

**TRABAJO FINAL DE GRADO**  
**GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA**



ESCUELA SUPERIOR DE TECNOLOGÍA Y CIÉNCIAS EXPERIMENTALES

**DISEÑO DE UN ELEVADOR Y SU  
ESTRUCTURA ADAPTADOS A UNA  
INSTALACIÓN PETROLÍFERA**

**EMPRESA**

BP OIL ESPAÑA S.A.U. REFINERÍA DE CASTELLÓN

**AUTOR**

ALFONSO ANDRÉS GARZARÁN

**DIRECTOR**

JESÚS FERRER GALINDO

Septiembre de 2017



## Índice General

Documento I: Memoria.....	4
Documento II: Anexos.....	73
Documento III: Pliego de condiciones.....	228
Documento IV: Estudio económico.....	290
Documento V: Planos.....	299

# DOCUMENTO I: MEMORIA



## Índice

<b>1. Introducción</b>	7
1.1. Empresa	8
1.2. Organización de la empresa	9
1.3. Proyecto modernización VDU	11
<b>2. Memoria Descriptiva</b>	14
2.1. Objeto	15
2.2. Condiciones de partida	18
2.3. Normativas aplicadas	23
2.4. Programas de cálculo	24
2.5. Requisitos de diseño	25
2.6. Análisis de soluciones	26
<b>3. Memoria Constructiva</b>	31
3.1. Elementos del sistema estructural	32
3.1.1. Cimentación	32
3.1.2. Estructura portante	33
3.2. Materiales	36
3.2.1. Acero estructural	36
3.2.2. Hormigón	37
3.2.3. Acero para armadura	38
3.3. Sistema Envolverte	39
3.3.1. Fachada y cubierta	39
3.3.2. Suelo	40
3.3.3. Barandillas	40
3.4. Diseño de la estructura	41
3.5. Equipos elevador	56
3.5.1. Suspensión de cables	57
3.5.2. Cabina	58
3.5.3. Puertas	59
3.5.4. Contrapeso	60
3.5.5. Grupo Tractor	61
3.5.6. Cables	63
3.5.7. Guías de la cabina	64
3.5.8. Guías del contrapeso	65
3.5.9. Apoyos sobre las guías	66
3.5.10. Elementos de seguridad	67
3.5.11. Sistema de maniobras	70
3.5.12. Botoneras paradas	71

# **1. INTRODUCCIÓN**

## 1.1. Empresa

British Petroleum es una compañía multinacional con sede en Londres Inglaterra, que opera en todas las áreas de la industria de petróleo y gas, incluyendo exploración y producción, refinación, distribución y comercialización, petroquímica, generación de energía y comercio. También tiene intereses en energías renovables en biocombustibles y energía eólica.



Fig. 1.1.1. Logotipo actual BP.

BP cuenta con una de sus instalaciones más importantes en la provincia de Castellón. La refinería BP oil España está implicada con el desarrollo de la provincia de Castellón y se ha convertido en un motor económico e industrial de la Comunidad Valenciana, generando 469 empleos directos, 592 puestos para contratistas y unos 2000 puestos de trabajo inducidos.

La refinería de Castellón es productora de combustibles derivados del petróleo, la fuente de energía más utilizada del mundo y tiene una capacidad de procesamiento de crudo de 6 millones de toneladas al año.



Fig. 1.1.2. Representación emplazamiento refinería Castellón.



## 1.2. Organización de la empresa

La refinería de Castellón se divide en diferentes departamentos. Como podemos observar en la Fig. 1.2.1 la refinería está dirigida por el refinery manager, el cual es el responsable del funcionamiento general de la refinería.

A partir de ahí la refinería se divide en diferentes secciones, cada una centrándose en un área de trabajo.

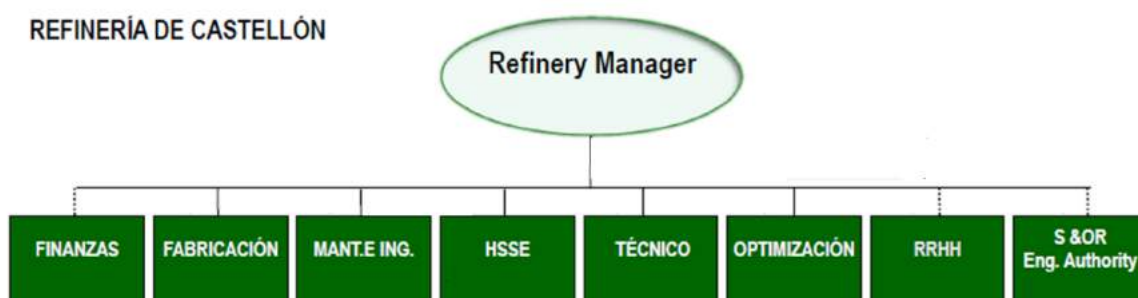


Fig. 1.2.1. Esquema división por departamentos.

Uno de los departamentos que se encuentran en la refinería es el de fabricación.

- Departamento de fabricación.

Es el encargado de que las instalaciones de la refinería funcionen correctamente. En esta sección se analiza el proceso y se adapta a las condiciones que se van a encontrar en planta, de este modo se asegura que la instalación funcione correctamente desde el inicio, realizando la función para la cual se ha realizado la construcción. El departamento también se encarga de que todo este operable para los empleados que han de manipular los diferentes equipos y líneas, de este modo se garantizara la seguridad de todo operario. Finalmente en esta sección se controla el correcto funcionamiento de toda la instalación durante toda su vida en funcionamiento.

Dentro de este departamento se encuentran cuatro secciones principales, las cuales se distinguen por fases de la planta del proceso de refino. Estas secciones son destilación y energías, coquer, offsites y conversión.

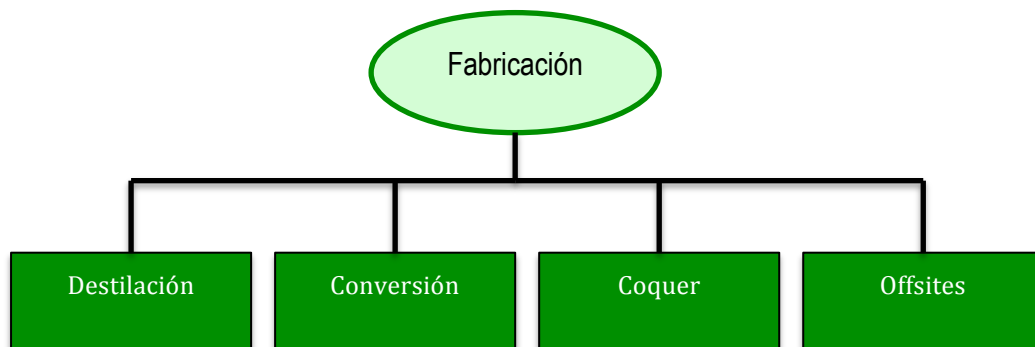


Fig. 1.2.2. Esquema división por secciones.

- Sección de conversión

Tras el paso del crudo por la torre atmosférica los productos obtenidos entran a la zona de conversión. En esta zona existen numerosas unidades para el tratamiento de los hidrocarburos.

La primera etapa por la cual pasa el producto es la torre de vacío. Los fondos pesados extraídos de la torre de destilación atmosférica no poseen ningún valor, para poder convertir estos fondos en hidrocarburos de mayor valor estos son destilados por la torre de vacío.

Para la destilación de estos fondos no se puede aumentar más la temperatura que en destilación atmosférica, por lo que la solución proviene bajando la presión. Bajando la presión y manteniendo la temperatura de los fondos a 420 grados, logramos que este producto tan pesado se evapore.

Una vez evaporado el producto dentro de la torre de vacío, se vuelve a realizar el fraccionado, obteniendo gases ligeros por la cabeza, gasoil liviano de vacío (LVGO) y gasoil pesado de vacío(HVGO) en las fases intermedias, y fondos pesados de vacío.

El LVGO y HVGO continúan hacia la unidad de craqueo catalítico fluidificado (FCC) donde mediante altas temperaturas y la ayuda de un catalizador se elimina los componentes indeseados del producto.

Posteriormente el producto extraído de la unidad del FCC es tratado por otra serie de unidades y le es añadido componentes, con el fin de obtener un producto de alta calidad para su comercialización.

Los fondo obtenido de la torre de vacío son tratados en la unidad del coquer.

### 1.3 Proyecto modernización VDU (Vacuum Destillation Unit)

En los próximos años se prevé un declive en el consumo de diésel, por lo que las refinerías se han de plantear nuevas medidas para incrementar sus márgenes y así continuar siendo competitivos tras los cambios en el mercado. Las refinerías se preparan para variar su manera de comercializar, dándole más importancia a las exportaciones. El artículo del enlace (1) discute los motivos de las petroleras a realizar cambios en sus instalaciones.

El proyecto se localiza en BP OIL Refinería de Castellón, ubicada en Castellón de la Plana (España), este se realizara durante 2017 y 2018. La refinería posee una capacidad nominal de producción de 110 000 barriles diarios (BPSD), con los siguientes procesos asociados de destilación atmosférica, Unidad de conversión catalítica fluida (FCCU) y Unidad de coquización retardada (DCU).

Este proyecto forma parte de la estrategia de compras de crudo con alto contenido de residuos atmosféricos, la refinería BP OIL Castellón ha decidido mejorar el funcionamiento de la Unidad de Destilación al Vacío (VDU) existente para:

- Maximizar la recuperación de destilados (destilados pesados/relación de residuos).
- Mejorar la calidad del gasóleo ligero obtenido al vacío (LVGO) para cumplir con la especificación Diésel.
- Proporcionar un fraccionamiento profundo a una capacidad de 47000 BPSD

El proyecto forma parte del plan de la refinería para lograr mejorar el margen obtenido con la venta de cada barril. Tras las modificaciones de la unidad, podremos aumentar la alimentación y así lograr mayor capacidad nominal.

Actualmente la unidad de vacío destila los fondos provenientes de la unidad de destilación atmosférica, generando gases de cabeza, fondos pesados que se dirigen a la unidad de coquer, y dos corrientes de gasoil, gasoil pesado de vacío (HVGO) y gasoil ligero de vacío (LVGO) posteriormente estas dos corrientes se unen dirigiéndose hacia la unidad del FCC.

En el futuro contaremos con una corriente de LVGO de mejor calidad que no deberá ser tratada por el FCC, debido a que la torre será diseñada para realizar un refino más óptimo. Continuaremos teniendo una corriente de HVGO hacia el FCC pero con un mayor caudal de producto, debido a esto se realizaran unas pequeñas modificaciones en el FCCU para que pueda aceptar el incremento. Finalmente Los fondos de vacío serán más pesados y en mayor cantidad que en la actualidad.

(1)

<http://www.expansion.com/empresas/energia/2017/09/01/59a858b6e5fdea791a8b462f.html?cid=SIN8901>

Como parte de la modernización de la unidad de vacío, se procederá a la instalación de una nueva torre, de dimensiones muy superiores a la actual. Para el correcto funcionamiento de la torre, se instalarán nuevos equipos (bombas, depósitos, intercambiadores etc...). El producto trasegura por la instalación a través de líneas actuales modificadas, y líneas totalmente nuevas. Tanto las líneas como los equipos se asentaran en una estructura contigua a la torre de vacío. La estructura no solo nos permitirá alojar los equipos y líneas, sino que nos dará acceso a la torre de vacío.



Fig. 1.3.1. Vista aérea de la planta e indicación de la unidad de vacío.

El proyecto de modificación de la nueva unidad de vacío se caracterizará por su método de construcción. El modo tradicional de construcción implica la realización de las tareas in situ, pero en este caso la nueva estructura contigua a la torre y el resto de estructuras se ensamblará en planta dividida en módulos, cada uno de diferentes dimensiones y características. Los módulos serán construidos en una explanada cercana a la planta donde se le añadirán cada uno de los componentes necesarios. Cada módulo albergará sus correspondientes líneas y equipos, estos se les realizarán los lavados pertinentes y sometidos a pruebas de presión en la misma zona de construcción. Una vez instalados los equipos y líneas y realizadas las pruebas, serán introducidos en planta, los módulos serán unidos entre ellos, de manera que se pueda proceder a arrancar su funcionamiento.

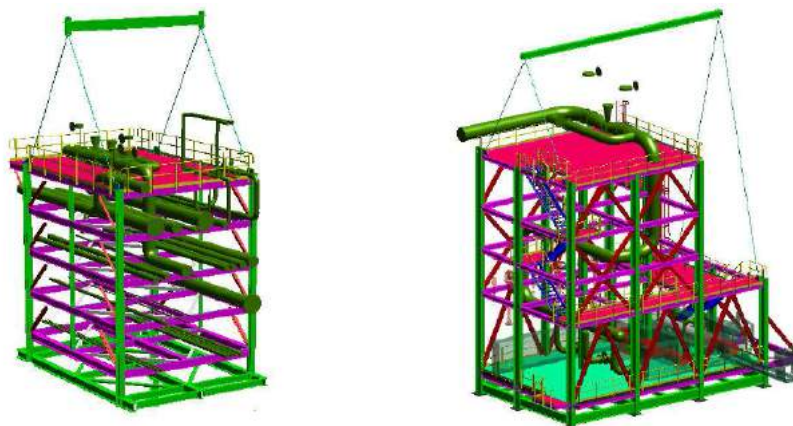


Fig. 1.3.2. Representación de dos módulos introducidos.

Parte de la complejidad del proyecto proviene de que no se detendrá la producción de la planta durante ninguna fase de construcción. Los trabajos y la instalación de las nuevas estructuras y equipos se realizarán en paralelo al proceso de producción con el fin de que cuando las modificaciones necesarias estén realizadas se detenga la alimentación a la torre antigua y se alineen las nuevas líneas para que el producto circule por la nueva instalación, durando este proceso alrededor de una jornada escasa. Los trabajos que involucren modificaciones en las actuales líneas se llevarán a cabo bien sea durante la parada general de la refinería, o rutinariamente las que lo permitan.

## **2. MEMORIA DESCRIPTIVA**

## 2.1. Objeto

Para la modernización de la nueva unidad de vacío se instalaran una nueva torre de vacío de unos 65 metros de altura, y una estructura contigua de la misma altura aproximadamente. Los encargados de realizar el proyecto de modernización de la unidad, no han considerado la inclusión de un elevador para acceder a diferentes niveles de la estructura que contiene los equipos que son necesarios para el funcionamiento del proceso. Un elevador sería necesario por diferentes motivos:

- Como medida de seguridad.

Las refinerías son instalaciones donde se producen numerosos gases tóxicos para el ser humano. En el caso de que un operario se encontrase trabajando en la estructura, y cualquier tipo de emergencia que requiriese la evacuación inmediata de la instalación aconteciese, el tiempo necesario para que el trabajador descendiese podría ser excesivo y poner en peligro su seguridad.

En toda la instalación queda prohibido correr, por lo que si el operario se viese obligado a descender las escaleras apresuradamente, podría generar un riesgo evitable. Mediante la instalación de un ascensor podemos asegurarnos que el tiempo que sería necesario para que un operario evacuase la estructura se reduciría.

En ocasiones es necesario portar herramientas o materiales para la realización de trabajos de mantenimiento en los equipos que se encuentran en la estructura. En el caso de que un operario tuviese que transportar cualquier elemento de una carga considerable a través de las escaleras y ascendiendo tantas alturas, podría generarle problemas de salud o incluso provocar un accidente. Introduciendo un elevador se reduciría el trayecto que los trabajadores tendrían que realizar para transportar las cargas alrededor de la estructura instalada.



Fig. 2.1.1. Logo campaña prevención de riesgos BP.

- Optimización

Tanto la torre de vacío como la estructura contigua alojan diferentes equipos e instrumentos que han de ser constantemente revisados y manipulados. En el probable evento de que se tenga que manipular una válvula hallada en la última planta de la torre, el operario encargado de realizar la tarea debería ascender andando a una altura de 65 metros, por lo que la duración de una tarea simple se derivaría en un tiempo prolongado. En caso de que se debiese de realizar una tarea con urgencia es tiempo podría ser excesivo, perjudicando a algún equipo o al proceso. Mediante la instalación del elevador se reducirían los tiempos de acceso a los equipos, optimizando el tiempo dedicado a esas tareas y pudiendo invertirlo en otros trabajos.

- Satisfacción trabajador.

La empresa BP está muy implicada en lograr que sus trabajadores se encuentren lo más cómodos y lo más satisfechos posibles desempeñando sus funciones en la refinería, de esta manera serán más productivos y eficientes. Si los operarios encargados de trabajar controlando los equipos localizados en la estructura, han de estar desplazándose por las escaleras a alturas de 65 metros cada breve periodo de tiempo, podría provocarles cierto desgaste que derivase en cierto malestar con su empleo. Instalando un elevador se lograra que sus trabajos rutinarios se desempeñen de una manera más cómoda y relajada logrando la satisfacción del trabajador con su puesto de empleo.



A razón de estos motivos identificamos la necesidad por parte de la refinería de instalar un elevador que permita acceder a personas y cargas hasta las zonas superiores de la torre de vacío y su estructura contigua.

Este proyecto tomara como condiciones de partida una planta en funcionamiento y con sus instalaciones ya definidas, por lo que se deberán analizar las diferentes opciones existentes en cuanto a localizaciones para la instalación del elevador y su estructura. Se seleccionara el emplazamiento más conveniente y viable.

Una vez definido el emplazamiento, el proyecto contemplara el diseño geométrico una estructura que albergara el ascensor, esta estructura se adaptara a las condiciones que se desean teniendo en cuenta la estructura a la que se accederá, se diseñara una estructura resistente y viable para la construcción, así como sus cimientos que serán dimensionados conforme nos permitan las instalaciones existentes.

Mediante el uso de programas de cálculo de estructuras se diseñara una estructura que sea capaz de soportar tanto las cargas propias, las que cargas que tendrá que soportar de los equipos del elevador y las acciones externas sobre ella. No se contemplaran las uniones entre las vigas de la estructura.

En cuanto al funcionamiento del elevador, se seleccionaran los diferentes componentes necesarios para el funcionamiento del sistema. Los equipos serán seleccionados en base a catálogos comerciales de diferentes fabricantes, estos deberán trabajar en conjunto eficazmente y de manera segura, por lo que se realizara la selección basándonos en las condiciones que se presentaran y realizando cálculos de ser necesario.

Una vez diseñada la estructura y seleccionados los equipos del ascensor, se procederá a realizar un estudio económico aproximado, se detallaran los costes más relevantes, obteniendo un coste final de lo que supondría la instalación del elevador. El estudio económico contemplara los costes relacionados con lo mencionado durante este proyecto, excluyendo cualquier tipo de instalación necesaria pero no detallada durante este.

Se plantearan diferentes planos, entre los que se encuentran:

- Recorrido pasarelas de acceso entre estructuras.
- Dimensiones estructura.
- Referencias emplazamiento estructura ascensor con respecto a instalaciones/estructuras existentes.
- Posición determinada para ciertos equipos del sistema del elevador.

Este proyecto no pretende explicar detalladamente los métodos de diseños de estructuras, el funcionamiento de un ascensor ni los pasos de instalación que se han de realizar para ello.

## 2.2. Condiciones de partida

El nuevo elevador que permitirá el acceso a la torre de vacío y la estructura contigua se realizara una vez los trabajos para la modernización de la unidad de vacío estén completados. Debido a esto, el elevador requerirá ser adaptado a las condiciones que se encontrar en la planta, teniendo mínimas posibilidades de realizar cambios en lo construido, ya que podrían interferir en las líneas de tuberías, y por lo tanto en los procesos de la refinería. Se deberá analizar minuciosamente donde realizar la instalación y que modificaciones se deben hacer.

Para poder analizar y estudiar los posibles lugares donde realizar la instalación, se dispone de la visualización de una maqueta virtual realizada con el programa Autodesk Navisworks Freedom (Figura 2.2.1). Esta maqueta realizada por la empresa encargada del proyecto VDU, contiene la disposición final de la refinería tras la conclusión del proyecto de modernización. De la maqueta se podrá obtener tanto medidas, como información de la instalación.

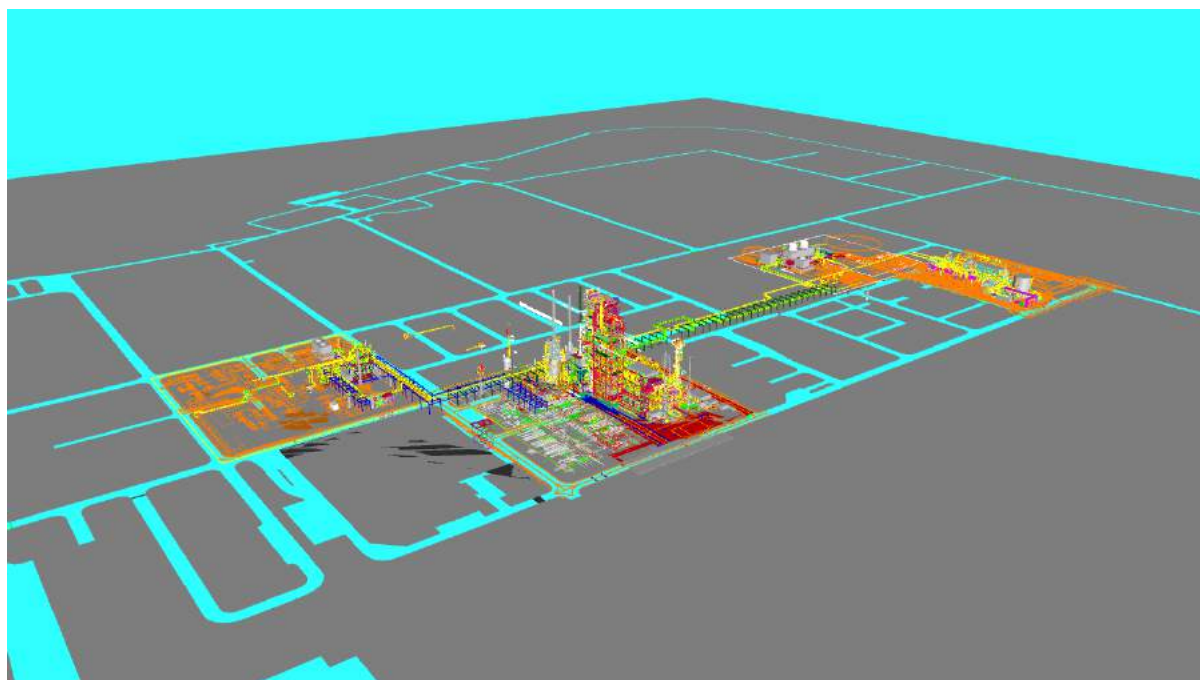


Fig. 2.2.1. Vista general de modificaciones en planta con el programa Navisworks Freedom.

- **Análisis de ubicaciones**

Se comenzara analizando los posibles emplazamientos para instalar el elevador. En primer lugar se evaluaran los lugares que a priori se presentan los más adecuados y que conllevarían una adecuación e instalación más sencilla. Se deberá tener en cuenta que se necesitara espacio suficiente para la construcción de la estructura que soportara el elevador y sus cimientos.

Visualizando la figura 2.2.2. de la maqueta se identifica como una zona tangible para la instalación del elevador la cara frontal de la estructura, ya que puede parecer que no hay líneas de tuberías que nos obstaculicen severamente, y una amplia zona en el terreno para los cimientos de la estructura. Sin embargo esta no sería una zona apta por dos motivos.

Esa cara de la estructura aloja equipos que han de ser extraídos para su mantenimiento, la construcción del elevador en esa cara obstaculizaría la posibilidad de extraerlos.

El segundo motivo sería por razones de seguridad. El área de terreno frontal a la estructura está diseñada como calle, para el trasiego de vehículos. La calle consta de dos carriles, en caso de que sea necesario el bloqueo de un carril, siempre estará disponible el otro para la circulación de un camión de bomberos si fuese necesario. La instalación de un elevador en ese punto inhabilitaría un carril completo y permanentemente, lo cual es inviable

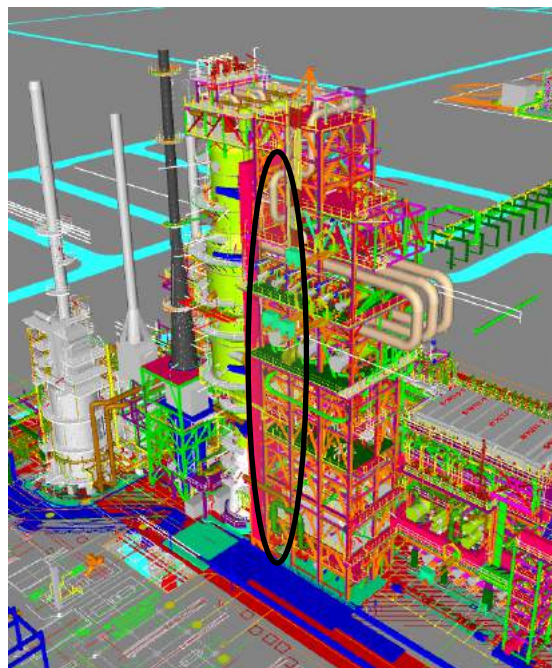


Fig. 2.2.2. Visualización cara frontal estructura en maqueta.

Debido a los mismos motivos sobre obstaculizar la calle, no se podría instalar el elevador en el área frontal de la torre de vacío figura 2.2.3.

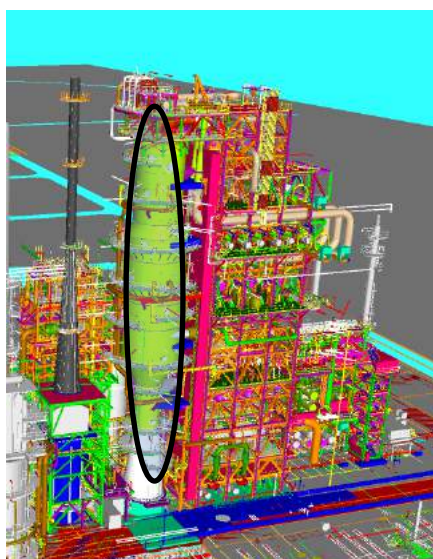


Fig. 2.2.3. Visualización cara frontal torre vació en maqueta.

Se continúan evaluando nuevos emplazamientos. A continuación se estudia la zona lateral de la estructura, esta área permitirá la construcción de los cimientos y la estructura, ya que no es zona de circulación de seguridad. En esta ocasión se encontraran problemas con líneas que obstaculizaran, existen 3 líneas de grandes dimensiones que sobresalen de la estructura. Esto impedirá la instalación.



Fig. 2.2.4. Visualización cara lateral estructura en maqueta.

Descartadas las anteriores opciones se deberá desplazar el análisis a la otra cara. Esta área está ocupada por otras estructuras secundarias que podrían impedir la construcción, sin embargo una de las estructuras se encontrara inutilizada. La estructura en desuso corresponde a el lugar donde se alojaban los equipos de la antigua torre de vacío, por lo que no es vital para el funcionamiento de la refinería. Se estudiara esta zona reflejada en la figura 2.2.5.

En la figura podemos distinguir dos zonas. En la zona 1 no se puede realizar la instalación, ya que no existe la posibilidad de construir en el suelo, las numerosas líneas y estructuras que se encuentran en uso obstaculizarían.

La zona 2 se encuentra en frente de la estructura innecesaria, por lo que realizando modificaciones a esta se puede lograr hacer sitio para la cimentación de la estructura del ascensor. Tampoco existe ninguna línea que bloquee la trayectoria del ascensor.

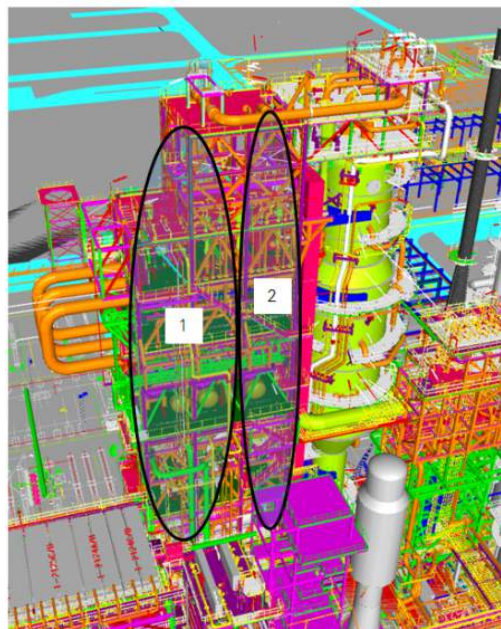


Fig. 2.2.5. Visualización cara trasera de la estructura en maqueta.

Se determina como punto de instalación del elevador el área frontal a la zona 2 (fig 2.2.5).

Una vez seleccionada la zona aproximada donde se puede realizar la instalación, se deberá analizar la estructura a modificar. Una serie de retoques serán indispensables, ya que sino no se dispondrá de espacio suficiente.

- **Modificaciones a realizar**

La estructura a modificar está compuesta de dos partes. Una de las secciones alberga los actuales equipos de la torre de vacío, por lo que está diseñada para soportar gran peso, esta constituye la parte principal de la estructura.

Unida a ella está la zona dispuesta para la escalera, las columnas y vigas de esta zona se diseñaron simplemente para soportar el leve peso de las escaleras, por lo que no son participes en la suportación de la parte que contiene los equipos.

Una vez estudiada la modificación de la estructura, se determina que se deberá desmontar la parte de la estructura que soporta la escalera. Los trabajos de modificación en la estructura se llevaran a cabo posteriormente de la finalización del proyecto VDU. En la siguiente figura 2.2.6. Se indica de una manera orientativa como quedaría la estructura tras el desmantelamiento parcial.

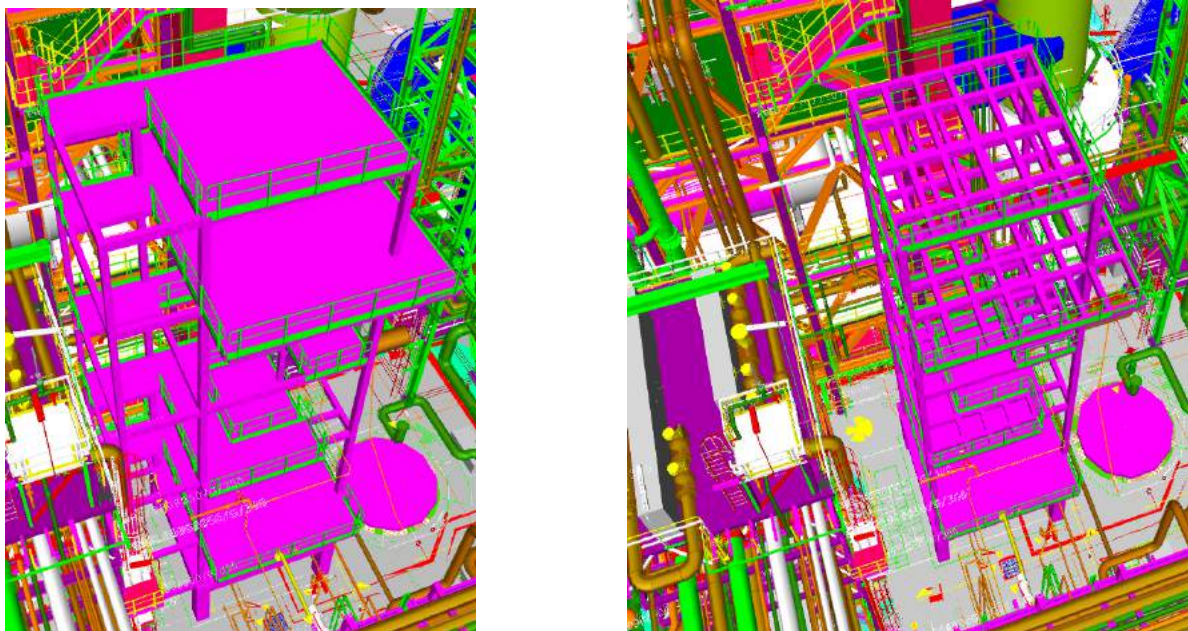


Fig. 2.2.6. Visualización antes y después modificaciones en estructura.

Una vez hallada la zona de instalación del elevador, se ha de comenzar a analizar las condiciones con las que se trabajara. Se deberá diseñar teniendo en cuenta el espacio libre del que se dispone. Analizando los elementos contiguos y como pueden interferir en la instalación. Finalmente se estudiara la estructura a la que dará acceso el elevador, fijando su distribución y niveles accesibles.

En el apartado 2.6 Análisis de soluciones, se dispone de más información sobre el emplazamiento de la estructura del ascensor. En el documento Planos se muestra el punto exacto de instalación teniendo como referencia los elementos existentes.

## **2.3. Normativas aplicadas**

Para este proyecto se tendrá en cuenta una serie de reglamentos. Esto permitirá que los diseños realizados se encuentren dentro del marco legal, y además asegurara que se proyecte de manera segura y eficiente.

- **Código técnico de la edificación**

El CTE es el marco normativo que establece las exigencias que deben cumplir los edificios en relación con los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad establecidos en la Ley 38/1999 de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación (LOE).

El marco regulatorio del CTE está configurado por diferentes documentos aprobados entre los que se encuentran los documentos de seguridad estructural:

Documento básico seguridad estructural.  
Documento básico acciones en la edificación.  
Documento básico cimientos.  
Documento básico acero.

Se empleara como base este código técnico para el diseño de la estructura que soportara el elevador.

- **Normativas para el diseño e instalación de ascensores.**

DIRECTIVA 2014/33/UE Del Parlamento Europeo y del Consejo de 26 de febrero de 2014 sobre la armonización de las legislaciones de los Estados miembros en materia de ascensores y componentes de seguridad para ascensores

UNE-EN 81-20:2015 Reglas de seguridad para la construcción e instalación de ascensores. Ascensores para el transporte de personas y cargas. Parte 20: Ascensores para personas y personas y cargas.

UNE-EN 81-1:2001+A3:2010  
Reglas de seguridad para la construcción e instalación de ascensores. Parte 1: Ascensores eléctricos.  
Las normativas citadas dirigirán la selección de los equipos del ascensor.

- **Reglamento de instalaciones petrolíferas**

Real Decreto 2085/1994, de 20 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Petrolíferas (BOE 27.01.95)

## 2.4. Programas de calculo

Para el diseño y estudio de la estructura que se deberá construir para albergar el elevador y sus equipos, se requerirá de un programa de cálculo estructural potente. Deberá permitir simular las condiciones a las que nos enfrentaremos en la realidad. Será necesaria una simulación precisa y realista de los elementos estructurales a emplear (vigas, columnas etc...) Así como representaciones de diferentes trabajos a los que se someterá la estructura.

Por estos motivos y analizando el tipo de estructura que queremos diseñar, determinamos que se empelara para los cálculos estructurales el siguiente programa:

- CYPE 3D

*CYPE 3D es un ágil y eficaz programa pensado para realizar el cálculo de estructuras en tres dimensiones de barras de hormigón, de acero, mixtas de hormigón y acero, de aluminio, de madera, o de cualquier material, incluido el dimensionamiento de uniones (soldadas y atornilladas de perfiles de acero laminado y armado en doble T y perfiles tubulares) y el de su cimentación con placas de anclaje, zapatas y encepados.*

*El programa genera automáticamente el peso propio de las barras introducidas que formarán una hipótesis de peso propio. Es posible añadir un número indefinido de hipótesis adicionales con igual o diferente naturaleza (peso propio, sobrecarga de uso, viento o nieve).*

Fig. 2.4. Descripción e imagen obtenidos de la página oficial del programa CYPE 3D.





## **2.5. Requisitos de diseño**

Este proyecto ha de cumplir con una serie de requisitos, vinculados tanto con la seguridad de la instalación por construir y la de la existente, como por adaptación a su entorno y accesibilidad.

Estos requisitos han de ser tomados como pautas ya que son la base de la funcionalidad que se requiere.

- La empresa BP Oíl España necesita la adaptación de un elevador por motivos de seguridad, eficiencia y satisfacción de empleado. Se buscara una solución en la cual se logre la satisfacción de dichos puntos.
- El emplazamiento en el cual se realizara la construcción del elevador ha de ser el adecuado. Una vez seleccionado el área se deberán tomar las medidas necesarias y obtener la información necesaria para determinar el punto exacto donde construir. Este punto será seleccionado teniendo en cuenta tanto las estructuras contiguas como las líneas existentes, con el fin de no afectar a ningún elemento esencial para el funcionamiento de la refinería.
- El ascensor a adaptar en cuestión, no se requiere de ningunas condiciones específicas. Teniendo en cuenta las restricciones de las que disponemos, se ha de maximizar su funcionalidad.
- El diseño de la estructura y los equipos del elevador deben cumplir con sus respectivos reglamentos y normativas, de modo que se pueda proceder a su funcionamiento con completa seguridad.

## 2.6. Análisis de soluciones

Tras el estudio de todos los emplazamientos posibles para la construcción del elevador, se encuentra una de ellas como la única factible pese a sus limitaciones. En la figura 2.6.1 se visualiza un boceto aproximado de la figura que proyectara el elevador una vez instalado.



Fig.2.6.1. Visualización figura del ascensor

Como se muestra en la figura 2.6.2. el elevador dará acceso a la estructura A, teniendo al este la estructura en desuso y al oeste la estructura C.

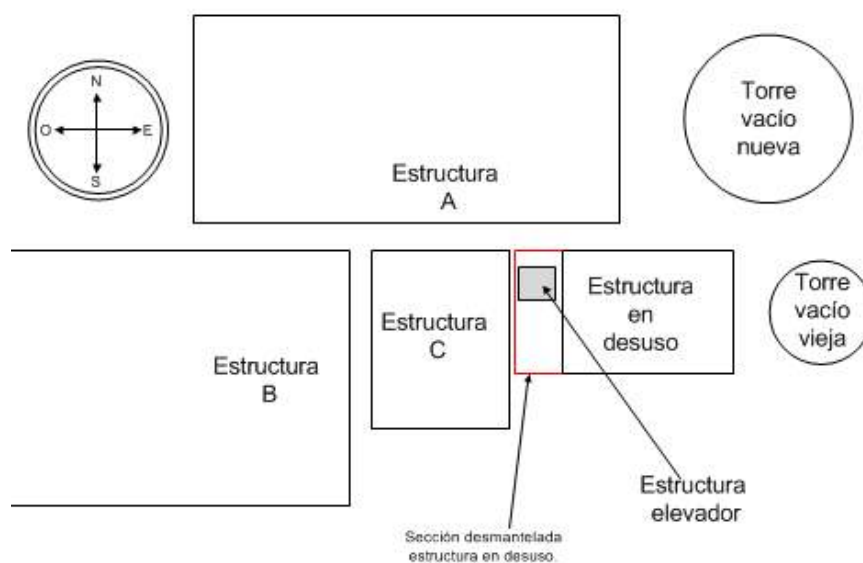


Fig.2.6.2. Esquema emplazamiento del elevador.

La figura 2.6.3. Señala las caras del elevador y las referencias que se le otorgan para identificarlas.

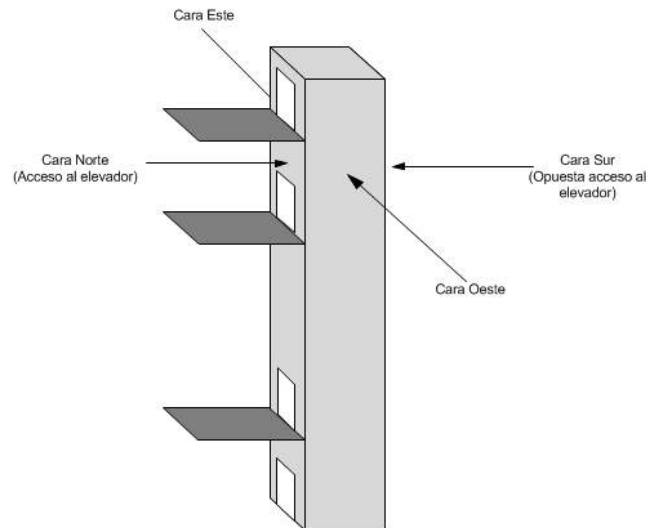


Fig.2.6.3. Esquema referencias caras de la estructura.

