones en placas de anclaje

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

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

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

#### 2. Pernos de anclaje

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

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

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

#### 3. Placa de anclaje

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

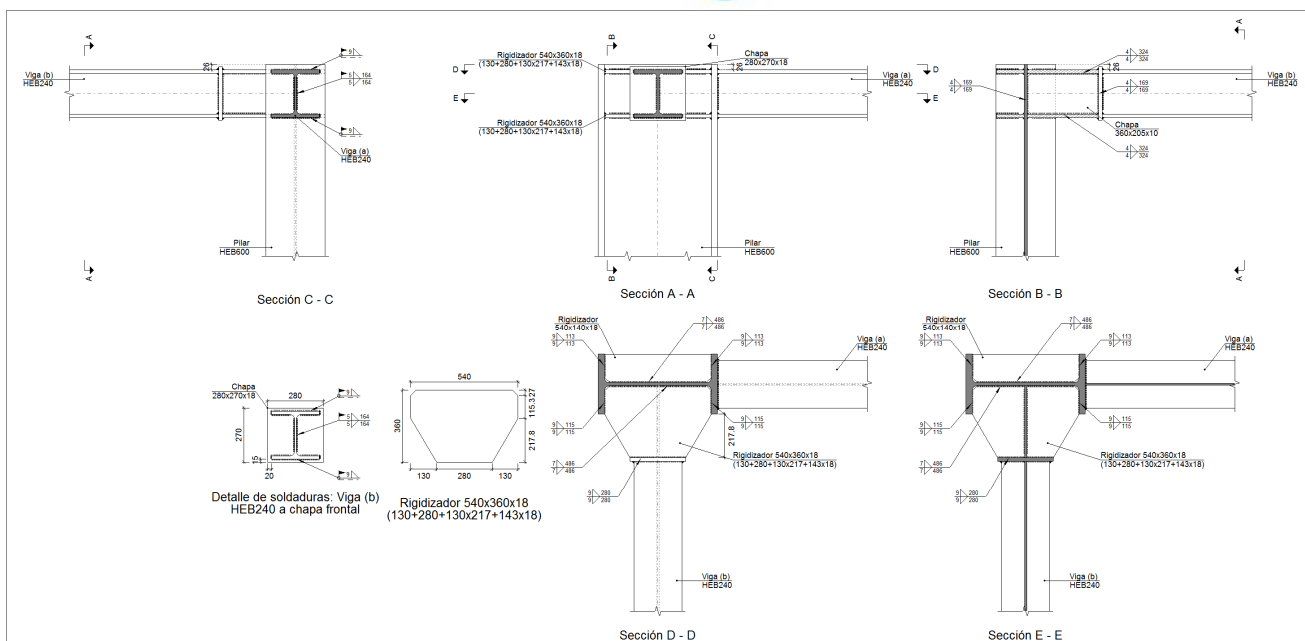
b) *Flechas globales relativas:* Se comprueba que en los vuelos de las placas no aparezcan flechas mayores que  $1/250$  del vuelo.

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

### 1.4.- Memoria de cálculo

#### 1.4.1.- Tipo 1

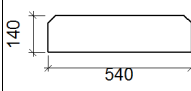
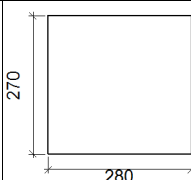
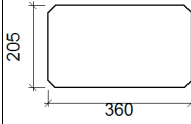
a) Detalle



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	HEB600		600	300	30	15.5	S275	2803.3	4179.4
Viga	HEB240		240	240	17	10	S275	2803.3	4179.4

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		540	360	18	S275	2803.3	4179.4

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		540	140	18	S275	2803.3	4179.4
Chapa de apoyo de la viga Viga (b) HEB240		280	270	18	S275	2803.3	4179.4
Chapa vertical de la viga Viga (b) HEB240		360	205	10	S275	2803.3	4179.4

c) Comprobación

1) Pilar HEB600

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbeltéz	--	--	--	53.84
	Cortante	kN	150.89	1265.63	11.92
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	49.47	261.90	18.89
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	40.95	261.90	15.63
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	27.10	261.90	10.35
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	44.63	261.90	17.04
Chapa frontal [Viga (b) HEB240]	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.00
	Deformación admisible	mRad	--	2	0.00
Chapa vertical [Viga (b) HEB240]	Cortante	kN	5.47	255.55	2.14
Ala	Desgarro	N/mm <sup>2</sup>	12.18	261.90	4.65
	Cortante	N/mm <sup>2</sup>	14.71	261.90	5.62

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	9	115	18.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	7	486	15.5	90.00	



Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	En ángulo	9	280	18.0	90.00				
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	9	115	18.0	90.00				
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	7	486	15.5	90.00				
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	En ángulo	9	280	18.0	90.00				
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	9	113	18.0	90.00				
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	7	486	15.5	90.00				
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	9	113	18.0	90.00				
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	7	486	15.5	90.00				
Soldadura de la chapa vertical al alma	En ángulo	4	169	10.0	90.00				
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	En ángulo	4	169	10.0	90.00				
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	En ángulo	4	324	10.0	90.00				
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	En ángulo	4	324	10.0	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	30.6	30.6	13.8	65.7	17.03	31.1	9.47	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	13.5	23.4	6.06	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	5.7	5.7	0.2	11.4	2.95	5.7	1.73	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	16.0	16.0	19.7	46.8	12.12	18.8	5.74	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	8.2	14.2	3.68	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	7.0	7.0	0.2	14.0	3.63	7.0	2.13	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	18.4	18.4	4.2	37.6	9.75	18.5	5.63	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	7.9	13.7	3.56	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	31.3	31.3	3.4	62.8	16.28	31.3	9.54	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	13.3	23.1	5.98	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	0.0	0.0	4.0	7.0	1.82	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	0.0	0.0	4.0	7.0	1.82	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	0.0	0.0	3.9	6.8	1.75	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	0.0	0.0	3.9	6.8	1.75	0.0	0.00	410.0	0.85

2) Viga (a) HEB240

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del ala superior	En ángulo	9	240	17.0	90.00				
Soldadura del alma	En ángulo	5	164	10.0	90.00				
Soldadura del ala inferior	En ángulo	9	240	17.0	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{  }$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	51.0	51.0	0.5	102.1	26.46	51.0	15.56	410.0	0.85
Soldadura del alma	18.9	18.9	31.0	65.7	17.03	18.9	5.77	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	50.6	50.6	0.5	101.2	26.23	50.6	15.43	410.0	0.85

3) Viga (b) HEB240

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del ala superior	En ángulo	9	240	17.0	90.00				
Soldadura del alma	En ángulo	5	164	10.0	90.00				
Soldadura del ala inferior	En ángulo	9	240	17.0	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{  }$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	27.4	27.4	0.2	54.8	14.20	27.4	8.36	410.0	0.85
Soldadura del alma	0.0	0.0	3.3	5.8	1.50	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	28.9	28.9	0.2	57.8	14.97	28.9	8.80	410.0	0.85

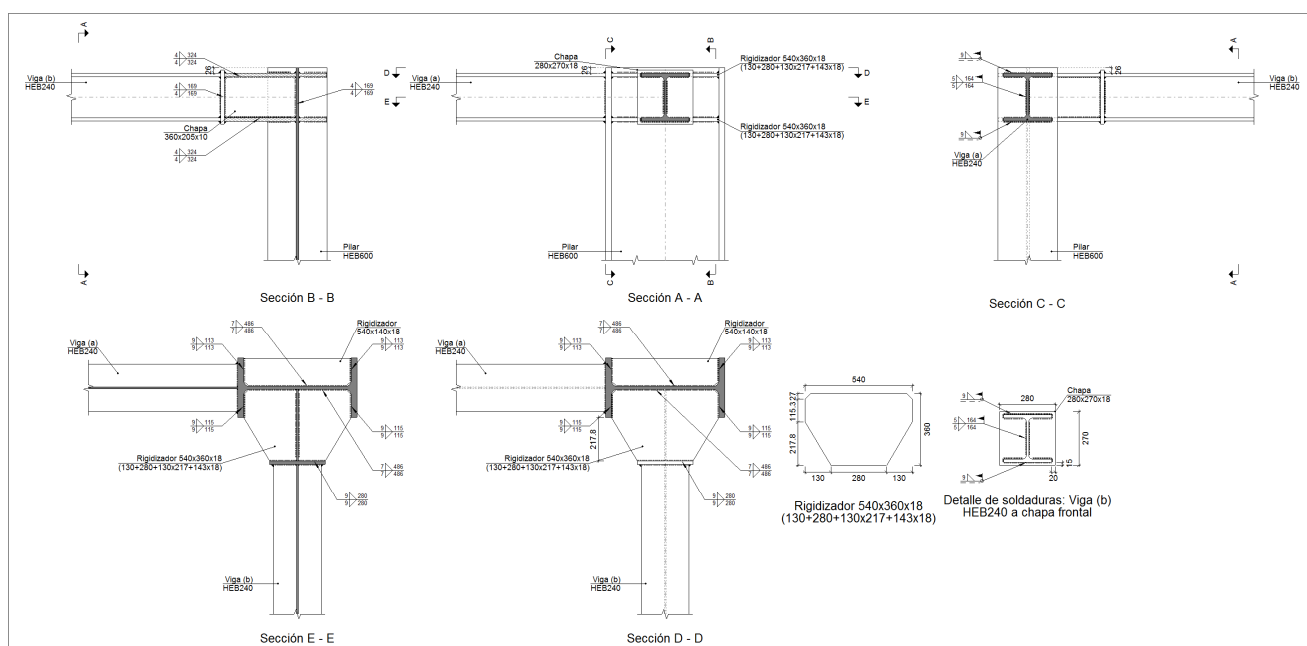
d) Medición

Soldaduras				
$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	4	1972
			7	3888
			9	2946
	En el lugar de montaje	En ángulo	5	656
			9	1848

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	2	540x360x18 (130+280+130x217+143x18)	46.94
		2	540x140x18	21.36
	Chapas	1	360x205x10	5.79
		1	280x270x18	10.68
	Total			

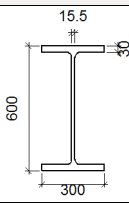
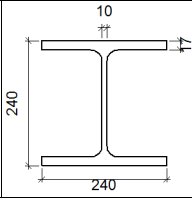
### 1.4.2.- Tipo 5

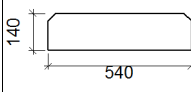
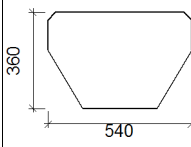
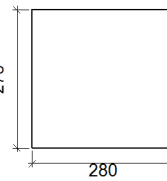
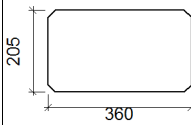
#### a) Detalle



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

Perfiles		
Pieza	Descripción	Acero
	Geometría	

		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	HEB600		600	300	30	15.5	S275	2803.3	4179.4
Viga	HEB240		240	240	17	10	S275	2803.3	4179.4

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		540	140	18	S275	2803.3	4179.4
Rigidizador		540	360	18	S275	2803.3	4179.4
Chapa de apoyo de la viga Viga (b) HEB240		280	270	18	S275	2803.3	4179.4
Chapa vertical de la viga Viga (b) HEB240		360	205	10	S275	2803.3	4179.4

c) Comprobación

1) Pilar HEB600

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbeltez	--	--	--	53.84

	Cortante	kN	159.49	1265.63	12.60
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	31.50	261.90	12.03
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	52.28	261.90	19.96
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	54.89	261.90	20.96
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	54.02	261.90	20.63
Chapa frontal [Viga (b) HEB240]	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.00
	Deformación admisible	mRad	--	2	0.00
Chapa vertical [Viga (b) HEB240]	Cortante	kN	5.48	255.55	2.14
Ala	Desgarro	N/mm <sup>2</sup>	20.35	261.90	7.77
	Cortante	N/mm <sup>2</sup>	19.98	261.90	7.63

### Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	9	113	18.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	7	486	15.5	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	9	113	18.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	7	486	15.5	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	9	115	18.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	7	486	15.5	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	En ángulo	9	280	18.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	9	115	18.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	7	486	15.5	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	En ángulo	9	280	18.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al alma	En ángulo	4	169	10.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	En ángulo	4	169	10.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	En ángulo	4	324	10.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	En ángulo	4	324	10.0	90.00	

*a: Espesor garganta  
l: Longitud efectiva  
t: Espesor de piezas*

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	β <sub>w</sub>
	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>  </sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	21.2	21.2	5.6	43.5	11.27	21.2	6.47	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	9.2	15.9	4.11	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	36.6	36.6	4.2	73.6	19.07	36.6	11.16	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	15.6	27.0	7.01	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	35.2	35.2	13.3	74.1	19.21	35.9	10.95	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	15.6	27.0	7.00	0.0	0.00	410.0	0.85