La altura total de la estructura será de:

- 68.8m

Esta altura permitirá la instalación del foso del elevador y los equipos necesarios en la parte superior.

Debido a la irregular y compleja distribución de la estructura a acceder, se limita el número de paradas en las que el elevador puede detenerse. El elevador se detendrá a alturas de:

- 0m
- 13.75m
- 49.6m
- 63.75m

Esta distribución de paradas será suficiente para facilitar las tareas para las que se acomete su instalación.

Según el reglamento de instalación de elevadores, el elevador debe ser accesible máximo cada 11m de altura, con el fin de poder realizar su mantenimiento y en caso de emergencia, poder evacuar a los pasajeros sin inconvenientes. Debido a esto se han planteado zonas de acceso a la estructura exclusivamente para estos casos.

La figura 2.6.2. muestra las alturas en las que la estructura del elevador contactara de una manera u otra con la estructura contigua. Se indica el número de paradas y a que alturas se realizaran. Queda reflejado a que alturas la estructura se apoyara estructuralmente con la contigua, en muchos casos se empleara como parada y como acceso de emergencia. En otros casos debido a la corta distancia entre ambas estructuras, y la inviabilidad de anclar ambas estructuras, se plantearan accesos mediante pasarelas que no afecten a la rigidez estructural.

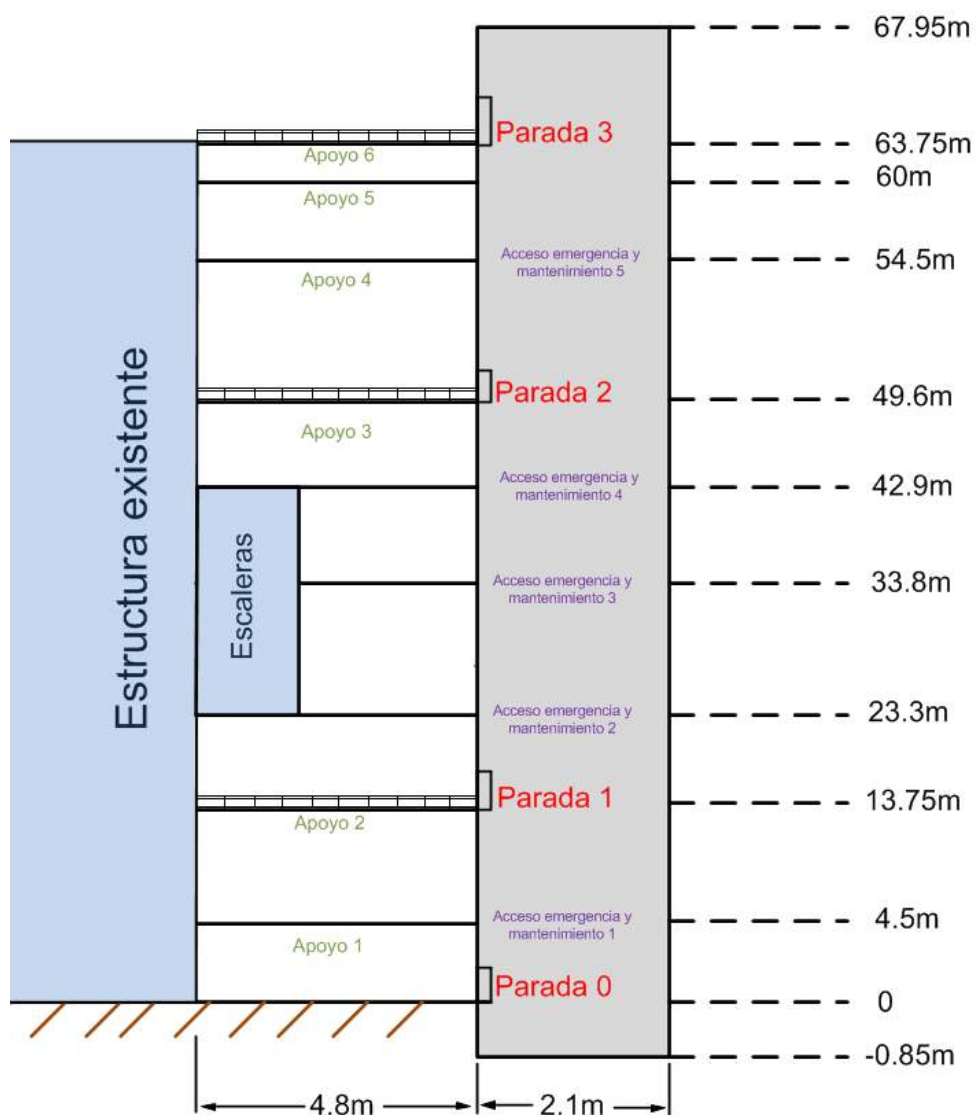


Fig.2.6.4. Esquema no a escala de la distribución de la estructura.

La estructura se diseñara optimizando al máximo el espacio, para ello se determinara un área de ocupación de la estructura de.

- 2.43mx2.28m

Este hueco permitirá la instalación entre las estructuras actuales e instalar un ascensor suficientemente amplio.

El documento Planos determina con exactitud el emplazamiento exacto de la estructura del elevador con respecto a las instalaciones existentes.



### **3. MEMORIA CONSTRUCTIVA**

### 3.1. Elementos del sistema estructural

#### 3.1.1. Cimentación

Para la cimentación de la estructura, se ha optado por la construcción de una losa.

Las losas de cimentación son un tipo de cimentaciones superficiales en disposición de plataforma. Su finalidad es la de transmitir las cargas aplicadas sobre la estructura al terreno, distribuyendo los esfuerzos uniformemente. La losa estará formada por hormigón armado.

En casos donde se presenta una pequeña superficie para construcción, comparada con el volumen de la estructura, es conveniente este tipo de cimentaciones. La estructura a diseñar posee una gran altura, y una reducida base por lo que este método de cimentación se adapta eficazmente.

Se diseñara una losa de determinadas dimensiones, que se adapte a la estructura, y que pueda encajar en el área disponible sin interferir teniendo en cuenta las cimentaciones existentes.



Fig. 3.1.1. Ejemplo losa de cimentación.



### 3.1.2. Estructura portante

La Estructura estará compuesta de vigas y pilares de diferentes perfiles y dimensiones. Se distinguirán dependiendo de la función y los trabajos que deberán soportar en la estructura.

- Perfil HEB

Para el uso de pilares en la estructura, se opta por emplear perfiles HEB. Este es un tipo de perfil laminado con sección transversal formando una doble T. Tanto las caras interiores y exteriores de las alas son paralelas entre sí y perpendiculares al alma. Las alas mantienen un espesor constante a lo largo de su sección, con uniones entre ellas y el alma redondeadas. Esta viga tiene las mismas dimensiones tanto en el eje X e Y de sus sección. Corresponde a la normativa europea.

Se empleara este perfil para los pilares en vez de un IPN o IPE ya que tienen un comportamiento mejor ante la torsión. Debido a que sus momentos de inercia son más equilibrados, la carga critica también es superior a otros perfiles.

Estas vigas se comercializan con secciones de dimensiones 100-1000 y longitudes de 6m, 12m, 14m, 15,16m, o bajo pedido longitudes especiales.

NOMBRE	UM	PT.	m/Un	DIMENSIONES (mm.)							TERMINOS DE SECCIÓN						
				h	b	e	e <sub>1</sub>	r	A <sub>l</sub> M <sup>2</sup> /M	I <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>x</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>x</sub> cm <sup>3</sup>		
HEB 100	TM	20,91	12/14/15	100	100	6,0	10,0	56	0,567	450	90	4,16	167	33,5	2,53		
HEB 120	TM	27,37	12/14/15	120	120	6,5	11,0	74	0,686	864	144	5,04	318	52,9	3,06		
HEB 140	TM	34,54	12/14/15	140	140	7,0	12,0	92	0,805	1.510	216	5,93	550	78,5	3,52		
HEB 160	TM	43,67	12/14/15	160	160	8,0	13,0	104	0,918	2.490	311	6,78	889	111	4,05		
HEB 180	TM	52,48	12/14/15	180	180	8,5	14,0	122	1,037	3.830	426	7,66	1.360	151,4	4,57		
HEB 200	TM	62,83	12/14/15	200	200	9,0	15,0	134	1,151	5.696	570	8,54	2.003	200	5,07		
HEB 220	TM	73,29	12/14/15/16	220	220	9,5	16,0	152	1,270	8.090	736	9,43	2.843	258	5,59		
HEB 240	TM	85,28	12/14/15	240	240	10,0	17,0	164	1,384	11.260	938	10,3	3.923	327	6,08		
HEB 260	TM	95,33	12/14/15	260	260	10,0	17,5	177	1,499	14.920	1.150	11,2	5.135	395	6,58		
HEB 280	TM	105,58	12/14/15	280	280	10,5	18,0	196	1,618	19.270	1.376	12,1	6.595	471	7,09		
HEB 300	TM	119,93	12/14/15	300	300	11,0	19,0	208	1,732	25.170	1.680	13,0	8.563	571	7,58		
HEB 320	TM	130,18	12/14/15	320	300	11,5	20,5	225	1,771	30.820	1.926	13,8	9.240	616	7,57		
HEB 340	TM	137,35	12/14/15	340	300	12,0	21,5	243	1,810	36.660	2.160	14,6	9.690	646	7,53		
HEB 360	TM	145,55	12/14/15	360	300	12,5	22,5	261	1,849	43.190	2.400	15,5	10.140	676	7,49		
HEB 400	TM	158,88	12/14/15	400	300	13,5	24,0	298	1,927	57.680	2.884	17,1	10.820	721	7,40		
HEB 450	TM	175,28	12/14/15	450	300	14,0	26,0	344	2,026	79.890	3.550	19,1	11.721	781	7,33		
HEB 500	TM	191,68	12/14/15	500	300	14,5	28,0	390	2,125	107.200	4.287	21,19	12.620	841,6	7,27		
HEB 550	TM	203,98	12/14/15	550	300	15	29,0	438	2,224	136.700	4.971	23,2	13.080	871,8	7,17		
HEB 600	TM	217,30	12/14/15	600	300	15,5	30,0	486	2,323	171.000	5.701	25,17	13.530	902	7,08		
HEB 650	TM	230,63	12/14/15	650	300	16	31,0	534	2,422	210.600	6.480	27,12	13.980	932,3	6,99		
HEB 700	TM	247,03	12/14/15	700	300	17	32,0	582	2,520	256.900	7.340	28,96	14.440	962,7	6,87		
HEB 800	TM	268,55	12/14/15	800	300	17,5	33,0	674	2,713	359.100	8.977	32,78	14.900	993,6	6,68		
HEB 900	TM	298,28	12/14/15	900	300	18,5	35,0	770	2,911	494.100	10.980	36,48	15.820	1.050	6,53		
HEB 1000	TM	321,85	12/14/15	1000	300	19	36,0	868	3,110	644.700	12.890	40,15	16.280	1.085	6,38		

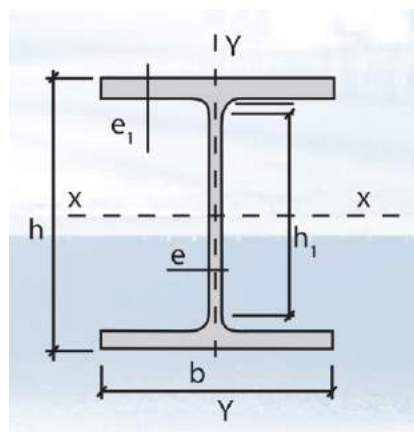


Fig. 3.1.2.1. Tabla y diagrama perfil HEB obtenidos catalogo comercial grupo hierros Alfonso.

- Perfil IPE

Las vigas de las estructura estarán formadas por perfiles de tipo IPE. Este perfil de normativa Europea, comparte muchas similitudes con el perfil HEB. También es con forma de doble T y con ambas caras de las alas paralelas entre si y perpendiculares al alma lo que le otorga sección constante a través de las alas. Las uniones entre las alas y el alma también son redondeadas. La diferencia proviene en la longitud de las alas, el perfil IPE tiene como característica unas alas de menor longitud que el alma.

Se empleara este perfil como viga por su gran capacidad de soportar la flexión. Este perfil no se comporta tan eficazmente ante la torsión como el HEB y no poseen el mejor comportamiento ante momento flector perpendicular a las alas.

El perfil IPE es una solución económica, comercializada con secciones de IPE100-IPE600, y longitudes de 6m, 12m, 14m, 15m, 16m y longitudes especiales bajo pedido.

NOMBRE	UM	PT.	m/Un	REFERIDO AL EJE											
				DIMENSIONES (mm.)					X-X			Y-Y			
				h	b	e	e1	r	Sección A cm <sup>2</sup>	I cm <sup>4</sup>	W <sub>x</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>x</sub> cm	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> cm
IPE 100	TM	8,30	12/14/15	100	55	4,1	5,7	7	10,3	171	34,2	4,07	15,9	5,79	1,24
IPE 120	TM	10,66	12/14/15	120	64	4,4	6,3	7	13,2	318	53	4,90	27,7	8,65	1,45
IPE 140	TM	13,22	12/14/15	140	73	4,7	6,9	7	16,4	541	77,3	5,74	44,9	12,3	1,65
IPE. 160	TM	16,20	12/14/15	160	82	5,0	7,4	9	20,1	869	109	6,58	68,3	16,7	1,84
IPE 180	TM	19,27	12/14/15	180	91	5,3	8,0	9	23,9	1.320	146	7,42	101	22,2	2,05
IPE. 200	TM	22,96	12/14/15	200	100	5,6	8,5	12	28,5	1.940	194	8,26	142	28,5	2,24
IPE. 220	TM	26,86	12/14/15	220	110	5,9	9,2	12	33,4	2.770	252	9,11	205	37,3	2,48
IPE 240	TM	31,47	12/14/15	240	120	6,2	9,8	15	39,1	3.890	324	9,97	284	47,3	2,69
IPE 270	TM	37,00	12/14/15	270	135	6,6	10,2	15	45,9	5.790	429	11,20	420	62,2	3,02
IPE 300	TM	43,26	12/14/15	300	150	7,1	10,7	15	53,8	8.356	657	12,50	604	80,5	3,35
IPE. 330	TM	50,33	12/14/15	330	160	7,5	11,5	18	62,6	11.770	713	13,70	788	98,5	3,55
IPE 360	TM	58,53	12/14/15	360	170	8,0	12,7	18	72,7	16.270	904	15,00	1.043	123,0	3,79
IPE 400	TM	67,96	12/14/15	400	180	8,6	13,5	21	84,5	23.130	1.160	16,50	1.318	146,0	3,95
IPE 450	TM	79,54	12/14/15	450	190	9,4	14,6	21	96,8	33.740	1.500	18,50	1.680	176,0	4,12
IPE 500	TM	92,97	12/14/15	500	200	10,2	16,0	21	116,0	48.200	1.930	20,40	2.140	214,0	4,31
IPE 550	TM	108,65	12/14/15	550	210	11,1	17,2	24	134,0	67.120	2.440	22,30	2.670	254,0	4,45
IPE 600	TM	125,05	12/14/15	600	220	12,0	19,0	24	156,0	92.080	3.070	24,30	3.380	308,0	4,66

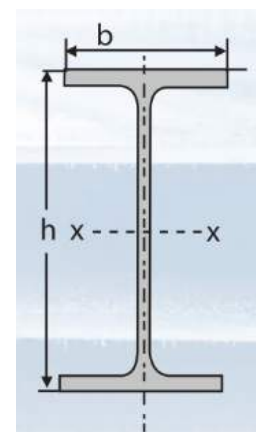
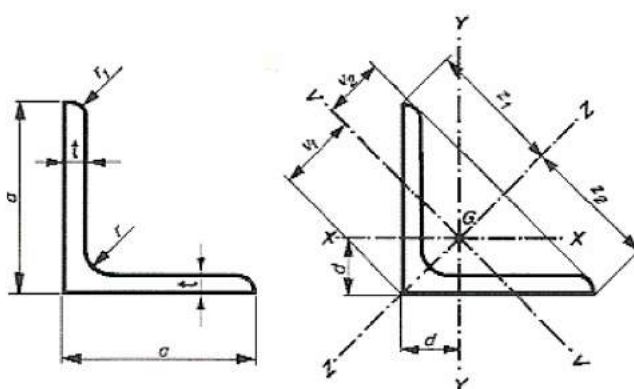


Fig. 3.1.2.2. Tabla y diagrama perfil IPE obtenidos catalogo comercial grupo hierros Alfonso.

- Perfil L

Para el uso de vigas de arriostramiento se decide usar vigas con perfil en L. Es un tipo de perfil producto laminado, su característica principal proviene de su sección en forma de ángulo recto, teniendo sus alas de igual o distinta longitud. Las caras de las alas son paralelas entre si por lo que tiene sección constante hasta su unión que es redondeada. El interior de las alas tiene aristas redondeadas mientras que las exteriores son aristas vistas.

Se emplearan este tipo de perfil ya que trabaja muy eficazmente a tracción y compresión, el objetivo de estas vigas es trabajar arriostrando la estructura, y por lo tanto necesitara tener gran resistencia en este aspecto.



Designación	Masa Kg/m	Área de la sección cm <sup>2</sup>	Dimensiones			Distancias al centro de gravedad			Características geométricas respecto de los ejes							
			a	t	r <sub>unión</sub>	C <sub>x</sub> =C <sub>v</sub>	C <sub>u</sub>	C <sub>v</sub>	X-X' = Y-Y'			U-U'		V-V'		
									I <sub>x</sub> = I <sub>y</sub>	r <sub>x</sub> = r <sub>y</sub>	Z <sub>x</sub> = Z <sub>y</sub>	I <sub>u</sub>	r <sub>u</sub>	I <sub>v</sub>	r <sub>v</sub>	Z <sub>v</sub>
mm	mm	mm	cm	cm	cm	cm <sup>4</sup>	cm	cm <sup>3</sup>	cm <sup>4</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	cm	cm <sup>3</sup>			
L 20 x 20 x 3	0.882	1.12	20	3	3.5	0.598	1.41	0.846	0.392	0.590	0.279	0.618	0.742	0.165	0.383	0.195
L 25 x 25 x 3	1.12	1.42	25	3	3.5	0.723	1.77	1.02	0.803	0.751	0.452	1.27	0.945	0.334	0.484	0.326
L 25 x 25 x 4	1.45	1.85	25	4	3.5	0.762	1.77	1.08	1.02	0.741	0.586	1.61	0.931	0.430	0.482	0.399
L 30 x 30 x 3	1.36	1.74	30	3	5	0.835	2.12	1.18	1.40	0.899	0.649	2.22	1.13	0.585	0.581	0.496
L 30 x 30 x 4	1.78	2.27	30	4	5	0.878	2.12	1.24	1.80	0.892	0.850	2.85	1.12	0.754	0.577	0.607
L 35 x 35 x 4	2.09	2.67	35	4	5	1.00	2.47	1.42	2.95	1.05	1.18	4.68	1.32	1.23	0.678	0.865
L 40 x 40 x 4	2.42	3.08	40	4	6	1.12	2.83	1.58	4.47	1.21	1.55	7.09	1.52	1.86	0.777	1.17
L 40 x 40 x 5	2.97	3.79	40	5	6	1.16	2.83	1.64	5.43	1.20	1.91	8.60	1.51	2.26	0.773	1.38
L 45 x 45 x 4.5	3.06	3.90	45	4.5	7	1.25	3.18	1.78	7.14	1.35	2.20	11.4	1.71	2.94	0.870	1.65
L 50 x 50 x 4	3.06	3.89	50	4	7	1.36	3.54	1.92	8.97	1.52	2.46	14.2	1.91	3.73	0.979	1.94
L 50 x 50 x 5	3.77	4.80	50	5	7	1.40	3.54	1.99	11.0	1.51	3.05	17.4	1.90	4.55	0.973	2.29
L 50 x 50 x 6	4.47	5.69	50	6	7	1.45	3.54	2.04	12.8	1.50	3.61	20.3	1.89	5.34	0.968	2.61
L 60 x 60 x 5	4.57	5.82	60	5	8	1.64	4.24	2.32	19.4	1.82	4.45	30.7	2.30	8.03	1.17	3.46
L 60 x 60 x 6	5.42	6.91	60	6	8	1.69	4.24	2.39	22.8	1.82	5.29	38.1	2.29	9.44	1.17	3.96
L 60 x 60 x 8	7.09	9.03	60	8	8	1.77	4.24	2.50	29.2	1.80	6.89	46.1	2.26	12.2	1.16	4.86
L 65 x 65 x 7	6.83	8.7	65	7	9	1.85	4.60	2.62	33.4	1.96	7.18	53.0	2.47	13.8	1.26	5.27
L 70 x 70 x 6	6.38	8.13	70	6	9	1.93	4.95	2.73	36.9	2.13	7.27	58.5	2.68	15.3	1.37	5.60
L 70 x 70 x 7	7.38	9.40	70	7	9	1.97	4.95	2.79	42.3	2.12	8.41	67.1	2.67	17.5	1.36	6.28
L 75 x 75 x 6	6.85	8.73	75	6	9	2.05	5.30	2.90	45.8	2.29	8.41	72.7	2.89	18.9	1.47	6.53
L 75 x 75 x 8	8.99	11.4	75	8	9	2.14	5.30	3.02	59.1	2.27	11.0	93.8	2.86	24.5	1.46	8.09
L 80 x 80 x 8	9.63	12.3	80	8	10	2.26	5.66	3.19	72.2	2.43	12.6	115	3.06	29.9	1.56	9.37
L 80 x 80 x 10	11.9	15.1	80	10	10	2.34	5.66	3.30	87.5	2.41	15.4	139	3.03	36.4	1.55	11.0
L 90 x 90 x 7	9.61	12.2	90	7	11	2.45	6.36	3.47	92.6	2.75	14.1	147	3.46	38.3	1.77	11.0
L 90 x 90 x 8	10.9	13.9	90	8	11	2.50	6.36	3.53	104	2.74	16.1	166	3.45	43.1	1.76	12.2
L 90 x 90 x 9	12.2	15.5	90	9	11	2.54	6.36	3.59	116	2.73	17.9	184	3.44	47.9	1.76	13.3
L 90 x 90 x 10	13.4	17.1	90	10	11	2.58	6.36	3.65	127	2.72	19.8	201	3.42	52.6	1.75	14.4
L 100 x 100 x 8	12.2	15.5	100	8	12	2.74	7.07	3.87	145	3.06	19.9	230	3.85	59.9	1.96	15.5
L 100 x 100 x 10	16.0	19.2	100	10	12	2.82	7.07	3.99	177	3.04	24.6	280	3.83	73.0	1.95	18.3

Fig. 3.1.2.3. Tabla y diagrama perfil L obtenidos catalogo comercial grupo hierros Santander.

## 3.2. Materiales

Para la ejecución de la estructura del elevador se necesitara emplear diferentes materiales, cada uno destinado a una función debido a sus particulares características.

### 3.2.1. Acero estructural

Tanto las vigas, pilares y arrostros se emplearan perfiles de acero S275. Este acero es una aleación de hierro con reducidas proporción de carbono, este le aporta una alta resistencia y dureza.

Este material sufre de oxidación con el paso del tiempo, por lo que es común recurrir a revestimientos que aíslan el material con el fin de retrasar la aparición del óxido. Es importante tener controlada la corrosión ya que puede provocar fisuras y hacer peligrar a la estructura. Para evitar esto se realiza un proceso de galvanizado.

A la hora de la fabricación es un material dúctil y maleable, con una capacidad media de forjabilidad y maquinabilidad debido a su contenido en carbono.

Acero S275	
Propiedades	
CALOR ESPECÍFICO	0,11Kcal/Kg°C
TEMPERATURA DE FUSIÓN	1430°C
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA	47-58W/m.K
PROPIEDADES MAGNÉTICAS	MATERIAL FERROMAGNETICO
TENSIÓN DE ROTURA	410MPa
MÓDULO DE RIGIDEZ	81GPa
LÍMITE ELÁSTICO	275MPa
DUREZA	217 Brinell
CAPACIDAD DE ABSORCIÓN	27J

Fig. 3.2.1.1. Tabla característica acero S275.

### 3.2.2. Hormigón

Tras Realizar la mezcla de un aglomerante, arena, piedra machacada y agua, se obtiene un material de construcción denominado hormigón. El material obtenido posee una gran resistencia, igual o superior al ladrillo, y durabilidad ya que no es debilitado por la humedad el moho y las plagas. Es un material que no requiere mucho esfuerzo en su mantenimiento, al ser un material inerte, compacto y no poroso.

Gracias a su versatilidad el hormigón se puede emplear en diversas aplicaciones en la construcción, como en edificios, túneles, puentes, pistas de aterrizaje cimentaciones etc...

Una de sus aplicaciones es como hormigón de limpieza. Tras las excavaciones, debe extenderse sobre la superficie una capa de hormigón. Esta capa denominada hormigón de limpieza debe tener un espesor de entre 5cm-10cm. Este hormigón se emplea con el fin de mantener limpia de tierra la superficie de hormigonado y así el hormigón del recubrimiento no se mezcle con el terreno. Para garantizar una rigidez adecuada de la superficie interior y así la superficie de apoyo de la cimentación sea homogénea. El hormigón de limpieza no posee ninguna función estructural.

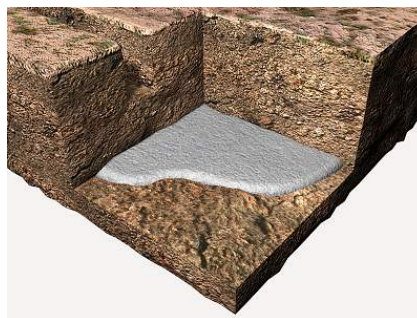


Fig. 3.2.2.1. Representación aplicación de hormigón base en cimientos.

La cimentación de la estructura está realizada con hormigón, en este caso las zapatas y vigas centradoras se construyen con hormigón armado. Esta técnica consiste en el uso de hormigón reforzado con barras o mallas de acero llamadas armaduras. El hormigón es un material que resiste muy bien a la compresión, por lo que resulta adecuado para soportar estructuras, pero no resiste bien ante la tracción, por lo que se complementa con el acero que supe esta falta.



Fig. 3.2.2.2. Imagen aplicación hormigón armado.

### 3.2.3. Aceros para armadura

Para la construcción del hormigón armado se emplea una clase de acero laminado denominado acero corrugado. Estos se tratan de barras de acero que contienen resaltes a lo largo de ellos con el fin de mejorar la adherencia al contacto con el hormigón. Este acero de gran ductilidad se puede doblar y cortar sin gran dificultad. Cuando tenemos un conjunto de barras de acero corrugado entrelazadas entre si y en un orden homogéneo lo denominamos armadura. El acero empleado será Acero B500S.

Clase de acero	Limite elástico MPa	Resistencia Mpa
B 500S	500	550



Fig. 3.2.3.1. Tabla propiedades acero B500S y foto representativa del acero para armadura.

### 3.3. Sistema envolvente

#### 3.3.1. Fachada y cubierta

Para cubrir la estructura del elevador se optara por el uso de paneles sándwich. Este producto industrial formado por dos chapas metálicas que cubren una capa de poliuretano inyectado se emplea para realizar cerramientos, y de esta manera aislar estructuras del exterior. Son paneles ligeros y resistentes, y no requieren de gran complicación a la hora de la instalación.

Es usado principalmente por sus características de aislamiento térmico, acústico y como impermeabilizante. El panel es totalmente impermeable al agua y al aire lo que nos ayudara a evitar el desgaste de nuestro núcleo aislante y así asegurándonos mayor durabilidad de los equipos. Debido a su reducido espesor lograremos maximizar el espacio útil.

Para el recubrimiento se instalara panel sándwich de 40mm de espesor, ya que se requerirá maximizar el espacio disponible sin comprometer el nivel de aislamiento, y este espesor cumple las condiciones.

		Espesor del panel (mm)					
		30	40	50	60	80	100
Longitud del panel (mm)		Estándar de 2000 mm a 16000 mm					
Anchura del panel (mm)		1100 mm (Panel 3 Grecas)					
Densidad del núcleo (kg/m <sup>3</sup> )		40 kg/m <sup>3</sup> (± 2)					
Coeficiente de conductividad térmica (λ)		PUR 0,023 W/mK / PIR 0,022 W/mK					
Coeficiente de transmisión térmica (W/m <sup>2</sup> K)	PUR	0,69	0,53	0,44	0,37	0,28	0,22
	PIR	0,66	0,51	0,42	0,35	0,27	0,21
Paneles por paquete estándar		14	12	10	8	6	6
Peso del panel (kg) por metro lineal Espesor Acero: 0,5 mm ± 0,1mm		11,9 ± 2	12,3 ± 2	12,7 ± 2	13,1 ± 2	13,9 ± 2	13,7 ± 2
Comportamiento al fuego externo		B tejado (t1)					
SBI Clasificación al fuego (MP PUR B3)		F					
SBI Clasificación al fuego (MP PUR B2)		Bs3d0					
SBI Clasificación al fuego (MP PIR)		Bs1d0					



Fig. 3.3.1. Tabla propiedades del panel sándwich para cada espesor y diagrama del producto (Proporcionados por el fabricante).

### 3.3.2. Suelos

Las pasarelas que conectaran el elevador con la estructura a la que acceder deberá de tener un suelo resistente y duradero, debido a esto se empleara suelo metálico industrial. Son láminas de aluminio con marcas estampadas sobre ellas, estas marcas evitan el deslizamiento dándole al operario mayor seguridad. Las láminas son resistentes y duraderas resistiendo a la intemperie. El proceso de instalación es sencillo y económico, y por su escaso grosor de 3mm no le aporta una carga significativa a la estructura.

En el documento Planos se muestra la distribución que recibirán las pasarelas a las que se les instalaran las chapas de aluminio como suelo.

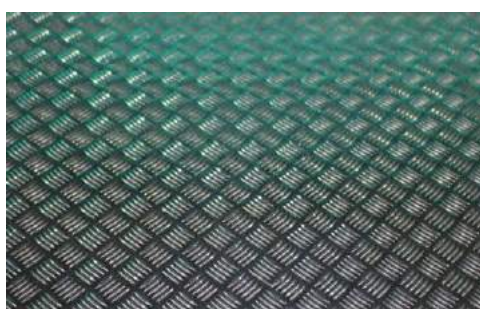


Fig. 3.3.2. Chapa aluminio corrugado.

### 3.3.3. Barandillas

Sera necesario la instalación de barandillas a lo largo de las pasarelas de acceso al elevador. Se seleccionan barandillas de gran resistencia frente a la torsión, diseñada para el uso exterior y resistente a las inclemencias del tiempo. Las barandillas protegerán a los operarios de accidentales caídas, y acabado en acero galvanizado con pintura en color amarillo y negro.

Anchura: 1.000 mm, 1.500 mm y 2.000 mm

Altura: 1.000 mm

Diámetro: 48 mm, 2 mm de espesor

Montaje: en suelo, en pared, o en pared extraíble



Fig. 3.3.3.1. Características Barandillas industriales fabricante ferrax.



### **3.4. Diseño de la estructura**

Con la ayuda del programa CYPE 3D, se diseñara una estructura atornillada que se adecue a las necesidades. El programa ayudara a analizar la estructura y modificarla si es necesario. La estructura explicada a continuación será la que se instalara, ya que ha sido posteriormente analizada y verificada su viabilidad estructural. Este apartado no desarrollara otras posibles opciones de diseño.

Este apartado no pretende desarrollar en profundidad el funcionamiento del programa CYPE 3D sino que numeraremos los diversos pasos y características principales que hemos seguido para que nuestra estructura tenga las cualidades finales deseadas.

Para el diseño con el programa, se empleara de base la distribución indicada en la fig 2.6.2, adaptándolo al diseño geométrico de la estructura.

Las dimensiones totales de la estructura serán:

Base **2.25m x 2.1m** siendo el lado más ancho el que dará acceso al ascensor.

Altura total **68.8m**

La estructura del elevador comenzara cimentándose desde una altura de **-0.85m** del nivel del suelo. Este hueco que permanecerá entre la base y el nivel del suelo será empleado como foso para el ascensor.

Todas la figuras mostradas en este apartado han sido extraídas durante el diseño de la estructura del programa CYPE 3D.

En el documento planos se encuentran los planos con las medidas de diseño de la estructura.

- **Inserción pilares**

El primer paso realizado es la silueta de la estructura. Se construirá con pilares de perfiles HEB hasta la máxima altura deseada. Para ello se emplearan perfiles de 6m de largo, hasta las dos últimas barras que serán de 4m y 3.9m, de esta manera se alcanzara la altura necesaria. Los pilares estarán distanciados entre ellos para formar el área de separación.

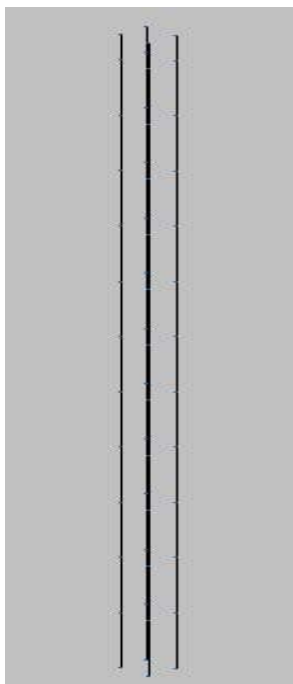


Fig. 3.4.1. Representación disposición de los pilares de la estructura.

A continuación se define la base de la estructura con empotramientos en el suelo, a nivel de -0.85m.

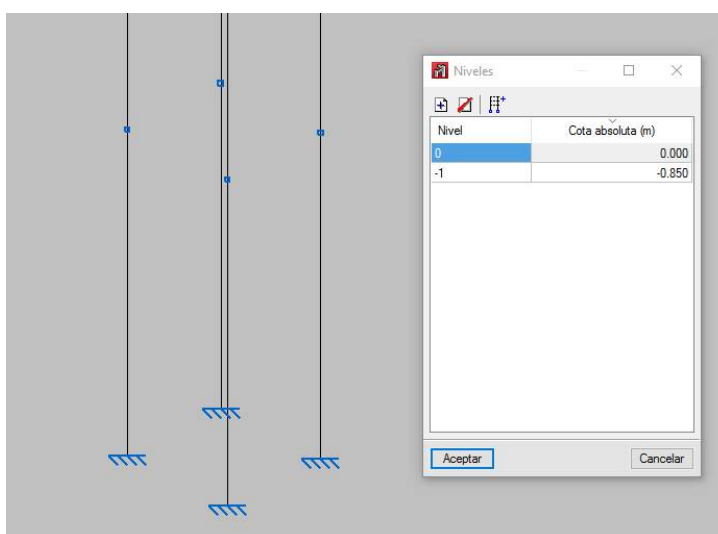


Fig. 3.4.2. Representación empotramiento base de la estructura a nivel -0.85m.

- **Inserción Vigas**

Una vez definidos los pilares de la estructura, se procede a definir la disposición de las vigas.

Se instalarán vigas cada 5m, de esta manera las vigas no interferirán con los accesos. En las vigas de la parte superior de la estructura esta distancia se verá ligeramente reducida para adaptarse a la altura necesaria, hasta las últimas dos vigas que tendrán separación de 0.9m.

El espacio entre las dos últimas secciones de vigas se reserva para la instalación de equipos del elevador como motor o limitador de velocidad. Estos irán anclados a la estructura

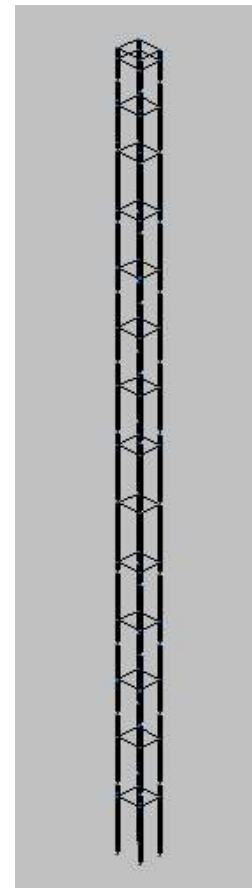


Fig. 3.4.3. Representación estructura tras añadir disposición de las vigas.

Las vigas están formadas por barras de perfiles IPE, debido a su buen comportamiento a flexión.

Una vez tenemos la figura principal de la estructura, definimos los tipos de nudos de unión entre las vigas. Todas las vigas y pilares estarán unidas con nudos rígidos, debido a esto ninguno de los elementos en esta etapa formaran una estructura rígida sin posibilidad de articularse.

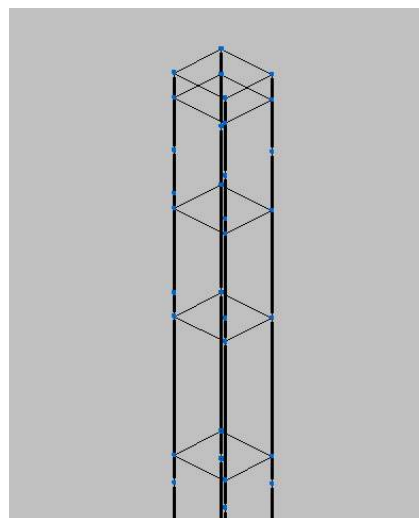


Fig. 3.4.4. Representación nudos empotrados mediante cuadrados azules del programa CYPE.

En el nivel destinado a albergar los diferentes equipos como el grupo tractor o el limitador de velocidad, se instalará una viga transversal desde la cara este a oeste de la estructura. Esta viga ayudara a soportar los equipo, y servira de base para instalar la bancada del grupo tractor. Esta viga trabajara articulada en los extremos. En la figura 3.4.5. se visualiza la vista en planta del nivel en el que se ha instalado la viga.

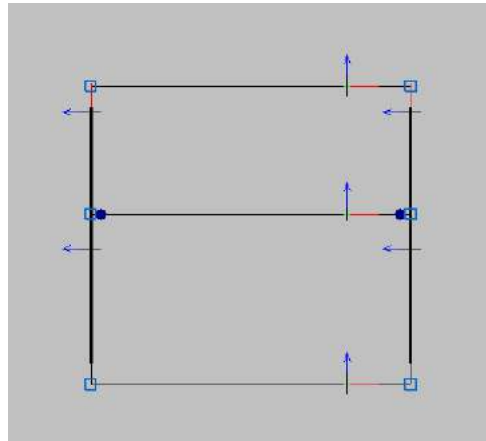


Fig. 3.4.5. Vista en planta nivel destinado a albergar equipos del elevador.

- **Inserción arriostramientos**

Para restringir los movimientos horizontales que provocan las acciones del viento fundamentalmente, se ha de disponer de un adecuado sistema de arriostramiento, esto puede llevar a una estructura de carácter traslacional en otra de comportamiento intraslacional. A medida de que las estructuras sean de mayor altura, el uso de arriostramiento se vuelve más necesario.

Nuestra estructura deberá ser arriostrada para que pueda ser viable. El método en el que la arriostraremos será mediante cruces de san Andrés.

Se distinguen dos zonas diferentes, la cara que da acceso al elevador y las otras tres caras. La cara de acceso al elevador no se le añadirá arriostramientos.

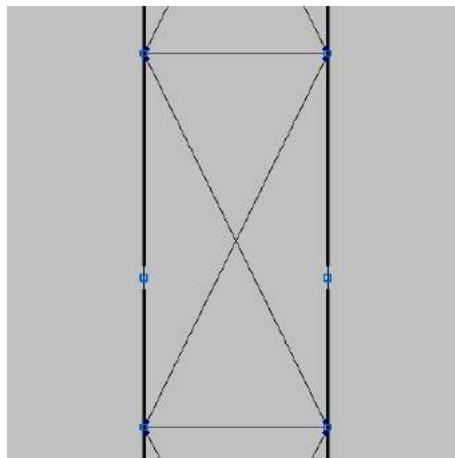


Fig. 3.4.6. Representación cruz de San Andrés aplicada a la estructura.

El arriostramiento de nuestra estructura estará constituido mediante perfiles en L, los perfiles en L trabajan eficazmente a la tracción que es el objetivo de las cruces de san Andrés.

La planta del nivel superior de la estructura será también arriostrado.

Todas las barras que conforman las cruces de san Andrés se las aplicara la cualidad de la articulación en sus nudos, ya que la acción que deseamos por parte de las cruces es la de trabajar a tracción.

Como observamos en la figura 3.4.6 los nudos articulados se representan mediante un círculo en el programa CYPE 3D.

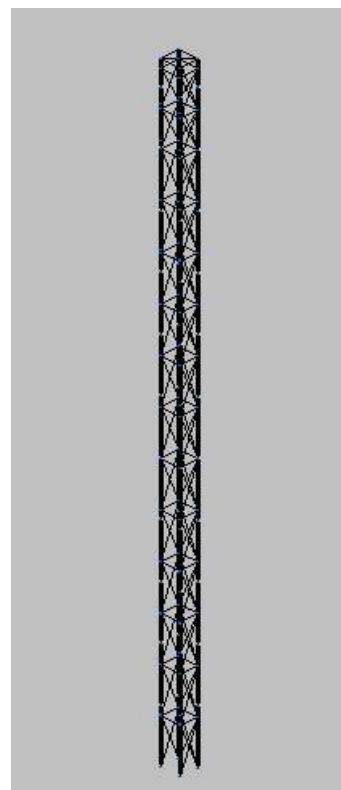


Fig. 3.4.7. Representación de la estructura tras añadir arriostramientos.

- **Inserción apoyos**

El sistema resultante tras el arriostramiento continua siendo inestable. Para solucionar el problema, se tomara como apoyo para la estructura del elevador, la estructura contigua a la que se querrá acceder. Para realizar esto se anclara mediante vigas de perfil IPE de la longitud necesaria (4.8m). Una vez anclado, se arriostra la sección.

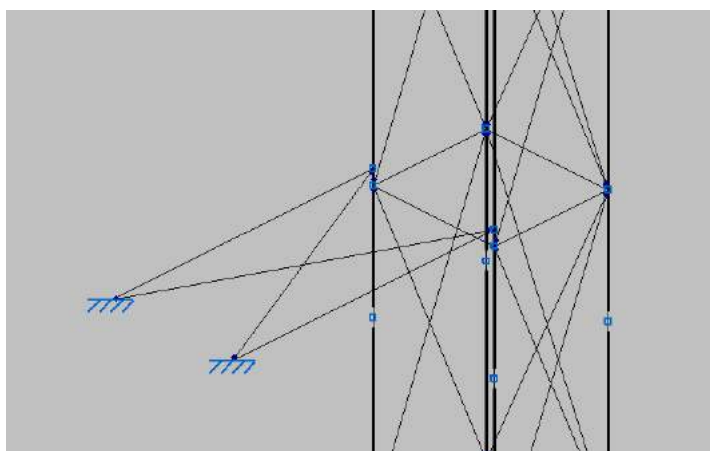


Fig. 3.4.8. Representación apoyos de la estructura

Una vez arriostrada, se definen los nudos. Las uniones entre las dos estructuras se comportaran como empotramientos, mientras que las barras de arriostramiento serán articuladas en sus extremos.

Las uniones entre las dos estructuras se producirán a alturas que nos permitan realizar el contacto con la estructura existente. Algunas de las uniones serán empleadas también como base para las pasarelas de acceso entre las dos estructuras en los otros casos se colocaran únicamente para la soportación.

Una vez finalada la estructura se comprueban las reacciones en los apoyos con la estructura existente, se confirma que las cargas no son lo suficiente grandes como para afectar a la estabilidad estructural de esta.

Todos los apoyos son de las mismas dimensiones y mismas características. En las figuras 3.4.8 y 3.4.9 se visualizan los apoyos construidos desde una vista cercana y general de toda la estructura.

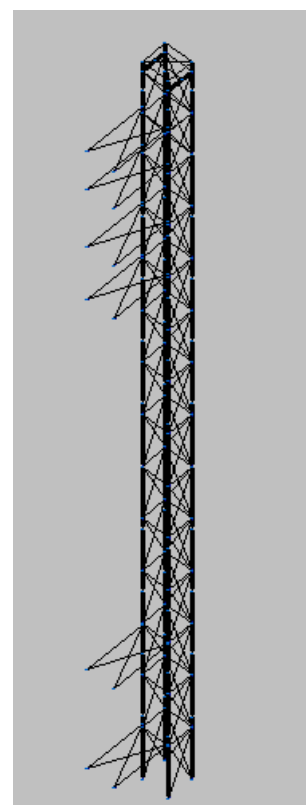


Fig. 3.4.9. Representación de la estructura tras definir los apoyos.

- **Inserción coeficientes**

Una vez completada la geometría de la estructura, se deberán definir los diferentes pandeos de las barras que lo componen, dependiendo de la manera de trabajar de cada barra se le definirán unos coeficientes u otros, en la siguiente tabla (Figura 3.4.10) se definen los valores.

	Barras		
	Pilares	Vigas	Arriostramientos
Longitud pandeo (Plano XY)	1	1	0
Longitud pandeo (Plano XZ)	1	1	0
Coefficiente de momentos(Plano XY)	1	1	1
Coefficiente de momentos(Plano XZ)	1	1	1
Pandeo lateral Ala superior	0	0	0
Pandeo lateral Ala inferior	0	0	0
Factor momento critico	1	1	1

Fig. 3.4.10. Tabla valores de coeficientes de pandeo de tipos de barras.

- **Inserción de cargas**

Una vez el sistema estructural está definido, se procede a la aplicación de las diferentes cargas que debe soportar la estructura. El origen de las magnitudes de las cargas empleadas se encuentran explicadas en el Anexo II.

El programa CYPE 3D tiene en cuenta las cargas propias de las barras, por lo que no se ha de realizar ninguna acción especial.

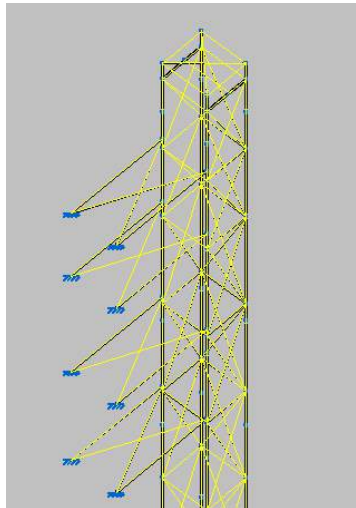


Fig. 3.4.11. Representación elementos de la estructura que poseen peso propio.

- **Cargas envolventes**

Se aplica las cargas que ejercen los sistemas que envolverán la estructura, la estructura estará protegida por panel sándwich y capas de aluminio para las pasarelas con un peso por  $m^2$  determinado. Se definen estas cargas mediante paños de distribución.

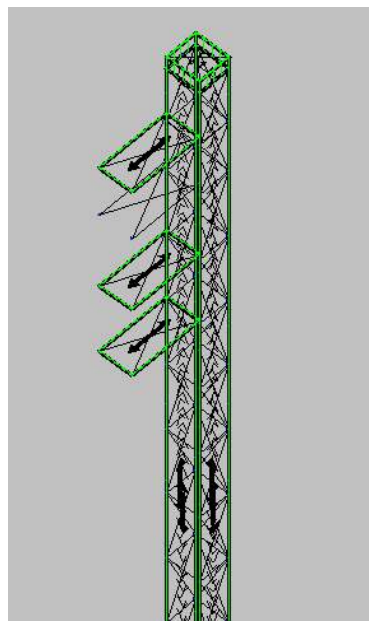


Fig. 3.4.12. Representación elementos a los que se les aplican paños de distribución.

- **Cargas muertas**

Las siguientes cargas a definir en la estructura serán las cargas de los equipos. Parte de los elementos se distribuirán en forma de carga muerta, aplicándose una carga distribuida a lo largo del área del nivel donde se posicionaran los equipos. En la figura 3.4.13. se visualiza en el area superior de la estructura la representación de la carga superficial aplicada.

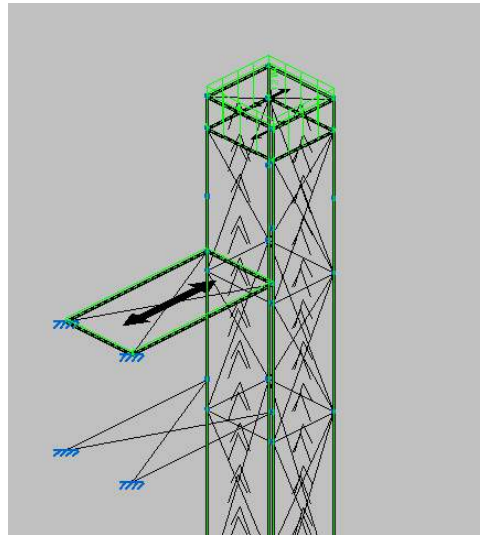


Fig. 3.4.13. Representación distribución cargas en zona superior de la estructura.

- **Carga ocasional**

Durante la instalación del elevador será necesario suspender elementos dentro del hueco con el fin de poder realizar los trabajos. Para esto se requerirá de la instalación de un gancho en el punto más alto de la estructura, se plantea la hipótesis de carga sobre el punto central de las barras, asegurándose así que de esta manera que el perfil resistirá a la carga. En la figura 3.4.14. se visualiza el punto exacto de aplicación de la carga.

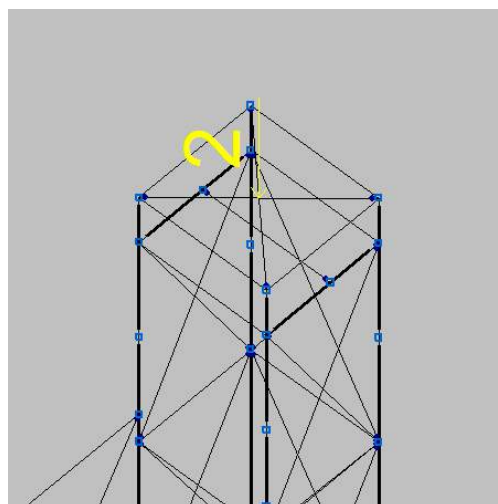


Fig. 3.4.14. Representación carga que debe soportar el perfil en determinado punto.



- **Cargas acciones variables**

Las acciones variables son unas de las más determinantes a la hora de dimensionar estructuras, en este caso en particular se muestra más determinante debido a la esbeltez del sistema. Se diferencian las acciones variables en acciones de viento y acciones de nieve. Dentro de las acciones de viento se presentan 4 casos, unos por cada cara de la estructura sobre la que impactara la fuerza el viento. La carga de viento será aplicada en toda la zona expuesta de la estructura, el tramo protegido que forma el foso no sufre estas acciones. Las siguientes figuras representan las hipótesis de cargas variables que se darán(3.4.15, 3.4.16,3.4.17,3.4.18,3.4.19).

Hipótesis viento 1

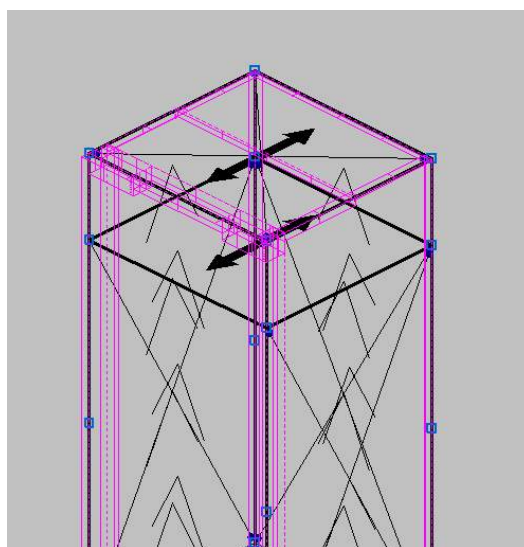


Fig. 3.4.15. Representación aplicación de acción del viento (Hipótesis 1)

Hipótesis viento 2

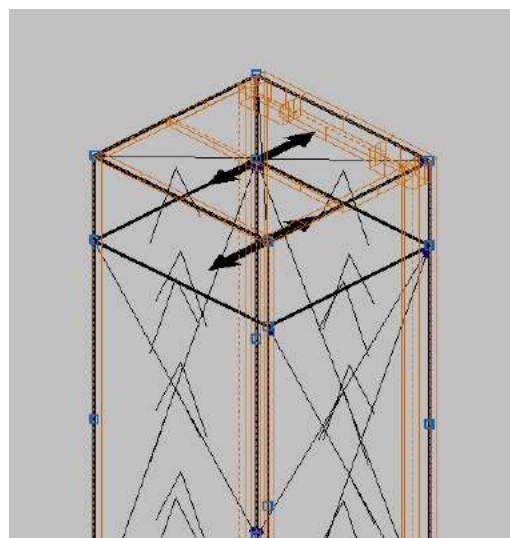


Fig. 3.4.16. Representación aplicación de acción del viento (Hipótesis 2)

### Hipótesis viento 3

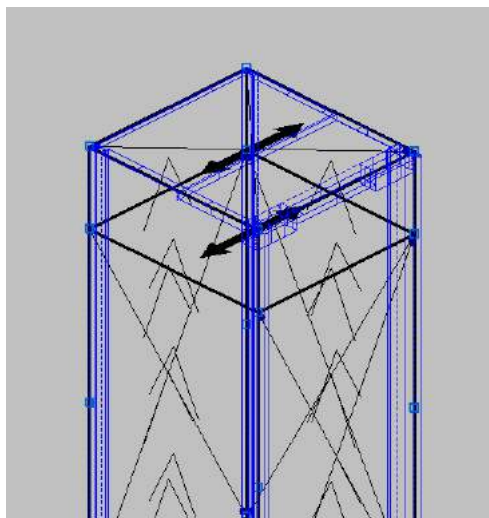


Fig. 3.4.17. Representación aplicación de acción del viento (Hipótesis 3)

### Hipótesis Viento 4

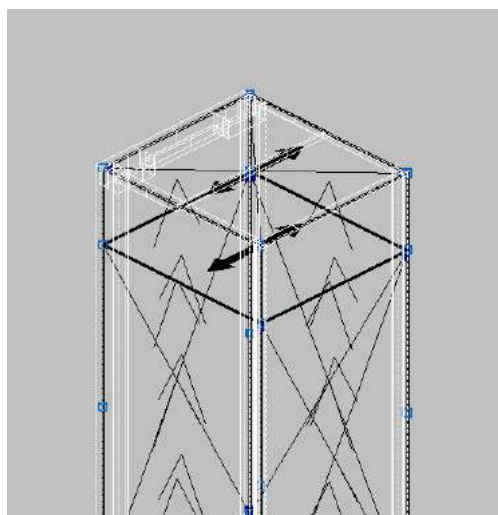


Fig. 3.4.18. Representación aplicación de acción del viento (Hipótesis 4)

Finalmente la acción de la carga por nieve que se situara sobre el techo de la estructura.

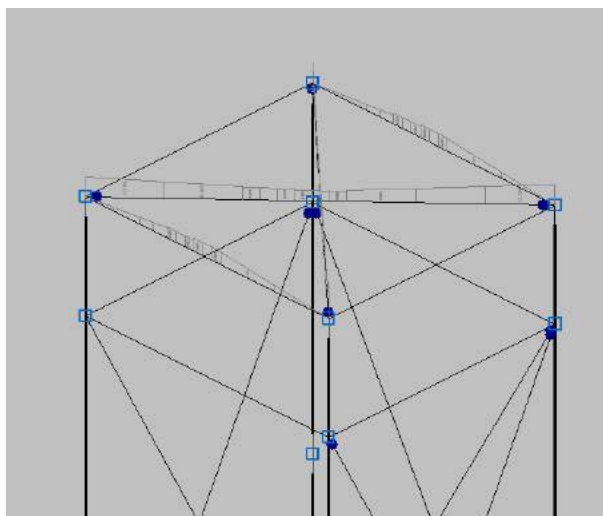


Fig. 3.4.19. Representación aplicación de acción de nieve.

Con la geometría de la estructura definida, la función de trabajo de las barras seleccionada, y las cargas aplicadas, solo queda dimensionar el tamaño de las barras de la estructura para que el sistema sea capaz de soportar las fuerzas. El programa CYPE dimensiona y verifica el estado de la estructura aportando los resultados obtenidos y si esta se comporta dentro de los requisitos del reglamento del CTE. Los resultados de la comprobaciones E.L.U. finales se encuentran en el Anexo II.

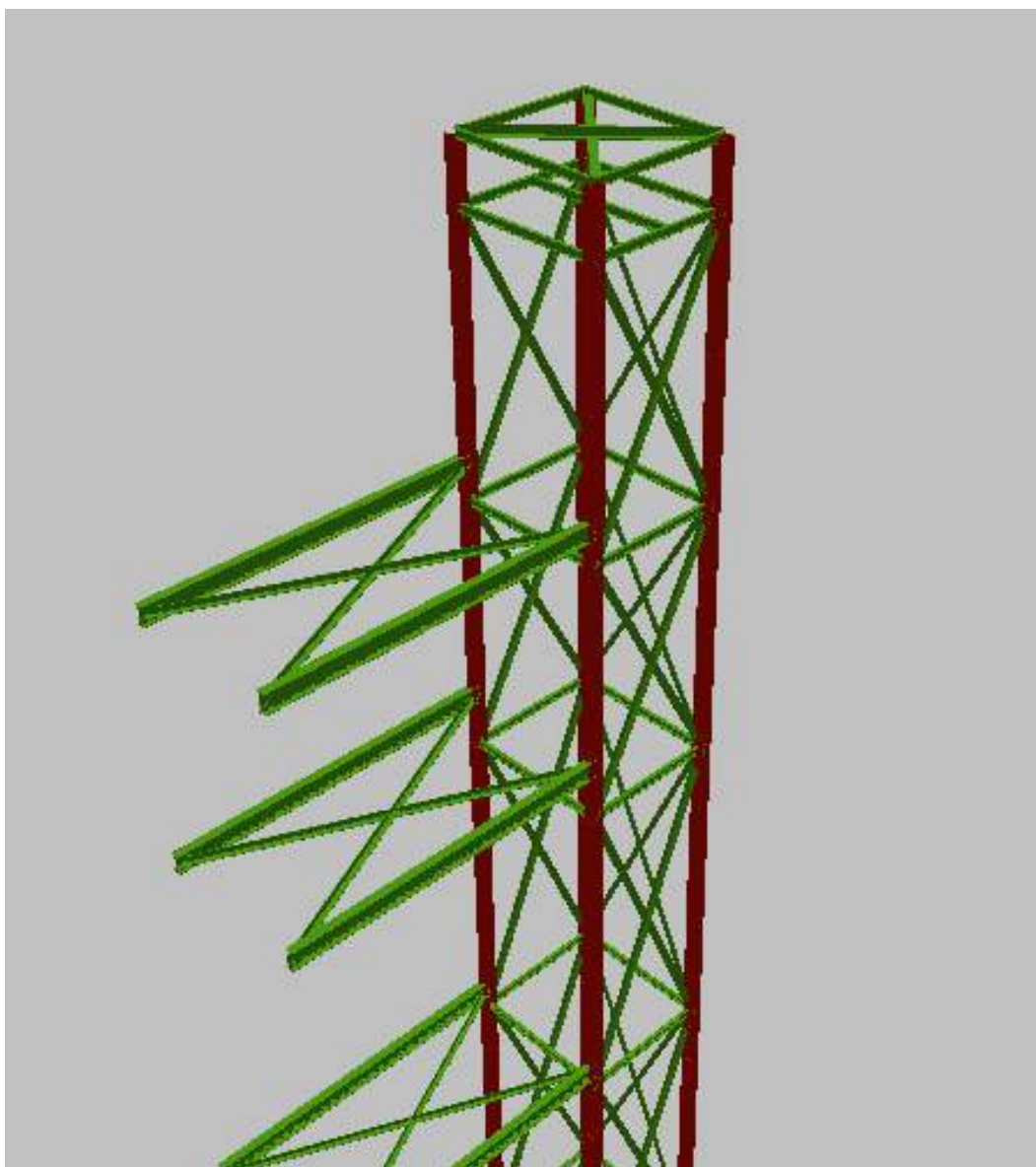


Fig. 3.4.20. Simulación de la estructura finalizada (CYPE 3D)

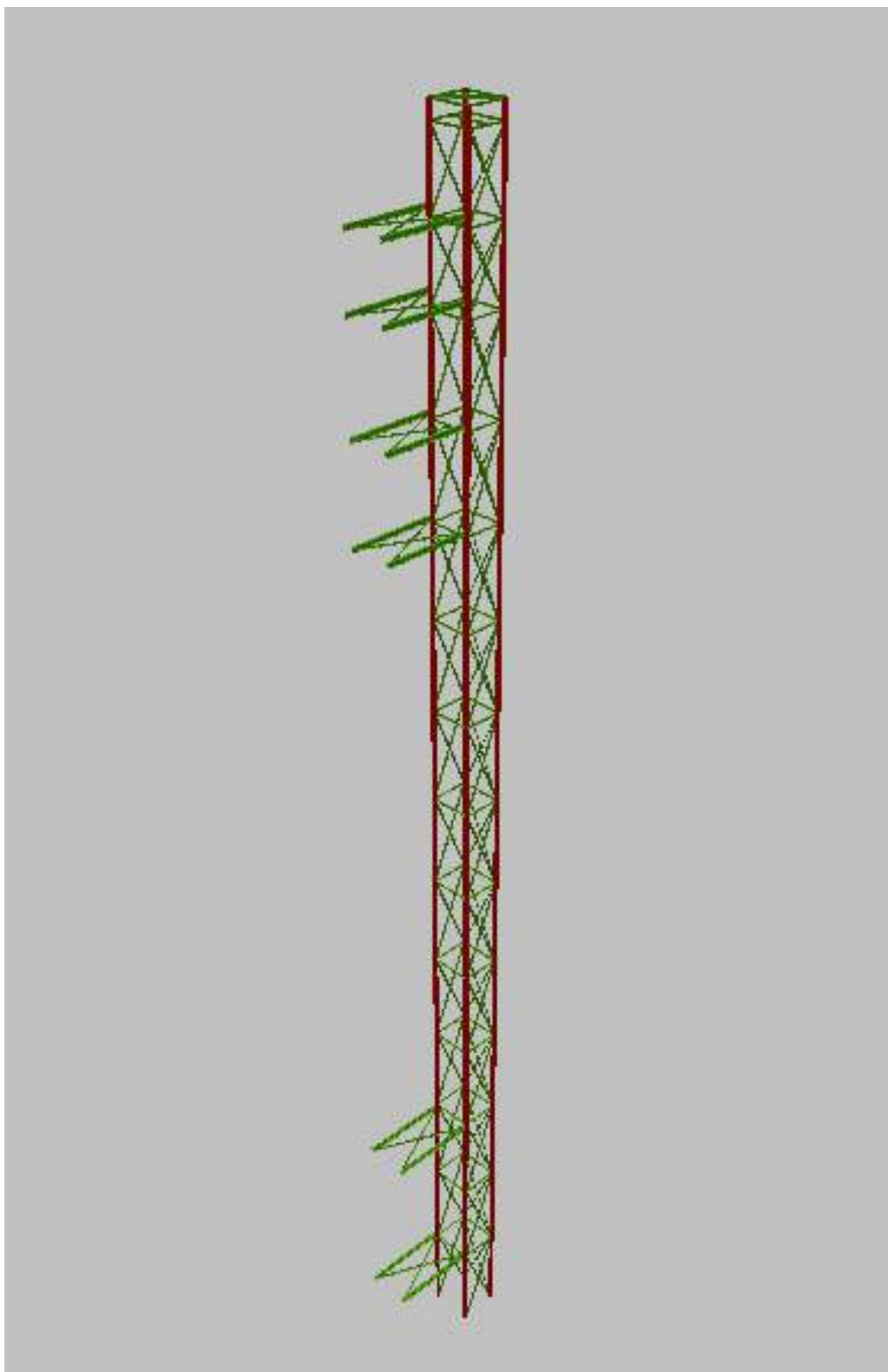


Fig. 3.4.21. Simulación de la estructura finalizada (CYPE 3D)

- **Inserción cimentación**

Los cimientos de la estructura constaran de una losa cuadrada con 4 arranques, uno por cada pilar de la estructura. Constituida de hormigón HA-25 y acero B500S poseerá dimensiones de 3.35mx3.35mx0.4m. Los resultados de las cimentaciones se encuentra en el Anexo II.

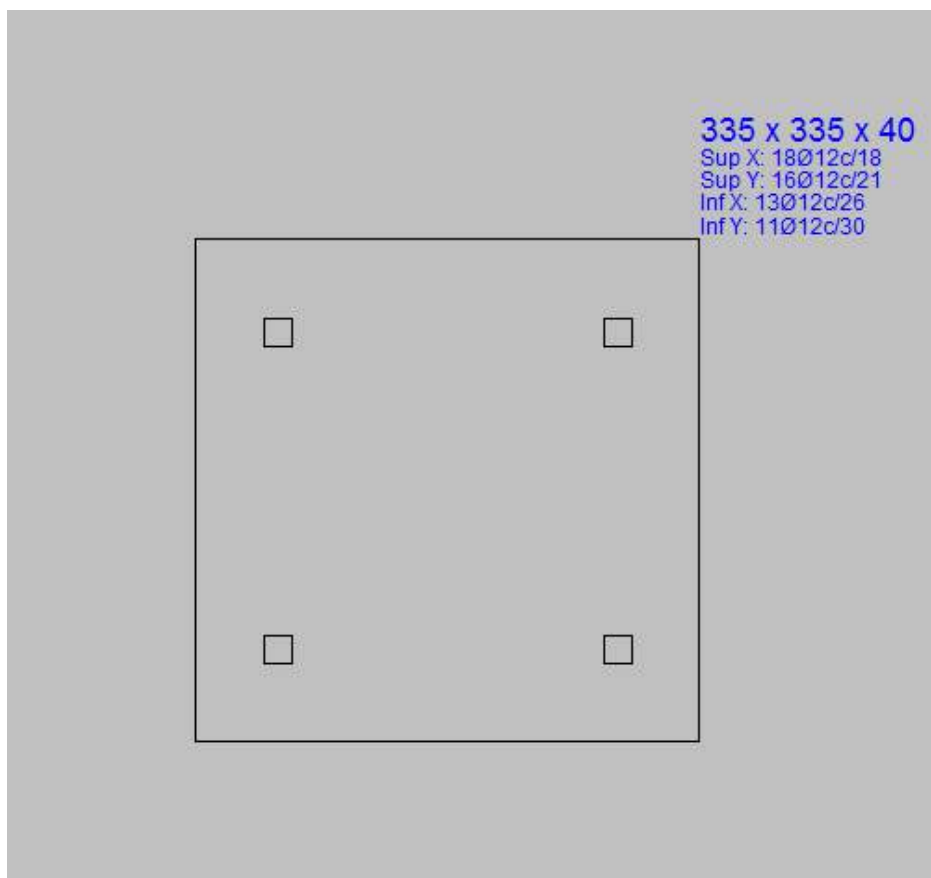


Fig. 3.4.22. Representación dimensiones cimentación.

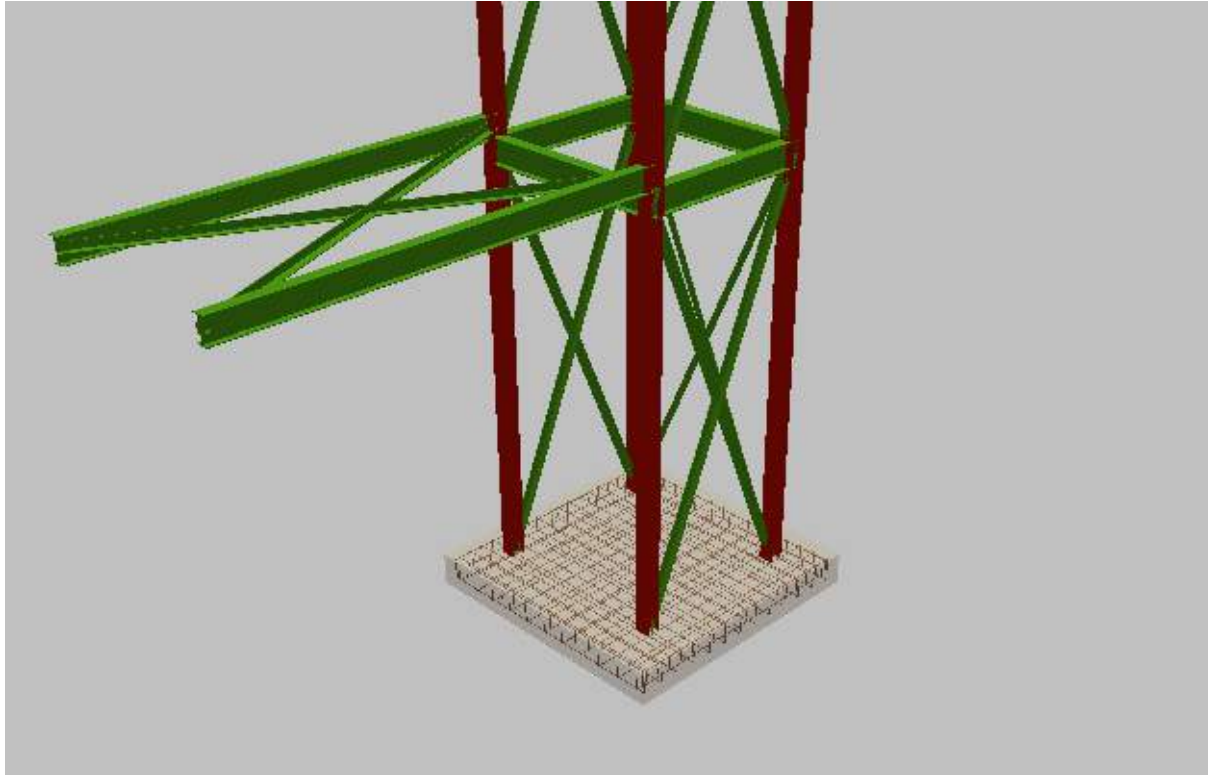


Fig. 3.4.23. Simulación de la estructura y cimentación finalizadas. (CYPE 3D)

### 3.5. Equipos elevador

*«ascensor»: aparato de elevación que sirva niveles específicos, con un habitáculo que se desplace siguiendo guías rígidas e inclinadas a un ángulo superior a quince grados sobre la horizontal o dispositivo de elevación que se desplace siguiendo un recorrido fijo, aunque no siga guías rígidas*

Definición extraída de DIRECTIVA 2014/33/UE

Una vez determinada y diseñada la estructura, con el hueco restante se hallaran soluciones para la instalación de un elevador que trabaje tanto para el transporte de cargas como de personas. Dentro las limitaciones se deberán seleccionar opciones que maximicen la carga de transporte y el espacio de la cabina.

Para el funcionamiento de un elevador son necesarios una serie de equipos, que trabajando en conjunto resultan en el desplazamiento vertical de una cabina. El elevador deberá realizar 3 paradas a parte del nivel del suelo a lo largo de su recorrido de 63.6m siendo capaz de soportar la máxima carga permitida. Se seleccionaran productos que se encuentran en el mercado especializado en elevadores.

Todos los elementos han sido seleccionados según la directiva europea 95/16/CE y la normativa EN/81 cumpliendo con todos los requisitos de fabricación exigidos por los organismos.

No se pretende en este proyecto realizar una explicación exhaustiva del funcionamiento de un ascensor eléctrico, de la instalación de los elementos o de las diferentes alternativas posibles. Sin embargo se razonaran los motivos por los cuales se realiza la selección de cada equipo mediante criterios técnicos y comparando con los productos existentes en el mercado.

En caso de que algún equipo requiera un análisis a la hora de ser seleccionado, se realizaran cálculos en base a la normativa, estos cálculos se encuentran en el Anexo II



### 3.5.1. Suspensión de cables

Existen diferentes sistemas para la suspensión de la cabina y el contrapeso. Los diferentes métodos variaran factores como la velocidad de tracción o la carga nominal. A mayor número de poleas, menor será la carga que deberán soportar los cables y menor las velocidades de desplazamiento.

Uno de los sistemas más comunes y eficientes es el de suspensión 2:1. La velocidad de la cabina y cargas sobre cables se reducen un 50%, Por lo que se pueden optimizar los elementos. Ambos extremos de la suspensión se encentraran a los lados de las vigas de suportación. La figura 3.5.1. representa una suspensión tipo 2:1.

Una vez seleccionada el tipo de suspensión, se deberá tener en cuenta para la instalación del resto de los componentes ya que estarán diseñados para trabajar eficazmente con ese sistema.

Posteriormente se seleccionaran los equipos que contarán con poleas, cada equipo dispondrá de poleas de determinadas características con el fin de funcionar de la manera más eficiente posible. En el documento Planos se muestra la disposición que deberán tener los equipos, de esta manera serán ajustados para trabajar en conjunto en el sistema de suspensión escogido.

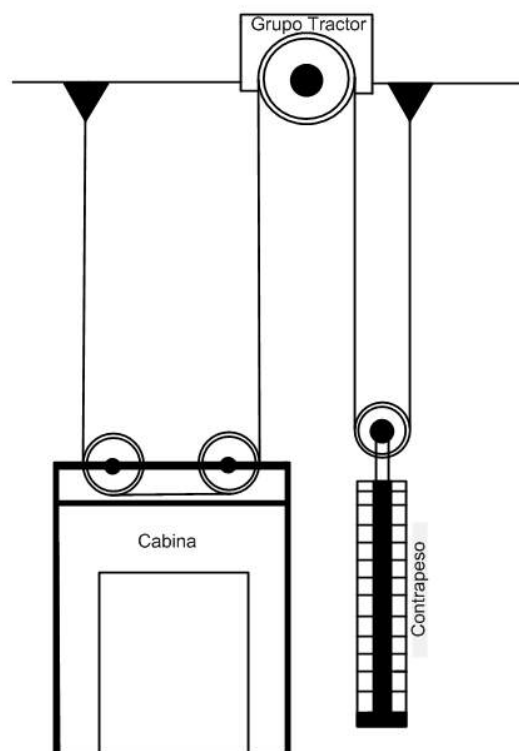


Fig. 3.5.1. Representación suspensión 2:1

### 3.5.2. Cabina

La cabina es uno de los componentes principales de un elevador. La cabina está compuesta por un esqueleto estructural al que se le acopla una caja metálica donde se habita durante el transporte. El chasis de la cabina ha de ser capaz de soportar la carga que se le introduzca, soportando el estrés y las deformaciones.

Según la directiva europea 05/16/CE la cabina debe ser robusta y calculada con un coeficiente de seguridad de 5. Tanto las paredes como techo y suelo deben ser capaces de resistir sin deformarse ante las fuerzas normales o las producidas durante impactos con amortiguadores o paracaídas.

Según la norma EN81 la cabina debe de soportar la aplicación de 300N en cualquier área de 5cm<sup>2</sup> sin que exista deformación mayor de 15mm. También cita que el techo debe ser capaz de resistir las cargas de dos hombres, nunca menor de 2000N.

El elevador contará de una cabina fabricada por la empresa Thyssenkrup. Se adquirirá tanto el bastidor como la cabina y sus mandos de control. Esta cabina se adecua a los requisitos de robustez que se necesitan, ya que está construida con chapas metálicas de gran resistencia. En el conjunto de la cabina cuenta también con puertas automáticas de gran resistencia, y la iluminación necesaria.

La empresa Thyssen posee años de experiencia en el sector, y numerosas certificaciones que nos aseguran que el producto cumple todos los requisitos de seguridad y funcionamiento que exige la normativa.

El modelo lat1000 encaja perfectamente dentro del hueco disponible de la estructura diseñada.

CARGA	CAPACIDAD	EMBARQUES	VELOCIDAD	CABINA		HUECO				PUERTAS
Kg	Personas		m/s	CA	CB	HA	HB	R.L.S.	FOSO	P
1.000	13	Un embarque	1	1.350	1.600	2.050	1.900	3.600	850	1.000



Fig. 3.5.2. Tabla dimensiones de la cabina e imágenes del modelo seleccionado.

### **3.5.3. Puertas**

El acceso entre la cabina y las salidas se limita con puertas, la existencia de estas impide el acceso al hueco de ascensor si este no se encuentra en el mismo nivel que el usuario, debido a esto es imprescindible por motivos de seguridad.

Existen diferentes tipos de puertas, el ascensor industrial diseñado contara con puertas de acero inoxidable de guillotina de gran resistencia y durabilidad. Se deberán instalar puertas de este tipo en cada una de las paradas que realiza el ascensor.

Las puertas seleccionadas pertenecen al igual que la cabina al fabricante ThyssenKrupp ya que provee con puertas fabricadas expresamente para adaptarse a la cabina. El tamaño de las puertas será de 1m de ancho al igual que el paso de la cabina.

### 3.5.4. Contrapeso

La instalación de un elevador ha de contar con la presencia de un contrapeso. Su objetivo es el de equilibrar el peso de la cabina y alrededor del 50% de la carga nominal. Mediante la instalación del contrapeso se lograra reducir notablemente el peso que debe arrastrar el grupo tractor, y de esta manera se podrá instalar un motor de menor potencia.

Se seleccionara un chasis de contrapeso de la empresa macpuarsa con pesos que elevaran su peso hasta los 1500kg.

Nº	MODELOS	Tipo Susp.	Vel. Nom. Máx. (m/s)	Pesas		D.E.G. / Peso <sup>(1)</sup>		Chasis			Referencia de Diseño	
				Carga Máx. (Kg)	Altura Libre (mm)	Min. (mm/Kg)	Máx. (mm/Kg)	Ancho C (mm) <sup>(2)</sup>	Ancho E (mm) <sup>(3)</sup>	Espesor Guía (mm)		Ø Cable (mm)
CH322	CC1000M-16NA2	2:1	1,6	1600	2600	800/104	1350/135	150/200	92	5,8,9,16	8,10	CC-1000/M-PS

**CH329 - Chasis de Contrapeso. Ascensor Gearless**  
 Ø Polea 240 mm. Ø Cable 6,50 mm. Suspensión 2:1

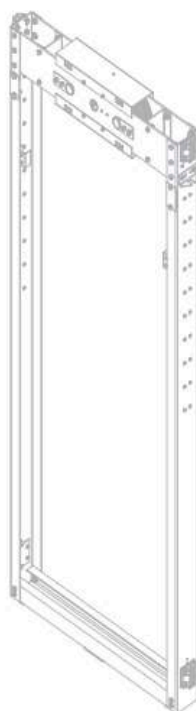


Fig. 3.5.4. Tabla de características del contrapeso y esquema representativo.(Obtenidos del fabricante macpuarsa)

### 3.5.5. Grupo tractor

Existen dos clases de elevadores, hidráulicos y eléctricos. En este caso se optara por seleccionar los equipos para un elevador eléctrico, ya que este tipo de elevadores es capaz de realizar mayores recorridos.

- Motor

El grupo tractor de un elevador eléctrico está compuesto principalmente por un motor eléctrico, en este caso instalaremos un motor que no requiera cuarto de máquinas. El motor no deberá de ser ATEX debido a que el lugar donde se localizara se encuentra en un área fuera de estos requisitos.

- Freno

Uno de los métodos de prevención de accidentes es el uso de un sistema de frenos. El sistema de frenos funciona automáticamente, actuando en caso de pérdida de energía eléctrica en los circuitos de control. Esto se consigue mediante un freno de fricción electromecánico incorporado en el motor. De acuerdo a la norma EN81 el freno debe ser capaz de detener la carga nominal del 125% del elevador.