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{  }$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	5.6	5.6	0.2	11.2	2.91	5.6	1.71	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	23.7	23.7	24.5	63.6	16.48	24.2	7.39	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	10.8	18.7	4.85	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	7.2	7.2	0.2	14.5	3.75	7.2	2.20	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	0.0	0.0	4.1	7.0	1.82	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	0.0	0.0	4.1	7.0	1.82	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	0.0	0.0	3.9	6.8	1.75	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	0.0	0.0	3.9	6.8	1.75	0.0	0.00	410.0	0.85

## 2) Viga (a) HEB240

### Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	9	240	17.0	90.00	
Soldadura del alma	En ángulo	5	164	10.0	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	9	240	17.0	90.00	

*a: Espesor garganta  
l: Longitud efectiva  
t: Espesor de piezas*

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{  }$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	60.3	60.3	0.6	120.5	31.23	60.3	18.37	410.0	0.85
Soldadura del alma	20.0	20.0	31.6	67.8	17.57	20.0	6.09	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	60.3	60.3	0.6	120.5	31.23	60.3	18.37	410.0	0.85

## 3) Viga (b) HEB240

### Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del ala superior	En ángulo	9	240	17.0	90.00				
Soldadura del alma	En ángulo	5	164	10.0	90.00				
Soldadura del ala inferior	En ángulo	9	240	17.0	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{  }$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	33.7	33.7	0.3	67.3	17.45	33.7	10.26	410.0	0.85
Soldadura del alma	0.0	0.0	3.3	5.8	1.50	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	35.5	35.5	0.3	71.0	18.39	35.5	10.82	410.0	0.85

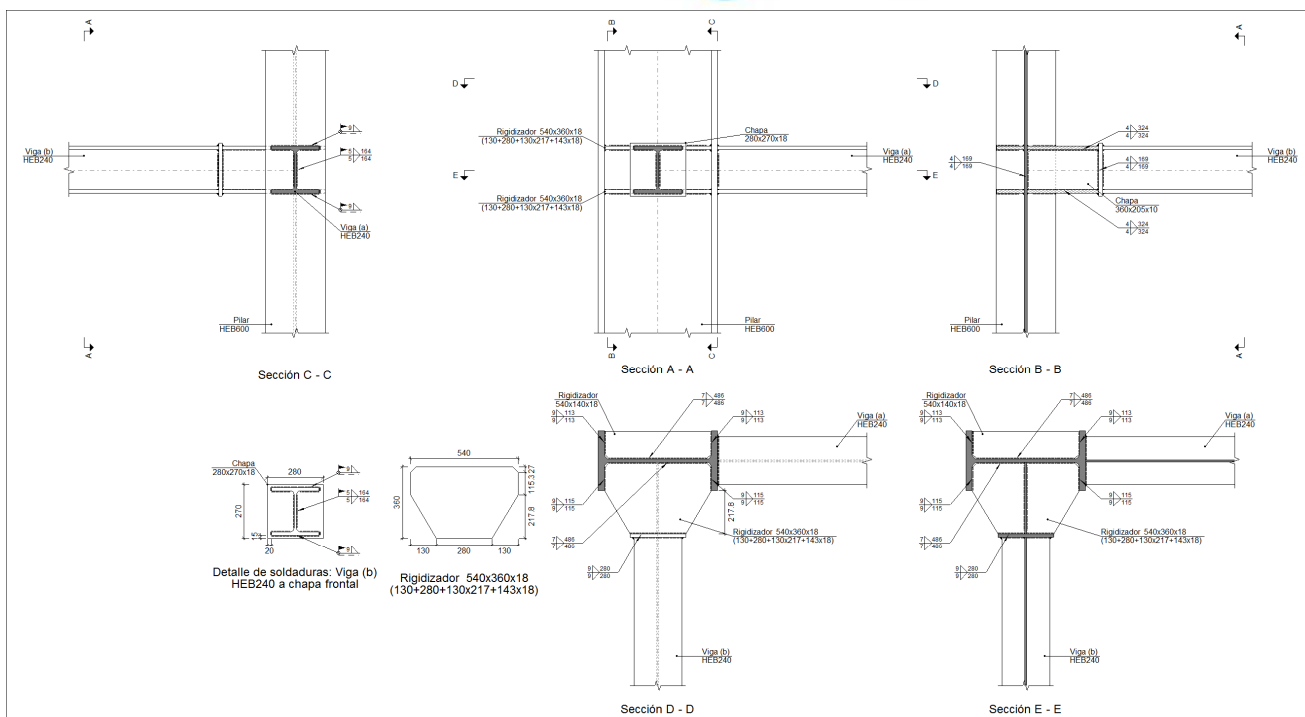
d) Medición

Soldaduras				
$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	4	1972
			7	3888
			9	2946
	En el lugar de montaje	En ángulo	5	656
			9	1848

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	2	540x140x18	21.36
		2	540x360x18 (130+280+130x217+143x18)	46.94
	Chapas	1	360x205x10	5.79
		1	280x270x18	10.68
	Total			

### 1.4.3.- Tipo 9

a) Detalle

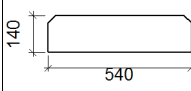
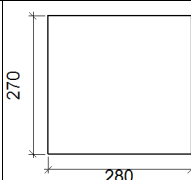
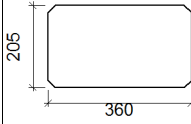


b) Descripción de los componentes de la unión

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	HEB600		600	300	30	15.5	S275	2803.3	4179.4
Viga	HEB240		240	240	17	10	S275	2803.3	4179.4

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		540	360	18	S275	2803.3	4179.4



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		540	140	18	S275	2803.3	4179.4
Chapa de apoyo de la viga Viga (b) HEB240		280	270	18	S275	2803.3	4179.4
Chapa vertical de la viga Viga (b) HEB240		360	205	10	S275	2803.3	4179.4

c) Comprobación

1) Pilar HEB600

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbeltéz	--	--	--	53.84
	Cortante	kN	214.11	1265.63	16.92
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	121.11	261.90	46.24
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	120.51	261.90	46.01
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	44.09	261.90	16.83
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	56.73	261.90	21.66
Chapa frontal [Viga (b) HEB240]	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.00
	Deformación admisible	mRad	--	2	0.00
Chapa vertical [Viga (b) HEB240]	Cortante	kN	20.12	255.55	7.87
Ala	Desgarro	N/mm <sup>2</sup>	41.80	261.90	15.96
	Cortante	N/mm <sup>2</sup>	49.96	261.90	19.07

### Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	9	115	18.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	7	486	15.5	90.00	

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	En ángulo	9	280	18.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	9	115	18.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	7	486	15.5	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	En ángulo	9	280	18.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	9	113	18.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	7	486	15.5	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	9	113	18.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	7	486	15.5	90.00
Soldadura de la chapa vertical al alma	En ángulo	4	169	10.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	En ángulo	4	169	10.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	En ángulo	4	324	10.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	En ángulo	4	324	10.0	90.00

a: Espesor garganta  
l: Longitud efectiva  
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	0.0	0.0	69.9	121.1	31.39	42.7	13.03	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	19.4	33.7	8.73	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	29.4	29.4	1.7	58.9	15.26	29.4	8.97	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	8.9	8.9	69.2	121.2	31.40	30.9	9.43	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	14.5	25.1	6.49	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	28.8	28.8	0.1	57.7	14.95	28.8	8.79	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	29.4	29.4	8.6	60.6	15.70	29.4	8.95	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	12.7	22.0	5.69	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	38.8	38.8	8.3	78.9	20.46	38.8	11.84	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	16.7	28.8	7.47	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	0.0	0.0	14.9	25.8	6.68	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	0.0	0.0	14.9	25.8	6.68	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	0.0	0.0	14.3	24.8	6.42	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	0.0	0.0	14.3	24.8	6.42	0.0	0.00	410.0	0.85

2) Viga (a) HEB240

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del ala superior	En ángulo	9	240	17.0	90.00				
Soldadura del alma	En ángulo	5	164	10.0	90.00				
Soldadura del ala inferior	En ángulo	9	240	17.0	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{  }$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	75.1	75.1	1.8	150.2	38.91	75.1	22.88	410.0	0.85
Soldadura del alma	26.4	26.4	21.1	64.1	16.62	26.4	8.04	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	69.7	69.7	1.8	139.5	36.14	69.7	21.25	410.0	0.85

3) Viga (b) HEB240

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del ala superior	En ángulo	9	240	17.0	90.00				
Soldadura del alma	En ángulo	5	164	10.0	90.00				
Soldadura del ala inferior	En ángulo	9	240	17.0	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{  }$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	69.7	69.7	1.8	139.4	36.12	69.7	21.24	410.0	0.85
Soldadura del alma	0.0	0.0	12.3	21.3	5.51	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	69.0	69.0	0.0	138.1	35.79	69.0	21.05	410.0	0.85

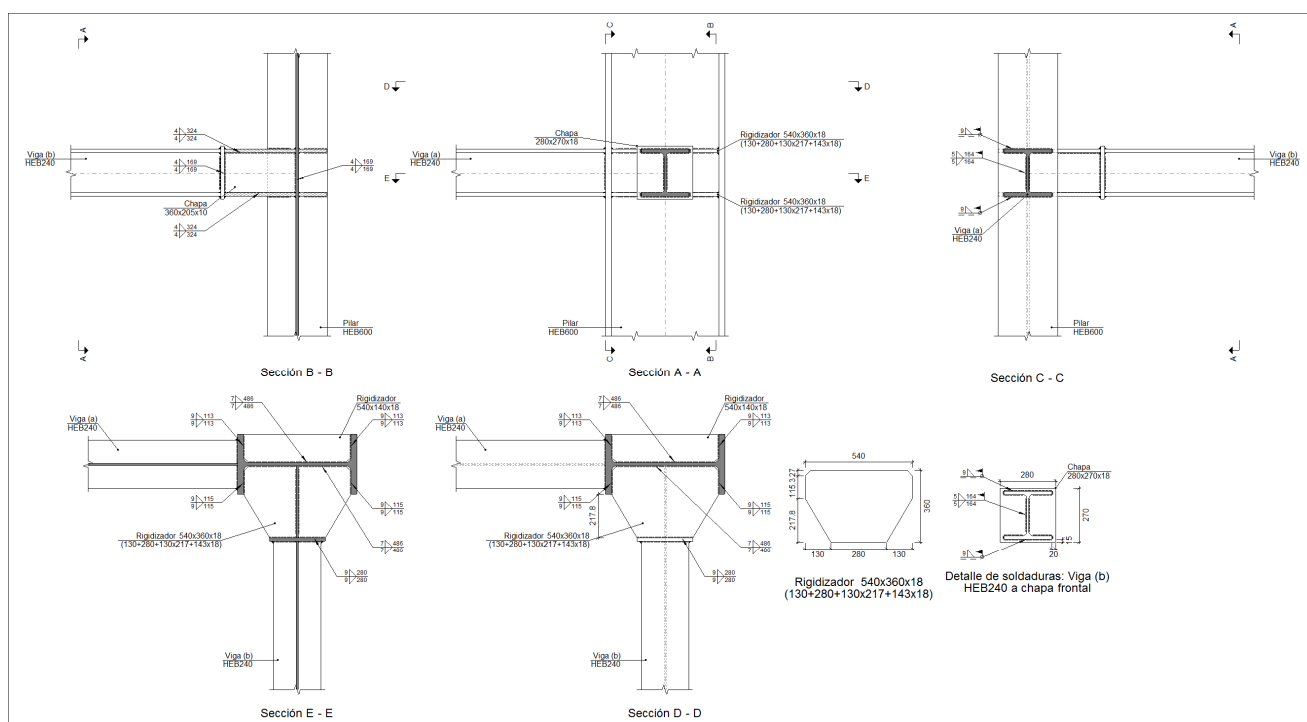
d) Medición

Soldaduras				
$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	4	1972
			7	3888
			9	2946
	En el lugar de montaje	En ángulo	5	656
			9	1848

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	2	540x360x18 (130+280+130x217+143x18)	46.94
		2	540x140x18	21.36
	Chapas	1	360x205x10	5.79
		1	280x270x18	10.68
	Total			

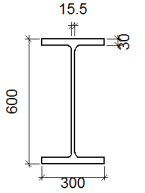
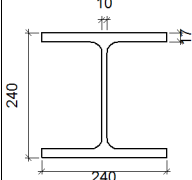
#### 1.4.4.- Tipo 10