Se selecciona un motor gearless Act-320 del fabricante ATES. Esta es una maquina con un motor síncrono de imanes permanentes sin reductor, que nos aportara las ventajas como:

- Ausencia de sala de maquinas
- Mayor durabilidad.
- Menor mantenimiento.
- Ahorro energético.

El motor que se adquirirá lleva incluido un freno de actuación, adecuado para las cargas a las que está diseñado que deba trabajar el motor.

#### Maquina ACT-320

- Motor síncrono
- Velocidad 1m/s
- Polea 320mm de diámetro
- Máximo numero de cables 8 de 8mm
- Potencia motor 11.2Kws
- Par nominal del motor 810Nm Rpm 120
- Intensidad nominal 31Ahz 20-180 arranques hora
- Encoder Heidenhain 413
- Tipo de tracción 2:1



Fig. 3.5.5. Características del motor e imagen del mismo.  
Información obtenida por el fabricante (ATES)

El grupo tractor será instalado en la parte superior de la estructura , anclado mediante una bancada a la viga diseñada en la estructura para soportar las cargas que se le aplicaran. Esta bancada se ajustara para situar el grupo tractor en la posición adecuada para trabajar en conjunto con los demás equipos.

En el apartado Planos se encuentra la disposición del lugar de instalación del grupo tractor, indicando el punto exacto que deberá situarse la polea con la que se producirá la tracción entre los cables.

### 3.5.5. Cables

La unión entre el grupo tractor y la cabina se realiza mediante cables metálicos. Los cables están formados por grupos de alambres que entre si forman cordones. Los cordones se enrollan entre si y alrededor de un alma, de esta manera se genera un conjunto que es capaz de resistir grandes esfuerzos.

Existen numerosas configuraciones de cables. Dependiendo del diámetro de los cordones, la manera en la que se entrelazan se puede crear diferentes cables, todos ellos de gran resistencia.

El elevador diseñado trabajara empleando cables de tipo warrington del fabricante Morispain. Este es un cable de acero de alta resistencia, instalando seis cables de 8mm de diámetro, se asegurara que el desplazamiento de la cabina se realice de una manera segura y eficaz.

El ascensor diseñado trabajara con 6 cables del seleccionado para realizar el transporte. Serán necesarios 780 metros de cable total.

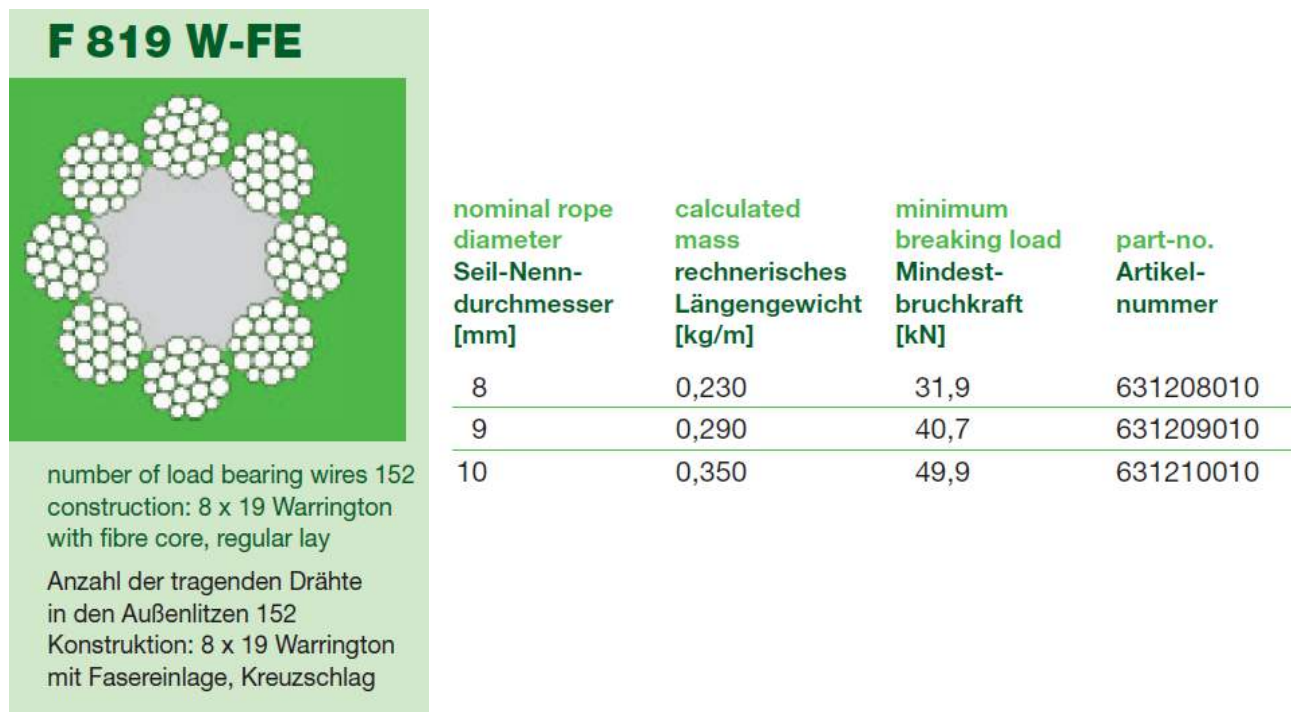


Fig. 3.5.4. Tabla de características del cable obtenida por el fabricante (Morispain)

### 3.5.6. Guías de la cabina

Las guías son un elemento unido al hueco del elevador, cuya función es la de dirigir el desplazamiento de la cabina a lo largo de la trayectoria que realiza y la de servir de apoyo en caso de rotura de los cables. Las guías deben soportar los esfuerzos que aplica la cabina durante el recorrido.

Existen diferentes tipos de guías, sin embargo se recomienda el uso de guías en forma de T, correctamente calibradas y enderezadas para que el deslizamiento sea lo más eficiente posible. Es conveniente la instalación de las guías suspendidas, de este modo el propio peso de la guía favorece la alineación de la misma.

Las guías de la cabina deben de tener suficiente resistencia mecánica para soportar sin sufrir deformaciones por dos motivos:

- Deben soportar empujes horizontales debido a posibles excentricidades en la carga.
- En caso de que sea necesario la entrada en funcionamiento del paracaídas de aceleración, se podría transmitir el esfuerzo de frenado a las guías.

Los cálculos para determinar el tipo de guía más conveniente para nuestro elevador se encuentra en el Anexo I.

Se instalarán guías del fabricante Morispain, en concreto su modelo RF82, con referencia ISO T82/A. Esta guía se ajusta a las condiciones de resistencia. La máxima distancia entre los apoyos de las guías será de 2.5m, e irán ancladas a unos soportes que rodearan al contrapeso y a su vez se sujetaran a la estructura.

Un total de 130 metros de guías serán necesarios para la instalación.

Monteferro Code	ISO Code	S cm <sup>2</sup>	q <sub>1</sub> kg/m	e cm	I <sub>xx</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>xx</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>xx</sub> cm	I <sub>yy</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>yy</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>yy</sub> cm
RF82	T82/A	10,9	8,55	1,98	49,4	10,2	2,13	30,5	7,4	1,67

Fig. 3.5.6. Tabla de características de las guías. Información obtenida por el fabricante (Morispain).



### **3.5.5. Guías del contrapeso**

El contrapeso no se encontrara en la vertical de ningún lugar accesible a personas, ya que el hueco se encontrara perfectamente aislado, debido a esto no será necesaria la instalación de paracaídas de aceleración.

Ya que no dispondremos de paracaídas de aceleración en el contrapeso, las guías no se verán sometidas a ninguno de los tipos de esfuerzos que sufre la cabina. Las guías del contrapeso tendrán la misión de guiarlo a lo largo de su recorrido.

Las guías seleccionadas para el contrapeso estarán formadas de acero laminado en forma de T. El fabricante ALDAMA nos suministrara guías de contrapeso RT45 con características 45mmx45mmx5mm suficientes para las necesidades requeridas.

130 metros de guías para el contrapeso se adquirirán para realizar la instalación.

### **3.5.6. Apoyos sobre las guías**

Los apoyos son el elemento que sirve de unión entre la cabina o contrapeso y la guía. Existen apoyos deslizantes y mediante rodillos. Se emplearan apoyos deslizantes, ya que estos se instalan para velocidades menores a 2m/s.

Los apoyos deslizantes fabricados de acero, poseen un bajo coeficiente de rozamiento debido a que están recubiertos de una capa de neopreno o nylon con el fin de facilitar el movimiento.

Seleccionamos apoyos del fabricante KEMA ELECTRICAL de características que se adaptarán a las guías escogidas.

### 3.5.7. Elementos de seguridad

- **Limitador de velocidad**

Por motivos de seguridad es obligatoria la presencia de un limitador de velocidad en la instalación del elevador. Está formado por un cable limitador de velocidad que se encuentra unido a la cabina. El cable pasa por dos poleas, la superior la cual controla la velocidad a la que se mueve el ascensor, y la inferior la cual produce la tensión.

Mientras el ascensor se desplaza a su velocidad nominal los cables del limitador se desplazan con ella. Cuando el elevador supera los márgenes de velocidad permitidos, esta se transfiere por el cable hasta la polea limitadora que de un tiro activa la palanca del paracaídas y a su vez accionando el mecanismo que presionara las zapatas sobre las guías y detendrá la cabina.

Debido a la norma, el limitador de velocidad va equipado con un dispositivo electrónico el cual corta el circuito del motor en el momento en el que se produce el bloqueo.

Existen limitadores de velocidad oscilantes y centrífugos, para nuestra instalación emplearemos limitador centrífugo.

Los limitadores de velocidad vienen fijados con 3 parámetros:

- Velocidad de disparo.
- Diámetro del cable.
- Tipo de cable.

El ascensor diseñado deberá desplazarse a 1m/s, por lo que la velocidad de disparo será a 1.4m/s según define el reglamento.

Se instalará un limitador de velocidad del fabricante Dynatech en concreto el modelo VEGA. Este limitador está preparado para actuar y ser prefijado a velocidades de hasta 2,85m/s.

#### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

- **Aparato:** Limitador de velocidad
- **Modelo:** VEGA
- **Empresa fabricante:**  
DYNATECH, DYNAMICS & TECHNOLOGY, S.L.
- **Campo de actuación:**  
Velocidad nominal máxima: 2.40 m/s  
Velocidad de actuación máxima: 2.87 m/s  
Velocidad nominal mínima: 0.1 m/s  
Velocidad de actuación mínima:
  - o Desde **0.4 a 0.7 m/s** el Limitador es **UNIDIRECCIONAL**
  - o Desde **0.7 a 2.87 m/s** el limitador es **BIDIRECCIONAL**
- **Cable:**  
Diámetro: 6 mm, 6.3 mm, 6.5 mm.  
Composición: 6 x 19 + 1

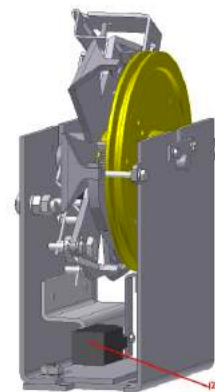


Fig. 3.5.7. Características del limitador y representación del mismo obtenidas del fabricante (Dynatech).

- **Paracaídas de aceleración**

El paracaídas de aceleración entra en funcionamiento cuando la cabina adquiere una velocidad superior a la que debería, sea cual sea la causa de esta.

Se empleara un paracaídas de acción instantánea ya que la cabina se desplazara a velocidades menores a 1m/s.

El paracaídas es accionado por el limitador de velocidad, el cable de este tira accionando una timonería, y colocando en posición vertical las zapatas, estas se agarran cada vez con fas fuerza sobre las guiar hasta producir la detención del bastidor de la cabina.

Para el elevador se adquirirán paracaídas instantáneos y timonería del fabricante Gervall. La timonería será la encargada de accionar los paracaídas que están diseñados para detener pesos de hasta 14000kg.

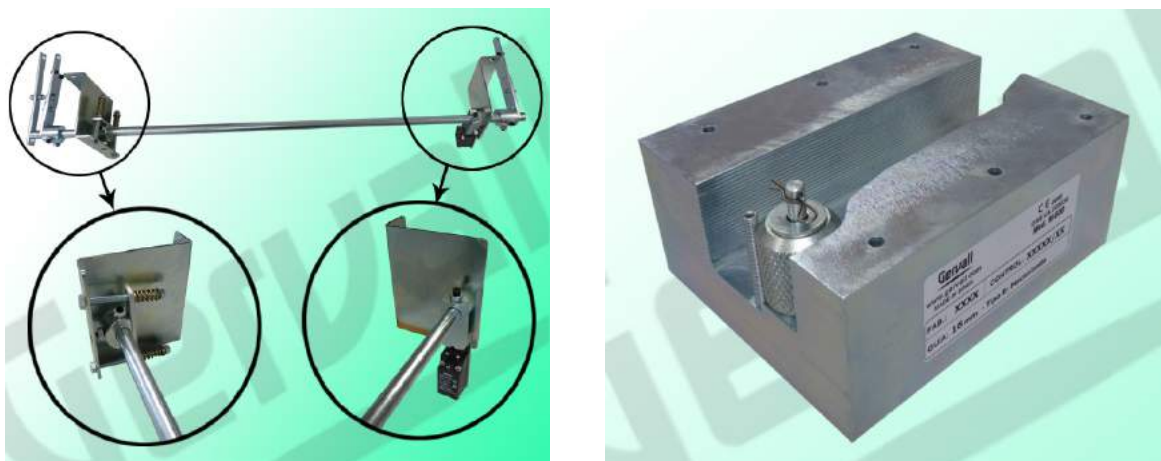


Fig. 3.5.4. Imágenes de los paracaídas seleccionados suministrados por el fabricante (Gervall).

- **Amortiguadores**

La función de los amortiguadores consiste en la detención de la cabina en caso de que fuese necesario. Su instalación se produce en el foso, cada uno encima de un pedestal de 50cm ya que debe permanecer un hueco para el resguardo de personas.

Emplearemos amortiguadores de resorte, ya que la velocidad de nuestra cabina es menor a 1.75m/s. Estos amortiguadores están formados por una barra de acero de sección circular enrollada en forma de muelle y soldados a una placa situada encima de los pedestales.

El fabricante weforma produce amortiguadores para elevadores de cargas y personas con distintas características. Para nuestro ascensor deberemos emplear el modelo ADS-50-080-ST, ya que se adapta perfectamente entre nuestras necesidades

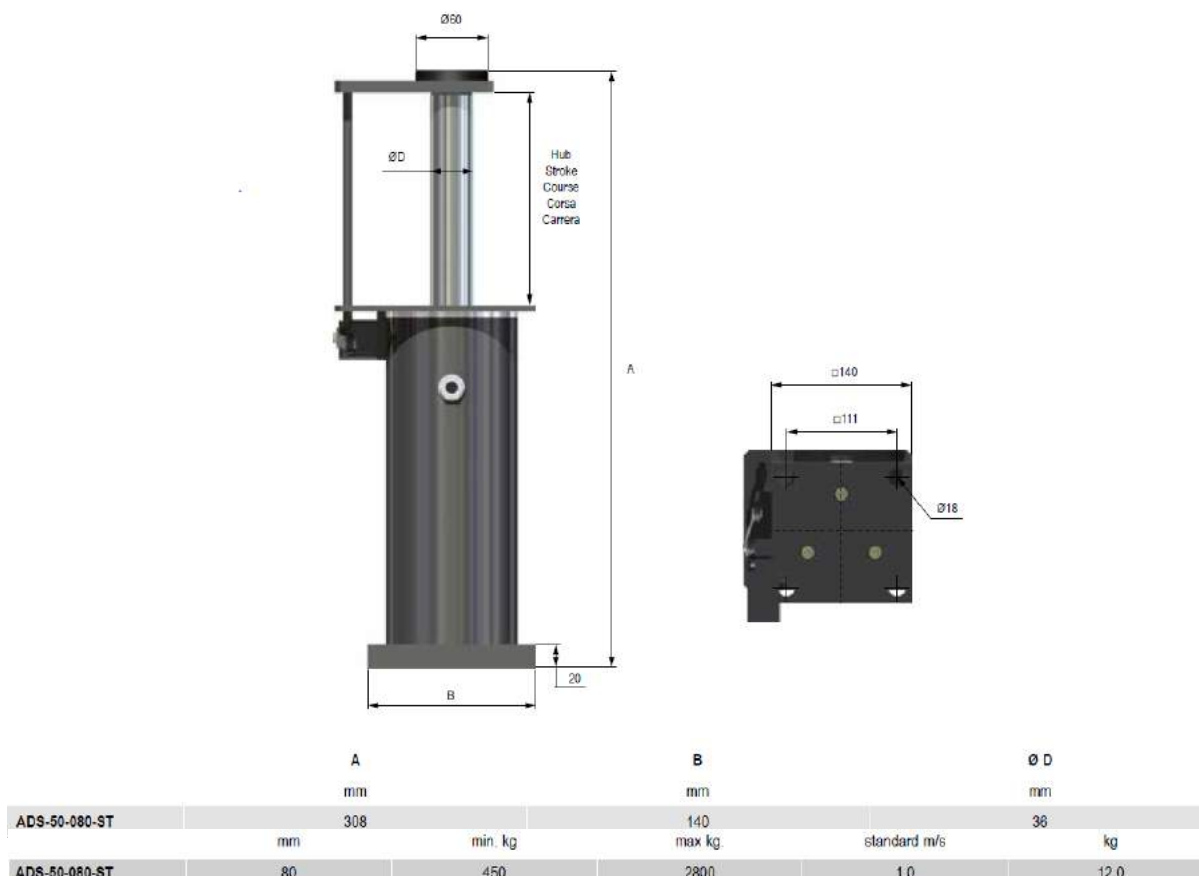


Fig. 3.5.4. Tabla de características de amortiguadores y esquema con dimensiones. Obtenido del fabricante Weforma.

### 3.5.8. Sistema de maniobras

- Circuito de tracción

Para este circuito son necesarios los siguientes elementos.

**Contractores:** Son interruptores con la capacidad de ser maniobrados a distancia. Se emplean para cerrar el circuito del motor.

**Inversor:** Este elemento realiza la inversión del sentido del giro del motor. Conectando las fases en el orden deseado para la trayectoria que debe llevar el elevador.

**Guardamotors:** También llamados contractares protectores, actúan como los contractores, sirven para proteger al motor ante defectos de tensión.

**Interruptor general:** Este interruptor es empleado para conectar y desconectar todo el circuito eléctrico.

- Sistemas de control

Este sistema es el que determina el funcionamiento individual de cada ascensor. Una vez hayamos definido la velocidad y la localización, deberemos modificar el sistema de control para controle según nuestros requisitos.

El fabricante ates proveerá al ascensor de un sistema de maniobras completo. El modelo GENESIS VVVF con variador de frecuencia FUJI mod. FRENIC con tarjeta de encoder para mayor control del grupo tractor dispone de un potente software capaz de ser modificado para diferentes casos de elevadores, dependiendo de:

El tipo de tracción (eléctrico, hidráulico).

Según el hueco de instalación y la cabina.

El tipo de llamada que se requiera.

Parametrizaciones estándar (tiempo de parada, número de paradas)

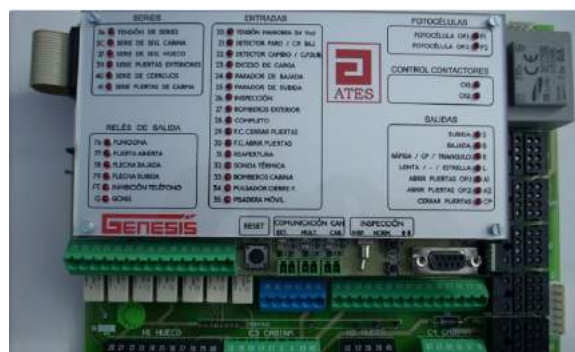


Fig. 3.5.8. Imagen sistema de maniobras del fabricante ates.

### 3.5.9. Botoneras paradas

Sera necesario que en las diferentes paradas del elevador, se encuentre un método de enviar señales al sistema de maniobras con el fin de dirigir al ascensor a la altura deseada. Esta señal se transfiere mediante botonera.

El fabricante Giovenzana produce botoneras industriales de alta resistencia. El modelo IP65 es un modelo simple, sufriente indicar al sistema la localización y destino.

Se instalara una botonera para cada una de las 4 paradas del ascensor.



Fig. 3.5.9. Imagen botonera seleccionada.  
Fabricante Giovenzana







# DOCUMENTO II: ANEXOS



## Índice

<b>Anexo I. Cálculos elementos del elevador</b> .....	76
1. Introducción.....	77
2. Cálculos.....	78
2.1. Carga cabina.....	18
2.2. Cables.....	79
2.3. Contrapeso.....	80
2.4. Grupo tractor.....	81
2.5. Guías.....	82
<b>Anexo II. Cálculos Estructurales</b> .....	86
1. Introducción.....	87
2. Criterio básico de diseño y construcción.....	87
3. Análisis de la estructura.....	88
4. Cálculos previos Acciones en la edificación (DB SE AE) .....	89
4.1. Acciones permanentes.....	89
4.2. Acciones variables.....	91
4.3. Acciones accidentales.....	99
5. Cálculos por ordenador.....	162
5.1. Datos generales de la obra.....	101
5.1.1. Normas consideradas .....	101
5.1.2. Estados límite.....	101
5.1.3. Situaciones de proyecto.....	101
5.1.4. Combinaciones.....	104
5.2. Resistencia al fuego.....	112
5.3. Estructura.....	113
5.3.1. Geometría.....	113
5.4. Comprobaciones E.L.U. ....	130
5.5. Cimentación.....	223

## **ANEXO I. CÁLCULOS ELEMENTOS DEL ELEVADOR**

## **1. Introducción**

Todos los componentes seleccionados para el funcionamiento del elevador han de ser capaces de trabajar en conjunto correctamente, llevando a cabo su función eficazmente y de manera segura. Para ello se deberá analizar mediante expresiones algunos de los equipos que deberemos adquirir.

Los cálculos realizados en este apartado están basados en la normativa, empleando expresiones obtenidas de fuentes dedicadas al diseño de ascensores y sus componentes (2).

A partir de los parámetros con los que se cuentan, se emplearán las expresiones definidas para el diseño, y se obtendrán valores que ayudarán a definir las características de los equipos a escoger.

(2) Libro: Elevadores principios e innovaciones. Autores: Antonio Miravete, Emilio Larrodé

## 2. Cálculos

### 2.1. Carga cabina

La cabina seleccionada cuenta con dimensiones de 1.6m·1.4m por lo que se dispone de una superficie total de 2.24m<sup>2</sup>. Según el reglamento, la equivalencia de superficie y pasajeros es la siguiente.

Numero Pasajeros	Carga equivalente(Kg)	Superficie equivalente (m <sup>2</sup> )
10	750	1.86

Por cada 0.12m<sup>2</sup> extra de espacio, se añade un pasajero.

$$\text{Espacio extra} = 2.24 - 1.86 = 0.38\text{m}^2$$

$$\text{Pasajeros extra} = 0.38/0.12 = 3.167 \text{ pasajeros}$$

Por lo que la ocupación de la cabina será de **13 pasajeros o 1000kg**.

## 2.2. Cables

Los cables de tracción han de ser capaces de soportar la tensión aplicada por la cabina y la carga del ascensor. Para el cálculo se empleará la siguiente ecuación.

$$Q_{tot} = (Q_u + Q_b)g \cdot Coef$$

- $Q_b$ =Peso cabina= **922kg**
- $Q_u$ =Carga útil= **1000kg**
- Coeficiente de seguridad=**8**

$$Q_{tot} = (922 + 1000) \cdot 9.8 \cdot 8$$

$$Q_{tot} = 150684.8N$$

Si se emplean 6 cables.

$$Q_{por\ cable} = Q_{tot}/N\ cables$$

$$Q_{por\ cable} = 150684.8/6$$

$$Q_{por\ cable} = \mathbf{25114.13N}$$



### 2.3. Contrapeso

Para el cálculo del contrapeso en instalaciones de largo recorrido se puede emplear la siguiente formula.

$$Q_c = Q_b + \Psi \cdot Q_u + H \cdot M_e/4$$

Dónde:

- $Q_c$ = Peso contrapeso
- $Q_b$ =Peso cabina= **922kg**
- $\Psi$ =Coeficiente de compensación de carga=**0.5**
- $Q_u$ =Carga útil= **1000kg**
- $H$ =Recorrido= **65m**
- $M_e$ =Peso unitario cables conductores= $0.23\text{kg/m} \cdot 6 \text{ cables} = \mathbf{1.36\text{kg/m}}$

$$Q_c = 922 + 0.5 \cdot 1000 + 65 \cdot 1.36/4$$

$$Q_c(\text{Diseño}) = 1444.1\text{kg}$$

$$Q_c(\text{comercial}) = 1500\text{kg}$$

## 2.4. Grupo tractor

Para determinar la potencia necesaria por parte del motor para realizar el desplazamiento del elevador se emplearan las siguientes expresiones, que obedecen a la potencia teórica del motor, teniendo en cuenta la carga no equilibrada, la velocidad a la que viaja la cabina y las resistencias pasivas que se oponen al movimiento.

$$P = \frac{Q \cdot V}{75 \cdot \eta}$$

$$Q_c = \left(\frac{Q_u}{2}\right) + Q_b$$

$$Q_t = (Q_b + Q_u)$$

$$Q = Q_t - Q_c$$

Dónde:

- P= Potencia (CV)
- Q= Carga no equilibrada=**422kg**
- V=Velocidad (m/s) =**1m/s**
- $\eta$  = Rendimiento global = **0.55 (Traccion directa)**
- $Q_t$ = Peso total de la cabina más la carga=1000+900=**1922kg**
- $Q_b$ =Peso de la cabina=**922kg**
- $Q_c$ =Peso del contrapeso=**1500kg**
- $Q_u$ =Carga útil=**1000kg**

Trabajando con las condiciones que contamos obtenemos que la potencia de diseño mínima con la que deberá contar el grupo tractor es de:

$$P_{diseño} = 10.23cv = 7.62KW$$

## 2.5. Guías

Se debe evaluar el pandeo al que serán sometidos los carriles guía del ascensor, y si cumple con los requisitos de seguridad. Para este cálculo se cuenta con los siguientes datos técnicos sobre la guía escogida, y fórmulas para la comprobación.

Radio de giro:

$$i = (J/S)^{0.5}$$

Coefficiente de esbeltez:

$$\lambda = Lk/i$$

- Carga Nominal  $Q_u=1000\text{kg}$
- Masa cabina  $Q_b=922\text{kg}$
- Distancia máxima entre apoyos guías= **2.5m**
- Coeficiente de seguridad **H=10**
- Se comprueba si las guías con las siguientes cualidades serian adecuadas para el elevador:
- Material acero S235 Tensión rotura=**370Mpa**
- Área  $S=1090\text{mm}^2$
- Momento de inercia=**305000mm<sup>2</sup>**

$$i = (305000/1090)^{0.5}$$

$$i = 16.728\text{mm}$$

$$\lambda = 2500\text{mm}/16.728\text{mm}$$

$$\lambda = 149.45$$

Se obtiene el factor de pandeo de la siguiente tabla.

X	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1
20	1.04	1.04	1.04	1.05	1.06	1.06	1.07	1.07	1.07	1.08	20
30	1.08	1.09	1.09	1.10	1.10	1.11	1.11	1.12	1.13	1.13	30
40	1.14	1.14	1.15	1.16	1.16	1.17	1.18	1.19	1.19	1.20	40
50	1.21	1.22	1.23	1.23	1.24	1.25	1.26	1.27	1.28	1.29	50
60	1.30	1.31	1.32	1.33	1.34	1.35	1.36	1.37	1.39	1.40	60
70	1.41	1.42	1.44	1.45	1.46	1.48	1.49	1.50	1.52	1.53	70
80	1.55	1.56	1.58	1.59	1.61	1.62	1.64	1.66	1.68	1.69	80
90	1.71	1.73	1.74	1.76	1.78	1.80	1.82	1.84	1.86	1.88	90
100	1.90	1.92	1.94	1.96	1.98	2.00	2.02	2.05	2.07	2.09	100
110	2.11	2.14	2.16	2.18	2.21	2.23	2.27	2.31	2.35	2.39	110
120	2.43	2.47	2.51	2.55	2.60	2.64	2.68	2.72	2.77	2.81	120
130	2.85	2.90	2.94	2.99	3.05	3.08	3.12	3.17	3.22	3.26	130
140	3.31	3.36	3.41	3.45	3.50	3.55	3.60	3.65	3.70	3.75	140
150	3.80	3.85	3.90	3.95	4.00	4.06	4.11	4.16	4.22	4.27	150
160	4.32	4.38	4.43	4.49	4.54	4.60	4.65	4.71	4.77	4.82	160
170	4.88	4.94	5.00	5.05	5.11	5.17	5.23	5.29	5.35	5.41	170
180	5.47	5.53	5.59	5.64	5.72	5.78	5.84	5.91	5.97	6.03	180
190	6.10	6.16	6.23	6.29	6.36	6.42	6.49	6.55	6.62	6.69	190
200	6.75	6.82	6.89	6.96	7.03	7.10	7.17	7.24	7.31	7.38	200
210	7.45	7.52	7.59	7.66	7.73	7.81	7.88	7.95	8.03	8.10	210
220	8.17	8.25	8.32	8.40	8.47	8.55	8.63	8.70	8.78	8.86	220
230	8.90	9.01	9.09	9.17	9.25	9.33	9.41	9.49	9.57	9.65	230
240	9.73	9.81	9.89	9.97	10.05	10.14	10.22	10.30	10.39	10.47	240
250	10.55										

Fig. 2.5. Tabla equivalencia factor de pandeo guías(Obtener libro :Elevadores principios e innovaciones

$$W=3.775$$

Por lo tanto la tensión será:

$$\sigma = H \cdot (Qu + Qb) \cdot \frac{W}{S}$$
$$\sigma = 10 \cdot (1000 + 922) \cdot \frac{3.775}{1090}$$
$$\sigma = 66.56MPa$$

La tensión máxima admisible es de 140Mpa, la tensión no supera ese valor, por lo que no hay problema de resistencia.

Por lo tanto las guías seleccionadas trabajaran correctamente resistiendo a las fuerzas aplicadas.



## ANEXO II. CÁLCULOS ESTRUCTURALES

## **1. Introducción**

En el siguiente anexo se expondrá de forma simplificada los criterios que se han tenido en cuenta a la hora de realizar el diseño y análisis de la estructura. Se mostraran los cálculos previos realizados sobre la estructura con el fin de obtener unos resultados que cumplan conforme al código técnico de la edificación y la geometría diseñada.

## **2. Criterio básico de diseño y construcción**

Independientemente de la discretización física y matemática de la estructura para su posterior cálculo numérico, se ha procedido a realizar un diseño y dimensionamiento previo de barras y nudos teniendo presente el afectar lo mínimo la funcionalidad.

A la hora del diseño previo, se ha tenido en cuenta principalmente un equilibrio global del conjunto bajo el punto de vista estático.

### **3. Análisis de la estructura**

El proceso de análisis estructural ha sido realizado mediante el programa matricial de cálculo lineal Cype 3D realizado por CYPE ingenieros S.A.

Para que el programa realice el cálculo, se debe definir el conjunto de barras que físicamente unen los elementos nudos. Siendo los nudos son aquellos puntos donde confluyen dos o más barras.

El proceso de análisis y dimensionado es el siguiente:

- Se define la geometría de la estructura, ajustándose a los requisitos.
- Se determinan las situaciones de dimensionado.
- Se establecen las diferentes acciones que la estructura deberá soportar durante su vida útil.
- Se realizara un análisis estructural del conjunto que se habrá formado.
- Con la ayuda del programa de cálculo, se procederá al dimensionamiento de la estructura para que sea capaz de soportar las cargas y cumpliendo los requisitos del CTE.



## **4. Cálculos previos Acciones en la edificación (DB SE AE)**

Las acciones son perturbaciones sobre un sistema, estas tienden a cambiar su estado normalmente en equilibrio, lo cual produce variaciones en las variables del sistema.

La estructura estará sometida a diferentes clases de acciones, los tipos de acciones se diferencian dependiendo del tiempo. A continuación se define las diferentes cargas que deberá soportar la estructura.

Para este apartado se ha empleado como apoyo sobre el CTE la guía (3)

### **4.1. Acciones permanentes**

Las acciones permanentes (G) son cargas que actúan sobre la estructura constantemente y en la misma posición. Dentro de estas se encuentra el peso propio de la estructura o las cargas muertas que soporta la estructura.

#### **4.1.1. Peso propio**

La estructura estará constituida por una serie de barras que formaran su geometría. El peso propio de la estructura será calculado de por si mediante el programa CYPE 3D.

#### **4.1.2. Cargas muertas**

- **Envolventes**

La estructura del elevador deberá estar completamente protegida del exterior. Para esta función se empleara panel sándwich que se instalara tanto el techo como en las paredes. El panel sándwich seleccionado aporta una carga de:

$$13\text{Kg/m}^2$$

(3) Guía: Estructuras I :construcciones industriales T4 acciones/ Autor: David Hernández

- **Equipos del elevador**

Los elementos necesarios para el desplazamiento del elevador serán gran parte de la carga que deberá soportar el sistema estructural.

Cabina.....	922Kg
Pasajeros.....	1000Kg
Contrapeso.....	1500Kg
Grupo tractor.....	200Kg
Cables.....	32Kg
Limitados.....	100kg
Guías.....	1300Kg
Otros.....	400Kg

Total=5454Kg

Area= 2.25m x 2.1m=4.725 m<sup>2</sup>

Carga = 5454kg/ 4.725 m<sup>2</sup>

**Total=1155Kg/m<sup>2</sup>**

- **Pasarelas**

El acceso desde el ascensor a la estructura contigua será posible a través de pasarelas con suelo de chapa.

**6 Kg/m<sup>2</sup>**

## 4.2. Acciones variables

Las acciones variables (Q) son las que es posible que actúen sobre la estructura o no, dentro de esta categoría se encuentran las acciones producidas por las condiciones climáticas.

- **Nieve**

La carga que provoca la nieve sobre la cubierta de un edificio, viene dada dependiendo de factores como el clima del lugar, la forma de la cubierta los efectos del viento, y otros factores.

Según el CTE deberemos tomar la carga de nieve por unidad de superficie en proyección horizontal como:

$$q_n = \mu(\alpha) \cdot S_k(H, ZC)$$

Donde  $\mu$  es el coeficiente de la cubierta

$S_k$  es el valor característico según la carga de nieve.

El CTE nos aporta una tabla con los valores de  $S_k$  para las capitales de provincia. Nuestra estructura se localizara en Castellón por lo que su valor característico según la carga será:

$$S_k = 0.2 \text{ KN/ m}^2$$

Según el CTE:

Para cubiertas  $0 < \alpha < 15$



$$\mu_1 = 0.8$$

Por lo que la carga de nieve será:

$$q_n = 0.16 \text{ KN/ m}^2$$

- **Viento**

Las presiones que ejerce el viento sobre un edificio y las fuerzas resultantes variaran dependiendo de las dimensiones y la forma de la construcción, del tipo de superficie sobre la que actúa y de la dirección e intensidad que posee el viento.

La acción del viento suele ser una carga que actúa de manera perpendicular a la superficie de todas las zonas expuestas o una fuerza estática que se puede expresar como:

$$q_e(Z) = q_b \cdot C_e(Z) \cdot C_p$$

$q_b$  = Presión dinámica del viento

Se obtiene de la siguiente expresión:

$$q_b = 0.5 \cdot \delta \cdot v^2$$

Densidad del aire ( $\delta$ ) = 1.25 Kg/ m<sup>3</sup>

Valor básico de la velocidad del viento ( $v$ ) = 26m/s (Castellón pertenece a Zona A)

$$q_b = 0.4335 \text{ KN/m}^2$$

$C_e$  Coeficiente de exposición

Tiene en cuenta los efectos de las turbulencias originadas por el relieve y la topografía del terreno. Según dicta el CTE para alturas de edificios superiores a 30m debemos hallarla de la siguiente manera:

$$C_e = F(F + 7K)$$

$$F = K \cdot L_n(\max(z, Z)/L)$$

Coeficientes para tipo de entorno

Grado de aspereza I – Borde de un mar o lago con una superficie de agua de al menos 5km de longitud.

- $K = 0.156$
- $L = 0.03 \text{ m}$
- $Z = 1 \text{ m}$

$z$  (Altura max sobre nivel) = 65m

$$F = 0.156 \cdot L_n(\max(65, 1)/0.03)$$

$$F = 1.198$$

$$C_e = 1.198(1.198 + 7 \cdot 0.156)$$

$$C_e = 2.744$$

### $C_{pe}$ Coeficiente de presión exterior

Según nos determina el CTE, se deberán considerar coeficientes eólicos globales a barlovento y sotavento aplicando la acción del viento a la superficie proyección del volumen edificado en un plano perpendicular a la acción de viento.

Para ello se determinaran 4 hipótesis de viento diferentes, uno por cada cara de la estructura.

Se obtendrán los coeficientes eólicos a partir de las formas canónicas establecidas en el anexo D del CTE-SE-AE.

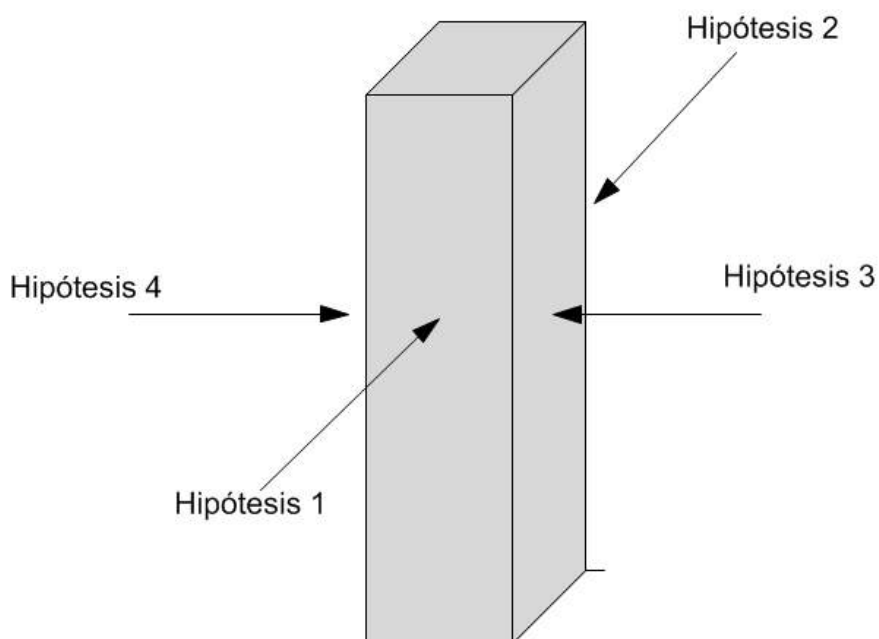


Fig.3.2.1. Diagrama hipótesis de acción viento según su dirección de acción sobre la estructura, siendo la cara de la hipótesis 1 la zona de entrada al elevador.

### Hipótesis 1 y 2

A continuación se dimensionan las áreas en las que se aplicaran las cargas de viento.