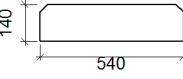
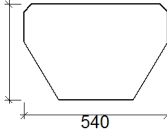
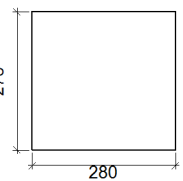
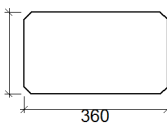
##### a) Detalle



##### 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	HEB600		600	300	30	15.5	S275	2803.3	4179.4
Viga	HEB240		240	240	17	10	S275	2803.3	4179.4

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		540	140	18	S275	2803.3	4179.4
Rigidizador		540	360	18	S275	2803.3	4179.4
Chapa de apoyo de la viga Viga (b) HEB240		280	270	18	S275	2803.3	4179.4
Chapa vertical de la viga Viga (b) HEB240		360	205	10	S275	2803.3	4179.4

c) Comprobación

1) Pilar HEB600

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)

Panel	Esbeltez	--	--	--	53.84
	Cortante	kN	131.45	1265.63	10.39
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	46.04	261.90	17.58
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	54.17	261.90	20.68
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	150.91	261.90	57.62
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	155.14	261.90	59.24
Chapa frontal [Viga (b) HEB240]	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.00
	Deformación admisible	mRad	--	2	0.00
Chapa vertical [Viga (b) HEB240]	Cortante	kN	24.97	255.55	9.77
Ala	Desgarro	N/mm <sup>2</sup>	64.20	261.90	24.51
	Cortante	N/mm <sup>2</sup>	63.71	261.90	24.33

### Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	9	113	18.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	7	486	15.5	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	9	113	18.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	7	486	15.5	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	9	115	18.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	7	486	15.5	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	En ángulo	9	280	18.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	9	115	18.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	7	486	15.5	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	En ángulo	9	280	18.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al alma	En ángulo	4	169	10.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	En ángulo	4	169	10.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	En ángulo	4	324	10.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	En ángulo	4	324	10.0	90.00	

a: Espesor garganta  
l: Longitud efectiva  
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	β <sub>w</sub>
	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>∥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	26.0	26.0	16.0	59.0	15.28	26.0	7.94	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	11.6	20.0	5.19	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	33.9	33.9	11.2	70.5	18.26	33.9	10.33	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	14.7	25.5	6.60	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	0.0	0.0	87.1	150.9	39.11	37.3	11.37	410.0	0.85

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{  }$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	18.4	31.8	8.25	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	33.5	33.5	2.8	67.2	17.42	33.5	10.22	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	30.1	30.1	86.1	160.9	41.69	31.6	9.63	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	14.4	25.0	6.48	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	31.1	31.1	0.1	62.2	16.13	31.1	9.49	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	0.0	0.0	18.5	32.0	8.29	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	0.0	0.0	18.5	32.0	8.29	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	0.0	0.0	17.8	30.8	7.97	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	0.0	0.0	17.8	30.8	7.97	0.0	0.00	410.0	0.85

2) Viga (a) HEB240

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	9	240	17.0	90.00	
Soldadura del alma	En ángulo	5	164	10.0	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	9	240	17.0	90.00	

*a: Espesor garganta  
l: Longitud efectiva  
t: Espesor de piezas*

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{  }$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	70.8	70.8	0.8	141.6	36.70	70.8	21.59	410.0	0.85
Soldadura del alma	15.5	15.5	10.1	35.6	9.23	15.5	4.73	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	63.7	63.7	3.3	127.6	33.06	63.7	19.43	410.0	0.85

3) Viga (b) HEB240

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	9	240	17.0	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	5	164	10.0	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	9	240	17.0	90.00

*a: Espesor garganta  
l: Longitud efectiva  
t: Espesor de piezas*

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	β <sub>w</sub>
	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>  </sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	94.3	94.3	3.0	188.7	48.90	94.3	28.75	410.0	0.85
Soldadura del alma	0.0	0.0	15.2	26.4	6.83	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	91.6	91.6	0.0	183.3	47.49	91.6	27.94	410.0	0.85

d) Medición

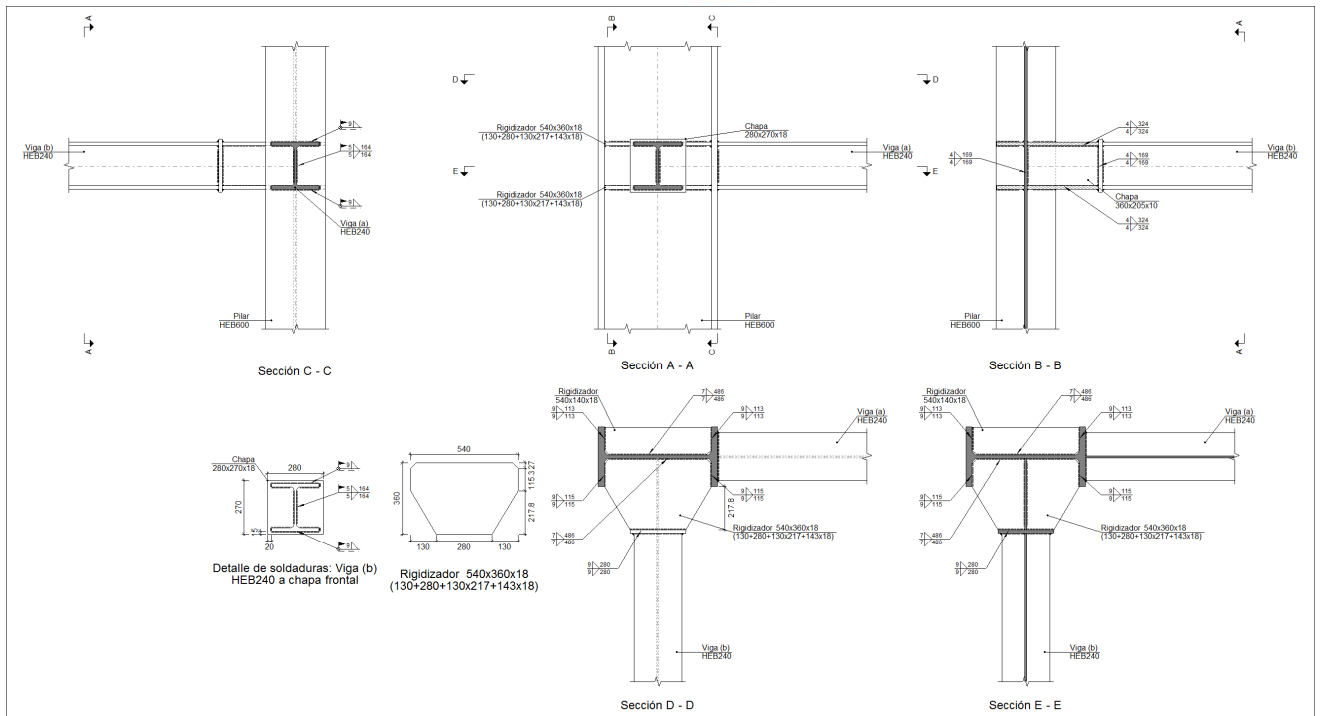
Soldaduras				
f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	4	1972
			7	3888
			9	2946
	En el lugar de montaje	En ángulo	5	656
			9	1848

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	2	540x140x18	21.36
		2	540x360x18 (130+280+130x217+143x18)	46.94
	Chapas	1	360x205x10	5.79
		1	280x270x18	10.68
	Total			

1.4.5.- Tipo 11

a) Detalle

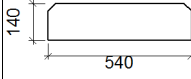
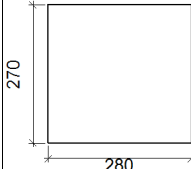
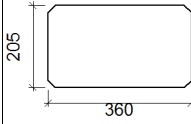




b) Descripción de los componentes de la unión

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	HEB600		600	300	30	15.5	S275	2803.3	4179.4
Viga	HEB240		240	240	17	10	S275	2803.3	4179.4

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		540	360	18	S275	2803.3	4179.4

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		540	140	18	S275	2803.3	4179.4
Chapa de apoyo de la viga Viga (b) HEB240		280	270	18	S275	2803.3	4179.4
Chapa vertical de la viga Viga (b) HEB240		360	205	10	S275	2803.3	4179.4

## 1.6 Incidencias

Durante el proceso de cálculo de nuestra estructura metálica, el software detecta algunas incidencias durante el análisis, de manera que te indica cuales son y dónde se encuentran localizadas. No obstante, estas suelen ser avisos para que se pueda mejorar u optimizar la estructura, pero no impide realizar el cálculo. De manera que la mayoría de los avisos que nos han aparecido son los siguientes:



Tipo 1 (N2): Ni las alas superiores ni las inferiores de las vigas están enrasadas a la misma cota. Es necesario para resolver la unión que o bien las alas superiores o bien las inferiores se encuentren en el pilar a la misma cota.



Tipo 3 (N8, N287): El ancho del ala de la pieza 'Pilar HEB600' es mayor que el del ala de la pieza 'Viga HEB200', por lo que no es posible la unión entre ambas piezas.



Tipo 36 (N138): Viga IPE360: Debido a que la pieza tiene una inclinación muy grande respecto a la pieza 'Viga HEB240', la longitud del cordón de soldadura en ángulo que las une no puede considerarse totalmente efectiva. Para solucionar este problema debe procurarse que el encuentro con la pieza 'Viga HEB240' sea lo más perpendicularmente posible.

Por lo que a pesar de haber conseguido realizar el dimensionamiento de nuestra estructura, viendo que existen avisos como los que se han mostrado anteriormente, siempre se puede

mejorar nuestra estructura, si le dedicáramos más tiempo en la optimización del escantillonado, bien sea por la modificación del tipo de perfilería o bien por el tipo de unión que se ha utilizado.

*Dpto. Resistencia de Materiales y Estructuras (DRMEE)*



**ANEJO III:**  
**ESTUDIO ELÉCTRICO &**  
**LUMINICO TÉCNICO**

## ANEJO 03: ESTUDIO ELÉCTRICO & LUMINICO TÉCNICO

Nuestro cálculo de la instalación eléctrica se realizará en diferentes pasos, los cuales serán:

- Cálculo de la iluminación necesaria (Software gratuito Dialux 4.13)
- Previsión de potencia
- Diseño y cálculo de las líneas

La potencia y características de cada elemento, será obtenida por el fabricante de este o uno similar en internet.

### 1. Cálculo de la iluminación necesaria

Para poder realizar el cálculo de la iluminación artificial necesaria, tendremos en cuenta la siguiente fórmula:

$$\Phi_t = \frac{E \cdot S}{F_m \cdot F_u}$$

Ec. 1.1

Dónde:

- $\Phi_t$ : Flujo total a instalar (número de luminarias x flujo de cada una)
- $E$ : Nivel de iluminación requerido en lux.
- $S$ : Superficie del local
- $F_u$  y  $F_m$ : Factores de uso y mantenimiento.

$F_u$  es el factor de uso, que depende del tipo de lámpara y pantallas, de la reflectividad del techo y paredes y de las características geométricas del local (dimensiones y altura del local, y altura de los puntos de luz).

Para poder determinar el índice del local ( $K$ ), se necesita las características geométricas y así mediante la siguiente fórmula podemos obtener:

$$K = \frac{a \cdot b}{h' \cdot (a + b)}$$

Ec. 1.2

La altura  $h'$  se determina a partir de la siguiente ecuación:

$$h' = \frac{4}{5} \cdot (h - h_0)$$

Ec. 1.3

Las alturas  $h$  y  $h_0$  se determinan a partir de la siguiente figura:

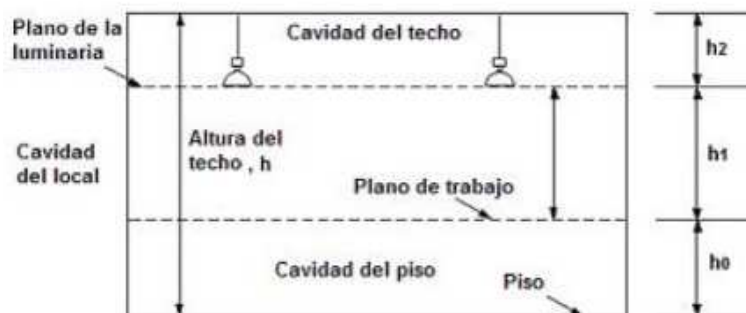


Imagen 1.1

Para poder determinar el factor de uso, será necesario obtener los coeficientes de reflexión del local. Estos son determinados en la siguiente tabla:

	Color	Factor de reflexión, $\rho$
<b>Techo</b>	Blanco o muy claro	0,7
	Claro	0,5
	Medio	0,3
<b>Paredes</b>	Claro	0,5
	Medio	0,3
	Oscuro	0,1
<b>Suelos</b>	Claro	0,3
	Oscuro	0,1

Tabla 1.1

Teniendo el índice del local  $K$  y el coeficiente de reflexión del local, se procede a la asignación del coeficiente de uso.