#### Parámetros verticales

Obtenemos los valores para cada sección basándonos en las figuras 3.2.2. del CTE.

$$e = \min(b, 2h) = \min(2.25, 2 \cdot 67.97)$$

- $e = 2.25\text{m}$

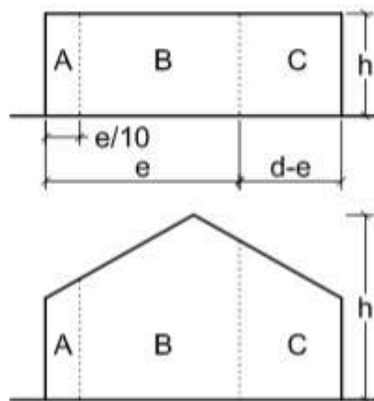
$$h/d = 67.95/2.1$$

- $h/d = 32.357 > 10\text{m}$

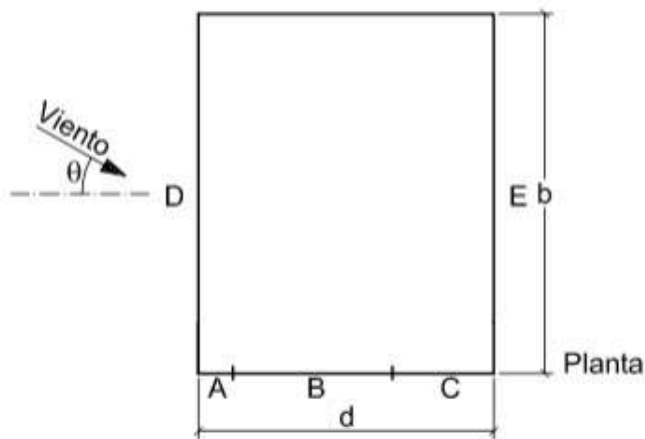
$$A = 67.95 \cdot 2.25$$

- $A = 152.89 > 10\text{m}^2$

- $e/10 = 0.225\text{m}$
- $d - e = 0\text{m}$
- $e - e/10 = 1.875\text{m}$



Ejemplos de alzados



$$e = \min(b, 2h)$$

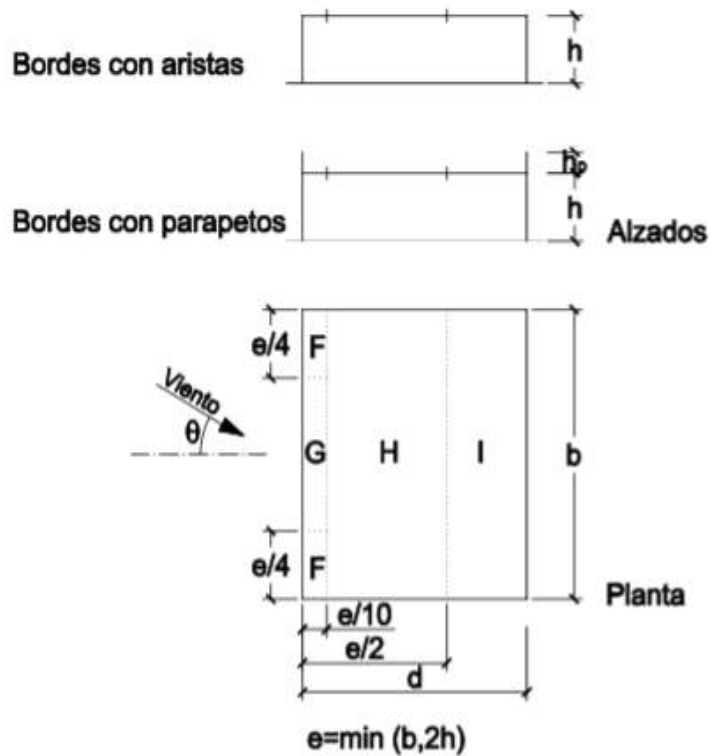
A (m <sup>2</sup> )	h/d	Zona (según figura), $-45^\circ < \theta < 45^\circ$				
		A	B	C	D	E
$\geq 10$	5	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,7

Fig.3.2.2. Tabla coeficientes parámetros verticales, y secciones correspondientes a parámetros verticales(Obtendidos del CTE).

### Cubiertas planas

Obtenemos valores para secciones de la cubierta de la estructura, basándonos en las figuras 3.2.3.

- $e/4=0.5625\text{m}$
- $b-2\cdot(e/4)=1.125\text{m}$
- $e/10=0.225\text{m}$
- $e/2 - e/10 = 0.9\text{m}$
- $d- e/2=0.975$



	$h_p/h$	$A \text{ (m}^2\text{)}$	Zona (según figura), $-45^\circ < \theta < 45^\circ$			
			F	G	H	I
Bordes con aristas	$\geq 10$		-1,8	-1,2	-0,7	0,2 -0,2
	$\leq 1$		-2,5	-2,0	-1,2	0,2 -0,2

Fig.3.2.3. Tabla coeficientes parámetros verticales, y secciones correspondientes a cubiertas planas(Obtendidos del CTE).

### Hipótesis 3 y 4

A continuación se dimensionaran las áreas en las que se aplicaran las cargas de viento.

#### Parámetros verticales

Obtenemos valores parametros verticales para sus correspondientes a sus hipótesis.

$$e = \min(b, 2h) = \min(2.1, 2 \cdot 67.97)$$

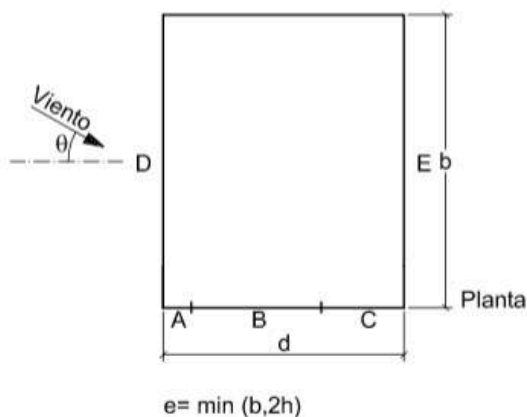
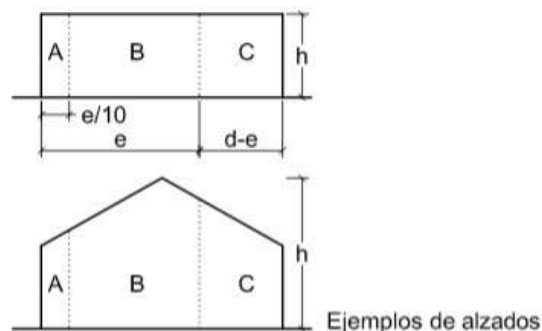
- $e = 2.1\text{m}$

$$h/d = 67.95/2.25$$

- $h/d = 30.2 > 10\text{m}$

$$A = 67.95 \cdot 2.1$$

- $A = 142.69 > 10\text{m}^2$
- $e/10 = 0.21\text{m}$
- $d - e = 0.15\text{m}$
- $e - e/10 = 1.89\text{m}$



A (m <sup>2</sup> )	h/d	Zona (según figura), $-45^\circ < \theta < 45^\circ$				
		A	B	C	D	E
$\geq 10$	5	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,7

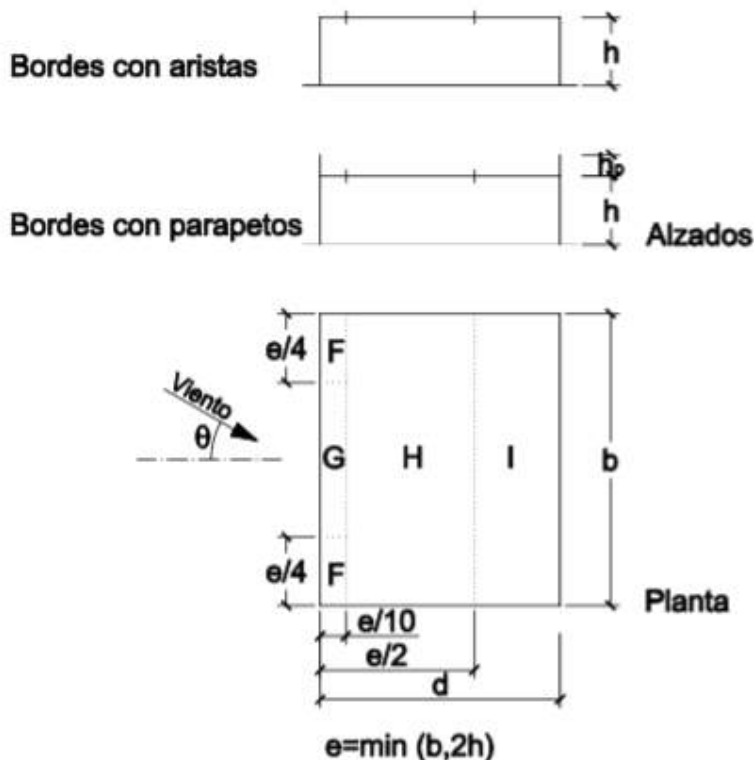
Fig.3.2.4. Tabla coeficientes parámetros verticales, y secciones correspondientes a parámetros verticales(Obtendidos del CTE).



### Cubiertas planas

Obtenemos valores para las cubiertas correspondientes a sus hipótesis.

- $e/4=0.525\text{m}$
- $b-2\cdot(e/4)=1.05\text{m}$
- $e/10=0.21\text{m}$
- $e/2 - e/10 = 0.84\text{m}$
- $d- e/2=1.2\text{m}$



	$h_p/h$	$A \text{ (m}^2\text{)}$	Zona (según figura), $-45^\circ < \theta < 45^\circ$			
			F	G	H	I
Bordes con aristas	$\geq 10$		-1,8	-1,2	-0,7	0,2
	$\leq 1$		-2,5	-2,0	-1,2	0,2
						-0,2

Fig.3.2.5. Tabla coeficientes parámetros verticales, y secciones correspondientes a cubiertas planas(Obtendidos del CTE).

Finalmente se obtienen las cargas del viento, en este caso se obtienen los mismos valores para las áreas en todas las hipótesis, variando la dimensión del área en la que se aplicara.

$$q_e(Z) = q_b \cdot C_e(Z) \cdot C_p$$

Zona	$q_b$	$C_e$	$C_p$	$q_e(\text{Kg/m}^2)$
A	0.4225	2.744	-1.2	141.8
B	0.4225	2.744	-0.8	94.54
C	0.4225	2.744	-0.5	59.15
D	0.4225	2.744	0.8	94.54
E	0.4225	2.744	-0.7	82.7255
F	0.4225	2.744	-1.8	212.7
G	0.4225	2.744	-1.2	141.8
H	0.4225	2.744	-0.7	82.7235
I	0.4225	2.744	0.2	23.63

### **4.3. Acciones accidentales**

Se consideran acciones accidentales los impactos, las explosiones, el sismo y el fuego.

- Sismo

No se tendrán en consideración este tipo de acciones en el cálculo de la estructura.

- Incendio

Se le aplicara una resistencia al fuego a la estructura de R60, consiguiendo esto mediante la aplicación del revestimiento de los elementos metálicos con pintura intumescente.

## 5. Cálculos por ordenador

El programa CYPE 3D realiza un cálculo espacial por métodos matriciales, considerando todos los elementos que definen la estructura: Pilares, vigas y arriostramientos.

A efectos de obtención de distintas respuestas estructurales como solicitaciones desplazamientos o tensiones, se supone un comportamiento lineal de los materiales, por lo que se realiza un cálculo estático para las acciones no sísmicas.

El programa ejecuta una serie de verificaciones basadas en coeficientes parciales de seguridad, para la determinación del efecto de las acciones, así como de la respuesta estructural, se emplean valores de las variables obtenidos a partir de sus valores característicos, multiplicándolos o dividiéndolos por los correspondientes coeficientes parciales de seguridad para las acciones y la resistencia.

El programa basa la verificación de la estabilidad en:  $E_{d, \text{estab}} > E_{d, \text{desestab}}$

$E_{d, \text{estab}}$ : Valor de cálculo de los efectos de las acciones estabilizadoras.

$E_{d, \text{desestab}}$ : Valor de cálculo de los efectos de las acciones desestabilizadoras.

El programa basa la verificación de la resistencia de la estructura en:  $R_d > E_d$

$R_d$ : Valor de cálculo de la resistencia correspondiente.

$E_d$ : Valor de cálculo del efecto de las acciones.

## 5.1. Datos generales de la obra

### 5.1.1. Normas consideradas

Cimentación: EHE-08

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

**Categoría de uso:** C. Zonas de acceso al público

### 5.1.2. Estados limite

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

### 5.1.3. Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones que soportara la estructura, se definen combinaciones de acciones de acuerdo con los siguientes criterios.

- **Con coeficientes de combinación:**

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Qj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{s1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{si} Q_{ki}$$

- **Sin coeficientes de combinación:**

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

- $G_k$  Acción permanente.
- $P_k$  Acción de pretensado.
- $Q_k$  Acción variable.
- $g_G$  Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
- $g_P$  Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado.
- $g_{a,1}$  Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal.
- $g_{a,i}$  Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento.
- $\gamma_{p,1}$  Coeficiente de combinación de la acción variable principal.
- $\gamma_{a,i}$  Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento.

Para cada una de las situaciones y estado límite se emplearan los siguientes coeficientes:

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

<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)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	1.000	0.700
Viento (Q)	0.000	1.600	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.600	1.000	0.500

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

<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	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.700
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500

<b>Accidental de incendio</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	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.700	0.600
Viento (Q)	0.000	1.000	0.500	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.200	0.000

- **Tensiones sobre el terreno**

<b>Característica</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	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

- **Desplazamientos**

<b>Característica</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	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

#### 5.1.4. Combinaciones

P	PESO
C	CM 1
Q	Q1
V	V1
V	V2
V	V3
V	V4
N	N 1

- **E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones**

Comb.	PP	CM 1	Q 1	V 1	V 2	V 3	V 4	N 1
1	1.000	1.000						
2	1.600	1.000						
3	1.000	1.600						
4	1.600	1.600						
5	1.000	1.000	1.600					
6	1.600	1.000	1.600					
7	1.000	1.600	1.600					
8	1.600	1.600	1.600					
9	1.000	1.000		1.600				
10	1.600	1.000		1.600				
11	1.000	1.600		1.600				
12	1.600	1.600		1.600				
13	1.000	1.000	1.120	1.600				
14	1.600	1.000	1.120	1.600				
15	1.000	1.600	1.120	1.600				
16	1.600	1.600	1.120	1.600				
17	1.000	1.000	1.600	0.960				
18	1.600	1.000	1.600	0.960				
19	1.000	1.600	1.600	0.960				
20	1.600	1.600	1.600	0.960				
21	1.000	1.000			1.600			
22	1.600	1.000			1.600			
23	1.000	1.600			1.600			
24	1.600	1.600			1.600			



25	1.000	1.000	1.120		1.600			
26	1.600	1.000	1.120		1.600			
27	1.000	1.600	1.120		1.600			
28	1.600	1.600	1.120		1.600			
29	1.000	1.000	1.600		0.960			
30	1.600	1.000	1.600		0.960			
31	1.000	1.600	1.600		0.960			
32	1.600	1.600	1.600		0.960			
33	1.000	1.000				1.600		
34	1.600	1.000				1.600		
35	1.000	1.600				1.600		
36	1.600	1.600				1.600		
37	1.000	1.000	1.120			1.600		
38	1.600	1.000	1.120			1.600		
39	1.000	1.600	1.120			1.600		
40	1.600	1.600	1.120			1.600		
41	1.000	1.000	1.600			0.960		
42	1.600	1.000	1.600			0.960		
43	1.000	1.600	1.600			0.960		
44	1.600	1.600	1.600			0.960		
45	1.000	1.000					1.600	
46	1.600	1.000					1.600	
47	1.000	1.600					1.600	
48	1.600	1.600					1.600	
49	1.000	1.000	1.120				1.600	
50	1.600	1.000	1.120				1.600	
51	1.000	1.600	1.120				1.600	
52	1.600	1.600	1.120				1.600	
53	1.000	1.000	1.600				0.960	
54	1.600	1.000	1.600				0.960	
55	1.000	1.600	1.600				0.960	
56	1.600	1.600	1.600				0.960	
57	1.000	1.000						1.600
58	1.600	1.000						1.600
59	1.000	1.600						1.600
60	1.600	1.600						1.600
61	1.000	1.000	1.120					1.600
62	1.600	1.000	1.120					1.600
63	1.000	1.600	1.120					1.600
64	1.600	1.600	1.120					1.600
65	1.000	1.000		0.960				1.600
66	1.600	1.000		0.960				1.600
67	1.000	1.600		0.960				1.600
68	1.600	1.600		0.960				1.600

69	1.000	1.000	1.120	0.960				1.600
70	1.600	1.000	1.120	0.960				1.600
71	1.000	1.600	1.120	0.960				1.600
72	1.600	1.600	1.120	0.960				1.600
73	1.000	1.000			0.960			1.600
74	1.600	1.000			0.960			1.600
75	1.000	1.600			0.960			1.600
76	1.600	1.600			0.960			1.600
77	1.000	1.000	1.120		0.960			1.600
78	1.600	1.000	1.120		0.960			1.600
79	1.000	1.600	1.120		0.960			1.600
80	1.600	1.600	1.120		0.960			1.600
81	1.000	1.000				0.960		1.600
82	1.600	1.000				0.960		1.600
83	1.000	1.600				0.960		1.600
84	1.600	1.600				0.960		1.600
85	1.000	1.000	1.120			0.960		1.600
86	1.600	1.000	1.120			0.960		1.600
87	1.000	1.600	1.120			0.960		1.600
88	1.600	1.600	1.120			0.960		1.600
89	1.000	1.000					0.960	1.600
90	1.600	1.000					0.960	1.600
91	1.000	1.600					0.960	1.600
92	1.600	1.600					0.960	1.600
93	1.000	1.000	1.120				0.960	1.600
94	1.600	1.000	1.120				0.960	1.600
95	1.000	1.600	1.120				0.960	1.600
96	1.600	1.600	1.120				0.960	1.600
97	1.000	1.000	1.600					0.800
98	1.600	1.000	1.600					0.800
99	1.000	1.600	1.600					0.800
100	1.600	1.600	1.600					0.800
101	1.000	1.000		1.600				0.800
102	1.600	1.000		1.600				0.800
103	1.000	1.600		1.600				0.800
104	1.600	1.600		1.600				0.800
105	1.000	1.000	1.120	1.600				0.800
106	1.600	1.000	1.120	1.600				0.800
107	1.000	1.600	1.120	1.600				0.800
108	1.600	1.600	1.120	1.600				0.800
109	1.000	1.000	1.600	0.960				0.800
110	1.600	1.000	1.600	0.960				0.800
111	1.000	1.600	1.600	0.960				0.800
112	1.600	1.600	1.600	0.960				0.800

113	1.000	1.000			1.600			0.800
114	1.600	1.000			1.600			0.800
115	1.000	1.600			1.600			0.800
116	1.600	1.600			1.600			0.800
117	1.000	1.000	1.120		1.600			0.800
118	1.600	1.000	1.120		1.600			0.800
119	1.000	1.600	1.120		1.600			0.800
120	1.600	1.600	1.120		1.600			0.800
121	1.000	1.000	1.600		0.960			0.800
122	1.600	1.000	1.600		0.960			0.800
123	1.000	1.600	1.600		0.960			0.800
124	1.600	1.600	1.600		0.960			0.800
125	1.000	1.000				1.600		0.800
126	1.600	1.000				1.600		0.800
127	1.000	1.600				1.600		0.800
128	1.600	1.600				1.600		0.800
129	1.000	1.000	1.120			1.600		0.800
130	1.600	1.000	1.120			1.600		0.800
131	1.000	1.600	1.120			1.600		0.800
132	1.600	1.600	1.120			1.600		0.800
133	1.000	1.000	1.600			0.960		0.800
134	1.600	1.000	1.600			0.960		0.800
135	1.000	1.600	1.600			0.960		0.800
136	1.600	1.600	1.600			0.960		0.800
137	1.000	1.000					1.600	0.800
138	1.600	1.000					1.600	0.800
139	1.000	1.600					1.600	0.800
140	1.600	1.600					1.600	0.800
141	1.000	1.000	1.120				1.600	0.800
142	1.600	1.000	1.120				1.600	0.800
143	1.000	1.600	1.120				1.600	0.800
144	1.600	1.600	1.120				1.600	0.800
145	1.000	1.000	1.600				0.960	0.800
146	1.600	1.000	1.600				0.960	0.800
147	1.000	1.600	1.600				0.960	0.800
148	1.600	1.600	1.600				0.960	0.800

- **E.L.U. de rotura. Acero laminado**

**Coeficientes para situaciones persistentes o transitorias**

Comb.	PP	CM 1	Q 1	V 1	V 2	V 3	V 4	N 1
1	0.800	0.800						
2	1.350	0.800						
3	0.800	1.350						
4	1.350	1.350						
5	0.800	0.800	1.500					
6	1.350	0.800	1.500					
7	0.800	1.350	1.500					
8	1.350	1.350	1.500					
9	0.800	0.800		1.500				
10	1.350	0.800		1.500				
11	0.800	1.350		1.500				
12	1.350	1.350		1.500				
13	0.800	0.800	1.050	1.500				
14	1.350	0.800	1.050	1.500				
15	0.800	1.350	1.050	1.500				
16	1.350	1.350	1.050	1.500				
17	0.800	0.800	1.500	0.900				
18	1.350	0.800	1.500	0.900				
19	0.800	1.350	1.500	0.900				
20	1.350	1.350	1.500	0.900				
21	0.800	0.800			1.500			
22	1.350	0.800			1.500			
23	0.800	1.350			1.500			
24	1.350	1.350			1.500			
25	0.800	0.800	1.050		1.500			
26	1.350	0.800	1.050		1.500			
27	0.800	1.350	1.050		1.500			
28	1.350	1.350	1.050		1.500			
29	0.800	0.800	1.500		0.900			
30	1.350	0.800	1.500		0.900			
31	0.800	1.350	1.500		0.900			
32	1.350	1.350	1.500		0.900			
33	0.800	0.800				1.500		
34	1.350	0.800				1.500		
35	0.800	1.350				1.500		
36	1.350	1.350				1.500		
37	0.800	0.800	1.050			1.500		
38	1.350	0.800	1.050			1.500		

39	0.800	1.350	1.050			1.500		
40	1.350	1.350	1.050			1.500		
41	0.800	0.800	1.500			0.900		
42	1.350	0.800	1.500			0.900		
43	0.800	1.350	1.500			0.900		
44	1.350	1.350	1.500			0.900		
45	0.800	0.800					1.500	
46	1.350	0.800					1.500	
47	0.800	1.350					1.500	
48	1.350	1.350					1.500	
49	0.800	0.800	1.050				1.500	
50	1.350	0.800	1.050				1.500	
51	0.800	1.350	1.050				1.500	
52	1.350	1.350	1.050				1.500	
53	0.800	0.800	1.500				0.900	
54	1.350	0.800	1.500				0.900	
55	0.800	1.350	1.500				0.900	
56	1.350	1.350	1.500				0.900	
57	0.800	0.800						1.500
58	1.350	0.800						1.500
59	0.800	1.350						1.500
60	1.350	1.350						1.500
61	0.800	0.800	1.050					1.500
62	1.350	0.800	1.050					1.500
63	0.800	1.350	1.050					1.500
64	1.350	1.350	1.050					1.500
65	0.800	0.800		0.900				1.500
66	1.350	0.800		0.900				1.500
67	0.800	1.350		0.900				1.500
68	1.350	1.350		0.900				1.500
69	0.800	0.800	1.050	0.900				1.500
70	1.350	0.800	1.050	0.900				1.500
71	0.800	1.350	1.050	0.900				1.500
72	1.350	1.350	1.050	0.900				1.500
73	0.800	0.800			0.900			1.500
74	1.350	0.800			0.900			1.500
75	0.800	1.350			0.900			1.500
76	1.350	1.350			0.900			1.500
77	0.800	0.800	1.050		0.900			1.500
78	1.350	0.800	1.050		0.900			1.500
79	0.800	1.350	1.050		0.900			1.500
80	1.350	1.350	1.050		0.900			1.500
81	0.800	0.800				0.900		1.500
82	1.350	0.800				0.900		1.500

83	0.800	1.350				0.900		1.500
84	1.350	1.350				0.900		1.500
85	0.800	0.800	1.050			0.900		1.500
86	1.350	0.800	1.050			0.900		1.500
87	0.800	1.350	1.050			0.900		1.500
88	1.350	1.350	1.050			0.900		1.500
89	0.800	0.800					0.900	1.500
90	1.350	0.800					0.900	1.500
91	0.800	1.350					0.900	1.500
92	1.350	1.350					0.900	1.500
93	0.800	0.800	1.050				0.900	1.500
94	1.350	0.800	1.050				0.900	1.500
95	0.800	1.350	1.050				0.900	1.500
96	1.350	1.350	1.050				0.900	1.500
97	0.800	0.800	1.500					0.750
98	1.350	0.800	1.500					0.750
99	0.800	1.350	1.500					0.750
100	1.350	1.350	1.500					0.750
101	0.800	0.800		1.500				0.750
102	1.350	0.800		1.500				0.750
103	0.800	1.350		1.500				0.750
104	1.350	1.350		1.500				0.750
105	0.800	0.800	1.050	1.500				0.750
106	1.350	0.800	1.050	1.500				0.750
107	0.800	1.350	1.050	1.500				0.750
108	1.350	1.350	1.050	1.500				0.750
109	0.800	0.800	1.500	0.900				0.750
110	1.350	0.800	1.500	0.900				0.750
111	0.800	1.350	1.500	0.900				0.750
112	1.350	1.350	1.500	0.900				0.750
113	0.800	0.800			1.500			0.750
114	1.350	0.800			1.500			0.750
115	0.800	1.350			1.500			0.750
116	1.350	1.350			1.500			0.750
117	0.800	0.800	1.050		1.500			0.750
118	1.350	0.800	1.050		1.500			0.750
119	0.800	1.350	1.050		1.500			0.750
120	1.350	1.350	1.050		1.500			0.750
121	0.800	0.800	1.500		0.900			0.750
122	1.350	0.800	1.500		0.900			0.750
123	0.800	1.350	1.500		0.900			0.750
124	1.350	1.350	1.500		0.900			0.750
125	0.800	0.800				1.500		0.750
126	1.350	0.800				1.500		0.750

127	0.800	1.350				1.500		0.750
128	1.350	1.350				1.500		0.750
129	0.800	0.800	1.050			1.500		0.750
130	1.350	0.800	1.050			1.500		0.750
131	0.800	1.350	1.050			1.500		0.750
132	1.350	1.350	1.050			1.500		0.750
133	0.800	0.800	1.500			0.900		0.750
134	1.350	0.800	1.500			0.900		0.750
135	0.800	1.350	1.500			0.900		0.750
136	1.350	1.350	1.500			0.900		0.750
137	0.800	0.800					1.500	0.750
138	1.350	0.800					1.500	0.750
139	0.800	1.350					1.500	0.750
140	1.350	1.350					1.500	0.750
141	0.800	0.800	1.050				1.500	0.750
142	1.350	0.800	1.050				1.500	0.750
143	0.800	1.350	1.050				1.500	0.750
144	1.350	1.350	1.050				1.500	0.750
145	0.800	0.800	1.500				0.900	0.750
146	1.350	0.800	1.500				0.900	0.750
147	0.800	1.350	1.500				0.900	0.750
148	1.350	1.350	1.500				0.900	0.750

### Coefficientes para situaciones accidentales de incendio

Comb.	PP	CM 1	Q 1	V 1	V 2	V 3	V 4	N 1
1	1.000	1.000						
2	1.000	1.000	0.700					
3	1.000	1.000		0.500				
4	1.000	1.000	0.600	0.500				
5	1.000	1.000			0.500			
6	1.000	1.000	0.600		0.500			
7	1.000	1.000				0.500		
8	1.000	1.000	0.600			0.500		
9	1.000	1.000					0.500	
10	1.000	1.000	0.600				0.500	
11	1.000	1.000						0.200
12	1.000	1.000	0.600					0.200

- **Tensiones sobre el terreno**
  - **Desplazamientos**

Comb.	PP	CM 1	Q 1	V 1	V 2	V 3	V 4	N 1
1	1.000	1.000						
2	1.000	1.000	1.000					
3	1.000	1.000		1.000				
4	1.000	1.000	1.000	1.000				
5	1.000	1.000			1.000			
6	1.000	1.000	1.000		1.000			
7	1.000	1.000				1.000		
8	1.000	1.000	1.000			1.000		
9	1.000	1.000					1.000	
10	1.000	1.000	1.000				1.000	
11	1.000	1.000						1.000
12	1.000	1.000	1.000					1.000
13	1.000	1.000		1.000				1.000
14	1.000	1.000	1.000	1.000				1.000
15	1.000	1.000			1.000			1.000
16	1.000	1.000	1.000		1.000			1.000
17	1.000	1.000				1.000		1.000
18	1.000	1.000	1.000			1.000		1.000
19	1.000	1.000					1.000	1.000
20	1.000	1.000	1.000				1.000	1.000

## 5.2. Resistencia al fuego

### Perfiles de acero

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

Resistencia requerida: R 60

Revestimiento de protección: Pintura intumescente

Densidad: 0.0 kg/m<sup>3</sup>

Conductividad: 0.01 W/(m·K)

Calor específico: 0.00 cal/kg·°C

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



### 5.3. Estructura

#### 5.3.1. Geometria

- **Nudos**

Referencias:

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

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

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

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X	Y	Z	$\Delta_x$	$\Delta_y$	$\Delta_z$	$\theta_x$	$\theta_y$	$\theta_z$	
N1	0.000	0.000	-0.850	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N2	0.000	0.000	5.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N3	2.250	0.000	5.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N4	2.250	2.100	5.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N5	0.000	2.100	-0.850	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N6	0.000	2.100	5.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N7	2.250	2.100	-0.850	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N8	2.250	0.000	-0.850	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N9	0.000	0.000	11.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N10	0.000	2.100	11.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N11	2.250	2.100	11.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N12	2.250	0.000	11.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N13	0.000	0.000	17.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N14	0.000	2.100	17.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N15	2.250	2.100	17.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N16	2.250	0.000	17.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N17	0.000	0.000	23.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N18	0.000	2.100	23.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N19	2.250	2.100	23.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N20	2.250	0.000	23.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N21	0.000	0.000	29.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N22	0.000	2.100	29.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N23	2.250	2.100	29.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado

N24	2.250	0.000	29.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N25	0.000	0.000	35.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N26	0.000	2.100	35.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N27	2.250	2.100	35.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N28	2.250	0.000	35.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N29	0.000	0.000	41.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N30	0.000	2.100	41.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N31	2.250	2.100	41.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N32	2.250	0.000	41.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N33	0.000	0.000	47.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N34	0.000	2.100	47.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N35	2.250	2.100	47.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N36	2.250	0.000	47.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N37	0.000	0.000	53.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N38	0.000	2.100	53.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N39	2.250	2.100	53.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N40	2.250	0.000	53.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N41	0.000	0.000	59.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N42	0.000	2.100	59.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N43	2.250	2.100	59.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N44	2.250	0.000	59.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N45	0.000	0.000	65.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N46	0.000	2.100	65.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N47	2.250	2.100	65.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N48	2.250	0.000	65.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N49	0.000	0.000	67.950	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N50	2.250	0.000	67.950	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N51	0.000	2.100	67.950	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N52	2.250	2.100	67.950	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N53	0.000	0.000	4.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N54	2.250	0.000	4.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N55	2.250	2.100	4.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N56	0.000	2.100	4.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N57	0.000	0.000	9.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N58	2.250	0.000	9.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N59	2.250	2.100	9.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N60	0.000	2.100	9.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N61	0.000	0.000	14.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N62	2.250	0.000	14.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N63	2.250	2.100	14.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N64	0.000	2.100	14.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N65	0.000	0.000	19.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N66	2.250	0.000	19.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N67	2.250	2.100	19.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado

N68	0.000	2.100	19.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N69	0.000	0.000	24.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N70	2.250	0.000	24.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N71	2.250	2.100	24.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N72	0.000	2.100	24.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N73	0.000	0.000	34.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N74	2.250	0.000	34.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N75	2.250	2.100	34.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N76	0.000	2.100	34.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N77	0.000	0.000	39.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N78	2.250	0.000	39.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N79	2.250	2.100	39.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N80	0.000	2.100	39.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N81	0.000	0.000	44.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N82	2.250	0.000	44.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N83	2.250	2.100	44.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N84	0.000	2.100	44.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N85	0.000	0.000	49.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N86	2.250	0.000	49.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N87	2.250	2.100	49.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N88	0.000	2.100	49.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N89	0.000	0.000	54.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N90	2.250	0.000	54.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N91	2.250	2.100	54.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N92	0.000	2.100	54.150	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N93	0.000	0.000	67.050	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N94	2.250	0.000	67.050	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N95	2.250	2.100	67.050	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N96	0.000	2.100	67.050	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N97	0.000	0.000	63.050	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N98	2.250	0.000	63.050	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N99	2.250	2.100	63.050	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N100	0.000	2.100	63.050	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N101	2.250	0.000	49.400	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N102	2.250	-4.850	49.400	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N103	0.000	0.000	49.400	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N104	0.000	-4.850	49.400	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N105	2.250	0.000	63.600	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N106	2.250	-4.850	63.600	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N107	0.000	0.000	63.600	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N108	0.000	-4.850	63.600	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N109	2.250	0.000	60.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N110	2.250	-4.850	60.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N111	0.000	0.000	60.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado

N112	0.000	-4.850	60.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N113	2.250	0.000	4.400	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N114	2.250	-4.850	4.400	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N115	0.000	0.000	4.400	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N116	0.000	-4.850	4.400	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N117	2.250	-4.850	14.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N118	0.000	0.000	14.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N119	0.000	-4.850	14.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N120	2.250	0.000	14.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N121	2.250	0.000	54.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N122	2.250	-4.850	54.500	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N123	0.000	-4.850	54.500	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N124	0.000	0.000	54.500	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N125	0.000	1.200	67.050	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N126	2.250	1.200	67.050	-	-	-	-	-	-	Empotrado

- **Barras**

### Materiales utilizados

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

## Descripción

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								
Acero laminado	S275	N1/N53	N1/N2	HEB180 (HEB)	5.000	1.00	1.00	-	-
		N53/N115	N1/N2	HEB180 (HEB)	0.250	1.00	1.00	-	-
		N115/N2	N1/N2	HEB180 (HEB)	0.750	1.00	1.00	-	-
		N5/N56	N5/N6	HEB180 (HEB)	5.000	1.00	1.00	-	-
		N56/N6	N5/N6	HEB180 (HEB)	1.000	1.00	1.00	-	-
		N7/N55	N7/N4	HEB180 (HEB)	5.000	1.00	1.00	-	-
		N55/N4	N7/N4	HEB180 (HEB)	1.000	1.00	1.00	-	-
		N8/N54	N8/N3	HEB180 (HEB)	5.000	1.00	1.00	-	-
		N54/N113	N8/N3	HEB180 (HEB)	0.250	1.00	1.00	-	-
		N113/N3	N8/N3	HEB180 (HEB)	0.750	1.00	1.00	-	-
		N2/N57	N2/N9	HEB180 (HEB)	4.000	1.00	1.00	-	-
		N57/N9	N2/N9	HEB180 (HEB)	2.000	1.00	1.00	-	-
		N6/N60	N6/N10	HEB180 (HEB)	4.000	1.00	1.00	-	-
		N60/N10	N6/N10	HEB180 (HEB)	2.000	1.00	1.00	-	-
		N4/N59	N4/N11	HEB180 (HEB)	4.000	1.00	1.00	-	-
		N59/N11	N4/N11	HEB180 (HEB)	2.000	1.00	1.00	-	-
		N3/N58	N3/N12	HEB180 (HEB)	4.000	1.00	1.00	-	-
		N58/N12	N3/N12	HEB180 (HEB)	2.000	1.00	1.00	-	-
		N9/N118	N9/N13	HEB180 (HEB)	2.850	1.00	1.00	-	-
		N118/N61	N9/N13	HEB180 (HEB)	0.150	1.00	1.00	-	-
		N61/N13	N9/N13	HEB180 (HEB)	3.000	1.00	1.00	-	-
		N10/N64	N10/N14	HEB180 (HEB)	3.000	1.00	1.00	-	-
		N64/N14	N10/N14	HEB180 (HEB)	3.000	1.00	1.00	-	-
		N11/N63	N11/N15	HEB180 (HEB)	3.000	1.00	1.00	-	-
		N63/N15	N11/N15	HEB180 (HEB)	3.000	1.00	1.00	-	-
		N12/N120	N12/N16	HEB180 (HEB)	2.850	1.00	1.00	-	-
		N120/N62	N12/N16	HEB180 (HEB)	0.150	1.00	1.00	-	-
		N62/N16	N12/N16	HEB180 (HEB)	3.000	1.00	1.00	-	-
		N13/N65	N13/N17	HEB180 (HEB)	2.000	1.00	1.00	-	-
		N65/N17	N13/N17	HEB180 (HEB)	4.000	1.00	1.00	-	-
		N14/N68	N14/N18	HEB180 (HEB)	2.000	1.00	1.00	-	-
		N68/N18	N14/N18	HEB180 (HEB)	4.000	1.00	1.00	-	-
		N15/N67	N15/N19	HEB180 (HEB)	2.000	1.00	1.00	-	-
		N67/N19	N15/N19	HEB180 (HEB)	4.000	1.00	1.00	-	-
		N16/N66	N16/N20	HEB180 (HEB)	2.000	1.00	1.00	-	-
		N66/N20	N16/N20	HEB180 (HEB)	4.000	1.00	1.00	-	-
		N17/N69	N17/N21	HEB180 (HEB)	1.000	1.00	1.00	-	-
		N69/N21	N17/N21	HEB180 (HEB)	5.000	1.00	1.00	-	-
		N18/N72	N18/N22	HEB180 (HEB)	1.000	1.00	1.00	-	-
		N72/N22	N18/N22	HEB180 (HEB)	5.000	1.00	1.00	-	-

N19/N71	N19/N23	HEB180 (HEB)	1.000	1.00	1.00	-	-
N71/N23	N19/N23	HEB180 (HEB)	5.000	1.00	1.00	-	-
N20/N70	N20/N24	HEB180 (HEB)	1.000	1.00	1.00	-	-
N70/N24	N20/N24	HEB180 (HEB)	5.000	1.00	1.00	-	-
N21/N73	N21/N25	HEB180 (HEB)	5.000	1.00	1.00	-	-
N73/N25	N21/N25	HEB180 (HEB)	1.000	1.00	1.00	-	-
N22/N76	N22/N26	HEB180 (HEB)	5.000	1.00	1.00	-	-
N76/N26	N22/N26	HEB180 (HEB)	1.000	1.00	1.00	-	-
N23/N75	N23/N27	HEB180 (HEB)	5.000	1.00	1.00	-	-
N75/N27	N23/N27	HEB180 (HEB)	1.000	1.00	1.00	-	-
N24/N74	N24/N28	HEB180 (HEB)	5.000	1.00	1.00	-	-
N74/N28	N24/N28	HEB180 (HEB)	1.000	1.00	1.00	-	-
N25/N77	N25/N29	HEB180 (HEB)	4.000	1.00	1.00	-	-
N77/N29	N25/N29	HEB180 (HEB)	2.000	1.00	1.00	-	-
N26/N80	N26/N30	HEB180 (HEB)	4.000	1.00	1.00	-	-
N80/N30	N26/N30	HEB180 (HEB)	2.000	1.00	1.00	-	-
N27/N79	N27/N31	HEB180 (HEB)	4.000	1.00	1.00	-	-
N79/N31	N27/N31	HEB180 (HEB)	2.000	1.00	1.00	-	-
N28/N78	N28/N32	HEB180 (HEB)	4.000	1.00	1.00	-	-
N78/N32	N28/N32	HEB180 (HEB)	2.000	1.00	1.00	-	-
N29/N81	N29/N33	HEB180 (HEB)	3.000	1.00	1.00	-	-
N81/N33	N29/N33	HEB180 (HEB)	3.000	1.00	1.00	-	-
N30/N84	N30/N34	HEB180 (HEB)	3.000	1.00	1.00	-	-
N84/N34	N30/N34	HEB180 (HEB)	3.000	1.00	1.00	-	-
N31/N83	N31/N35	HEB180 (HEB)	3.000	1.00	1.00	-	-
N83/N35	N31/N35	HEB180 (HEB)	3.000	1.00	1.00	-	-
N32/N82	N32/N36	HEB180 (HEB)	3.000	1.00	1.00	-	-
N82/N36	N32/N36	HEB180 (HEB)	3.000	1.00	1.00	-	-
N33/N85	N33/N37	HEB180 (HEB)	2.000	1.00	1.00	-	-
N85/N103	N33/N37	HEB180 (HEB)	0.250	1.00	1.00	-	-
N103/N37	N33/N37	HEB180 (HEB)	3.750	1.00	1.00	-	-
N34/N88	N34/N38	HEB180 (HEB)	2.000	1.00	1.00	-	-
N88/N38	N34/N38	HEB180 (HEB)	4.000	1.00	1.00	-	-
N35/N87	N35/N39	HEB180 (HEB)	2.000	1.00	1.00	-	-
N87/N39	N35/N39	HEB180 (HEB)	4.000	1.00	1.00	-	-
N36/N86	N36/N40	HEB180 (HEB)	2.000	1.00	1.00	-	-
N86/N101	N36/N40	HEB180 (HEB)	0.250	1.00	1.00	-	-
N101/N40	N36/N40	HEB180 (HEB)	3.750	1.00	1.00	-	-
N37/N89	N37/N41	HEB180 (HEB)	1.000	1.00	1.00	-	-
N89/N124	N37/N41	HEB180 (HEB)	0.350	1.00	1.00	-	-
N124/N41	N37/N41	HEB180 (HEB)	4.650	1.00	1.00	-	-
N38/N92	N38/N42	HEB180 (HEB)	1.000	1.00	1.00	-	-
N92/N42	N38/N42	HEB180 (HEB)	5.000	1.00	1.00	-	-
N39/N91	N39/N43	HEB180 (HEB)	1.000	1.00	1.00	-	-
N91/N43	N39/N43	HEB180 (HEB)	5.000	1.00	1.00	-	-
N40/N90	N40/N44	HEB180 (HEB)	1.000	1.00	1.00	-	-
N90/N121	N40/N44	HEB180 (HEB)	0.350	1.00	1.00	-	-
N121/N44	N40/N44	HEB180 (HEB)	4.650	1.00	1.00	-	-
N41/N111	N41/N45	HEB180 (HEB)	0.850	1.00	1.00	-	-
N111/N97	N41/N45	HEB180 (HEB)	3.050	1.00	1.00	-	-