Índice del local, K	Factor de utilización, $\eta$								
	Factor de reflexión del techo								
	0,7			0,5			0,3		
	Factor de reflexión de las paredes								
	0,5	0,3	0,1	0,5	0,3	0,1	0,5	0,3	0,1
1	0,28	0,22	0,16	0,25	0,22	0,16	0,26	0,22	0,16
1,2	0,31	0,27	0,20	0,30	0,27	0,20	0,30	0,27	0,20
1,5	0,39	0,33	0,26	0,36	0,33	0,26	0,36	0,33	0,26
2	0,45	0,40	0,35	0,44	0,40	0,35	0,44	0,40	0,35
2,5	0,52	0,46	0,41	0,49	0,46	0,41	0,49	0,46	0,41
3	0,54	0,50	0,45	0,53	0,50	0,45	0,53	0,50	0,45
4	0,61	0,56	0,52	0,59	0,56	0,52	0,58	0,56	0,52
5	0,63	0,60	0,56	0,63	0,60	0,56	0,62	0,60	0,56
6	0,68	0,63	0,60	0,66	0,63	0,60	0,65	0,63	0,60
8	0,71	0,67	0,64	0,69	0,67	0,64	0,68	0,67	0,64
10	0,72	0,70	0,67	0,71	0,70	0,67	0,71	0,70	0,67

Tabla 1.2

Seguidamente, buscaremos el  $F_m$  “factor de mantenimiento”, un factor que depende de la antigüedad de la lámpara, de las condiciones del local y de su limpieza.

Observando la siguiente tabla, podemos sacar directamente este valor:

PROYECTOS DE ALUMBRADO INTERIOR		
Características de las luminarias	Grado de polución del ambiente	Factor de mantenimiento, ( $f_m$ )
Cerrada	Reducida	0,9
	Moderada	0,8
	Importante	0,7
Abierta	Reducida	0,8
	Moderada	0,7
	Importante	0,6
PROYECTOS DE ALUMBRADO EXTERIOR		
Características de las luminarias	Grado de polución de la atmósfera	Factor de mantenimiento, ( $f_m$ )
Hermética	Reducida	0,8
	Moderada	0,7
	Importante	0,6
No hermética	Reducida	0,7
	Moderada	0,6
	Importante	0,5

Tabla 1.3

## Cálculo de la iluminación necesaria para nuestro taller

Siguiendo el procedimiento de las fórmulas y tablas anteriores, se irá determinando todos los valores necesarios para determinar el tipo y número de luminarias, de se realizará un ejemplo de una zona, en este caso el taller, y seguidamente, las otras zonas se realizarán mediante una tabla Excel.

- Altura  $h$ : 12 m
- Altura  $h_0$ : 0 m
- Altura  $h'$ : 12 m
- Índice del local  $K$ : 1.60.
- Coeficientes de reflexión del local:
  - Techo: nivel medio, 0,3.
  - Paredes: nivel medio, 0,3.
  - Suelo: nivel claro, 0,3.
- Factor de utilización,  $F_u$ : 0.33
- Factor de mantenimiento,  $F_m$ : para una polución importante (polvo) 0,7.
- Nivel de iluminación requerido,  $E$ : 150 lux.
- Superficie,  $S$ : 1000  $m^2$

Con todos los datos, sustituimos en la ecuación (Ec.1.1) y obtenemos un flujo total a instalar de  **$\phi = 868725.87$  lúmenes.**

Se instalarán lámparas de halogenuros metálicos estancos de 250 W, que nos proporcionarán 23000 lúmenes (catálogo Philips).

### Especificaciones bombilla HM Philips Master 250W HPI-T Plus

- Marca: Philips
- Potencia: 250W
- Lúmenes: 23.000
- Casquillo E-40
- Encendido más rápido
- Construcción más robusta, menos puntos de soldadura.
- Fabricada 100% libre de mercurio, una ventaja a la hora de reciclarla.

Imagen 1.2





Con este dato, 23000 lúmenes por luminaria instalada, sacaremos el número de luminarias requerido para cubrir los lúmenes necesarios.

$$N^{\circ} \text{ Luminarias} = \frac{868725.87}{23000} = 38$$

Ec. 1.3

Mediante la ecuación anterior, podemos determinar que necesitaríamos 38 luminarias, como mínimo, por lo que instalaremos 38 para que sea la disposición sea simétrica. De todas formas, en el siguiente punto se deberá de comprobar si se supera el límite de ahorro de energía según lo estipulado por el CTE HE, o estaríamos dentro de los límites aceptados.

Cálculo Luminico Tecnico														
							coef reflex							
	h (m)	h0 (m)	h' (m)	a (m)	b (m)	k	techo	Paredes	Suelo	Fu	Fm	S (m2)	E (lux)	φr (lumenes)
Taller Planta 0	12	0	9.6	60	25	1.84	0.3	0.3	0.3	0.37	0.7	1500	150	<b>868725.87</b>
Almacén Planta 0	12	0	9.6	60	15	1.50	0.3	0.3	0.3	0.33	0.7	900	150	<b>584415.58</b>
Hall Entrada Principal Planta 0	4.2	0	3.36	4.5	6	0.77	0.3	0.3	0.3	0.22	0.9	27	100	<b>13636.36</b>
Oficinas Planta 1	3.7	0	2.96	11	15	2.14	0.3	0.3	0.3	0.4	0.9	165	250	<b>114583.33</b>
Comedor Planta 2	3.5	0	2.8	11	15	2.27	0.3	0.3	0.3	0.43	0.9	165	100	<b>42635.66</b>
Sala Estar Planta 2	3.5	0	2.8	25	9	2.36	0.3	0.3	0.3	0.43	0.9	225	100	<b>58139.53</b>
Vestuario Planta 2	3.5	0	2.8	6	16	1.54	0.3	0.3	0.3	0.33	0.9	93	100	<b>31313.13</b>
Aseo Planta 0	3.5	0	2.8	4	6	0.86	0.3	0.3	0.3	0.22	0.9	24	100	<b>12121.21</b>
Aseo Planta 1	3.7	0	2.96	10	3	0.78	0.3	0.3	0.3	0.22	0.9	30	100	<b>15151.52</b>
Aseo Planta 2	3.5	0	2.8	9	4.5	1.07	0.3	0.3	0.3	0.22	0.9	40.5	100	<b>20454.55</b>
Almacen Planta 1	3.7	0	2.96	10	5.5	1.20	0.3	0.3	0.3	0.27	0.9	55	100	<b>22633.74</b>
Sala Reuniones Planta 1	3.7	0	2.96	10	5.5	1.20	0.3	0.3	0.3	0.27	0.9	65	250	<b>66872.43</b>

Tabla 1.4

## Justificación de la Eficiencia Energética

Para poder realizar esta justificación, se debe de aplicar el CTE (Código Técnico de Edificación), en la sección H3, para iluminación interior.

Así que se realizará la comprobación de la siguiente manera:

Primero de todo, se comprobará la eficiencia energética de la instalación. Se tiene que realizar el cálculo del VEEI de cada zona, y comprobar que los valores límites que están marcados por la normativa CTE HE3, son superiores a los obtenidos.

Por lo que realizaremos lo mismo que en el punto anterior, es decir, realizaremos un ejemplo, y los cálculos siguientes estarán efectuados mediante una hoja Excel.

$$VEEI = \frac{P \cdot 100}{S \cdot E_m} = \left[ \frac{W}{m^2} \right]$$

Ec. 1.3

Dónde:

- P: potencia total instalada en las lámparas más los equipos auxiliares (W).
- S: superficie iluminada ( $m^2$ ).
- $E_m$ : iluminancia media horizontal mantenida (lux).

Observando el código CTE-HE3, los valores límite del VEEI para nuestra nave son:

- Taller y almacén: 4.
- Oficina (considerado como una zona común en un edificio no residencial): 6.
- Aseos o vestuarios: 6.
- Comedor, sala de estar y sala de reuniones: 6.

Teniendo estos valores, realizamos el cálculo del VEEI para cada zona y se comparan con los valores anteriores del CTE para ver si cumple o no cumple.

## Comprobación del taller

- Superficie: 1000 m<sup>2</sup>
- Potencia instalada: 28 ud x 250 W = 7000 W
- Iluminancia media horizontal: 175 lux

Si sustituimos los valores en la ecuación 1.3, obtenemos:

$$VEEI = \frac{7000 \times 100}{1000 \times 178} = 3.93 \left[ \frac{W}{m^2} \right]$$

Ec. 1.5

Observando el resultado obtenido, se puede ver que el valor obtenido está por debajo del valor permitido por el código CTE-HE3

Cálculo VEEI (Valor Eficiencia Energética Instalación)								
	$\phi_r$ (lúmenes)	Lúmenes	Nº Luminarias	P (W)	S (m <sup>2</sup> )	Potencia Instalada	Iluminancia Media	VEEI [W/m <sup>2</sup> ]
Taller Planta 0	868725.87	23000	38	250	1500	9443	178	<b>3.54</b>
Almacén Planta 0	584415.58	23000	25	250	900	6352	178	<b>3.97</b>
Hall Entrada Principal Planta 0	13636.36	1600.00	9	15	27	135	175	<b>2.86</b>
Oficinas Planta 1	114583.33	2700.00	42	30	165	1260	292	<b>2.62</b>
Comedor Planta 2	42635.66	1600.00	27	15	165	405	175	<b>1.40</b>
Sala Estar Planta 2	58139.53	1600.00	36	15	225	540	175	<b>1.37</b>
Vestuario Planta 2	31313.13	1600.00	20	15	93	300	175	<b>1.84</b>
Aseo Planta 0	12121.21	1600.00	8	15	24	120	175	<b>2.86</b>
Aseo Planta 1	15151.52	1600.00	9	15	30	135	175	<b>2.57</b>
Aseo Planta 2	20454.55	1600.00	13	15	40.5	195	175	<b>2.75</b>
Almacen Planta 1	22633.74	1600.00	14	15	55	210	175	<b>2.18</b>
Sala Reuniones Planta 1	66872.43	2700.00	21	30	65	630	292	<b>3.91</b>

Tabla 1.5

Observando la tabla anterior, podemos ver que se cumple con la valores de eficiencia energética, según el CTE-HE3 para cada zona de la nave.

### Cálculo de la potencia instalada en edificios

La potencia instalada en iluminación, si se tiene en cuenta la potencia de las lámparas y los equipos auxiliares, no se puede sobrepasar los valores indicados en la siguiente tabla:

Uso del edificio	Potencia máxima instalada [W/m <sup>2</sup> ]
Administrativo	12
Aparcamiento	5
Comercial	15
Docente	15
Hospitalario	15
Restauración	18
Auditorios, teatros, cines	15
Residencial Público	12
Otros	10
Edificios con nivel de iluminación superior a 600lux	25

Tabla 1.6

Por lo que para los sectores de nuestra nave industrial, bien sea para la zona del almacén, el taller, los aseos, vestuarios, comedor... es de 10 [W/m<sup>2</sup>].

Potencia Máxima Instalada [W/m <sup>2</sup> ]			
	S (m <sup>2</sup> )	Potencia Instalada	P [W/m <sup>2</sup> ]
Taller Planta 0	1500	9443	<b>6.30</b>
Almacén Planta 0	900	6352	<b>7.06</b>
Hall Entrada Principal Planta 0	27	135	<b>5.00</b>
Oficinas Planta 1	165	1260	<b>7.64</b>
Comedor Planta 2	165	405	<b>2.45</b>
Sala Estar Planta 2	225	540	<b>2.40</b>

Vestuario Planta 2	93	300	<b>3.23</b>
Aseo Planta 0	24	120	<b>5.00</b>
Aseo Planta 1	30	135	<b>4.50</b>
Aseo Planta 2	41	195	<b>4.81</b>
Almacén Planta 1	55	210	<b>3.82</b>
Sala Reuniones Planta 1	65	629	<b>9.68</b>

Tabla 1.7

Finalmente, mirando los resultados obtenidos, podemos ver que el resultado obtenido está por debajo, de manera que cumple.

## 2. Previsión de potencia

Nuestra nave, estará dividida en varios sectores, tales como el almacén, la zona de taller, la zona de las oficinas y la zona de espacios comunes, por lo que seguidamente expondremos todos los receptores de energía eléctrica de la nave, así como la potencia de cada uno de ellos, para proceder al cálculo energético previsto para la industria.

<b>ALUMBRADO</b>		
<b>LÍNEA</b>	<b>UBICACIÓN</b>	<b>P (W)</b>
LINEA 01	Almacén embarcaciones	1800
LINEA 02	Almacén embarcaciones	1800
LINEA 03	Taller Principal	2600
LINEA 04	Taller Principal	2600
LINEA 05	Oficinas	3500
LINEA 06	Aseo Planta 0	400
LINEA 07	Aseo Planta 1	400
LINEA 08	Aseo Planta 2	400
LINEA 09	Sala Estar Planta 2	1800
LINEA 10	Sala Reuniones Planta 1	1800
LINEA 11	Vestuario Planta 2	600
LINEA 12	Emergencia Nave + Emergencia Oficina	400
LINEA 13	Comedor	600

Tabla 1.8

POTÈNCIA PARA MÁQUINAS		
LÍNEA	UNIDADES	P(W)
Circuito toma de fuerza	1	10000
Puertas eléctricas	5	1380
Cargador batería Carretillas elevadoras	2	4000
Puente Grúa	1	10000
Reserva	1	5000

Tabla 1.9

Potencia total en el cuadro general (W)	58600
---	-------

Tabla 1.10

Se va a estimar un coeficiente de simultaneidad de 0.8. Con esto obtenemos finalmente que la potencia a contratar sea de **46880 W.**

### 3. Instalación de enlace

#### 3.1 Empresa distribuidora

El Port de Badalona, se encuentra a una distancia menor de un kilómetro de la compañía de energía eléctrica Endesa, por lo que la energía eléctrica está suministrada por esta empresa.

#### 3.2 Características

La acometida llegará subterránea hasta la nave de expedición donde se situará nuestro CPM (Caja de Protección y Medida), con unos cables de tensión asignada conforme con la ICT-BT-07. La tensión de suministro será trifásica a 400 V.

#### 3.3 Potencia total contratada

Será de obligado cumplimiento según la ITC-BT-17, la instalación de un IGA (Interruptor General Automático)

La potencia contratada será 46880W con un ICP (Interruptor de Control de Potencia) de 79 A.

### 3.4 Cajas de protección a medida

Las cajas de protección a medida estarán especificadas por la empresa la cual esté asignada a realizar este trabajo, por lo que cada una de estas cajas llevará incorporadas cortacircuitos de fusibles en todos los conductores que hagan de fase los aparatos de medida de consumo.

Las cajas de protección cumplirán todo lo que se indica en la norma UNE-EN 60.439-1, y tendrán el grado de inflamabilidad según nos indica la UNE-EN 60.439-3. Una vez instaladas tendrán un grado de protección de IP43 según UNE-EN 20.324.

La carcasa envolvente de los cuadros, deberán de disponer de ventilación interna necesaria para que no se formen condensaciones.

### 3.5 Cuadro general de protección

El cuadro general de la instalación eléctrica está colocado en un armario.

Se colocarán los interruptores automáticos magneto-térmicos y diferenciales necesarios, para poder independizar las zonas y proteger cada circuito que se encuentre conectado a éste. También los interruptores serán identificados mediante etiquetas para localizarlos de manera sencilla, y saber de dónde proviene cada uno de ellos.

## 4. Justificación de los cálculos

Las líneas se calcularán de acuerdo al Reglamento Electrotécnico de Baja tensión.

Haremos dos comprobaciones que son:

1. Por intensidad de corriente. Las fórmulas a aplicar son:

- En monofásica:

$$I = \frac{P}{V \times \cos\varphi}$$

Ec.1.6

- En trifásica:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos\varphi}$$

Ec.1.7

2. Por caída de tensión. Las fórmulas a aplicar son:

- En monofásica:

$$e = \frac{2 \cdot I \cdot L \cdot \cos \varphi}{S \cdot \gamma}$$

Ec.1.8

- En trifásica:

$$e = \frac{I \cdot \sqrt{3} \cdot L \cdot \cos \varphi}{S \cdot \gamma}$$

Ec.1.9

Para obtener el % de caída de tensión:

- En monofásica:

$$e(\%) = \frac{e \cdot 100}{V}$$

Ec.1.10

- En trifásica:

$$e(\%) = \frac{e \cdot 100}{U}$$

Ec.1.11

		Unidad
P	Potencia	W
U	Tensión	V
I	Intensidad	A
$\gamma^*$	Conductividad	m/ $\Omega \cdot \text{mm}^2$
S	Sección	mm <sup>2</sup>
L	Longitud	m
e	Caída de tensión	V
cos( $\varphi$ )	Factor de potencia	-

Tabla 1.11: Unidades

- Cogemos la el valor que tenga menor resistividad y por lo tanto de mayor conductividad.

Material	$\rho_{20}(\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m})$	$\rho_{70}(\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m})$	$\rho_{90}(\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m})$	$\alpha$ (°C <sup>-1</sup> ).
Cobre	0,018	0,021	0,023	0,00392
Aluminio	0,029	0,033	0,036	0,00403
Almelec (Al-Mg-Si)	0,032	0,038	0,041	0,00360



Imaen 1.3: Resistividad y coeficiente  $\alpha$  en función del material a 20, 70, 90°C

$$\gamma_T = \frac{1}{\rho_T}$$

Ec 1.12

$$\gamma = \frac{1}{0.018} = 55.55$$

Ec 1.13

$$\gamma_{Cu(20^\circ)} = 56 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$$

Los conductores serán de cobre, de sección mínima 2,5 mm<sup>2</sup> como mínimo para líneas monofásicas.

La sección mínima a emplear en los conductores de los cables para líneas trifásicas, incluido el neutro, será de 6 mm<sup>2</sup> conforme a lo indicado normativa ITC-BT-07.

Además de lo indicado en párrafos anteriores, el factor de los receptores con motor donde el factor de potencia será de 0,85 y la caída de tensión máxima será del 5%. La máxima caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier otro punto de la instalación, será menor o igual que 3%.

LÍNEA	P (abs)	Cos(φ)	Coef	S (VA)	L (m)	e (V)	V (V)	S (mm)	I (A)
Línea 1	1800.00	0.95	1,8	1894.74	60.00	6.71	230.00	2.50	8.24
Línea 2	1800.00	0.95	1,8	1894.74	60.00	6.71	230.00	2.50	8.24
Línea 3	2600.00	0.95	1,8	2736.84	60.00	9.69	230.00	2.50	11.90
Línea 4	2600.00	0.95	1,8	2736.84	60.00	9.69	230.00	2.50	11.90
Línea 5	3500.00	0.95	1,8	3684.21	60.00	13.04	230.00	2.50	16.02
Línea 6	400.00	0.95	1.00	421.05	30.00	0.75	230.00	2.50	1.83
Línea 7	400.00	0.95	1.00	421.05	30.00	0.75	230.00	2.50	1.83
Línea 8	400.00	0.95	1.00	421.05	30.00	0.75	230.00	2.50	1.83
Línea 9	1800.00	0.95	1.00	1894.74	10.00	1.12	230.00	2.50	8.24
Línea 10	1800.00	0.95	1.00	1894.74	10.00	1.12	230.00	2.50	8.24
Línea 11	600.00	0.95	1.00	631.58	10.00	0.37	230.00	2.50	2.75
Línea 12	400.00	0.95	1.00	421.05	10.00	0.25	230.00	2.50	1.83
Línea 13	600.00	0.95	1.00	631.58	10.00	0.37	230.00	2.50	2.75
Circuito toma de fuerza	10000.00	0.85	1,25	11764.71	60.00	5.15	400.00	6.00	16.98
Puertas eléctricas	1380.00	0.85	1,25	1623.53	20.00	0.24	400.00	6.00	2.34
Cargador batería Carretillas elevadoras	4000.00	0.85	1,25	4705.88	20.00	0.69	400.00	6.00	6.79
Puente Grúa	10000.00	0.85	1,25	11764.71	40.00	3.44	400.00	6.00	16.98
Derivación/Acometida	47000.00	0.85	1.00	55294.12	60.00	24.23	400.00	35	79.81

Tabla 1.12. Resumen de cálculos de las líneas

## 5. Protección de la instalación

### 5.1 Protección sobre intensidades

Con el montaje de interruptores magneto-térmicos automáticos, conseguimos la protección de la instalación ya que consiste en un elemento térmico, formado por una lámina bimetálica que se deforma al pasar por él una corriente durante un cierto tiempo.

Los valores nominales de los interruptores magneto-térmicos vienen dados por la corriente máxima del circuito y la corriente máxima admisible por el conductor.

Se deberán cumplir las prescripciones indicadas en la instrucción BT-22 del reglamento electrotécnico de baja tensión.

### 5.2 Protección contra contactos directos

Para considerar como buena la protección contra contactos directos se deberán tomar medidas adecuadas para cumplir con las medidas establecidas en la instrucción BT-24 del reglamento electrotécnico de baja tensión.

Para el cumplimiento de dicho reglamento las medidas propuestas son:

- Partes activas: se deberán recubrir con un aislante especial de tal manera que solo se podrá eliminar si se destruye. Las partes activas deberán estar situadas en el interior de la envolvente según UNE 20.324.
- Se deberán alejar del lugar donde sin medios auxiliares las personas no contacten con ellos. Una altura mínima de 2.5 metros.
- Se utilizarán dispositivos de corriente diferencial-residual, con un valor inferior a 30mA según UNE 20.324.

### 5.3 Protección contra contactos indirectos

La protección contra contactos indirectos, se trata en la puesta a tierra de las masas y dispositivos de cortes para intensidad, interruptores diferenciales.

Para considerar como buena la protección contra contactos indirectos se deberán tomar medidas adecuadas para cumplir con las medidas establecidas en la instrucción BT-24 del reglamento electrotécnico de baja tensión.

- Se utilizara el valor de corte de tensión según se especifica en la norma UNE 20.572-1 no sea mayor a 5 segundos.
- El límite convencional será de 50 V en condiciones normales según ITC-BT-09.

## 5.4 Puesta a tierra

El objeto de la instalación de la conexión a tierra es limitar la tensión que con respecto a tierra pueden presentar las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar el riesgo.

Siguiendo la norma ICT-BT-18 la puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo mediante una toma de tierra con un electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo.

Según nuestro estudio geotécnico nuestro suelo está compuesto por terreno pardo calizo.

NATURALEZA DEL TERRENO	RESISTIVIDAD Ohms x mt
Terrenos Pantanosos	De algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba Húmeda	5 a 100
Arcilla Plástica	50
Arena Arcillosa	50 a 500
Arena Silicea	200 a 300
Suelo Pedregoso Cubierto de Césped	300 a 500
Suelo Pedregoso Desnudo	1500 a 3000
Calizas Blandas	100 a 300
Calizas Compactas	1000 a 5000
Calizas Agrietadas	500 a 1000
Pizarras	50 a 300
Roca de Mica y Cuarzo	500
Granito y Gres Procedente de Alteraciones	1500 a 10000
Roca Ígnea	5000 a 15000

Imagen 1.3

Esta es la instalación de conexión a tierra consta de las siguientes partes:

- Electrodo o picas (también llamados jabalinas): partes metálicas enterradas.
- Línea de enlace con tierra: Conductor de cobre con sección mínima de 16 mm<sup>2</sup>, según ITC-BT-18, conectado a los electrodos.
- Bornes de puesta a tierra: conexión entre la línea de enlace y los distintos conductores de protección.

- Conductores de protección: unen los distintos puntos de la instalación con la línea de enlace.

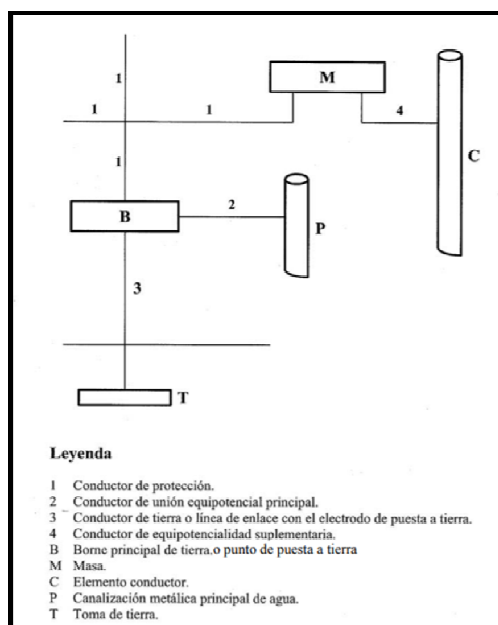


Imagen 1.4 Representación esquemática de un circuito puesta a tierra

## 5.5 Revisión de las tomas de tierra

Debido a la gran importancia que tiene las tomas de tierra, es obligatorio la comprobación por el Director de la Obra o Instalador Autorizado en el momento de dar de alta la instalación para su puesta en marcha o en funcionamiento.