N97/N107	N41/N45	HEB180 (HEB)	0.550	1.00	1.00	-	-
N107/N45	N41/N45	HEB180 (HEB)	1.550	1.00	1.00	-	-
N42/N100	N42/N46	HEB180 (HEB)	3.900	1.00	1.00	-	-
N100/N46	N42/N46	HEB180 (HEB)	2.100	1.00	1.00	-	-
N43/N99	N43/N47	HEB180 (HEB)	3.900	1.00	1.00	-	-
N99/N47	N43/N47	HEB180 (HEB)	2.100	1.00	1.00	-	-
N44/N109	N44/N48	HEB180 (HEB)	0.850	1.00	1.00	-	-
N109/N98	N44/N48	HEB180 (HEB)	3.050	1.00	1.00	-	-
N98/N105	N44/N48	HEB180 (HEB)	0.550	1.00	1.00	-	-
N105/N48	N44/N48	HEB180 (HEB)	1.550	1.00	1.00	-	-
N45/N93	N45/N49	HEB180 (HEB)	1.900	1.00	1.00	-	-
N93/N49	N45/N49	HEB180 (HEB)	0.900	1.00	1.00	-	-
N48/N94	N48/N50	HEB180 (HEB)	1.900	1.00	1.00	-	-
N94/N50	N48/N50	HEB180 (HEB)	0.900	1.00	1.00	-	-
N46/N96	N46/N51	HEB180 (HEB)	1.900	1.00	1.00	-	-
N96/N51	N46/N51	HEB180 (HEB)	0.900	1.00	1.00	-	-
N47/N95	N47/N52	HEB180 (HEB)	1.900	1.00	1.00	-	-
N95/N52	N47/N52	HEB180 (HEB)	0.900	1.00	1.00	-	-
N53/N54	N53/N54	IPE300 (IPE)	2.250	1.00	1.00	-	-
N54/N55	N54/N55	IPE300 (IPE)	2.100	1.00	1.00	-	-
N56/N55	N56/N55	IPE300 (IPE)	2.250	1.00	1.00	-	-
N53/N56	N53/N56	IPE300 (IPE)	2.100	1.00	1.00	-	-
N57/N58	N57/N58	IPE300 (IPE)	2.250	1.00	1.00	-	-
N58/N59	N58/N59	IPE300 (IPE)	2.100	1.00	1.00	-	-
N60/N59	N60/N59	IPE300 (IPE)	2.250	1.00	1.00	-	-
N57/N60	N57/N60	IPE300 (IPE)	2.100	1.00	1.00	-	-
N61/N62	N61/N62	IPE300 (IPE)	2.250	1.00	1.00	-	-
N62/N63	N62/N63	IPE300 (IPE)	2.100	1.00	1.00	-	-
N64/N63	N64/N63	IPE300 (IPE)	2.250	1.00	1.00	-	-
N61/N64	N61/N64	IPE300 (IPE)	2.100	1.00	1.00	-	-
N65/N66	N65/N66	IPE300 (IPE)	2.250	1.00	1.00	-	-
N66/N67	N66/N67	IPE300 (IPE)	2.100	1.00	1.00	-	-
N68/N67	N68/N67	IPE300 (IPE)	2.250	1.00	1.00	-	-
N65/N68	N65/N68	IPE300 (IPE)	2.100	1.00	1.00	-	-
N69/N70	N69/N70	IPE300 (IPE)	2.250	1.00	1.00	-	-
N70/N71	N70/N71	IPE300 (IPE)	2.100	1.00	1.00	-	-
N72/N71	N72/N71	IPE300 (IPE)	2.250	1.00	1.00	-	-
N69/N72	N69/N72	IPE300 (IPE)	2.100	1.00	1.00	-	-
N21/N24	N21/N24	IPE300 (IPE)	2.250	1.00	1.00	-	-
N24/N23	N24/N23	IPE300 (IPE)	2.100	1.00	1.00	-	-
N22/N23	N22/N23	IPE300 (IPE)	2.250	1.00	1.00	-	-
N21/N22	N21/N22	IPE300 (IPE)	2.100	1.00	1.00	-	-
N73/N74	N73/N74	IPE300 (IPE)	2.250	1.00	1.00	-	-
N74/N75	N74/N75	IPE300 (IPE)	2.100	1.00	1.00	-	-
N76/N75	N76/N75	IPE300 (IPE)	2.250	1.00	1.00	-	-
N73/N76	N73/N76	IPE300 (IPE)	2.100	1.00	1.00	-	-
N77/N78	N77/N78	IPE300 (IPE)	2.250	1.00	1.00	-	-
N78/N79	N78/N79	IPE300 (IPE)	2.100	1.00	1.00	-	-
N80/N79	N80/N79	IPE300 (IPE)	2.250	1.00	1.00	-	-
N77/N80	N77/N80	IPE300 (IPE)	2.100	1.00	1.00	-	-

N81/N82	N81/N82	IPE300 (IPE)	2.250	1.00	1.00	-	-
N82/N83	N82/N83	IPE300 (IPE)	2.100	1.00	1.00	-	-
N84/N83	N84/N83	IPE300 (IPE)	2.250	1.00	1.00	-	-
N81/N84	N81/N84	IPE300 (IPE)	2.100	1.00	1.00	-	-
N85/N86	N85/N86	IPE300 (IPE)	2.250	1.00	1.00	-	-
N86/N87	N86/N87	IPE300 (IPE)	2.100	1.00	1.00	-	-
N88/N87	N88/N87	IPE300 (IPE)	2.250	1.00	1.00	-	-
N85/N88	N85/N88	IPE300 (IPE)	2.100	1.00	1.00	-	-
N89/N90	N89/N90	IPE300 (IPE)	2.250	1.00	1.00	-	-
N90/N91	N90/N91	IPE300 (IPE)	2.100	1.00	1.00	-	-
N92/N91	N92/N91	IPE300 (IPE)	2.250	1.00	1.00	-	-
N89/N92	N89/N92	IPE300 (IPE)	2.100	1.00	1.00	-	-
N41/N44	N41/N44	IPE300 (IPE)	2.250	1.00	1.00	-	-
N44/N43	N44/N43	IPE300 (IPE)	2.100	1.00	1.00	-	-
N42/N43	N42/N43	IPE300 (IPE)	2.250	1.00	1.00	-	-
N41/N42	N41/N42	IPE300 (IPE)	2.100	1.00	1.00	-	-
N49/N50	N49/N50	IPE300 (IPE)	2.250	1.00	1.00	-	-
N50/N52	N50/N52	IPE300 (IPE)	2.100	1.00	1.00	-	-
N51/N52	N51/N52	IPE300 (IPE)	2.250	1.00	1.00	-	-
N49/N51	N49/N51	IPE300 (IPE)	2.100	1.00	1.00	-	-
N93/N94	N93/N94	IPE300 (IPE)	2.250	1.00	1.00	-	-
N94/N126	N94/N95	IPE300 (IPE)	1.200	1.00	1.00	-	-
N126/N95	N94/N95	IPE300 (IPE)	0.900	1.00	1.00	-	-
N96/N95	N96/N95	IPE300 (IPE)	2.250	1.00	1.00	-	-
N93/N125	N93/N96	IPE300 (IPE)	1.200	1.00	1.00	-	-
N125/N96	N93/N96	IPE300 (IPE)	0.900	1.00	1.00	-	-
N97/N98	N97/N98	IPE300 (IPE)	2.250	1.00	1.00	-	-
N98/N99	N98/N99	IPE300 (IPE)	2.100	1.00	1.00	-	-
N100/N99	N100/N99	IPE300 (IPE)	2.250	1.00	1.00	-	-
N97/N100	N97/N100	IPE300 (IPE)	2.100	1.00	1.00	-	-
N50/N51	N50/N51	L130*15 (L)	3.078	1.00	1.00	-	-
N49/N52	N49/N52	L130*15 (L)	3.078	1.00	1.00	-	-
N102/N101	N102/N101	IPE270 (IPE)	4.850	1.00	1.00	-	-
N104/N103	N104/N103	IPE270 (IPE)	4.850	1.00	1.00	-	-
N102/N103	N102/N103	L90*11 (L)	5.346	0.00	0.00	-	-
N104/N101	N104/N101	L90*11 (L)	5.346	0.00	0.00	-	-
N106/N105	N106/N105	IPE270 (IPE)	4.850	1.00	1.00	-	-
N108/N107	N108/N107	IPE270 (IPE)	4.850	1.00	1.00	-	-
N106/N107	N106/N107	L90*11 (L)	5.346	0.00	0.00	-	-
N108/N105	N108/N105	L90*11 (L)	5.346	0.00	0.00	-	-
N110/N109	N110/N109	IPE270 (IPE)	4.850	1.00	1.00	-	-
N112/N111	N112/N111	IPE270 (IPE)	4.850	1.00	1.00	-	-
N110/N111	N110/N111	L90*11 (L)	5.346	0.00	0.00	-	-
N112/N109	N112/N109	L90*11 (L)	5.346	0.00	0.00	-	-
N114/N113	N114/N113	IPE270 (IPE)	4.850	1.00	1.00	-	-
N114/N115	N114/N115	L90*11 (L)	5.346	0.00	0.00	-	-
N116/N115	N116/N115	IPE270 (IPE)	4.850	1.00	1.00	-	-
N116/N113	N116/N113	L90*11 (L)	5.346	0.00	0.00	-	-
N117/N118	N117/N118	L90*11 (L)	5.346	0.00	0.00	-	-
N119/N120	N119/N120	L90*11 (L)	5.346	0.00	0.00	-	-



N117/N120	N117/N120	IPE270 (IPE)	4.850	1.00	1.00	-	-
N119/N118	N119/N118	IPE270 (IPE)	4.850	1.00	1.00	-	-
N98/N95	N98/N95	L90*9 (L)	4.518	0.00	0.00	-	-
N43/N98	N43/N98	L90*9 (L)	4.429	0.00	0.00	-	-
N90/N43	N90/N43	L90*9 (L)	5.423	0.00	0.00	-	-
N87/N90	N87/N90	L90*9 (L)	5.423	0.00	0.00	-	-
N86/N91	N86/N91	L90*9 (L)	5.423	0.00	0.00	-	-
N91/N44	N91/N44	L90*9 (L)	5.423	0.00	0.00	-	-
N44/N99	N44/N99	L90*9 (L)	4.429	0.00	0.00	-	-
N99/N94	N99/N94	L90*9 (L)	4.518	0.00	0.00	-	-
N83/N86	N83/N86	L90*9 (L)	5.423	0.00	0.00	-	-
N78/N83	N78/N83	L90*9 (L)	5.423	0.00	0.00	-	-
N75/N78	N75/N78	L90*9 (L)	5.423	0.00	0.00	-	-
N24/N75	N24/N75	L90*9 (L)	5.423	0.00	0.00	-	-
N71/N24	N71/N24	L90*9 (L)	5.423	0.00	0.00	-	-
N66/N71	N66/N71	L90*9 (L)	5.423	0.00	0.00	-	-
N63/N66	N63/N66	L90*9 (L)	5.423	0.00	0.00	-	-
N58/N63	N58/N63	L90*9 (L)	5.423	0.00	0.00	-	-
N55/N58	N55/N58	L90*9 (L)	5.423	0.00	0.00	-	-
N8/N55	N8/N55	L90*9 (L)	5.423	0.00	0.00	-	-
N7/N54	N7/N54	L90*9 (L)	5.423	0.00	0.00	-	-
N54/N59	N54/N59	L90*9 (L)	5.423	0.00	0.00	-	-
N59/N62	N59/N62	L90*9 (L)	5.423	0.00	0.00	-	-
N62/N67	N62/N67	L90*9 (L)	5.423	0.00	0.00	-	-
N67/N70	N67/N70	L90*9 (L)	5.423	0.00	0.00	-	-
N70/N23	N70/N23	L90*9 (L)	5.423	0.00	0.00	-	-
N23/N74	N23/N74	L90*9 (L)	5.423	0.00	0.00	-	-
N74/N79	N74/N79	L90*9 (L)	5.423	0.00	0.00	-	-
N79/N82	N79/N82	L90*9 (L)	5.423	0.00	0.00	-	-
N82/N87	N82/N87	L90*9 (L)	5.423	0.00	0.00	-	-
N100/N93	N100/N93	L90*9 (L)	4.518	0.00	0.00	-	-
N41/N100	N41/N100	L90*9 (L)	4.429	0.00	0.00	-	-
N92/N41	N92/N41	L90*9 (L)	5.423	0.00	0.00	-	-
N85/N92	N85/N92	L90*9 (L)	5.423	0.00	0.00	-	-
N84/N85	N84/N85	L90*9 (L)	5.423	0.00	0.00	-	-
N77/N84	N77/N84	L90*9 (L)	5.423	0.00	0.00	-	-
N76/N77	N76/N77	L90*9 (L)	5.423	0.00	0.00	-	-
N21/N76	N21/N76	L90*9 (L)	5.423	0.00	0.00	-	-
N72/N21	N72/N21	L90*9 (L)	5.423	0.00	0.00	-	-
N65/N72	N65/N72	L90*9 (L)	5.423	0.00	0.00	-	-
N64/N65	N64/N65	L90*9 (L)	5.423	0.00	0.00	-	-
N57/N64	N57/N64	L90*9 (L)	5.423	0.00	0.00	-	-
N56/N57	N56/N57	L90*9 (L)	5.423	0.00	0.00	-	-
N1/N56	N1/N56	L90*9 (L)	5.423	0.00	0.00	-	-
N5/N53	N5/N53	L90*9 (L)	5.423	0.00	0.00	-	-
N53/N60	N53/N60	L90*9 (L)	5.423	0.00	0.00	-	-
N60/N61	N60/N61	L90*9 (L)	5.423	0.00	0.00	-	-
N61/N68	N61/N68	L90*9 (L)	5.423	0.00	0.00	-	-
N68/N69	N68/N69	L90*9 (L)	5.423	0.00	0.00	-	-
N69/N22	N69/N22	L90*9 (L)	5.423	0.00	0.00	-	-

	N22/N73	N22/N73	L90*9 (L)	5.423	0.00	0.00	-	-
	N73/N80	N73/N80	L90*9 (L)	5.423	0.00	0.00	-	-
	N80/N81	N80/N81	L90*9 (L)	5.423	0.00	0.00	-	-
	N81/N88	N81/N88	L90*9 (L)	5.423	0.00	0.00	-	-
	N88/N89	N88/N89	L90*9 (L)	5.423	0.00	0.00	-	-
	N89/N42	N89/N42	L90*9 (L)	5.423	0.00	0.00	-	-
	N42/N97	N42/N97	L90*9 (L)	4.429	0.00	0.00	-	-
	N97/N96	N97/N96	L90*9 (L)	4.518	0.00	0.00	-	-
	N5/N55	N5/N55	L90*9 (L)	5.483	0.00	0.00	-	-
	N55/N60	N55/N60	L90*9 (L)	5.483	0.00	0.00	-	-
	N60/N63	N60/N63	L90*9 (L)	5.483	0.00	0.00	-	-
	N63/N68	N63/N68	L90*9 (L)	5.483	0.00	0.00	-	-
	N68/N71	N68/N71	L90*9 (L)	5.483	0.00	0.00	-	-
	N71/N22	N71/N22	L90*9 (L)	5.483	0.00	0.00	-	-
	N22/N75	N22/N75	L90*9 (L)	5.483	0.00	0.00	-	-
	N75/N80	N75/N80	L90*9 (L)	5.483	0.00	0.00	-	-
	N80/N83	N80/N83	L90*9 (L)	5.483	0.00	0.00	-	-
	N83/N88	N83/N88	L90*9 (L)	5.483	0.00	0.00	-	-
	N88/N91	N88/N91	L90*9 (L)	5.483	0.00	0.00	-	-
	N91/N42	N91/N42	L90*9 (L)	5.483	0.00	0.00	-	-
	N42/N99	N42/N99	L90*9 (L)	4.502	0.00	0.00	-	-
	N99/N96	N99/N96	L90*9 (L)	4.589	0.00	0.00	-	-
	N100/N95	N100/N95	L90*9 (L)	4.589	0.00	0.00	-	-
	N43/N100	N43/N100	L90*9 (L)	4.502	0.00	0.00	-	-
	N92/N43	N92/N43	L90*9 (L)	5.483	0.00	0.00	-	-
	N87/N92	N87/N92	L90*9 (L)	5.483	0.00	0.00	-	-
	N84/N87	N84/N87	L90*9 (L)	5.483	0.00	0.00	-	-
	N79/N84	N79/N84	L90*9 (L)	5.483	0.00	0.00	-	-
	N76/N79	N76/N79	L90*9 (L)	5.483	0.00	0.00	-	-
	N23/N76	N23/N76	L90*9 (L)	5.483	0.00	0.00	-	-
	N72/N23	N72/N23	L90*9 (L)	5.483	0.00	0.00	-	-
	N67/N72	N67/N72	L90*9 (L)	5.483	0.00	0.00	-	-
	N64/N67	N64/N67	L90*9 (L)	5.483	0.00	0.00	-	-
	N59/N64	N59/N64	L90*9 (L)	5.483	0.00	0.00	-	-
	N56/N59	N56/N59	L90*9 (L)	5.483	0.00	0.00	-	-
	N7/N56	N7/N56	L90*9 (L)	5.483	0.00	0.00	-	-
	N122/N121	N122/N121	IPE270 (IPE)	4.850	1.00	1.00	-	-
	N123/N121	N123/N121	L80*10 (L)	5.346	0.00	0.00	-	-
	N123/N124	N123/N124	IPE270 (IPE)	4.850	1.00	1.00	-	-
	N122/N124	N122/N124	L80*10 (L)	5.346	0.00	0.00	-	-
	N125/N126	N125/N126	IPE180 (IPE)	2.250	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'

$L_{b_{sup}}$ : Separación entre arriostramientos del ala superior

$L_{b_{inf}}$ : Separación entre arriostramientos del ala inferior

### Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N1/N2, N5/N6, N7/N4, N8/N3, N2/N9, N6/N10, N4/N11, N3/N12, N9/N13, N10/N14, N11/N15, N12/N16, N13/N17, N14/N18, N15/N19, N16/N20, N17/N21, N18/N22, N19/N23, N20/N24, N21/N25, N22/N26, N23/N27, N24/N28, N25/N29, N26/N30, N27/N31, N28/N32, N29/N33, N30/N34, N31/N35, N32/N36, N33/N37, N34/N38, N35/N39, N36/N40, N37/N41, N38/N42, N39/N43, N40/N44, N41/N45, N42/N46, N43/N47, N44/N48, N45/N49, N48/N50, N46/N51 y
2	N53/N54, N54/N55, N56/N55, N53/N56, N57/N58, N58/N59, N60/N59, N57/N60, N61/N62, N62/N63, N64/N63, N61/N64, N65/N66, N66/N67, N68/N67, N65/N68, N69/N70, N70/N71, N72/N71, N69/N72, N21/N24, N24/N23, N22/N23, N21/N22, N73/N74, N74/N75, N76/N75, N73/N76, N77/N78, N78/N79, N80/N79, N77/N80, N81/N82, N82/N83, N84/N83, N81/N84, N85/N86, N86/N87, N88/N87, N85/N88, N89/N90, N90/N91, N92/N91, N89/N92, N41/N44, N44/N43, N42/N43, N41/N42, N49/N50, N50/N52, N51/N52, N49/N51, N93/N94, N94/N95,
3	N50/N51 y N49/N52
4	N102/N101, N104/N103, N106/N105, N108/N107, N110/N109, N112/N111, N114/N113, N116/N115, N117/N120, N119/N118, N122/N121 v N123/N124
5	N102/N103, N104/N101, N106/N107, N108/N105, N110/N111, N112/N109, N114/N115, N116/N113, N117/N118 v N119/N120
6	N98/N95, N43/N98, N90/N43, N87/N90, N86/N91, N91/N44, N44/N99, N99/N94, N83/N86, N78/N83, N75/N78, N24/N75, N71/N24, N66/N71, N63/N66, N58/N63, N55/N58, N8/N55, N7/N54, N54/N59, N59/N62, N62/N67, N67/N70, N70/N23, N23/N74, N74/N79, N79/N82, N82/N87, N100/N93, N41/N100, N92/N41, N85/N92, N84/N85, N77/N84, N76/N77, N21/N76, N72/N21, N65/N72, N64/N65, N57/N64, N56/N57, N1/N56, N5/N53, N53/N60, N60/N61, N61/N68, N68/N69, N69/N22, N22/N73, N73/N80, N80/N81, N81/N88, N88/N89, N89/N42, N42/N97, N97/N96, N5/N55, N55/N60, N60/N63, N63/N68, N68/N71, N71/N22, N22/N75, N75/N80, N80/N83, N83/N88, N88/N91, N91/N42, N42/N99, N99/N96, N100/N95, N43/N100, N92/N43, N87/N92, N84/N87,
7	N123/N121 y N122/N124
8	N125/N126

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A	Avy	Avz	Iyy	Izz	It
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	HEB180, (HEB)	65.25	37.80	11.63	3843.25	1356.90	42.16
		2	IPE300, (IPE)	53.81	24.07	17.80	8382.47	597.99	20.12
		3	L130*15, (L)	36.96	17.25	17.25	572.77	572.77	27.56
		4	IPE270, (IPE)	45.95	20.66	14.83	5812.88	414.14	15.94
		5	L90*11, (L)	18.72	8.69	8.69	137.61	137.61	7.50
		6	L90*9, (L)	15.52	7.29	7.29	115.81	115.81	4.16
		7	L80*10, (L)	15.11	7.00	7.00	87.48	87.48	5.00
		8	IPE180, (IPE)	23.95	10.92	7.82	1320.30	100.08	4.79

*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.

### 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	HEB180 (HEB)	6.000	0.039	307.33
		N5/N6	HEB180 (HEB)	6.000	0.039	307.33
		N7/N4	HEB180 (HEB)	6.000	0.039	307.33
		N8/N3	HEB180 (HEB)	6.000	0.039	307.33
		N2/N9	HEB180 (HEB)	6.000	0.039	307.33
		N6/N10	HEB180 (HEB)	6.000	0.039	307.33
		N4/N11	HEB180 (HEB)	6.000	0.039	307.33
		N3/N12	HEB180 (HEB)	6.000	0.039	307.33
		N9/N13	HEB180 (HEB)	6.000	0.039	307.33
		N10/N14	HEB180 (HEB)	6.000	0.039	307.33
		N11/N15	HEB180 (HEB)	6.000	0.039	307.33
		N12/N16	HEB180 (HEB)	6.000	0.039	307.33
		N13/N17	HEB180 (HEB)	6.000	0.039	307.33
		N14/N18	HEB180 (HEB)	6.000	0.039	307.33
		N15/N19	HEB180 (HEB)	6.000	0.039	307.33
		N16/N20	HEB180 (HEB)	6.000	0.039	307.33
		N17/N21	HEB180 (HEB)	6.000	0.039	307.33
		N18/N22	HEB180 (HEB)	6.000	0.039	307.33
		N19/N23	HEB180 (HEB)	6.000	0.039	307.33
		N20/N24	HEB180 (HEB)	6.000	0.039	307.33
		N21/N25	HEB180 (HEB)	6.000	0.039	307.33
		N22/N26	HEB180 (HEB)	6.000	0.039	307.33
		N23/N27	HEB180 (HEB)	6.000	0.039	307.33
		N24/N28	HEB180 (HEB)	6.000	0.039	307.33
		N25/N29	HEB180 (HEB)	6.000	0.039	307.33
		N26/N30	HEB180 (HEB)	6.000	0.039	307.33
		N27/N31	HEB180 (HEB)	6.000	0.039	307.33
		N28/N32	HEB180 (HEB)	6.000	0.039	307.33
		N29/N33	HEB180 (HEB)	6.000	0.039	307.33
		N30/N34	HEB180 (HEB)	6.000	0.039	307.33
		N31/N35	HEB180 (HEB)	6.000	0.039	307.33
		N32/N36	HEB180 (HEB)	6.000	0.039	307.33
		N33/N37	HEB180 (HEB)	6.000	0.039	307.33
		N34/N38	HEB180 (HEB)	6.000	0.039	307.33
		N35/N39	HEB180 (HEB)	6.000	0.039	307.33
		N36/N40	HEB180 (HEB)	6.000	0.039	307.33
		N37/N41	HEB180 (HEB)	6.000	0.039	307.33
		N38/N42	HEB180 (HEB)	6.000	0.039	307.33
		N39/N43	HEB180 (HEB)	6.000	0.039	307.33
		N40/N44	HEB180 (HEB)	6.000	0.039	307.33
		N41/N45	HEB180 (HEB)	6.000	0.039	307.33

N42/N46	HEB180 (HEB)	6.000	0.039	307.33
N43/N47	HEB180 (HEB)	6.000	0.039	307.33
N44/N48	HEB180 (HEB)	6.000	0.039	307.33
N45/N49	HEB180 (HEB)	2.800	0.018	143.42
N48/N50	HEB180 (HEB)	2.800	0.018	143.42
N46/N51	HEB180 (HEB)	2.800	0.018	143.42
N47/N52	HEB180 (HEB)	2.800	0.018	143.42
N53/N54	IPE300 (IPE)	2.250	0.012	95.04
N54/N55	IPE300 (IPE)	2.100	0.011	88.71
N56/N55	IPE300 (IPE)	2.250	0.012	95.04
N53/N56	IPE300 (IPE)	2.100	0.011	88.71
N57/N58	IPE300 (IPE)	2.250	0.012	95.04
N58/N59	IPE300 (IPE)	2.100	0.011	88.71
N60/N59	IPE300 (IPE)	2.250	0.012	95.04
N57/N60	IPE300 (IPE)	2.100	0.011	88.71
N61/N62	IPE300 (IPE)	2.250	0.012	95.04
N62/N63	IPE300 (IPE)	2.100	0.011	88.71
N64/N63	IPE300 (IPE)	2.250	0.012	95.04
N61/N64	IPE300 (IPE)	2.100	0.011	88.71
N65/N66	IPE300 (IPE)	2.250	0.012	95.04
N66/N67	IPE300 (IPE)	2.100	0.011	88.71
N68/N67	IPE300 (IPE)	2.250	0.012	95.04
N65/N68	IPE300 (IPE)	2.100	0.011	88.71
N69/N70	IPE300 (IPE)	2.250	0.012	95.04
N70/N71	IPE300 (IPE)	2.100	0.011	88.71
N72/N71	IPE300 (IPE)	2.250	0.012	95.04
N69/N72	IPE300 (IPE)	2.100	0.011	88.71
N21/N24	IPE300 (IPE)	2.250	0.012	95.04
N24/N23	IPE300 (IPE)	2.100	0.011	88.71
N22/N23	IPE300 (IPE)	2.250	0.012	95.04
N21/N22	IPE300 (IPE)	2.100	0.011	88.71
N73/N74	IPE300 (IPE)	2.250	0.012	95.04
N74/N75	IPE300 (IPE)	2.100	0.011	88.71
N76/N75	IPE300 (IPE)	2.250	0.012	95.04
N73/N76	IPE300 (IPE)	2.100	0.011	88.71
N77/N78	IPE300 (IPE)	2.250	0.012	95.04
N78/N79	IPE300 (IPE)	2.100	0.011	88.71
N80/N79	IPE300 (IPE)	2.250	0.012	95.04
N77/N80	IPE300 (IPE)	2.100	0.011	88.71
N81/N82	IPE300 (IPE)	2.250	0.012	95.04
N82/N83	IPE300 (IPE)	2.100	0.011	88.71
N84/N83	IPE300 (IPE)	2.250	0.012	95.04
N81/N84	IPE300 (IPE)	2.100	0.011	88.71
N85/N86	IPE300 (IPE)	2.250	0.012	95.04
N86/N87	IPE300 (IPE)	2.100	0.011	88.71
N88/N87	IPE300 (IPE)	2.250	0.012	95.04
N85/N88	IPE300 (IPE)	2.100	0.011	88.71
N89/N90	IPE300 (IPE)	2.250	0.012	95.04
N90/N91	IPE300 (IPE)	2.100	0.011	88.71
N92/N91	IPE300 (IPE)	2.250	0.012	95.04

N89/N92	IPE300 (IPE)	2.100	0.011	88.71
N41/N44	IPE300 (IPE)	2.250	0.012	95.04
N44/N43	IPE300 (IPE)	2.100	0.011	88.71
N42/N43	IPE300 (IPE)	2.250	0.012	95.04
N41/N42	IPE300 (IPE)	2.100	0.011	88.71
N49/N50	IPE300 (IPE)	2.250	0.012	95.04
N50/N52	IPE300 (IPE)	2.100	0.011	88.71
N51/N52	IPE300 (IPE)	2.250	0.012	95.04
N49/N51	IPE300 (IPE)	2.100	0.011	88.71
N93/N94	IPE300 (IPE)	2.250	0.012	95.04
N94/N95	IPE300 (IPE)	2.100	0.011	88.71
N96/N95	IPE300 (IPE)	2.250	0.012	95.04
N93/N96	IPE300 (IPE)	2.100	0.011	88.71
N97/N98	IPE300 (IPE)	2.250	0.012	95.04
N98/N99	IPE300 (IPE)	2.100	0.011	88.71
N100/N99	IPE300 (IPE)	2.250	0.012	95.04
N97/N100	IPE300 (IPE)	2.100	0.011	88.71
N50/N51	L130*15 (L)	3.078	0.011	89.30
N49/N52	L130*15 (L)	3.078	0.011	89.30
N102/N101	IPE270 (IPE)	4.850	0.022	174.94
N104/N103	IPE270 (IPE)	4.850	0.022	174.94
N102/N103	L90*11 (L)	5.346	0.010	78.57
N104/N101	L90*11 (L)	5.346	0.010	78.57
N106/N105	IPE270 (IPE)	4.850	0.022	174.94
N108/N107	IPE270 (IPE)	4.850	0.022	174.94
N106/N107	L90*11 (L)	5.346	0.010	78.57
N108/N105	L90*11 (L)	5.346	0.010	78.57
N110/N109	IPE270 (IPE)	4.850	0.022	174.94
N112/N111	IPE270 (IPE)	4.850	0.022	174.94
N110/N111	L90*11 (L)	5.346	0.010	78.57
N112/N109	L90*11 (L)	5.346	0.010	78.57
N114/N113	IPE270 (IPE)	4.850	0.022	174.94
N114/N115	L90*11 (L)	5.346	0.010	78.57
N116/N115	IPE270 (IPE)	4.850	0.022	174.94
N116/N113	L90*11 (L)	5.346	0.010	78.57
N117/N118	L90*11 (L)	5.346	0.010	78.57
N119/N120	L90*11 (L)	5.346	0.010	78.57
N117/N120	IPE270 (IPE)	4.850	0.022	174.94
N119/N118	IPE270 (IPE)	4.850	0.022	174.94
N98/N95	L90*9 (L)	4.518	0.007	55.04
N43/N98	L90*9 (L)	4.429	0.007	53.96
N90/N43	L90*9 (L)	5.423	0.008	66.07
N87/N90	L90*9 (L)	5.423	0.008	66.07
N86/N91	L90*9 (L)	5.423	0.008	66.07
N91/N44	L90*9 (L)	5.423	0.008	66.07
N44/N99	L90*9 (L)	4.429	0.007	53.96
N99/N94	L90*9 (L)	4.518	0.007	55.04
N83/N86	L90*9 (L)	5.423	0.008	66.07
N78/N83	L90*9 (L)	5.423	0.008	66.07
N75/N78	L90*9 (L)	5.423	0.008	66.07

		N24/N75	L90*9 (L)	5.423	0.008	66.07
		N71/N24	L90*9 (L)	5.423	0.008	66.07
		N66/N71	L90*9 (L)	5.423	0.008	66.07
		N63/N66	L90*9 (L)	5.423	0.008	66.07
		N58/N63	L90*9 (L)	5.423	0.008	66.07
		N55/N58	L90*9 (L)	5.423	0.008	66.07
		N8/N55	L90*9 (L)	5.423	0.008	66.07
		N7/N54	L90*9 (L)	5.423	0.008	66.07
		N54/N59	L90*9 (L)	5.423	0.008	66.07
		N59/N62	L90*9 (L)	5.423	0.008	66.07
		N62/N67	L90*9 (L)	5.423	0.008	66.07
		N67/N70	L90*9 (L)	5.423	0.008	66.07
		N70/N23	L90*9 (L)	5.423	0.008	66.07
		N23/N74	L90*9 (L)	5.423	0.008	66.07
		N74/N79	L90*9 (L)	5.423	0.008	66.07
		N79/N82	L90*9 (L)	5.423	0.008	66.07
		N82/N87	L90*9 (L)	5.423	0.008	66.07
		N100/N93	L90*9 (L)	4.518	0.007	55.04
		N41/N100	L90*9 (L)	4.429	0.007	53.96
		N92/N41	L90*9 (L)	5.423	0.008	66.07
		N85/N92	L90*9 (L)	5.423	0.008	66.07
		N84/N85	L90*9 (L)	5.423	0.008	66.07
		N77/N84	L90*9 (L)	5.423	0.008	66.07
		N76/N77	L90*9 (L)	5.423	0.008	66.07
		N21/N76	L90*9 (L)	5.423	0.008	66.07
		N72/N21	L90*9 (L)	5.423	0.008	66.07
		N65/N72	L90*9 (L)	5.423	0.008	66.07
		N64/N65	L90*9 (L)	5.423	0.008	66.07
		N57/N64	L90*9 (L)	5.423	0.008	66.07
		N56/N57	L90*9 (L)	5.423	0.008	66.07
		N1/N56	L90*9 (L)	5.423	0.008	66.07
		N5/N53	L90*9 (L)	5.423	0.008	66.07
		N53/N60	L90*9 (L)	5.423	0.008	66.07
		N60/N61	L90*9 (L)	5.423	0.008	66.07
		N61/N68	L90*9 (L)	5.423	0.008	66.07
		N68/N69	L90*9 (L)	5.423	0.008	66.07
		N69/N22	L90*9 (L)	5.423	0.008	66.07
		N22/N73	L90*9 (L)	5.423	0.008	66.07
		N73/N80	L90*9 (L)	5.423	0.008	66.07
		N80/N81	L90*9 (L)	5.423	0.008	66.07
		N81/N88	L90*9 (L)	5.423	0.008	66.07
		N88/N89	L90*9 (L)	5.423	0.008	66.07
		N89/N42	L90*9 (L)	5.423	0.008	66.07
		N42/N97	L90*9 (L)	4.429	0.007	53.96
		N97/N96	L90*9 (L)	4.518	0.007	55.04
		N5/N55	L90*9 (L)	5.483	0.009	66.80
		N55/N60	L90*9 (L)	5.483	0.009	66.80
		N60/N63	L90*9 (L)	5.483	0.009	66.80
		N63/N68	L90*9 (L)	5.483	0.009	66.80
		N68/N71	L90*9 (L)	5.483	0.009	66.80

N71/N22	L90*9 (L)	5.483	0.009	66.80
N22/N75	L90*9 (L)	5.483	0.009	66.80
N75/N80	L90*9 (L)	5.483	0.009	66.80
N80/N83	L90*9 (L)	5.483	0.009	66.80
N83/N88	L90*9 (L)	5.483	0.009	66.80
N88/N91	L90*9 (L)	5.483	0.009	66.80
N91/N42	L90*9 (L)	5.483	0.009	66.80
N42/N99	L90*9 (L)	4.502	0.007	54.85
N99/N96	L90*9 (L)	4.589	0.007	55.91
N100/N95	L90*9 (L)	4.589	0.007	55.91
N43/N100	L90*9 (L)	4.502	0.007	54.85
N92/N43	L90*9 (L)	5.483	0.009	66.80
N87/N92	L90*9 (L)	5.483	0.009	66.80
N84/N87	L90*9 (L)	5.483	0.009	66.80
N79/N84	L90*9 (L)	5.483	0.009	66.80
N76/N79	L90*9 (L)	5.483	0.009	66.80
N23/N76	L90*9 (L)	5.483	0.009	66.80
N72/N23	L90*9 (L)	5.483	0.009	66.80
N67/N72	L90*9 (L)	5.483	0.009	66.80
N64/N67	L90*9 (L)	5.483	0.009	66.80
N59/N64	L90*9 (L)	5.483	0.009	66.80
N56/N59	L90*9 (L)	5.483	0.009	66.80
N7/N56	L90*9 (L)	5.483	0.009	66.80
N122/N121	IPE270 (IPE)	4.850	0.022	174.94
N123/N121	L80*10 (L)	5.346	0.008	63.42
N123/N124	IPE270 (IPE)	4.850	0.022	174.94
N122/N124	L80*10 (L)	5.346	0.008	63.42
N125/N126	IPE180 (IPE)	2.250	0.005	42.30

Notación:  
 Ni: Nudo inicial  
 Nf: Nudo final

### Resumen de medición

Resumen de medición													
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso			
Tipo	Designación			Perfil	Serie	Material	Perfil	Serie	Material	Perfil	Serie	Material	
Acero laminado	S275	HEB	HEB180	275.200	275.200		1.796	1.796		14096.09	14096.09		
			IPE300	130.500			0.702			5512.43			
		IPE	IPE270	58.200	190.950		0.267	0.975		2099.32	7654.05		
			IPE180	2.250			0.005			42.30			
		L	L130*15	6.155	516.185		0.023	0.831		178.59	6523.25		
			L90*11	53.465			0.100			785.68			
			L90*9	445.872			0.692			5432.14			
			L80*10	10.693			0.016			126.83			
							982.335		3.602				28273.38



## Medición de superficies

<b>Acero laminado: Medición de las superficies a pintar</b>				
Serie	Perfil	Superficie unitaria	Longitud	Superficie
HEB	HEB180	1.063	275.200	292.538
IPE	IPE300	1.186	130.500	154.747
	IPE270	1.067	58.200	62.088
	IPE180	0.713	2.250	1.605
L	L130*15	0.520	6.155	3.201
	L90*11	0.360	53.465	19.247
	L90*9	0.360	445.872	160.514
	L80*10	0.320	10.693	3.422
<b>Total</b>				<b>697.361</b>

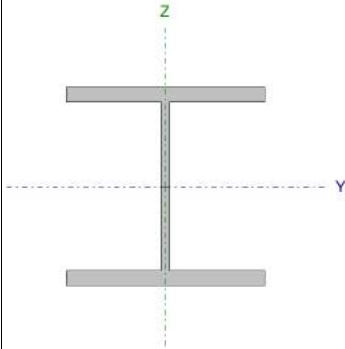
#### **5.4. Comprobaciones E.L.U.**

A continuación se muestran las comprobaciones E.L.U de las vigas con mayor porcentaje de aprovechamiento en la estructura. Se mostrara la viga mas critica de cada grupo de perfiles que componen la estructura, debido al gran numero de perfiles que se disponen. A continuación listamos las funciones por grupos de dichos perfiles.

- Pilares de la estructura.
- Vigas de la estructura.
- Arriostramientos de la estructura.
- Vigas de los apoyos.
- Arriostramientos de los apoyos.

• Pilares de la estructura

Barra N7/N55

Perfil: HEB180							
Material: Acero (S275)							
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )
	N7	N55	5.000	65.25	3843.25	1356.90	42.16
	Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme						
			Pandeo		Pandeo lateral		
			Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
	β	1.00	1.00	0.00	0.00		
	L <sub>K</sub>	5.000	5.000	0.000	0.000		
	C <sub>m</sub>	1.000	1.000	1.000	1.000		
	C <sub>1</sub>	-		1.000			
Notación: β: Coeficiente de pandeo L <sub>K</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico							
Situación de incendio							
Resistencia requerida: R 60 Factor de forma: 167.88 m <sup>-1</sup> Temperatura máx. de la barra: 557.5 °C Pintura intumescente: 1.2 mm							

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

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

$$\lambda : \underline{1.26} \quad \checkmark$$

Donde:

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

**A:** Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A :** 65.25 cm<sup>2</sup>

**f<sub>y</sub>:** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f<sub>y</sub> :** 2803.26 kp/cm<sup>2</sup>

**N<sub>cr</sub>:** Axil crítico de pandeo elástico. **N<sub>cr</sub> :** 114.672 t

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

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **N<sub>cr,y</sub> :** 324.794 t

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **N<sub>cr,z</sub> :** 114.672 t

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

Donde:

**I<sub>y</sub>:** Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I<sub>y</sub> :** 3843.25 cm<sup>4</sup>

**I<sub>z</sub>:** Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I<sub>z</sub> :** 1356.90 cm<sup>4</sup>

**I<sub>t</sub>:** Momento de inercia a torsión uniforme. **I<sub>t</sub> :** 42.16 cm<sup>4</sup>

**I<sub>w</sub>:** Constante de alabeo de la sección. **I<sub>w</sub> :** 93799.10 cm<sup>6</sup>

**E:** Módulo de elasticidad. **E :** 2140673 kp/cm<sup>2</sup>

**G:** Módulo de elasticidad transversal. **G :** 825688 kp/cm<sup>2</sup>

**L<sub>ky</sub>:** Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L<sub>ky</sub> :** 5.000 m

**L<sub>kz</sub>:** Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L<sub>kz</sub> :** 5.000 m

**L<sub>kt</sub>:** Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L<sub>kt</sub> :** 0.000 m

**i<sub>0</sub>:** Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i<sub>0</sub> :** 8.93 cm

Siendo:

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

$$i_y : \underline{7.67} \text{ cm}$$

$$i_z : \underline{4.56} \text{ cm}$$

$y_0$  ,  $z_0$ : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$y_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$z_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

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

Se debe satisfacer:

$$17.88 \leq 164.04 \quad \checkmark$$

Donde:

$h_w$ : Altura del alma.

$$h_w : \underline{152.00} \text{ mm}$$

$t_w$ : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{8.50} \text{ mm}$$

$A_w$ : Área del alma.

$$A_w : \underline{12.92} \text{ cm}^2$$

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

$$A_{fc,ef} : \underline{25.20} \text{ cm}^2$$

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

$$k : \underline{0.30}$$

$E$ : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{2140673} \text{ kp/cm}^2$$

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

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

Siendo:

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

Se debe satisfacer:

$$h : \underline{0.064} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N55, para la combinación de acciones  $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM1 + 1.5 \cdot V3$ .

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

$$N_{t,Ed} : \underline{11.063} \text{ t}$$

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

$$N_{t,Rd} : \underline{174.203 \text{ t}}$$

Donde:

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

$$A : \underline{65.25 \text{ cm}^2}$$

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

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

Siendo:

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

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

$g_{m0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{m0} : \underline{1.05}$$

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

Se debe satisfacer:

$$h : \underline{0.279} \quad \checkmark$$

$$h : \underline{0.689} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM1 + 1.05 \cdot Q1 + 1.5 \cdot V4 + 0.75 \cdot N1$ .

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

$$N_{c,Ed} : \underline{48.600 \text{ t}}$$

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

$$N_{c,Rd} : \underline{174.203 \text{ t}}$$

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.

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

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

$$A : \underline{65.25 \text{ cm}^2}$$

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

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

Siendo:

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

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

$$g_{M0} : 1.05$$

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

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

$$N_{b,Rd} : 70.521 \text{ t}$$

Donde:

$A$ : Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.  
 $f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$$A : 65.25 \text{ cm}^2$$

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

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)  
 $g_{M1}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

$$g_{M1} : 1.05$$

$c$ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$c_y : 0.75$$

$$c_z : 0.40$$

Siendo:

$$f_y : 0.88$$

$$f_z : 1.56$$

$a$ : Coeficiente de imperfección elástica.

$$a_y : 0.34$$

$$a_z : 0.49$$

$\lambda$ : Esbeltez reducida.

$$\lambda_y : 0.75$$

$$\lambda_z : 1.26$$

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

$$N_{cr} : 114.672 \text{ t}$$

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

$$N_{cr,y} : 324.794 \text{ t}$$

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

$$N_{cr,z} : 114.672 \text{ t}$$

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

$$N_{cr,T} : \text{¥}$$

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

Se debe satisfacer:

$$h : \underline{0.013} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N55, para la combinación de acciones  $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM1 + 1.5 \cdot V4$ .

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.104} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N55, para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM1 + 1.05 \cdot Q1 + 1.5 \cdot V3 + 0.75 \cdot N1$ .

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

$$M_{Ed}^- : \underline{0.163} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : \underline{12.854} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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.

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

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

$$W_{pl,y} : \underline{481.45} \text{ cm}^3$$

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

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

Siendo:

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

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

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

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

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$h : \underline{0.048} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM1 + 1.5 \cdot V4$ .

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.299} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones  $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM1 + 1.5 \cdot V3$ .

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

$$M_{Ed}^- : \underline{0.286} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : \underline{6.168} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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. **Clase :** 1

$W_{pl,z}$ : Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.  $W_{pl,z} :$  231.01 cm<sup>3</sup>

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.  $f_{yd} :$  2669.77 kp/cm<sup>2</sup>

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)  $f_y :$  2803.26 kp/cm<sup>2</sup>

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

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

Se debe satisfacer:

$$h : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM1 + 1.5 \cdot V3$ .

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

$$V_{Ed} : \underline{0.056} \text{ t}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{31.198} \text{ t}$$

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{20.24} \text{ cm}^2$$

Siendo:

$h$ : Canto de la sección.

$$h : \underline{180.00} \text{ mm}$$

$t_w$ : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{8.50} \text{ mm}$$

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

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

Siendo:

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

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

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

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

**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:

$$14.35 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

$I_w$ : Esbeltez del alma.

$$I_w : \underline{14.35}$$

$I_{m\acute{a}x}$ : Esbeltez máxima.

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

$e$ : Factor de reducción.

$$e : \underline{0.92}$$

Siendo:

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

$$f_{ref} : \underline{2395.51} \text{ kp/cm}^2$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM1 + 1.5 \cdot V4$ .

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

$$V_{Ed} : \underline{0.100} \text{ t}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{80.661} \text{ t}$$

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{52.33} \text{ cm}^2$$

Siendo:

$A$ : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{65.25} \text{ cm}^2$$

$d$ : Altura del alma.

$$d : \underline{152.00} \text{ mm}$$

$t_w$ : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{8.50} \text{ mm}$$

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

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

Siendo:

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

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

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

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

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

$$0.056 \text{ t} \leq 15.599 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM1 + 1.5 \cdot V3$ .

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

$$V_{Ed} : \underline{0.056} \text{ t}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{31.198} \text{ t}$$

**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  $V_{c,Rd}$ .

$$0.100 \text{ t} \leq 40.331 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM1 + 1.5 \cdot V4$ .

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.  $V_{Ed} : 0.100 \text{ t}$

$V_{c,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.  $V_{c,Rd} : 80.661 \text{ t}$

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

Se debe satisfacer:

$$h : 0.333 \quad \checkmark$$

$$h : 0.434 \quad \checkmark$$

$$h : 0.788 \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N7, para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM1 + 1.05 \cdot Q1 + 1.5 \cdot V4 + 0.75 \cdot N1$ .

Donde:

$N_{c,Ed}$ : Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.  $N_{c,Ed} : 48.600 \text{ t}$

$M_{y,Ed}$ ,  $M_{z,Ed}$ : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.  $M_{y,Ed} : 0.073 \text{ t}\cdot\text{m}$   
 $M_{z,Ed} : 0.299 \text{ t}\cdot\text{m}$

**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 compresión de la sección bruta.  $N_{pl,Rd} : 174.203 \text{ t}$

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

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{12.854 \text{ t}\cdot\text{m}}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{6.168 \text{ t}\cdot\text{m}}$$

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

$A$ : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{65.25 \text{ cm}^2}$$

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

$$W_{pl,y} : \underline{481.45 \text{ cm}^3}$$

$$W_{pl,z} : \underline{231.01 \text{ cm}^3}$$

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

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

Siendo:

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

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

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

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

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

$$k_y : \underline{1.20}$$

$$k_z : \underline{1.96}$$

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

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

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

$c_y$ ,  $c_z$ : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$c_y : \underline{0.75}$$

$$c_z : \underline{0.40}$$

$\eta_y$ ,  $\eta_z$ : Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\eta_y : \underline{0.75}$$

$$\eta_z : \underline{1.26}$$

$a_y$ ,  $a_z$ : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$a_y : \underline{0.60}$$

$$a_z : \underline{0.60}$$

**Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - 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  $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM1 + 1.5 \cdot V3$ .

$$0.056 \text{ t} \leq 15.596 \text{ t} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \underline{0.056 \text{ t}}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \underline{31.192 \text{ t}}$$

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

Se debe satisfacer:

$$h : \underline{0.003} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones  $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM1 + 1.5 \cdot V4$ .

$M_{T,Ed}$ : Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.001 \text{ t}\cdot\text{m}}$$

El momento torsor resistente de cálculo  $M_{T,Rd}$  viene dado por:

$$M_{T,Rd} : \underline{0.464 \text{ t}\cdot\text{m}}$$

Donde:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{30.12 \text{ cm}^3}$$

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

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

Siendo:

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

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

$g_{m0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{m0} : \underline{1.05}$$

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

Se debe satisfacer:

$$h : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM1 + 1.5 \cdot V3$ .

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

$$V_{Ed} : \underline{0.056} \text{ t}$$

$M_{T,Ed}$ : 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:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{31.192} \text{ t}$$

Donde:

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

$$V_{pl,Rd} : \underline{31.198} \text{ t}$$

$t_{T,Ed}$ : Tensiones tangenciales por torsión.

$$t_{T,Ed} : \underline{0.73} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{30.12} \text{ cm}^3$$

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

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

Siendo:

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

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

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones  $1.35\cdot PP + 1.35\cdot CM1 + 1.5\cdot V4$ .

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

$$V_{Ed} : \underline{0.100} \text{ t}$$

$M_{T,Ed}$ : Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.001} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{80.576} \text{ t}$$

Donde:

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

$$V_{pl,Rd} : \underline{80.661} \text{ t}$$

$t_{T,Ed}$ : Tensiones tangenciales por torsión.

$$t_{T,Ed} : \underline{4.08} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{30.12} \text{ cm}^3$$

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

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

Siendo:

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

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

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

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

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$h : \underline{0.234} \quad \checkmark$$

$$h : \underline{0.749} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones PP+CM1+0.6·Q1+0.5·V4.

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

$$N_{c,Ed} : \underline{25.795} \text{ t}$$

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

$$N_{c,Rd} : \underline{110.060} \text{ t}$$

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.

$$A : \underline{65.25 \text{ cm}^2}$$

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

$$f_{yd} : \underline{1686.75 \text{ kp/cm}^2}$$

Siendo:

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

$$f_{y,q} : \underline{1686.75 \text{ kp/cm}^2}$$

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

$$k_{y,q} : \underline{0.60}$$

**g<sub>M,q</sub>:** Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M,q} : \underline{1.00}$$

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

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

$$N_{b,Rd} : \underline{34.434 \text{ t}}$$

Donde:

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

$$A : \underline{65.25 \text{ cm}^2}$$

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

$$f_{yd} : \underline{1686.75 \text{ kp/cm}^2}$$

Siendo:

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

$$f_{y,q} : \underline{1686.75 \text{ kp/cm}^2}$$

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

$$k_{y,q} : \underline{0.60}$$

**g<sub>M,q</sub>:** Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M,q} : \underline{1.00}$$

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

$$c_y : \underline{0.60}$$

$$c_z : \underline{0.31}$$

Siendo:

$$f_y : \underline{1.07}$$

$$f_z : \underline{1.95}$$

**a:** Coeficiente de imperfección elástica.

$$a_y : \underline{0.49}$$

$$a_z : \underline{0.49}$$

**λ:** Esbeltez reducida.

	$\lambda_y :$	<u>0.89</u>
	$\lambda_z :$	<u>1.51</u>
$k_{l,q}$ : Factor de incremento de la esbeltez reducida para la temperatura que alcanza el perfil.	$k_{l,q} :$	<u>1.19</u>
$N_{cr}$ : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:	$N_{cr} :$	<u>114.672 t</u>
$N_{cr,y}$ : Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.	$N_{cr,y} :$	<u>324.794 t</u>
$N_{cr,z}$ : Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.	$N_{cr,z} :$	<u>114.672 t</u>
$N_{cr,T}$ : Axil crítico elástico de pandeo por torsión.	$N_{cr,T} :$	<u>¥</u>

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

Se debe satisfacer:

$h :$  0.008 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N55, para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·V4.

$M_{Ed}^+ :$  Momento flector solicitante de cálculo pésimo.  $M_{Ed}^+ :$  0.016 t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N55, para la combinación de acciones PP+CM1+0.6·Q1+0.5·V3.

$M_{Ed}^- :$  Momento flector solicitante de cálculo pésimo.  $M_{Ed}^- :$  0.069 t·m

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

$M_{c,Rd} :$  8.121 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.  $W_{pl,y} :$  481.45 cm<sup>3</sup>

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.  $f_{yd} :$  1686.75 kp/cm<sup>2</sup>

Siendo:

$f_{y,q}$ : Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.  $f_{y,q} : \underline{1686.75}$  kp/cm<sup>2</sup>

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

$k_{y,q}$ : Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.  $k_{y,q} : \underline{0.60}$

$g_{M,q}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.  $g_{M,q} : \underline{1.00}$

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

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

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

Se debe satisfacer:

$h : \underline{0.026}$  ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·V4.

$M_{Ed}^+$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.  $M_{Ed}^+ : \underline{0.103}$  t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·V3.

$M_{Ed}^-$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.  $M_{Ed}^- : \underline{0.091}$  t·m

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

$M_{c,Rd} : \underline{3.897}$  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 :**  $\underline{1}$

$W_{pl,z}$ : Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.  $W_{pl,z} : \underline{231.01}$  cm<sup>3</sup>

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.  $f_{yd} : \underline{1686.75}$  kp/cm<sup>2</sup>

Siendo:

$f_{y,q}$ : Límite elástico reducido para la temperatura que  $f_{y,q} : \underline{1686.75}$  kp/cm<sup>2</sup>

alcanza el perfil.

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

$k_{y,q}$ : Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.  $k_{y,q} : 0.60$

$g_{M,q}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.  $g_{M,q} : 1.00$

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

Se debe satisfacer:

$h : 0.001$  ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·V3.

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.  $V_{Ed} : 0.023 \text{ t}$

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

$V_{c,Rd} : 19.711 \text{ t}$

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.  $A_v : 20.24 \text{ cm}^2$

Siendo:

$h$ : Canto de la sección.  $h : 180.00 \text{ mm}$

$t_w$ : Espesor del alma.  $t_w : 8.50 \text{ mm}$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.  $f_{yd} : 1686.75 \text{ kp/cm}^2$

Siendo:

$f_{y,q}$ : Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.  $f_{y,q} : 1686.75 \text{ kp/cm}^2$

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

$k_{y,q}$ : Factor de reducción del límite elástico  $k_{y,q} : 0.60$

para la temperatura que alcanza el perfil.

$g_{M,q}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$g_{M,q}$  : 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:

**14.35 < 64.71** ✓

Donde:

$I_w$ : Esbeltez del alma.

$I_w$  : 14.35

$I_{m\acute{a}x}$ : Esbeltez máxima.

$I_{m\acute{a}x}$  : 64.71

$e$ : Factor de reducci3n.

$e$  : 0.92

Siendo:

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

$f_{ref}$  : 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 - Situaci3n de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

**$h$  : 0.001** ✓

El esfuerzo solicitante de cculo pésimo se produce para la combinaci3n de acciones PP+CM1+0.5·V4.

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cculo pésimo.

$V_{Ed}$  : 0.035 t

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

$V_{c,Rd}$  : 50.961 t

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{52.33} \text{ cm}^2$$

Siendo:

$A$ : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{65.25} \text{ cm}^2$$

$d$ : Altura del alma.

$$d : \underline{152.00} \text{ mm}$$

$t_w$ : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{8.50} \text{ mm}$$

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

$$f_{yd} : \underline{1686.75} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

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

$$f_{y,q} : \underline{1686.75} \text{ kp/cm}^2$$

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

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

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

$$k_{y,q} : \underline{0.60}$$

$g_{M,q}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M,q} : \underline{1.00}$$

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

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

$$0.023 \text{ t} \leq 9.855 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·V3.

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

$$V_{Ed} : \underline{0.023} \text{ t}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{19.711} \text{ t}$$

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

$$0.035 \text{ t} \leq 25.481 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·V4.

$$V_{Ed}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{Ed} : \underline{0.035} \text{ t}$$

$$V_{c,Rd}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} \quad V_{c,Rd} : \underline{50.961} \text{ t}$$

**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:

$$h : \underline{0.263} \quad \checkmark$$

$$h : \underline{0.423} \quad \checkmark$$

$$h : \underline{0.805} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N7, para la combinación de acciones PP+CM1+0.6·Q1+0.5·V4.

Donde:

$$N_{c,Ed}: \text{Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.} \quad N_{c,Ed} : \underline{25.795} \text{ t}$$

$$M_{y,Ed}, M_{z,Ed}: \text{Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.} \quad M_{y,Ed} : \underline{0.015} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed} : \underline{0.103} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$\text{Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.} \quad \text{Clase} : \underline{1}$$

$$N_{pl,Rd}: \text{Resistencia a compresión de la sección bruta.} \quad N_{pl,Rd} : \underline{110.060} \text{ t}$$

$$M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z}: \text{Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.} \quad M_{pl,Rd,y} : \underline{8.121} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{3.897} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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

<b>A:</b> Área de la sección bruta.	<b>A :</b> <u>65.25</u> cm <sup>2</sup>
<b>W<sub>pl,y</sub>, W<sub>pl,z</sub>:</b> Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	<b>W<sub>pl,y</sub> :</b> <u>481.45</u> cm <sup>3</sup>
	<b>W<sub>pl,z</sub> :</b> <u>231.01</u> cm <sup>3</sup>
<b>f<sub>yd</sub>:</b> Resistencia de cálculo del acero.	<b>f<sub>yd</sub> :</b> <u>1686.75</u> kp/cm <sup>2</sup>

Siendo:

<b>f<sub>y,q</sub>:</b> Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.	<b>f<sub>y,q</sub> :</b> <u>1686.75</u> kp/cm <sup>2</sup>
---	--

<b>f<sub>y</sub>:</b> Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	<b>f<sub>y</sub> :</b> <u>2803.26</u> kp/cm <sup>2</sup>
---	--

<b>k<sub>y,q</sub>:</b> Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.	<b>k<sub>y,q</sub> :</b> <u>0.60</u>
--	--------------------------------------

<b>g<sub>M,q</sub>:</b> Coeficiente parcial de seguridad del material.	<b>g<sub>M,q</sub> :</b> <u>1.00</u>
--	--------------------------------------

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

<b>k<sub>y</sub> :</b> <u>1.27</u>
------------------------------------

<b>k<sub>z</sub> :</b> <u>2.05</u>
------------------------------------

<b>C<sub>m,y</sub>, C<sub>m,z</sub>:</b> Factores de momento flector uniforme equivalente.	<b>C<sub>m,y</sub> :</b> <u>1.00</u>
	<b>C<sub>m,z</sub> :</b> <u>1.00</u>

<b>c<sub>y</sub>, c<sub>z</sub>:</b> Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	<b>c<sub>y</sub> :</b> <u>0.60</u>
	<b>c<sub>z</sub> :</b> <u>0.31</u>

<b>λ<sub>y</sub>, λ<sub>z</sub>:</b> Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.	<b>λ<sub>y</sub> :</b> <u>0.89</u>
	<b>λ<sub>z</sub> :</b> <u>1.51</u>

<b>a<sub>y</sub>, a<sub>z</sub>:</b> Factores dependientes de la clase de la sección.	<b>a<sub>y</sub> :</b> <u>0.60</u>
	<b>a<sub>z</sub> :</b> <u>0.60</u>

**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<sub>Ed</sub>** es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo **V<sub>c,Rd</sub>**.



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·V3.

$$0.023 \text{ t} \leq 9.854 \text{ t} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : 0.023 \text{ t}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : 19.709 \text{ t}$$

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

Se debe satisfacer:

$$h : 0.001 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·V4.

$M_{T,Ed}$ : 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:

$$M_{T,Rd} : 0.293 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : 30.12 \text{ cm}^3$$

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

$$f_{yd} : 1686.75 \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

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

$$f_{y,q} : 1686.75 \text{ kp/cm}^2$$

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

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

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

$$k_{y,q} : 0.60$$

$g_{M,q}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M,q} : 1.00$$

**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:

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

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·V3.

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

$$V_{Ed} : \underline{0.023} \quad t$$

$M_{T,Ed}$ : Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.000} \quad t \cdot m$$

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

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{19.709} \quad t$$

Donde:

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

$$V_{pl,Rd} : \underline{19.711} \quad t$$

$t_{T,Ed}$ : Tensiones tangenciales por torsión.

$$t_{T,Ed} : \underline{0.24} \quad kp/cm^2$$

Siendo:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{30.12} \quad cm^3$$

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

$$f_{yd} : \underline{1686.75} \quad kp/cm^2$$

Siendo:

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

$$f_{y,q} : \underline{1686.75} \quad kp/cm^2$$

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

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

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

$$k_{y,q} : \underline{0.60}$$

$g_{M,q}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M,q} : \underline{1.00}$$

**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:

$h : 0.001$  ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·V4.

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.  $V_{Ed} : 0.035$  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:

$V_{pl,T,Rd} : 50.933$  t

Donde:

$V_{pl,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.  $V_{pl,Rd} : 50.961$  t

$t_{T,Ed}$ : Tensiones tangenciales por torsión.  $t_{T,Ed} : 1.36$  kp/cm<sup>2</sup>

Siendo:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.  $W_T : 30.12$  cm<sup>3</sup>

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.  $f_{yd} : 1686.75$  kp/cm<sup>2</sup>

Siendo:

$f_{y,q}$ : Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.  $f_{y,q} : 1686.75$  kp/cm<sup>2</sup>

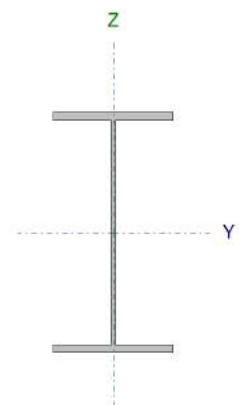
$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)  $f_y : 2803.26$  kp/cm<sup>2</sup>

$k_{y,q}$ : Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.  $k_{y,q} : 0.60$

$g_{M,q}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.  $g_{M,q} : 1.00$

• Vigas de la estructura

Barra N86/N87

Perfil: IPE300							
Material: Acero (S275)							
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas				
Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	
N86	N87	2.100	53.81	8382.47	597.99	20.12	
Notas: <sup>(1)</sup> Inercia respecto al eje indicado <sup>(2)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme							
	Pandeo		Pandeo lateral				
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
	b	1.00	1.00	0.00	0.00		
	L <sub>K</sub>	2.100	2.100	0.000	0.000		
	C <sub>m</sub>	1.000	1.000	1.000	1.000		
	C <sub>1</sub>	-		1.000			
Notación: <i>b</i> : Coeficiente de pandeo <i>L<sub>K</sub></i> : Longitud de pandeo (m) <i>C<sub>m</sub></i> : Coeficiente de momentos <i>C<sub>1</sub></i> : Factor de modificación para el momento crítico							
<b>Situación de incendio</b>							
Resistencia requerida: R 60 Factor de forma: 228.56 m <sup>-1</sup> Temperatura máx. de la barra: 656.5 °C Pintura intumescente: 1.2 mm							

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

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

$\lambda$  : 0.73 ✓

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** : 2

**A:** Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 53.81 cm<sup>2</sup>

**f<sub>y</sub>:** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f<sub>y</sub>** : 2803.26 kp/cm<sup>2</sup>

**N<sub>cr</sub>:** Axil crítico de pandeo elástico. **N<sub>cr</sub>** : 286.487 t

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

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **N<sub>cr,y</sub>** : 4015.905 t

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **N<sub>cr,z</sub>** : 286.487 t

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

Donde:

**I<sub>y</sub>:** Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I<sub>y</sub>** : 8382.47 cm<sup>4</sup>

**I<sub>z</sub>:** Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I<sub>z</sub>** : 597.99 cm<sup>4</sup>

**I<sub>t</sub>:** Momento de inercia a torsión uniforme. **I<sub>t</sub>** : 20.12 cm<sup>4</sup>

**I<sub>w</sub>:** Constante de alabeo de la sección. **I<sub>w</sub>** : 126107.92 cm<sup>6</sup>

**E:** Módulo de elasticidad. **E** : 2140673 kp/cm<sup>2</sup>

**G:** Módulo de elasticidad transversal. **G** : 825688 kp/cm<sup>2</sup>

**L<sub>ky</sub>:** Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L<sub>ky</sub>** : 2.100 m

**L<sub>kz</sub>:** Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L<sub>kz</sub>** : 2.100 m

**L<sub>kt</sub>:** Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L<sub>kt</sub>** : 0.000 m

**i<sub>0</sub>:** Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i<sub>0</sub>** : 12.92 cm

Siendo:

**i<sub>y</sub> , i<sub>z</sub>:** Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. **i<sub>y</sub>** : 12.48 cm  
**i<sub>z</sub>** : 3.33 cm

**y<sub>0</sub> , z<sub>0</sub>:** Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. **y<sub>0</sub>** : 0.00 mm  
**z<sub>0</sub>** : 0.00 mm

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

Se debe satisfacer:

$$39.24 \leq 254.33 \quad \checkmark$$

Donde:

$h_w$ : Altura del alma.

$$h_w : \underline{278.60} \text{ mm}$$

$t_w$ : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{7.10} \text{ mm}$$

$A_w$ : Área del alma.

$$A_w : \underline{19.78} \text{ cm}^2$$

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

$$A_{fc,ef} : \underline{16.05} \text{ cm}^2$$

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

$$k : \underline{0.30}$$

$E$ : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{2140673} \text{ kp/cm}^2$$

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

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

Siendo:

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

Se debe satisfacer:

$$h : \underline{0.034} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM1 + 1.05 \cdot Q1 + 1.5 \cdot V1 + 0.75 \cdot N1$ .

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

$$N_{t,Ed} : \underline{4.926} \text{ t}$$

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

$$N_{t,Rd} : \underline{143.661} \text{ t}$$

Donde:

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

$$A : \underline{53.81} \text{ cm}^2$$

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

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

Siendo:

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

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

$g_{m0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{m0} : \underline{1.05}$$

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

Se debe satisfacer:

$$h : \underline{0.023} \quad \checkmark$$

$$h : \underline{0.029} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones  $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM1 + 1.5 \cdot V2$ .

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

$$N_{c,Ed} : \underline{3.249} \quad t$$

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

$$N_{c,Rd} : \underline{143.661} \quad t$$

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.

$$\text{Clase} : \underline{2}$$

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

$$A : \underline{53.81} \quad \text{cm}^2$$

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

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

Siendo:

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

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

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

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

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

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

$$N_{b,Rd} : \underline{110.481} \quad t$$

Donde:

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

$$A : \underline{53.81} \quad \text{cm}^2$$

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

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

Siendo:

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

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

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

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

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

$$c_y : \underline{1.00}$$

$$c_z : \underline{0.77}$$

$$f_y : \underline{0.52}$$

$$f_z : \underline{0.85}$$

Siendo:

$\alpha$ : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \underline{0.21}$$

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

$\lambda$ : Esbeltez reducida.

$$\lambda_y : \underline{0.19}$$

$$\lambda_z : \underline{0.73}$$

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

$$N_{cr} : \underline{286.487 \text{ t}}$$

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

$$N_{cr,y} : \underline{4015.905 \text{ t}}$$

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

$$N_{cr,z} : \underline{286.487 \text{ t}}$$

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

$$N_{cr,T} : \underline{\text{¥}}$$

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

Se debe satisfacer:

$$h : \underline{0.087} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N86, para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM1 + 1.05 \cdot Q1 + 1.5 \cdot V2 + 0.75 \cdot N1$ .

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{1.466 \text{ t}\cdot\text{m}}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N86, para la combinación de acciones  $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM1 + 1.5 \cdot V1$ .

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

$$M_{Ed}^- : \underline{0.568 \text{ t}\cdot\text{m}}$$

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

$$M_{c,Rd} : \underline{16.776 \text{ t}\cdot\text{m}}$$

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.

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

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

$$W_{pl,y} : \underline{628.36 \text{ cm}^3}$$

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

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



Siendo:

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

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

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

$g_{M0}$  : 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:

$h$  : 0.761 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N86, para la combinación de acciones  $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM1 + 1.5 \cdot V3$ .

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

$M_{Ed}^+$  : 2.199 t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N86, para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM1 + 1.05 \cdot Q1 + 1.5 \cdot V4$ .

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

$M_{Ed}^-$  : 2.544 t·m

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

$M_{c,Rd}$  : 3.343 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.  $W_{pl,z}$  : 125.22 cm<sup>3</sup>

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.  $f_{yd}$  : 2669.77 kp/cm<sup>2</sup>

Siendo:

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

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

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

$g_{M0}$  : 1.05

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

Se debe satisfacer:

$$h : \underline{0.028} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N87, para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM1 + 1.05 \cdot Q1 + 1.5 \cdot V2 + 0.75 \cdot N1$ .

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

$$V_{Ed} : \underline{1.123} \text{ t}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{39.583} \text{ t}$$

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{25.68} \text{ cm}^2$$

Siendo:

$h$ : Canto de la sección.

$$h : \underline{300.00} \text{ mm}$$

$t_w$ : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{7.10} \text{ mm}$$

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

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

Siendo:

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

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

$g_{m0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{m0} : \underline{1.05}$$

#### 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:

$$35.01 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

$I_w$ : Esbeltez del alma.

$$I_w : \underline{35.01}$$

$I_{m\acute{a}x}$ : Esbeltez máxima.

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

$e$ : Factor de reducción.

$$e : \underline{0.92}$$

Siendo:

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

$$f_{ref} : \underline{2395.51} \text{ kp/cm}^2$$

$f_y$ : 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:

$h$ : 0.046 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N86, para la combinación de acciones  $0.8 \cdot PP + 1.35 \cdot CM1 + 1.05 \cdot Q1 + 1.5 \cdot V4$ .

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

$V_{Ed}$ : 2.432 t

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

$V_{c,Rd}$ : 52.453 t

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$A_v$ : 34.03 cm<sup>2</sup>

Siendo:

$A$ : Área de la sección bruta.

$A$ : 53.81 cm<sup>2</sup>

$d$ : Altura del alma.

$d$ : 278.60 mm

$t_w$ : Espesor del alma.

$t_w$ : 7.10 mm

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

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

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  $V_{c,Rd}$ .

**0.649 t** £ **19.791 t** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM1 + 1.05 \cdot Q1 + 1.5 \cdot V2 + 0.75 \cdot N1$ .

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.  $V_{Ed} : 0.649 \text{ t}$

$V_{c,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.  $V_{c,Rd} : 39.583 \text{ t}$

**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  $V_{c,Rd}$ .

$2.432 \text{ t} \leq 26.226 \text{ t}$  ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones  $0.8 \cdot PP + 1.35 \cdot CM1 + 1.05 \cdot Q1 + 1.5 \cdot V4$ .

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.  $V_{Ed} : 2.432 \text{ t}$

$V_{c,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.  $V_{c,Rd} : 52.453 \text{ t}$

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

Se debe satisfacer:

$h : 0.807$  ✓

$h : 0.781$  ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N86, para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM1 + 1.05 \cdot Q1 + 1.5 \cdot V4 + 0.75 \cdot N1$ .

Donde:

$N_{t,Ed}$ : Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.  $N_{t,Ed} : 2.004 \text{ t}$

$M_{y,Ed}$ ,  $M_{z,Ed}$ : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.  $M_{y,Ed}^+ : 0.531 \text{ t}\cdot\text{m}$   
 $M_{z,Ed}^- : 2.544 \text{ t}\cdot\text{m}$

**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.  $N_{pl,Rd} : 143.661 \text{ t}$

$M_{pl,Rd,y}$ ,  $M_{pl,Rd,z}$ : Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones  $M_{pl,Rd,y} : 16.776 \text{ t}\cdot\text{m}$

plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

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

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

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{3.343} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{ef,Ed} : \underline{0.343} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Siendo:

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

$$s_{com,Ed} : \underline{54.65} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$W_{y,com} : \underline{628.36} \text{ cm}^3$$

$A$ : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{53.81} \text{ cm}^2$$

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

$$M_{b,Rd,y} : \underline{16.776} \text{ t}\cdot\text{m}$$

### **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  $0.8\cdot PP+1.35\cdot CM1+1.05\cdot Q1+1.5\cdot V4$ .

$$2.432 \text{ t} \leq 26.226 \text{ t} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,y} : \underline{2.432} \text{ t}$$

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

$$V_{c,Rd,y} : \underline{52.453} \text{ t}$$

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

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

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

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

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$h : \underline{0.041} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+CM1+0.6·Q1+0.5·V1.

$$N_{t,Ed}: \text{Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.} \quad N_{t,Ed} : \underline{2.089} \text{ t}$$

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

$$N_{t,Rd} : \underline{50.490} \text{ t}$$

Donde:

$$\begin{aligned} A: \text{Área bruta de la sección transversal de la barra.} & \quad A : \underline{53.81} \text{ cm}^2 \\ f_{yd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} & \quad f_{yd} : \underline{938.30} \text{ kp/cm}^2 \end{aligned}$$

Siendo:

$$f_{y,q}: \text{Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad f_{y,q} : \underline{938.30} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$k_{y,q}: \text{Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad k_{y,q} : \underline{0.33}$$

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$h : \underline{0.017} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·V2.

$$N_{c,Ed}: \text{Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.} \quad N_{c,Ed} : \underline{0.499} \text{ t}$$

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

$$N_{c,Rd} : \underline{50.490} \text{ t}$$

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 :** 2

**A:** Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A :** 53.81 cm<sup>2</sup>

**f<sub>yd</sub>:** Resistencia de cálculo del acero. **f<sub>yd</sub> :** 938.30 kp/cm<sup>2</sup>

Siendo:

**f<sub>y,q</sub>:** Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. **f<sub>y,q</sub> :** 938.30 kp/cm<sup>2</sup>

**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,q</sub>:** Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. **k<sub>y,q</sub> :** 0.33

**g<sub>M,q</sub>:** Coeficiente parcial de seguridad del material. **g<sub>M,q</sub> :** 1.00

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

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

$$N_{b,Rd} : \underline{29.256} \text{ t}$$

Donde:

**A:** Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A :** 53.81 cm<sup>2</sup>

**f<sub>yd</sub>:** Resistencia de cálculo del acero. **f<sub>yd</sub> :** 938.30 kp/cm<sup>2</sup>

Siendo:

**f<sub>y,q</sub>:** Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. **f<sub>y,q</sub> :** 938.30 kp/cm<sup>2</sup>

**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,q</sub>:** Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. **k<sub>y,q</sub> :** 0.33

**g<sub>M,q</sub>:** Coeficiente parcial de seguridad del material. **g<sub>M,q</sub> :** 1.00

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

$$c_y : \underline{0.97}$$

$$c_z : \underline{0.58}$$

Siendo:

$$f_y : \underline{0.54}$$

$$f_z : \underline{1.12}$$

**a:** Coeficiente de imperfección elástica. **a<sub>y</sub> :** 0.49

$\lambda$ : Esbeltez reducida.

$$a_z : \underline{0.49}$$

$$\lambda_y : \underline{0.25}$$

$$\lambda_z : \underline{0.93}$$

$k_{l,q}$ : Factor de incremento de la esbeltez reducida para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{l,q} : \underline{1.29}$$

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

$$N_{cr} : \underline{286.487 \text{ t}}$$

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

$$N_{cr,y} : \underline{4015.905 \text{ t}}$$

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

$$N_{cr,z} : \underline{286.487 \text{ t}}$$

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

$$N_{cr,T} : \underline{\text{¥}}$$

**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:

$$h : \underline{0.122} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N86, para la combinación de acciones PP+CM1+0.6·Q1+0.5·V2.

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.716 \text{ t}\cdot\text{m}}$$

Para flexión negativa:

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

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

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

$$M_{c,Rd} : \underline{5.896 \text{ t}\cdot\text{m}}$$

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.

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

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

$$W_{pl,y} : \underline{628.36 \text{ cm}^3}$$

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

$$f_{yd} : \underline{938.30 \text{ kp/cm}^2}$$

Siendo:

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

$$f_{y,q} : \underline{938.30 \text{ kp/cm}^2}$$

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

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

$k_{y,q}$ : Factor de reducción del límite elástico para la

$$k_{y,q} : \underline{0.33}$$



temperatura que alcanza el perfil.

$g_{M,q}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$g_{M,q}$  : 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:

$h$  : 0.722 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N86, para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·V3.

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

$M_{Ed}^+$  : 0.733 t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N86, para la combinación de acciones PP+CM1+0.6·Q1+0.5·V4.

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

$M_{Ed}^-$  : 0.849 t·m

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

$M_{c,Rd}$  : 1.175 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.