Personal técnicamente competente efectuará la comprobación de la instalación de puesta a tierra, al menos anualmente, en la época en la que el terreno esté más seco. Para ello, se medirá la resistencia de tierra, y se repararán con carácter urgente los defectos que se encuentren.

***Dpto. Resistencia de Materiales y Estructuras (DRMEE)***



# **ANEJO IV:** **ESTUDIO CONTRA INCENDIOS**

## ANEJO 04 ESTUDIO CONTRA INCENDIOS

### 1. Caracterización del establecimiento industrial

Mediante el Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales (RSCIEI), se define los requisitos necesarios y condiciones que se debe de cumplir, para que nuestra nave sea aceptable.

#### 1.1 Tipo de establecimiento industrial

Observando el reglamento, nuestra nave pertenece al de edificación tipo C, el cual significa que el establecimiento industrial formado por uno o varios edificios, se localiza a una distancia mayor de 3 metros del establecimiento más próximo.

Dicha distancia deberá estar libre de mercancías combustibles o elementos intermedios susceptibles de propagar el incendio.

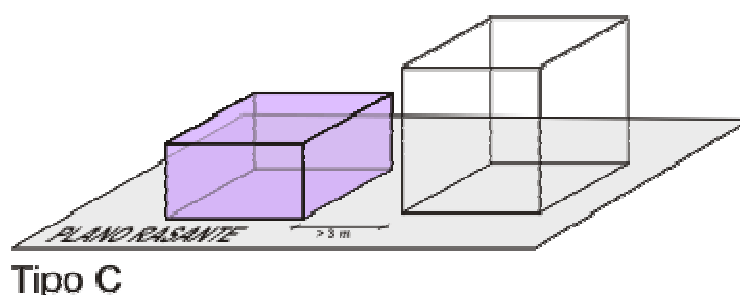


Figura 1

#### 1.2 Nivel de riesgo intrínseco

Se puede determinar mediante la siguiente expresión, la densidad de carga a fuego ponderada y corregida, y así obtener el nivel intrínseco de cada sector o área de incendio:

$$Q_s = \frac{\sum_i^i G_i q_i C_i}{A} R_a \text{ (MJ / m}^2 \text{) o (Mcal / m}^2 \text{)}$$

Ecuación 1.1

Dónde:

José Luis Linares Llamas  
Otoño 2018

- $Q_s$ : densidad de carga de fuego ponderada corregida, del sector o área de incendio  $MJ/m^2$ .
- $G_i$ : masa, en Kg, de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio o área de incendio (incluidos los materiales constructivos combustibles).
- $Q_i$ : poder calorífico en  $MJ/kg$  o  $Mcal/kg$ , de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.
- $C_i$ : coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.

VALORES DEL COEFICIENTE DE PELIGROSIDAD POR COMBUSTIBILIDAD, $C_i$		
ALTA	MEDIA	BAJA
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Líquidos clasificados como clase A en la ITC MIE-APQ1</li> <li>- Líquidos clasificados como subclase B<sub>1</sub>, en la ITC MIE-APQ1.</li> <li>- Sólidos capaces de iniciar su combustión a una temperatura inferior a 100 °C.</li> <li>- Productos que pueden formar mezclas explosivas con el aire a temperatura ambiente.</li> <li>- Productos que pueden iniciar combustión espontánea en el aire a temperatura ambiente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Líquidos clasificados como subclase B<sub>2</sub> en la ITC MIE-APQ1.</li> <li>- Líquidos clasificados como clase C en la ITC MIE-APQ1.</li> <li>- Sólidos que comienzan su ignición a una temperatura comprendida entre 100 °C y 200 °C.</li> <li>- Sólidos que emiten gases inflamables.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Líquidos clasificados como clase D en la ITC MIE-APQ1.</li> <li>- Sólidos que comienzan su ignición a una temperatura superior a 200 °C.</li> </ul>
$C_i = 1,60$	$C_i = 1,30$	$C_i = 1,00$

$A$ : superficie construida del local, considerada en  $m^2$ .

$R_a$ : coeficiente adimensional que pondera el riesgo de activación inherente a la actividad industrial, de la siguiente forma:

	Riesgo de activación		
	Alto	Medio	Bajo
Coefficiente $R_a$	3	1,5	1

El valor de  $R_a$  viene dado por la zona con una actividad con un **riesgo medio**. En nuestro caso  $R_a = 1.5$ .

El riesgo de la actividad ha sido determinado según el grado más alto de la funcionalidad de nuestra nave industrial, ya que puede realizar las funciones de taller mecánico, mecanización e metales, que suelen tener riesgo bajo, pero como la actividad principal es la de construir embarcaciones, el tipo de riesgo en este caso es de grado medio tal y como se puede apreciar en la siguiente tabla:

Aceites comestibles - fabr.	M	Embarcaciones - fabricación	M
Almacenes - en general	B	Escobas - fabricación	B
Barnices - fabricación	M	Esterillas - fabricación	B
Barnizados - taller	M	Fertilizantes químicos - fabr.	M
Bebidas - sin alcohol	B	Fibras artificiales - producción y manipulación	M
Bebidas alcohólicas - prepar.	M	Forjas y herrerías	B
Bebidas carbónicas - fabr.	B	Frigoríficos - cámaras	B
Betún - preparación	B	Fundición de metales	B
Carpintería	M	Galvanoplástica	B
Café - torrefacto	M	Géneros de punto - fabr.	B
Cartón - fabricación de cajas y elementos	M	Grasas comestibles - fabr.	M
Caucho - fabricación de objetos	M	Imprenta	M
Celuloide - fabricación	M	Industrias químicas	M-A
Cera - fabricación de artículos	B	Juguetes - fabricación	M
Cerámica - taller	B	Laboratorios eléctricos	B
Cerveza - fabricación	B	Laboratorios físicos y metalúrgicos	B
Chocolate - fabricación	M	Laboratorios fotográficos	B
Colas - fabricación	M	Laboratorios químicos	M
Confección - talleres	B	Licores - fabricación	M
Conservas - fabricación	B	Madera - fabr. contrachapados	M
Corcho - tratamiento	B	Mamostería - fabricación	B
Cuerdas - fabricación		Mantequilla - fabricación	B
Cosméticos	M	Máquinas - fabricación	M
Cuero - tratamiento y objetos	B	Marcos - fabricación	M
Destilerías - mat. inflamables	M	Materiales usados - tratamiento	M
Disolventes - destilación	M	Mecanización de metales	B
Ebanistería (sin alm. madera)	M	Medias - fabricación	M
Electricista - taller	B	Medicamentos - laboratorios	B

No obstante, podemos obtener el Qs de cada zona, observando la tabla de la Guía Técnica de Aplicación: Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales, de manera que presentamos un par de ejemplos:



MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO	<b>GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN: REGLAMENTO DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS EN LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES</b>	Edición: Oct 07 Revisión: 0
--	--	--------------------------------

ACTIVIDAD	Fabricación y venta			Almacenamiento		
	q <sub>v</sub>		Ra	q <sub>v</sub>		Ra
	MJ/m <sup>2</sup>	Mcal/m <sup>2</sup>		MJ/m <sup>2</sup>	Mcal/m <sup>2</sup>	
Relojes, venta	300	72	1,0			
Resinas naturales	3.300	793	2,0			
Resinas sintéticas	3.400	817	2,0	4.200	1.010	2,0
Resinas sintéticas, placas de	800	192	1,5	3.400	817	2,0
Restaurantes	300	72	1,0			
Revestimientos de suelos combustibles	500	120	1,5	6.000	1.442	2,0
Revestimientos de suelos combustibles, venta	1.000	240	2,0			
Rodamientos o cojinetes de bolas	200	48	1,0			
Sacos de papel	800	192	1,5	12.600	3.029	2,0
Sacos de plástico	600	144	2,0	25.200	6.058	2,0
Sacos de yute	500	120	1,5	800	192	1,5
Salinas, productos de	80	19	1,0			
Servicios de mesa	200	48	1,0			
Silos				Según material almacenado		
Sombrererías	500	120	1,5			
Sosa	40	10	1,0			
Sótanos, bodegas de casas residenciales	900	216	1,0			
Tabaco en bruto				1.700	409	2,0
Tabacos, artículos de	200	48	1,5	2.100	505	2,0
Tabacos, venta de artículos	500	120	1,5			
Talco	40	10	1,0			
Tallado de piedra	40	10	1,0			
Talleres de enchapado	800	192	1,5	2.900	697	1,5
Talleres de guarnicionería	300	72	1,0		0	
Talleres de pintura	500	120	1,5			
Talleres de reparación	400	96	1,0			
Talleres eléctricos	600	144	1,5			
Talleres mecánicos	200	48	1,0			

ACTIVIDAD	Fabricación y venta			Almacenamiento		
	q <sub>v</sub>		Ra	q <sub>v</sub>		Ra
	MJ/m <sup>2</sup>	Mcal/m <sup>2</sup>		MJ/m <sup>2</sup>	Mcal/m <sup>2</sup>	
Oficinas técnicas	600	144	1,0			
Orfebrería	200	48	1,0			
Oxígeno	Especial	Especial	Especial			

Utilizando las ecuaciones anteriores, calculamos la densidad de carga del sector con tal de determinar el riesgo intrínseco del sector.

Tipo	Qs (MJ/m <sup>2</sup> )	C <sub>i</sub>	Área (m <sup>2</sup> )	Qs*A*Ra
Almacén P0	1500	1.2	900	1620000
Taller P0	1200	1.2	1500	2160000
Oficinas P1	600	1.2	165	118800
Aseos P0	80	1.2	24	2304
Aseos P1	80	1.2	30	2880
Aseos P2	80	1.2	24	2304
Comedor	600	1.2	40.5	29160
Ascensor P0,1,2	80	1.2	7.5	720
Hall de entrada P0,1,2	80	1.2	19.5	1872
Sala de reuniones P1	200	1.2	55	13200
Vestuarios P2	200	1.2	93	22320
Sala de estar P2	200	1.2	215	51600
Almacén de Archivos P1	600	1.2	55	39600
<b>Total</b>			<b>3128.5</b>	<b>4064760</b>
			Ra	1.5
			Qs	<b>1948.9</b>

Tabla 1.1. Resumen de cálculo de la densidad de fuego ponderada y corregida

Una vez calculada la densidad de carga de fuego de los sectores, se puede saber el nivel de riesgo intrínseco de cada uno de ellos.

Nivel de riesgo intrínseco	Densidad de carga de fuego ponderada y corregida	
	Mcal/m <sup>2</sup>	MJ/m <sup>2</sup>
BAJO	1 $Q_s \leq 100$	$Q_s \leq 425$
	2 $100 < Q_s \leq 200$	$425 < Q_s \leq 850$
MEDIO	3 $200 < Q_s \leq 300$	$850 < Q_s \leq 1275$
	4 $300 < Q_s \leq 400$	$1275 < Q_s \leq 1700$
	5 $400 < Q_s \leq 800$	$1700 < Q_s \leq 3400$
ALTO	6 $800 < Q_s \leq 1600$	$3400 < Q_s \leq 6800$
	7 $1600 < Q_s \leq 3200$	$6800 < Q_s \leq 13600$
	8 $3200 < Q_s$	$13600 < Q_s$

Tabla 1.2. Tabla de nivel de riesgo intrínseco

Como se puede ver el riesgo del sector en nuestro caso es medio (5), ya que hemos obtenido un  $Q_s = 1948.9 \text{ MJ/m}^2$ .

## 2. Requisitos constructivos

### 2.1 Máxima superficie en el sector de incendio

Riesgo intrínseco del sector de incendio	Configuración del establecimiento		
	TIPO A (m <sup>2</sup> )	TIPO B (m <sup>2</sup> )	TIPO C (m <sup>2</sup> )
BAJO	(1)-(2)-(3) 2000	(2) (3) (5) 6000	(3) (4) SIN LÍMITE
	1000	4000	6000
MEDIO	(2)-(3) 500	(2) (3) 3500	(3) (4) 5000
	400	3000	4000
	300	2500	3500
ALTO	NO ADMITIDO	(3) 2000	(3)(4) 3000
		1500	2500
		NO ADMITIDO	2000

Tabla 2.1. Máxima superficie de sectorización

Podemos observar que la sectorización ha sido correcta, ya que nuestra nave es de tipología C y consta de 2400 m<sup>2</sup>, más 2 plantas de 500 m<sup>2</sup>, nos aparece una superficie de 3400m<sup>2</sup>, así que estamos en el tipo C, y muy aproximado al grado medio (5),

## 2.2 Exigencia de comportamiento al fuego de los productos de construcción

A la hora de realizar la elección de los materiales de acabado para una construcción, es necesario tener en cuenta el comportamiento frente al fuego de un material, el cual viene determinado por las características y cualidades, conociéndose como reacción al fuego.

Mediante la normativa UNE-EN 13501-1, se define el comportamiento al fuego de los productos los cuales hay materiales que se encuentran en vigor según el marcado "CE".

Las condiciones de reacción al fuego aplicable a los elementos constructivos se justificarán:

- Mediante la clase que figura en cada caso, en primer lugar, conforme a la nueva clasificación europea.
- Mediante la clase que figura en segundo lugar entre paréntesis, conforme a la clasificación que establece la norma UNE-23727.

Los productos utilizados como revestimiento o acabado superficial deben ser:

- En suelos: CFL-s1 (M2) o más favorable.
- En paredes y techos: C-s3 d0 (M2), o más favorable.
- Los materiales de revestimiento exterior de fachadas serán C-s3d0 (M2) o más favorables.
- Los materiales de bastidores, largueros, paneles metálicos, cerchas, vigas, pisos metálicos y otros elementos y accesorios metálicos que componen el sistema deben ser de acero de la clase A1 (M0).
- Los revestimientos pintados con espesores inferiores a 100 μ deben ser de la clase Bs3d0 (M1).
- Los revestimientos cincados con espesores inferiores a 100μ deben ser de la clase Bs3d0 (M1).

## 2.3 Estabilidad al fuego de los elementos constructivos

La normativa pide un comportamiento frente al fuego de durabilidad en minutos. En este tiempo de duración, dicho elemento debe mantener la estabilidad mecánica en el ensayo normalizado conforme a la normativa correspondiente.

La estabilidad al fuego de los elementos estructurales no tendrá un valor inferior al indicado en la siguiente tabla

NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO	Tipo B	Tipo C
	Sobre rasante	Sobre rasante
Riesgo bajo	R 15 (EF-15)	NO SE EXIGE
Riesgo medio	R 30 (EF-30)	R 15 (EF-15)
Riesgo alto	R 60 (EF-60)	R 30 (EF-30)

Tabla 2.2 Estabilidad al fuego

Como ya tenemos el nivel intrínseco de fuego y hemos calificado a la nave como planta sobre rasante y sabemos que es tipo C, podemos encontrar la estabilidad al fuego en minutos.

Con esto determinamos que la estabilidad al fuego tiene que ser de R 15. De todas maneras, para el cálculo estructural se le ha aplicado R30, para tener un factor de seguridad.

Para proporcionar una protección pasiva al fuego a las estructuras metálicas se utilizara una pintura intumescente marca TITAN. Con esto conseguimos que bajo la acción del calor de un incendio, produzca una espuma de baja conductividad térmica de varios centímetros de grosor, protegiendo el soporte de la acción del calor.

## 2.4 Evacuación del establecimiento

Según el tipo de nave industrial y el riesgo adquirido, la distancia de los recorridos máximos de evacuación de los sectores de incendio de los establecimientos industriales no superarán los valores indicados en la tabla 2.3.

Longitud del recorrido de evacuación según el número de salidas		
Riesgo	1 salida recorrido único	2 salidas alternativas
Bajo(*)	35m(**)	50 m
Medio	25 m(***)	50 m
Alto	-----	25 m

Tabla 2.3. Longitud de recorrido de evacuación según RSCIEI

En nuestro caso, como tenemos un riesgo medio, tenemos que cumplir que el recorrido de evacuación sea menor de 50 metros. Por tanto, observando el plano de disposición general o el plano contra-incendios, se puede ver que cumplimos con la normativa.

## 2.5 Sistemas de ventilación y evacuación de humos

El sistema de evacuación de los gases producidos por la combustión y la eliminación de humos ocasionados por la soldadura, deben de tenerse en cuenta según la tipología del edificio en relación con las características que determinan el movimiento del humo.

Este apartado nuestra nave estará diseñada conforme a la norma UNE 23 585 que obliga a los sectores con actividades de almacenamiento a tener sistema de ventilación y evacuación de humo si:

- De riesgo intrínseco medio y superficie construida  $\geq 1000 \text{ m}^2$ .
- De riesgo intrínseco alto y superficie construida  $\geq 800 \text{ m}^2$ .

Nuestra nave tiene un nivel de riesgo intrínseco medio y la superficie construida es mayor que los  $1000 \text{ m}^2$ , esto nos obliga a cumplir la normativa.

La ventilación será natural. Los huecos se dispondrán uniformemente repartidos en la parte alta de la cubierta, y estará dotado de mecanismos cortafuegos automáticos para en caso de incendio, se abran para evacuar el humo.

Además de las aberturas en la cubierta, también estará dotado de ventanas abatibles en los costados de la nave.

Deberá disponerse, además, de huecos para entrada de aire en la parte baja del sector, de las cuales se podrán computar los huecos de las puertas de acceso al interior de la nave.

Si observamos el plano de seguridad contra incendios, podemos ver que se cumple la normativa.

## 3. Instalación de protección contra incendios

### 3.1 Sistemas y equipos de protección contra incendios

#### 3.1.1 Sistemas automáticos de detección de incendios

Se instalarán sistemas automáticos de detección de incendios en los sectores de incendio que los establecimientos industriales tipo C, cuando en ellos se desarrollen:

Nivel de riesgo intrínseco	PRODUCCIÓN	ALMACÉN
Riesgo Bajo	No se exige	No se exige
Riesgo medio	>3000m <sup>2</sup>	>1500m <sup>2</sup>
Riesgo alto	>2000m <sup>2</sup>	>800m <sup>2</sup>

Tabla 3.1

Por lo tanto, viendo la tabla anterior, como nuestro astillero tendrá un riesgo medio con una superficie mayor de 3000m<sup>2</sup>, será necesaria la instalación de detección de incendios.

Se colocarán 4 detectores ópticos de humos en la zona de oficinas, con un radio de acción de 80 m<sup>2</sup> por cada planta, mientras que en la zona del taller y almacén, se instalarán para cada pasillo un detector lineal de humo convencional con un rango de hasta 100 m, uno en cada zona.

#### 3.1.2 Sistemas manuales de detección de incendios

Pulsadores manuales se deberán de instalar en cada salida de evacuación del sector del incendio, y la distancia máxima a recorrer desde cualquier punto hasta un pulsador no ha de ser superior a los 25 m.

#### 3.1.3 Sistemas de comunicación de alarmas

Como nuestra nave es menor de 10.000 m<sup>2</sup> de superficie, no se tendrá que instalar ninguna comunicación de alarmas.

#### 3.1.4 Sistema de abastecimiento de agua contra incendios

La conexión de agua para el servicio contra incendios, se partirá del sistema de abastecimiento del puerto de Badalona, teniendo en cuenta la red de bias, la red de rociadores e hidratantes en las condiciones de caudal, presión y reserva.

Cuando en una instalación de un establecimiento industrial, exista la dualidad de diferentes sistemas, el caudal y reserva de agua se calcularán considerando la simultaneidad de operación mínima que a continuación se establece, y que se resume en la tabla adjunta.

TIPO DE INSTALACIÓN	BIE [1]	HIDRANTES [2]	ROCIADORES AUTOMÁTICOS [3]	AGUA PULVERIZADA [4]	ESPUMA [5]
[1] BIE	$Q_B/R_B$	(a) $Q_H/R_H$ (b) $Q_B+Q_H/R_B+R_H$	$Q_{RA}/R_{RA}$		
		----- $0,5 Q_H+Q_{RA} \quad 0,5 R_H+R_{RA}$			
[2] HIDRANTES	(a) $Q_H/R_H$ (b) $Q_B+Q_H/R_B+R_H$	$Q_H/R_H$	Q mayor R mayor (una instal.)	$0,5 Q_H + Q_{AP}/$ $0,5 R_H + R_{AP}$	Q mayor, R mayor (una instal.)
	$0,5 Q_H$ + $Q_{RA}$ $0,5 R_H$ + $R_{RA}$				
[3] ROCIADORES AUTOMÁTICOS	$Q_{RA}/R_{RA}$	Q mayor R mayor (una instal.)	$Q_{RA}/R_{RA}$	Q mayor R mayor (una instal.)	Q mayor R mayor (una instal.)
[4] AGUA PULVERIZADA		Q mayor R mayor (una instal.)	$Q_{AP}+ Q_E$ $R_{AP} + R_E$	Q mayor R mayor (una instalación)	$Q_{AP} + Q_E$ $R_{AP} + R_E$
[5] ESPUMA		Q mayor R mayor (una instal.)		Q mayor R mayor (una instalación)	$Q_{AP} + Q_E$ $R_{AP} + R_E$ $Q_E/R_E$

Tabla 3.2 Cuadro resumen para cada calculo de caudal y reserva de agua cuando en una instalación coexisten varios sistemas de extinción



### 3.1.5- Sistemas de hidratantes exteriores

La configuración de la zona es de tipo C y de superficie mayor a 2000, pero como el riesgo intrínseco es medio, no será necesario un sistema de hidratantes exteriores que proteja los distintos sectores.

Configuración de la zona de incendio	Superficie del sector o área de incendio (m <sup>2</sup> )	Riesgo Intrínseco		
		Bajo	Medio	Alto
A	≥300 ≥1000	NO SÍ*	SÍ SÍ	
B	≥1000 ≥2500 ≥3500	NO NO SÍ	NO SÍ SÍ	SÍ SÍ SÍ
C	≥2000 ≥3500	NO NO	NO SÍ	SÍ SÍ
D o E	≥5000 ≥15000	SÍ	SÍ SÍ	SÍ SÍ

**Tabla 3.3 Hidratantes exteriores en función de la configuración de la zonas, su superficie construida y su nivel de riesgo.**

### 3.1.6- Extintores de incendios

Los combustibles previstos son sólidos, líquidos y gases.

Se instalarán extintores de incendios portátiles en todos los sectores de incendios, en un lugar fácilmente visibles, accesibles y bien indicados. Estarán situados próximos a los puntos más críticos o con mayor probabilidad de incendio, a ser posible cerca de las salidas de emergencia y fijados a 1.7 m del suelo.

La distribución será tal que el recorrido horizontal desde cualquier punto del sector de incendio no supere los 15 m.

Por lo tanto se instalarán:

- 12 Extintores de polvo ABC con una eficacia mínima 21<sup>a</sup>-113B de 6 kg
- 2 Extintor de CO<sub>2</sub> de 5Kg
- 4 Extintores de espuma de 6 kg

### 3.1.7-Sistemas de boca de incendio equipadas

La instalación de sistema de bocas de incendio equipadas en los sectores de incendio de los establecimientos industriales si están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 1000 m<sup>2</sup> o superior.

Además de los requisitos establecidos en el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, para su disposición y características se cumplirán las siguientes condiciones hidráulicas:

NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL	TIPO DE BIE	SIMULTANEIDAD	TIEMPO DE AUTONOMÍA
BAJO	DN 25 mm	2	60 min
MEDIO	DN 45 mm*	2	60 min
ALTO	DN 45 mm*	3	90 min

Tabla 3.4 Tipo de BIE

Por lo tanto, en nuestro caso necesitaremos un tipo de BIE DN 45 mm.

### 3.1.8- Sistemas de columna seca

Al tener una altura de evacuación inferior a los 15 m, no se instalara un sistema de columna seca.

### 3.1.9- Sistemas de rociadores automáticos de agua

Para un edificio tipo C con un nivel de riesgo intrínseco medio y una superficie mayor de 2000 m<sup>2</sup>, será necesario instalar sistemas de rociadores de agua.

### 3.1.10- Sistemas de alumbrado de emergencia

La nave tendrá un sistema de alumbrado de emergencia que indiquen las vías de evacuación y además de los locales o espacios donde estén instalados cuadros, centros de control o mandos de las instalaciones técnicas de servicios.

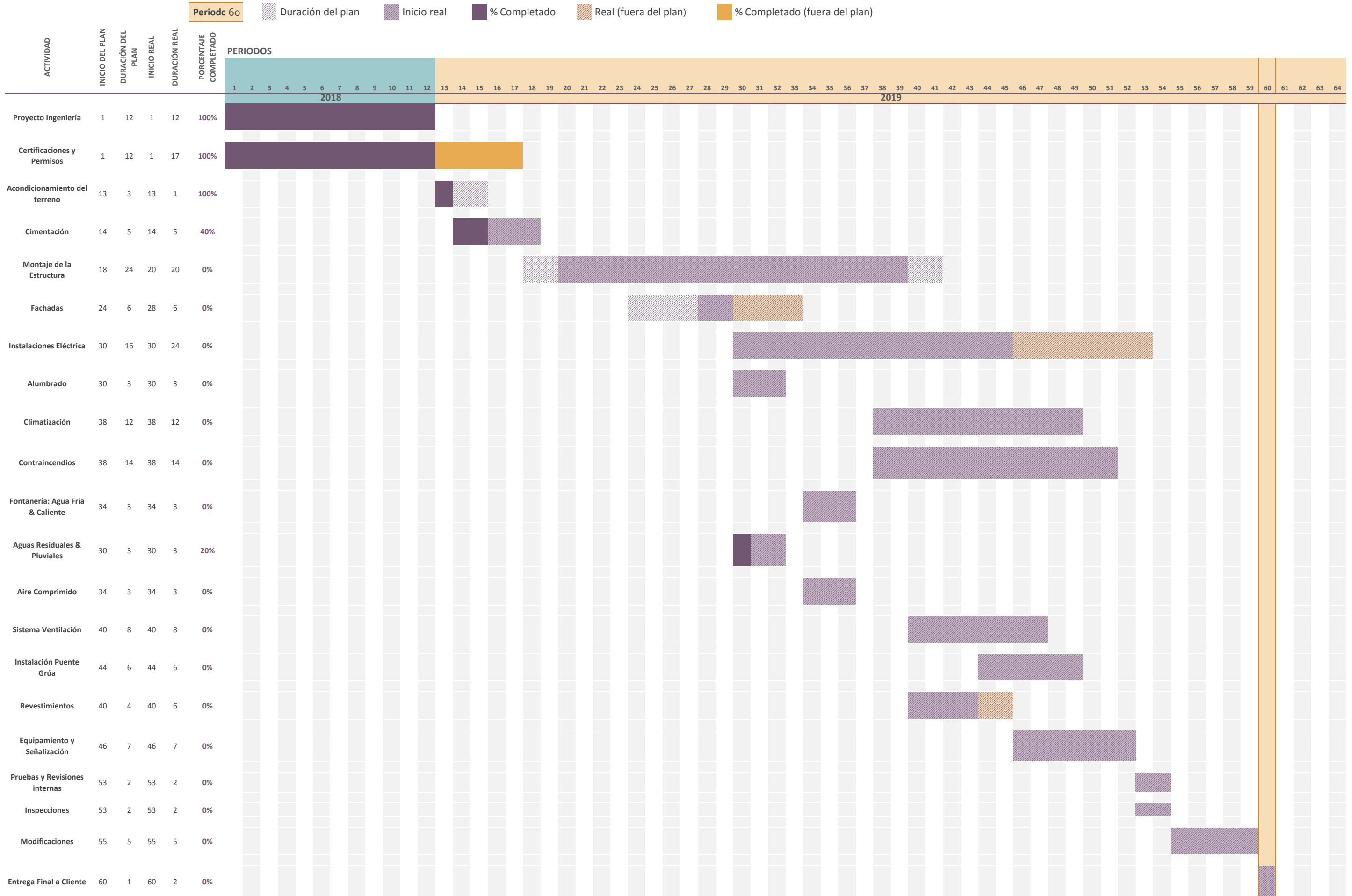
***Dpto. Resistencia de Materiales y Estructuras (DRMEE)***



# **ANEJO V:**

# **DIAGRAMA DE GANTT**

# TFG: NAVE INDUSTRIAL CON FUNCIONES DE ASTILLERO PARA FABRICACIÓN Y ALMACENAJE DE PEQUEÑAS EMBARCACIONES.



*Dpto. Resistencia de Materiales y Estructuras (DRMEE)*



# ANEJO VI: ESPECIFICACIONES

En este anejo se muestra diferentes especificaciones de las embarcaciones y motos acuáticas, como ejemplo de productos que se podrían construir, además de incluir las especificaciones de las carretillas elevadoras necesarias para la manipulación de los mismos en el interior de la nave.

MOTOR	
Motor diésel 4 cilindros de 194 cc o 230 cc. 70 kW potencia máxima en línea y hasta 1000 rpm	Motor diésel 4 cilindros de 194 cc o 230 cc. 70 kW potencia máxima en línea y hasta 1000 rpm
Equipo de arranque eléctrico (opcional)	Equipo de arranque eléctrico (opcional)
Control remoto de arranque	Control remoto de arranque
Equipo de arranque de emergencia	Equipo de arranque de emergencia

EQUIPAMIENTO	
2000	2000
2100	2100
Motor de arranque	Motor de arranque
Accesorios	Accesorios
2000	2000
2100	2100
Motor de arranque	Motor de arranque
Accesorios	Accesorios

# GTX LIMITED 230/300



EQUIPAMIENTO CONTINUADO	
Equipo de arranque	Equipo de arranque
Equipo de arranque	Equipo de arranque
Equipo de arranque	Equipo de arranque
Equipo de arranque	Equipo de arranque

SISTEMA DE PROPULSIÓN	
Equipo de arranque	Equipo de arranque
Equipo de arranque	Equipo de arranque

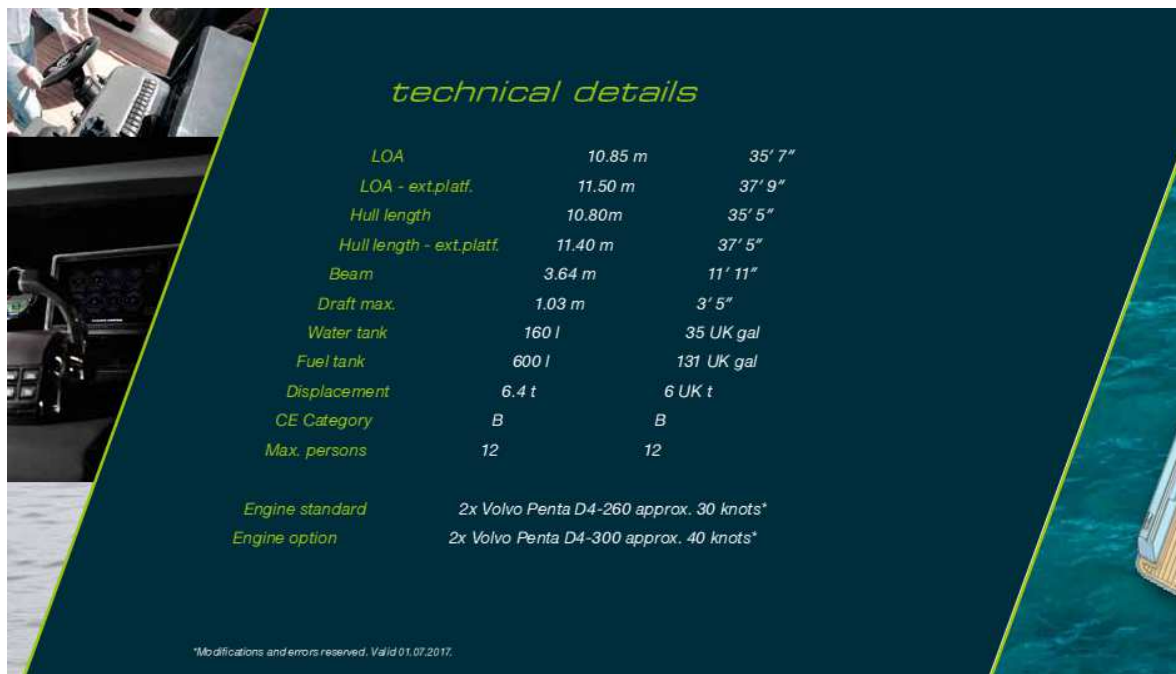
PAQUETE LIMITED	
Equipo de arranque	Equipo de arranque
Equipo de arranque	Equipo de arranque
Equipo de arranque	Equipo de arranque
Equipo de arranque	Equipo de arranque
Equipo de arranque	Equipo de arranque
Equipo de arranque	Equipo de arranque
Equipo de arranque	Equipo de arranque

OPCIONES/ACCESORIOS	
Equipo de arranque	Equipo de arranque
Equipo de arranque	Equipo de arranque
Equipo de arranque	Equipo de arranque



El motor diésel 4 cilindros de 194 cc o 230 cc. 70 kW potencia máxima en línea y hasta 1000 rpm. Este motor es el más potente y eficiente de su categoría. Incluye un sistema de arranque eléctrico opcional y un control remoto de arranque. El motor de arranque es de emergencia y el equipo de arranque de emergencia. El equipo de arranque de emergencia es de emergencia y el equipo de arranque de emergencia.



### technical details

LOA	10.85 m	35' 7"
LOA - ext.platf.	11.50 m	37' 9"
Hull length	10.80m	35' 5"
Hull length - ext.platf.	11.40 m	37' 5"
Beam	3.64 m	11' 11"
Draft max.	1.03 m	3' 5"
Water tank	160 l	35 UK gal
Fuel tank	600 l	131 UK gal
Displacement	6.4 t	6 UK t
CE Category	B	B
Max. persons	12	12
Engine standard	2x Volvo Penta D4-260 approx. 30 knots*	
Engine option	2x Volvo Penta D4-300 approx. 40 knots*	

\*Modifications and errors reserved. Valid 01.07.2017.

## Carretilla de horquilla eléctrica RX 60 6,0 - 8,0 t

Facilitando el trabajo





### Highlights

- + Diseño compacto y excelente movilidad
- + La potente unidad de accionamiento eléctrico tiene un impacto muy bajo en el medioambiente y una elevada capacidad de manejo
- + Excelente visibilidad gracias al desplazamiento lateral de la cabina y a la posición elevada del asiento
- + Velocidad máxima de traslación de 20 km/h gracias a modo Sprint opcional y batería PowerPlusLife refrigerada

- [Productos](#)
- [Hoja de datos](#)**
- [Más imágenes](#)
- [Video](#)
- [Manual original](#)

Modelo	Capacidad máxima* (kg)	Máxima altura de elevación (mm)	Velocidad de circulación (km/h)	Tensión batería (V)	Descargar hoja de datos**
RX 60-60	6.000	8.670	17	80	<a href="#">Español</a> <a href="#">Inglés</a>
RX 60-70	7.000	8.455	17	80	<a href="#">Español</a> <a href="#">Inglés</a>
RX 60-80	8.000	8.455	17	80	<a href="#">Español</a> <a href="#">Inglés</a>
RX 60-80/900	8.000	7.705	17	80	<a href="#">Español</a> <a href="#">Inglés</a>

\*Capacidad nominal con altura de elevación normalizada y distancia del centro de gravedad normalizada

\*\*Para ver la documentación PDF se necesita el Acrobat-Reader de Adobe





<a href="#">Productos</a>	<a href="#">Hoja de datos</a>	<a href="#">Más imágenes</a>	<a href="#">STILL Seguridad</a>	<a href="#">Video</a>
---------------------------	-------------------------------	------------------------------	---------------------------------	-----------------------

Modelo	Capacidad máxima* (kg)	Máxima altura de elevación (mm)	Velocidad de circulación (km/h)	Tensión batería (V)	Descargar hoja de datos**
RX 20-14C/RX 20-14C Li-Ion	1.400	7.930	20	48	<a href="#">Español</a> <a href="#">Inglés</a>
RX 20-16C/RX 20-16C Li-Ion	1.600	7.870	20	48	<a href="#">Español</a> <a href="#">Inglés</a>
RX 20-16/RX 20-16 Li-Ion	1.600	7.870	20	48	<a href="#">Español</a> <a href="#">Inglés</a>
RX 20-16L/RX 20-16L Li-Ion	1.600	7.870	20	48	<a href="#">Español</a> <a href="#">Inglés</a>
RX 20-18/RX 20-18 Li-Ion	1.800	7.720	20	48	<a href="#">Español</a> <a href="#">Inglés</a>
RX 20-18L/RX 20-18L Li-Ion	1.800	7.720	20	48	<a href="#">Español</a> <a href="#">Inglés</a>
RX 20-20L/RX 20-20L Li-Ion	2.000	7.930	20	48	<a href="#">Español</a> <a href="#">Inglés</a>
RX 20-16P/RX 20-16P Li-Ion	1.600	7.870	20	48	<a href="#">Español</a> <a href="#">Inglés</a>
RX 20-16PL/RX 20-16PL Li-Ion	1.600	7.870	20	48	<a href="#">Español</a> <a href="#">Inglés</a>
RX 20-18P/RX 20-18P Li-Ion	1.800	7.720	20	48	<a href="#">Español</a> <a href="#">Inglés</a>



Barcelona, Otoño de 2018  
JOSE LUIS LINARES LLAMAS