$W_{pl,z}$  : 125.22 cm<sup>3</sup>

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

$f_{yd}$  : 938.30 kp/cm<sup>2</sup>

Siendo:

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

$f_{y,q}$  : 938.30 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>

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

$k_{y,q}$  : 0.33

$g_{M,q}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$g_{M,q}$  : 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:

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

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N87, para la combinación de acciones PP+CM1+0.6·Q1+0.5·V2.

$$V_{Ed}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{Ed} : \underline{0.606} \text{ t}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{13.911} \text{ t}$$

Donde:

$$A_v: \text{Área transversal a cortante.} \quad A_v : \underline{25.68} \text{ cm}^2$$

Siendo:

$$h: \text{Canto de la sección.} \quad h : \underline{300.00} \text{ mm}$$

$$t_w: \text{Espesor del alma.} \quad t_w : \underline{7.10} \text{ mm}$$

$$f_{yd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{yd} : \underline{938.30} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

$$f_{y,q}: \text{Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad f_{y,q} : \underline{938.30} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$k_{y,q}: \text{Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad k_{y,q} : \underline{0.33}$$

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

**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:

$$35.01 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

$$I_w: \text{Esbeltz del alma.} \quad I_w : \underline{35.01}$$

$I_{\max}$ : Esbeltez máxima.

$$I_{\max} : \underline{64.71}$$

e: Factor de reducción.

$$e : \underline{0.92}$$

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:

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

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N86, para la combinación de acciones PP+CM1+0.6·Q1+0.5·V4.

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

$$V_{Ed} : \underline{0.812} \text{ t}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{18.435} \text{ t}$$

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{34.03} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{53.81} \text{ cm}^2$$

d: Altura del alma.

$$d : \underline{278.60} \text{ mm}$$

$t_w$ : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{7.10} \text{ mm}$$

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

$$f_{yd} : \underline{938.30} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

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

$$f_{y,q} : \underline{938.30} \text{ kp/cm}^2$$

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

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

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

$$k_{y,q} : \underline{0.33}$$

$g_{m,q}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{m,q} : \underline{1.00}$$

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

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

$$0.255 \text{ t} \leq 6.956 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones  $PP+CM1+0.6\cdot Q1+0.5\cdot V2$ .

$$V_{Ed}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{Ed} : \underline{0.255 \text{ t}}$$

$$V_{c,Rd}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} \quad V_{c,Rd} : \underline{13.911 \text{ t}}$$

**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  $V_{c,Rd}$ .

$$0.812 \text{ t} \leq 9.217 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones  $PP+CM1+0.6\cdot Q1+0.5\cdot V4$ .

$$V_{Ed}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{Ed} : \underline{0.812 \text{ t}}$$

$$V_{c,Rd}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} \quad V_{c,Rd} : \underline{18.435 \text{ t}}$$

**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:

$$h : \underline{0.813} \quad \checkmark$$

$h : 0.773$  ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N86, para la combinación de acciones PP+CM1+0.6·Q1+0.5·V4.

Donde:

$N_{t,Ed}$ : Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.	$N_{t,Ed} : 1.115 \text{ t}$
$M_{y,Ed}, M_{z,Ed}$ : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{y,Ed}^+ : 0.405 \text{ t}\cdot\text{m}$ $M_{z,Ed}^- : 0.849 \text{ t}\cdot\text{m}$
<b>Clase</b> : Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.	<b>Clase</b> : $1$
$N_{pl,Rd}$ : Resistencia a tracción.	$N_{pl,Rd} : 50.490 \text{ t}$
$M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z}$ : Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{pl,Rd,y} : 5.896 \text{ t}\cdot\text{m}$ $M_{pl,Rd,z} : 1.175 \text{ t}\cdot\text{m}$
<b>Resistencia a pandeo</b> : (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)	
$M_{ef,Ed}$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.	$M_{ef,Ed} : 0.300 \text{ t}\cdot\text{m}$

Siendo:

$s_{com,Ed}$ : Tensión combinada en la fibra extrema comprimida.	$s_{com,Ed} : 47.81 \text{ kp/cm}^2$
$W_{y,com}$ : Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y.	$W_{y,com} : 628.36 \text{ cm}^3$
<b>A</b> : Área de la sección bruta.	<b>A</b> : $53.81 \text{ cm}^2$
$M_{b,Rd,y}$ : Momento flector resistente de cálculo.	$M_{b,Rd,y} : 5.896 \text{ t}\cdot\text{m}$

**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+CM1+0.6·Q1+0.5·V4.

$0.812 \text{ t} \leq 9.217 \text{ t}$  ✓

Donde:

$V_{Ed,y}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.	$V_{Ed,y} : 0.812 \text{ t}$
$V_{c,Rd,y}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.	$V_{c,Rd,y} : 18.435 \text{ t}$

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

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

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

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

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

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

• Arriostramientos de la estructura

Barra N7/N56

Perfil: L90\*9

Material: Acero (S275)

Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas							
Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>yz</sub> <sup>(4)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	y <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	z <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	a <sup>(5)</sup> (grados)
N7	N56	5.483	15.52	115.81	115.81	67.64	4.16	19.60	-19.60	-45.0
<p>Notas:</p> <p><sup>(1)</sup> Inercia respecto al eje indicado</p> <p><sup>(2)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme</p> <p><sup>(3)</sup> Coordenadas del centro de gravedad</p> <p><sup>(4)</sup> Producto de inercia</p> <p><sup>(5)</sup> Es el ángulo que forma el eje principal de inercia U respecto al eje Y, positivo en sentido antihorario.</p>										
		Pandeo			Pandeo lateral					
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.					
b		0.00	0.00	0.00	0.00					
L <sub>K</sub>		0.000	0.000	0.000	0.000					
C <sub>m</sub>		1.000	1.000	1.000	1.000					
C <sub>1</sub>		-			1.000					
<p>Notación:</p> <p>b: Coeficiente de pandeo</p> <p>L<sub>K</sub>: Longitud de pandeo (m)</p> <p>C<sub>m</sub>: Coeficiente de momentos</p> <p>C<sub>1</sub>: Factor de modificación para el momento crítico</p>										
<b>Situación de incendio</b>										
Resistencia requerida: R 60										
Factor de forma: 233.92 m <sup>-1</sup>										
Temperatura máx. de la barra: 615.0 °C										
Pintura intumescente: 1.4 mm										

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

La esbeltez reducida λ̄ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

λ̄ < 0.01 ✓

Donde:

**Clase:** Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase:** 3

**A:** Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A:** 15.52 cm<sup>2</sup>

**f<sub>y</sub>:** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f<sub>y</sub>:** 2803.26 kp/cm<sup>2</sup>

**N<sub>cr</sub>:** Axil crítico elástico de pandeo mínimo, teniendo en cuenta que las longitudes de pandeo son nulas. **N<sub>cr</sub>:** ∞

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

Se debe satisfacer:

$$h : \underline{0.163} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N56, para la combinación de acciones  $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM1 + 1.5 \cdot V3$ .

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

$$N_{t,Ed} : \underline{6.774} \text{ t}$$

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

$$N_{t,Rd} : \underline{41.435} \text{ t}$$

Donde:

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

$$A : \underline{15.52} \text{ cm}^2$$

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

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

Siendo:

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

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

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$h : \underline{0.339} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM1 + 1.05 \cdot Q1 + 1.5 \cdot V4 + 0.75 \cdot N1$ .

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

$$N_{c,Ed} : \underline{14.042} \text{ t}$$

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

$$N_{c,Rd} : \underline{41.435} \text{ t}$$

Donde:

**Clase**: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de **Clase** : 3



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

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

$$A : 15.52 \text{ cm}^2$$

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

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

Siendo:

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

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

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

$$g_{M0} : 1.05$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$h : 0.189 \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.016 m del nudo N7, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1.

**M<sub>Ed</sub><sup>+</sup>:** Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : 0.168 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

**M<sub>Ed</sub><sup>-</sup>:** Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

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

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

$$M_{c,Rd}^+ : 0.885 \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{c,Rd}^- : 0.885 \text{ t}\cdot\text{m}$$

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.

$$\text{Clase}^+ : 1$$

$$\text{Clase}^- : 2$$

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

$$W_{pl,y}^+ : 33.15 \text{ cm}^3$$

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

$$W_{pl,y}^- : 33.15 \text{ cm}^3$$

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

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

Siendo:

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

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

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

$$g_{M0} : 1.05$$

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

Se debe satisfacer:

$$h : \underline{0.425} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.016 m del nudo N7, para la combinación de acciones  $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM1 + 1.5 \cdot V4$ .

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.376} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.016 m del nudo N7, para la combinación de acciones  $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM1 + 1.5 \cdot V2$ .

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

$$M_{Ed}^- : \underline{0.366} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd}^+ : \underline{0.885} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{c,Rd}^- : \underline{0.885} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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.

$$Clase^+ : \underline{2}$$

$$Clase^- : \underline{1}$$

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

$$W_{pl,z}^+ : \underline{33.15} \text{ cm}^3$$

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

$$W_{pl,z}^- : \underline{33.15} \text{ cm}^3$$

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

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

Siendo:

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

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

$g_{m0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{m0} : \underline{1.05}$$

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

Se debe satisfacer:

$$h : \underline{0.013} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N56, para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM1$ .

$$V_{Ed}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{Ed} : \underline{0.164} \text{ t}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{12.485} \text{ t}$$

Donde:

$$A_v: \text{Área transversal a cortante.} \quad A_v : \underline{8.10} \text{ cm}^2$$

Siendo:

$$h_{vert.}: \text{Longitud del ala vertical.} \quad h_{vert.} : \underline{90.00} \text{ mm}$$
$$t: \text{Espesor de la chapa.} \quad t : \underline{9.00} \text{ mm}$$

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

Siendo:

$$f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$
$$g_{m0}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad g_{m0} : \underline{1.05}$$

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

Se debe satisfacer:

$$h : \underline{0.035} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N56, para la combinación de acciones  $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM1 + 1.5 \cdot V4$ .

$$V_{Ed}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{Ed} : \underline{0.435} \text{ t}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{12.485} \text{ t}$$

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{8.10} \text{ cm}^2$$

Siendo:

$h_{\text{horz}}$ : Longitud del ala horizontal.

$$h_{\text{horz}} : \underline{90.00} \text{ mm}$$

$t$ : Espesor de la chapa.

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

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

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

Siendo:

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

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

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

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

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

$$0.091 \text{ t} \leq 6.243 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.274 m del nudo N7, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1.

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

$$V_{Ed} : \underline{0.091} \text{ t}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{12.485} \text{ t}$$

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

$$0.194 \text{ t} \leq 6.243 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.274 m del nudo N7, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM1+1.5·V4.

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

$$V_{Ed} : \underline{0.194} \text{ t}$$

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

$V_{c,Rd}$  : 12.485 t

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

Se debe satisfacer:

$h$  : 0.948 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 3.016 m del nudo N7, para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM1 + 1.05 \cdot Q1 + 1.5 \cdot V4 + 0.75 \cdot N1$ .

Donde:

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

$N_{c,Ed}$  : 13.828 t

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

$M_{y,Ed}^+$  : 0.168 t·m

$M_{z,Ed}^+$  : 0.376 t·m

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

**Clase** : 2

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

$N_{pl,Rd}$  : 41.435 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.

$M_{pl,Rd,y}$  : 0.885 t·m

$M_{pl,Rd,z}$  : 0.885 t·m

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

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

### Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - 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 en un punto situado a una distancia de 0.274 m del nudo N7, para la combinación de acciones  $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM1 + 1.5 \cdot V4$ .

0.194 t £ 6.243 t ✓

Donde:

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

$V_{Ed,y}$  : 0.194 t

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

$V_{c,Rd,y}$  : 12.485 t

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

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

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

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

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N56, para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·V3.

$$N_{t,Ed}: \text{Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.} \quad N_{t,Ed} : \underline{0.004} \text{ t}$$

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

$$N_{t,Rd} : \underline{18.906} \text{ t}$$

Donde:

$$\begin{aligned} A: & \text{Área bruta de la sección transversal de la barra.} & A : & \underline{15.52} \text{ cm}^2 \\ f_{yd}: & \text{Resistencia de cálculo del acero.} & f_{yd} : & \underline{1218.16} \text{ kp/cm}^2 \end{aligned}$$

Siendo:

$$f_{y,q}: \text{Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad f_{y,q} : \underline{1218.16} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$k_{y,q}: \text{Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad k_{y,q} : \underline{0.43}$$

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

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

Se debe satisfacer:

$$h : \underline{0.350} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones PP+CM1+0.6·Q1+0.5·V4.

$$N_{c,Ed}: \text{Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.} \quad N_{c,Ed} : \underline{6.613} \text{ t}$$

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

$$N_{c,Rd} : \underline{18.906} \text{ t}$$

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 :** 3

**A:** Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A :** 15.52 cm<sup>2</sup>

**f<sub>yd</sub>:** Resistencia de cálculo del acero. **f<sub>yd</sub> :** 1218.16 kp/cm<sup>2</sup>

Siendo:

**f<sub>y,q</sub>:** Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. **f<sub>y,q</sub> :** 1218.16 kp/cm<sup>2</sup>

**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,q</sub>:** Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. **k<sub>y,q</sub> :** 0.43

**g<sub>M,q</sub>:** Coeficiente parcial de seguridad del material. **g<sub>M,q</sub> :** 1.00

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$h : \underline{0.307} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.016 m del nudo N7, para la combinación de acciones PP+CM1.

$$M_{Ed}^+: \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{Ed}^+ : \underline{0.124} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

$M_{Ed}^-$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.  
 El momento flector resistente de cálculo  $M_{c,Rd}$  viene dado por:

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

$$M_{c,Rd}^+ : \underline{0.404} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{c,Rd}^- : \underline{0.404} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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.

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

$$\text{Clase}^- : \underline{2}$$

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

$$W_{pl,y}^+ : \underline{33.15} \text{ cm}^3$$

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

$$W_{pl,y}^- : \underline{33.15} \text{ cm}^3$$

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

$$f_{yd} : \underline{1218.16} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

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

$$f_{y,q} : \underline{1218.16} \text{ kp/cm}^2$$

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

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

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

$$k_{y,q} : \underline{0.43}$$

$g_{M,q}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M,q} : \underline{1.00}$$

### 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:

$$h : \underline{0.310} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.016 m del nudo N7, para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·V4.

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.125} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.016 m del nudo N7, para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·V2.

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

$$M_{Ed}^- : \underline{0.122} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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



$$M_{c,Rd}^+ : \underline{0.404} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{c,Rd}^- : \underline{0.404} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

<b>Clase</b> : 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.	<b>Clase</b> <sup>+</sup> : <u>2</u>
<b>W<sub>pl,z</sub></b> <sup>+</sup> : Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.	<b>Clase</b> <sup>-</sup> : <u>1</u>
<b>W<sub>pl,z</sub></b> <sup>-</sup> : Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.	<b>W<sub>pl,z</sub></b> <sup>+</sup> : <u>33.15</u> cm <sup>3</sup>
<b>f<sub>yd</sub></b> : Resistencia de cálculo del acero.	<b>W<sub>pl,z</sub></b> <sup>-</sup> : <u>33.15</u> cm <sup>3</sup>
	<b>f<sub>yd</sub></b> : <u>1218.16</u> kp/cm <sup>2</sup>

Siendo:

<b>f<sub>y,q</sub></b> : Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.	<b>f<sub>y,q</sub></b> : <u>1218.16</u> kp/cm <sup>2</sup>
<b>f<sub>y</sub></b> : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	<b>f<sub>y</sub></b> : <u>2803.26</u> kp/cm <sup>2</sup>
<b>k<sub>y,q</sub></b> : Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.	<b>k<sub>y,q</sub></b> : <u>0.43</u>
<b>g<sub>M,q</sub></b> : Coeficiente parcial de seguridad del material.	<b>g<sub>M,q</sub></b> : <u>1.00</u>

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

Se debe satisfacer:

$$h : \underline{0.021} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N56, para la combinación de acciones PP+CM1.

$$V_{Ed}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{Ed} : \underline{0.122} \text{ t}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{5.697} \text{ t}$$

Donde:

$$A_v: \text{Área transversal a cortante.} \quad A_v : \underline{8.10} \text{ cm}^2$$

Siendo:

$h_{\text{vert.}}$ : Longitud del ala vertical.

$$h_{\text{vert.}} : \underline{90.00} \text{ mm}$$

$t$ : Espesor de la chapa.

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

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

$$f_{yd} : \underline{1218.16} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

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

$$f_{y,q} : \underline{1218.16} \text{ kp/cm}^2$$

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

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

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

$$k_{y,q} : \underline{0.43}$$

$g_{M,q}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M,q} : \underline{1.00}$$

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

Se debe satisfacer:

$$h : \underline{0.025} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N56, para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·V4.

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

$$V_{Ed} : \underline{0.145} \text{ t}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{5.697} \text{ t}$$

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{8.10} \text{ cm}^2$$

Siendo:

$h_{\text{horz.}}$ : Longitud del ala horizontal.

$$h_{\text{horz.}} : \underline{90.00} \text{ mm}$$

$t$ : Espesor de la chapa.

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

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

$$f_{yd} : \underline{1218.16} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

$f_{y,q}$ : Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.  $f_{y,q} : \underline{1218.16}$  kp/cm<sup>2</sup>

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

$k_{y,q}$ : Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.  $k_{y,q} : \underline{0.43}$

$g_{M,q}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.  $g_{M,q} : \underline{1.00}$

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

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

**0.067 t ≤ 2.848 t** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.274 m del nudo N7, para la combinación de acciones PP+CM1.

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.  $V_{Ed} : \underline{0.067}$  t

$V_{c,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.  $V_{c,Rd} : \underline{5.697}$  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  $V_{c,Rd}$ .

**0.065 t ≤ 2.848 t** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.274 m del nudo N7, para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·V4.

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.  $V_{Ed} : \underline{0.065}$  t

$V_{c,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.  $V_{c,Rd} : \underline{5.697}$  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:

$$h : \underline{0.959} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 3.016 m del nudo N7, para la combinación de acciones PP+CM1+0.6·Q1+0.5·V4.

Donde:

$N_{c,Ed}$ : Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	$N_{c,Ed} : \underline{6.454} \text{ t}$
$M_{y,Ed}, M_{z,Ed}$ : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{y,Ed}^+ : \underline{0.124} \text{ t}\cdot\text{m}$ $M_{z,Ed}^+ : \underline{0.125} \text{ t}\cdot\text{m}$
<b>Clase</b> : Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.	<b>Clase</b> : $\underline{2}$
$N_{pl,Rd}$ : Resistencia a compresión de la sección bruta.	$N_{pl,Rd} : \underline{18.906} \text{ t}$
$M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z}$ : Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{pl,Rd,y} : \underline{0.404} \text{ t}\cdot\text{m}$ $M_{pl,Rd,z} : \underline{0.404} \text{ t}\cdot\text{m}$

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

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

**Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - 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 en un punto situado a una distancia de 0.274 m del nudo N7, para la combinación de acciones PP+CM1.

$$0.067 \text{ t} \leq 2.848 \text{ t} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.	$V_{Ed,z} : \underline{0.067} \text{ t}$
$V_{c,Rd,z}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.	$V_{c,Rd,z} : \underline{5.697} \text{ t}$

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

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

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

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

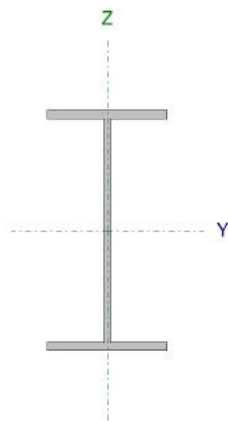
**Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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

• **Vigas de los apoyos**

Barra N123/N124

Perfil: IPE270		Material: Acero (S275)					
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas				
Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	
N123	N124	4.850	45.95	5812.88	414.14	15.94	
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.		
b		1.00	1.00	0.00	0.00		
L <sub>K</sub>		4.850	4.850	0.000	0.000		
C <sub>m</sub>		1.000	1.000	1.000	1.000		
C <sub>1</sub>		-		1.000			
Notación: b: Coeficiente de pandeo L <sub>K</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico							
<b>Situación de incendio</b>							
Resistencia requerida: R 60							
Factor de forma: 242.38 m <sup>-1</sup>							
Temperatura máx. de la barra: 674.5 °C							
Pintura intumescente: 1.2 mm							



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

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

$\lambda$  : 1.86 ✓

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 :** 2

**A:** Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A :** 45.95 cm<sup>2</sup>

**f<sub>y</sub>:** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f<sub>y</sub> :** 2803.26 kp/cm<sup>2</sup>

**N<sub>cr</sub>:** Axil crítico de pandeo elástico. **N<sub>cr</sub> :** 37.197 t

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

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **N<sub>cr,y</sub> :** 522.105 t

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **N<sub>cr,z</sub> :** 37.197 t

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

Donde:

**I<sub>y</sub>:** Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I<sub>y</sub> :** 5812.88 cm<sup>4</sup>

**I<sub>z</sub>:** Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I<sub>z</sub> :** 414.14 cm<sup>4</sup>

**I<sub>t</sub>:** Momento de inercia a torsión uniforme. **I<sub>t</sub> :** 15.94 cm<sup>4</sup>

**I<sub>w</sub>:** Constante de alabeo de la sección. **I<sub>w</sub> :** 70678.77 cm<sup>6</sup>

**E:** Módulo de elasticidad. **E :** 2140673 kp/cm<sup>2</sup>

**G:** Módulo de elasticidad transversal. **G :** 825688 kp/cm<sup>2</sup>

**L<sub>ky</sub>:** Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L<sub>ky</sub> :** 4.850 m

**L<sub>kz</sub>:** Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L<sub>kz</sub> :** 4.850 m

**L<sub>kt</sub>:** Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L<sub>kt</sub> :** 0.000 m

**i<sub>0</sub>:** Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i<sub>0</sub> :** 11.64 cm

Siendo:

**i<sub>y</sub> , i<sub>z</sub>:** Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. **i<sub>y</sub> :** 11.25 cm  
**i<sub>z</sub> :** 3.00 cm

**y<sub>0</sub> , z<sub>0</sub>:** Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. **y<sub>0</sub> :** 0.00 mm  
**z<sub>0</sub> :** 0.00 mm

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

Se debe satisfacer:

$$37.82 \leq 250.57 \quad \checkmark$$

Donde:

$h_w$ : Altura del alma.

$$h_w : \underline{249.60} \text{ mm}$$

$t_w$ : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{6.60} \text{ mm}$$

$A_w$ : Área del alma.

$$A_w : \underline{16.47} \text{ cm}^2$$

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

$$A_{fc,ef} : \underline{13.77} \text{ cm}^2$$

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

$$k : \underline{0.30}$$

$E$ : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{2140673} \text{ kp/cm}^2$$

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

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

Siendo:

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

Se debe satisfacer:

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

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones  $0.8 \cdot PP + 1.35 \cdot CM1 + 1.5 \cdot V4$ .

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

$$N_{t,Ed} : \underline{9.019} \text{ t}$$

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

$$N_{t,Rd} : \underline{122.676} \text{ t}$$

Donde:

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

$$A : \underline{45.95} \text{ cm}^2$$

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

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

Siendo:

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

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

$g_{m0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{m0} : \underline{1.05}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$h : \underline{0.310} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 0.8 \cdot CM1 + 1.05 \cdot Q1 + 1.5 \cdot V3 + 0.75 \cdot N1$ .

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

$$N_{c,Ed} : \underline{9.045} \quad t$$

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

$$N_{c,Rd} : \underline{122.676} \quad t$$

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.

$$\text{Clase} : \underline{2}$$

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

$$A : \underline{45.95} \quad \text{cm}^2$$

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

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

Siendo:

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

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

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

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

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

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

$$N_{b,Rd} : \underline{29.182} \quad t$$

Donde:

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

$$A : \underline{45.95} \quad \text{cm}^2$$

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

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

Siendo:

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

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

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

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

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



$$c_y : \underline{0.93}$$

$$c_z : \underline{0.24}$$

$$f_y : \underline{0.65}$$

$$f_z : \underline{2.51}$$

Siendo:

**a**: Coeficiente de imperfección elástica.

$$a_y : \underline{0.21}$$

$$a_z : \underline{0.34}$$

$\lambda$ : Esbeltez reducida.

$$\lambda_y : \underline{0.50}$$

$$\lambda_z : \underline{1.86}$$

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

$$N_{cr} : \underline{37.197 \text{ t}}$$

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

$$N_{cr,y} : \underline{522.105 \text{ t}}$$

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

$$N_{cr,z} : \underline{37.197 \text{ t}}$$

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

$$N_{cr,T} : \underline{\text{¥}}$$

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

Se debe satisfacer:

$$h : \underline{0.157} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

**M<sub>Ed</sub><sup>+</sup>**: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

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

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N123, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.05·Q1+1.5·V4+0.75·N1.

**M<sub>Ed</sub><sup>-</sup>**: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{2.025 \text{ t}\cdot\text{m}}$$

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

$$M_{c,Rd} : \underline{12.922 \text{ t}\cdot\text{m}}$$

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.

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

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

$$W_{pl,y} : \underline{484.00 \text{ cm}^3}$$

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

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

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)  
 $g_{m0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$f_y$  : 2803.26 kp/cm<sup>2</sup>  
 $g_{m0}$  : 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:

$h$  : 0.020 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N124, para la combinación de acciones  $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM1 + 1.5 \cdot V3$ .

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

$M_{Ed}^+$  : 0.032 t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N124, para la combinación de acciones  $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM1 + 1.5 \cdot V4$ .

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

$M_{Ed}^-$  : 0.051 t·m

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

$M_{c,Rd}$  : 2.588 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.  $W_{pl,z}$  : 96.95 cm<sup>3</sup>

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.  $f_{yd}$  : 2669.77 kp/cm<sup>2</sup>

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)  
 $g_{m0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$f_y$  : 2803.26 kp/cm<sup>2</sup>  
 $g_{m0}$  : 1.05

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

Se debe satisfacer:

$$h : \underline{0.025} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N123, para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM1 + 1.05 \cdot Q1 + 1.5 \cdot V4 + 0.75 \cdot N1$ .

$$V_{Ed} : \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{Ed} : \underline{0.869} \text{ t}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{34.131} \text{ t}$$

Donde:

$$A_v : \text{Área transversal a cortante.} \quad A_v : \underline{22.14} \text{ cm}^2$$

Siendo:

$$h : \text{Canto de la sección.} \quad h : \underline{270.00} \text{ mm}$$

$$t_w : \text{Espesor del alma.} \quad t_w : \underline{6.60} \text{ mm}$$

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

Siendo:

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

$$g_{Mo} : \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad g_{Mo} : \underline{1.05}$$

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

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

$$33.27 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

$$I_w : \text{Esbeltez del alma.} \quad I_w : \underline{33.27}$$

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

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

Siendo:

$$f_{ref} : \text{Límite elástico de referencia.} \quad f_{ref} : \underline{2395.51} \text{ kp/cm}^2$$

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

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

Se debe satisfacer:

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

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones  $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM1 + 1.5 \cdot V4$ .

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

$$V_{Ed} : \underline{0.009} \text{ t}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{45.435} \text{ t}$$

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{29.48} \text{ cm}^2$$

Siendo:

$A$ : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{45.95} \text{ cm}^2$$

$d$ : Altura del alma.

$$d : \underline{249.60} \text{ mm}$$

$t_w$ : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{6.60} \text{ mm}$$

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

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

Siendo:

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

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

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

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

**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  $V_{c,Rd}$ .

$$0.869 \text{ t} \leq 17.066 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM1 + 1.05 \cdot Q1 + 1.5 \cdot V4 + 0.75 \cdot N1$ .

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

$$V_{Ed} : \underline{0.869} \text{ t}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{34.131} \text{ t}$$

**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  $V_{c,Rd}$ .

$$0.009 \text{ t} \leq 22.717 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones  $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM1 + 1.5 \cdot V4$ .

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

$$V_{Ed} : \underline{0.009} \text{ t}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{45.435} \text{ t}$$

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

Se debe satisfacer:

$$h : \underline{0.182} \quad \checkmark$$

$$h : \underline{0.190} \quad \checkmark$$

$$h : \underline{0.382} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N123, para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM1 + 1.05 \cdot Q1 + 1.5 \cdot V3 + 0.75 \cdot N1$ .

Donde:

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

$$N_{c,Ed} : \underline{9.044} \text{ t}$$

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

$$M_{y,Ed} : \underline{1.312} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed}^+ : \underline{0.018} \text{ t}\cdot\text{m}$$

**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 compresión de la sección bruta.  $N_{pl,Rd} : \underline{122.676 \text{ t}}$   
 $M_{pl,Rd,y}$ ,  $M_{pl,Rd,z}$ : Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.  $M_{pl,Rd,y} : \underline{12.922 \text{ t}\cdot\text{m}}$   
 $M_{pl,Rd,z} : \underline{2.588 \text{ t}\cdot\text{m}}$

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

$A$ : Área de la sección bruta.  $A : \underline{45.95 \text{ cm}^2}$   
 $W_{pl,y}$ ,  $W_{pl,z}$ : Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.  $W_{pl,y} : \underline{484.00 \text{ cm}^3}$   
 $W_{pl,z} : \underline{96.95 \text{ cm}^3}$   
 $f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.  $f_{yd} : \underline{2669.77 \text{ kp/cm}^2}$

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)  $f_y : \underline{2803.26 \text{ kp/cm}^2}$   
 $\gamma_{M1}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.  $\gamma_{M1} : \underline{1.05}$

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

$k_y : \underline{1.02}$

$k_z : \underline{1.43}$

$C_{m,y}$ ,  $C_{m,z}$ : Factores de momento flector uniforme equivalente.  $C_{m,y} : \underline{1.00}$   
 $C_{m,z} : \underline{1.00}$

$c_y$ ,  $c_z$ : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.  $c_y : \underline{0.93}$   
 $c_z : \underline{0.24}$

$\eta_y$ ,  $\eta_z$ : Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.  $\eta_y : \underline{0.50}$   
 $\eta_z : \underline{1.86}$

$a_y$ ,  $a_z$ : Factores dependientes de la clase de la sección.  $a_y : \underline{0.60}$   
 $a_z : \underline{0.60}$

**Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - 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  $1.35\cdot PP + 1.35\cdot CM1 + 1.05\cdot Q1 + 1.5\cdot V4 + 0.75\cdot N1$ .

**0.869 t  $\leq$  17.059 t** ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.  $V_{Ed,z} : \underline{0.869 \text{ t}}$   
 $V_{c,Rd,z}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.  $V_{c,Rd,z} : \underline{34.118 \text{ t}}$

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

Se debe satisfacer:

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

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones  $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM1 + 1.5 \cdot V3$ .

$M_{T,Ed}$ : Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.000} \quad t \cdot m$$

El momento torsor resistente de cálculo  $M_{T,Rd}$  viene dado por:

$$M_{T,Rd} : \underline{0.241} \quad t \cdot m$$

Donde:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{15.63} \quad cm^3$$

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

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

Siendo:

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

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

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$h : \underline{0.025} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N123, para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM1 + 1.05 \cdot Q1 + 1.5 \cdot V4 + 0.75 \cdot N1$ .

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

$$V_{Ed} : \underline{0.869} \quad t$$

$M_{T,Ed}$ : Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.000} \quad t \cdot m$$

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

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{34.118} \quad t$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.  
 $t_{T,Ed}$ : Tensiones tangenciales por torsión.

$V_{pl,Rd} : \underline{34.131} \text{ t}$   
 $t_{T,Ed} : \underline{1.51} \text{ kp/cm}^2$

Siendo:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.  
 $f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$W_T : \underline{15.63} \text{ cm}^3$   
 $f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)  
 $g_{m0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$   
 $g_{m0} : \underline{1.05}$

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

Se debe satisfacer:

$h < \underline{0.001}$  ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones  $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM1 + 1.5 \cdot V4$ .

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

$V_{Ed} : \underline{0.009} \text{ t}$

$M_{T,Ed}$ : 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:

$V_{pl,T,Rd} : \underline{45.417} \text{ t}$

Donde:

$V_{pl,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.  
 $t_{T,Ed}$ : Tensiones tangenciales por torsión.

$V_{pl,Rd} : \underline{45.435} \text{ t}$   
 $t_{T,Ed} : \underline{1.51} \text{ kp/cm}^2$

Siendo:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.  
 $f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$W_T : \underline{15.63} \text{ cm}^3$   
 $f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)  
 $g_{m0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$   
 $g_{m0} : \underline{1.05}$



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

Se debe satisfacer:

$$h : \underline{0.080} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·V4.

$$N_{t,Ed}: \text{Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.} \quad N_{t,Ed} : \underline{3.002} \text{ t}$$

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

$$N_{t,Rd} : \underline{37.479} \text{ t}$$

Donde:

$$\begin{aligned} A: & \text{Área bruta de la sección transversal de la barra.} & A : & \underline{45.95} \text{ cm}^2 \\ f_{yd}: & \text{Resistencia de cálculo del acero.} & f_{yd} : & \underline{815.65} \text{ kp/cm}^2 \end{aligned}$$

Siendo:

$$f_{y,q}: \text{Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad f_{y,q} : \underline{815.65} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$k_{y,q}: \text{Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad k_{y,q} : \underline{0.29}$$

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

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

Se debe satisfacer:

$$h : \underline{0.081} \quad \checkmark$$

$$h : \underline{0.578} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+CM1+0.6·Q1+0.5·V3.

$$N_{c,Ed}: \text{Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.} \quad N_{c,Ed} : \underline{3.022} \text{ t}$$

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

$$N_{c,Rd} : \underline{37.479 \text{ t}}$$

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 :** 2

**A:** Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A :** 45.95 cm<sup>2</sup>

**f<sub>yd</sub>:** Resistencia de cálculo del acero. **f<sub>yd</sub> :** 815.65 kp/cm<sup>2</sup>

Siendo:

**f<sub>y,q</sub>:** Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. **f<sub>y,q</sub> :** 815.65 kp/cm<sup>2</sup>

**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,q</sub>:** Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. **k<sub>y,q</sub> :** 0.29

**g<sub>M,q</sub>:** Coeficiente parcial de seguridad del material. **g<sub>M,q</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:

$$N_{b,Rd} : \underline{5.233 \text{ t}}$$

Donde:

**A:** Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A :** 45.95 cm<sup>2</sup>

**f<sub>yd</sub>:** Resistencia de cálculo del acero. **f<sub>yd</sub> :** 815.65 kp/cm<sup>2</sup>

Siendo:

**f<sub>y,q</sub>:** Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. **f<sub>y,q</sub> :** 815.65 kp/cm<sup>2</sup>

**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,q</sub>:** Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. **k<sub>y,q</sub> :** 0.29

**g<sub>M,q</sub>:** Coeficiente parcial de seguridad del material. **g<sub>M,q</sub> :** 1.00

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

$$c_y : \underline{0.76}$$

$$c_z : \underline{0.14}$$

Siendo:

$$f_y : \underline{0.82}$$

	$f_z$ :	<u>3.99</u>
<b>a</b> : Coeficiente de imperfección elástica.	$a_y$ :	<u>0.49</u>
	$a_z$ :	<u>0.49</u>
$\lambda$ : Esbeltez reducida.	$\lambda_y$ :	<u>0.65</u>
	$\lambda_z$ :	<u>2.43</u>
$k_{l,q}$ : Factor de incremento de la esbeltez reducida para la temperatura que alcanza el perfil.	$k_{l,q}$ :	<u>1.30</u>
$N_{cr}$ : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:	$N_{cr}$ :	<u>37.197 t</u>
$N_{cr,y}$ : Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.	$N_{cr,y}$ :	<u>522.105 t</u>
$N_{cr,z}$ : Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.	$N_{cr,z}$ :	<u>37.197 t</u>
$N_{cr,T}$ : Axil crítico elástico de pandeo por torsión.	$N_{cr,T}$ :	<u>¥</u>

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

Se debe satisfacer:

$h$  : 0.340 ✓

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 N123, para la combinación de acciones PP+CM1+0.6·Q1+0.5·V4.

$M_{Ed}^-$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.  $M_{Ed}^-$  : 1.341 t·m

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

$M_{c,Rd}$  : 3.948 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.  $W_{pl,y}$  : 484.00 cm<sup>3</sup>

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.  $f_{yd}$  : 815.65 kp/cm<sup>2</sup>

Siendo:

$f_{y,q}$ : Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.  $f_{y,q}$  : 815.65 kp/cm<sup>2</sup>

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	$f_y$ : <u>2803.26</u> kp/cm <sup>2</sup>
$k_{y,q}$ : Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.	$k_{y,q}$ : <u>0.29</u>
$g_{M,q}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.	$g_{M,q}$ : <u>1.00</u>

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

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

Se debe satisfacer:

$h$  : 0.022 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N124, para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·V3.

$M_{Ed}^+$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.  $M_{Ed}^+$  : 0.011 t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N124, para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·V4.

$M_{Ed}^-$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.  $M_{Ed}^-$  : 0.017 t·m

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

$M_{c,Rd}$  : 0.791 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.  $W_{pl,z}$  : 96.95 cm<sup>3</sup>

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.  $f_{yd}$  : 815.65 kp/cm<sup>2</sup>

Siendo:

$f_{y,q}$ : Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.  $f_{y,q}$  : 815.65 kp/cm<sup>2</sup>

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	$f_y$ : <u>2803.26</u> kp/cm <sup>2</sup>
$k_{y,q}$ : Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.	$k_{y,q}$ : <u>0.29</u>
$g_{M,q}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.	$g_{M,q}$ : <u>1.00</u>

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

Se debe satisfacer:

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

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N123, para la combinación de acciones PP+CM1+0.6·Q1+0.5·V4.

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

$$V_{Ed} : \underline{0.574} \quad t$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{10.428} \quad t$$

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{22.14} \quad \text{cm}^2$$

Siendo:

$h$ : Canto de la sección.

$$h : \underline{270.00} \quad \text{mm}$$

$t_w$ : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{6.60} \quad \text{mm}$$

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

$$f_{yd} : \underline{815.65} \quad \text{kp/cm}^2$$

Siendo:

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

$$f_{y,q} : \underline{815.65} \quad \text{kp/cm}^2$$

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

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

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

$$k_{y,q} : \underline{0.29}$$

$g_{M,q}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M,q} : \underline{1.00}$$

**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:

$$33.27 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

$I_w$ : Esbeltez del alma.  $I_w$ : 33.27

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

e: Factor de reducción. e: 0.92

Siendo:

$f_{ref}$ : Límite elástico de referencia.  $f_{ref}$ : 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 - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

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

El esfuerzo solicitante de cculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·V4.

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cculo pésimo.  $V_{Ed}$ : 0.003 t

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

$$V_{c,Rd}: \underline{13.881} \text{ t}$$

Donde:

$A_v$ : rea transversal a cortante.  $A_v$ : 29.48 cm<sup>2</sup>

Siendo:

$A$ : rea de la sección bruta.  $A$ : 45.95 cm<sup>2</sup>

$d$ : Altura del alma.  $d$ : 249.60 mm

$t_w$ : Espesor del alma.  $t_w$ : 6.60 mm

$f_{yd}$ : Resistencia de cculo del acero.  $f_{yd}$ : 815.65 kp/cm<sup>2</sup>

Siendo:

$f_{y,q}$ : Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.  $f_{y,q}$ : 815.65 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>

$k_{y,q}$ : Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.  $k_{y,q}$ : 0.29

$g_{M,q}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.  $g_{M,q}$ : 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  $V_{c,Rd}$ .

0.574 t ≤ 5.214 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+CM1+0.6·Q1+0.5·V4.

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.  $V_{Ed}$ : 0.574 t

$V_{c,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.  $V_{c,Rd}$ : 10.428 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  $V_{c,Rd}$ .

0.003 t ≤ 6.940 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·V4.

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.  $V_{Ed}$ : 0.003 t

$V_{c,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.  $V_{c,Rd}$ : 13.881 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:

$$h : \underline{0.368} \quad \checkmark$$

$$h : \underline{0.408} \quad \checkmark$$

$$h : \underline{0.767} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p<sup>ésimos</sup> se producen en el nudo N123, para la combinaci3n de acciones PP+CM1+0.6·Q1+0.5·V3.

Donde:

<b>N<sub>c,Ed</sub></b> : Axil de compresi3n solicitante de c3lculo p <sup>ésimo</sup> .	<b>N<sub>c,Ed</sub></b> : $\underline{3.022}$ t
<b>M<sub>y,Ed</sub>, M<sub>z,Ed</sub></b> : Momentos flectores solicitantes de c3lculo p <sup>ésimos</sup> , seg <sup>un</sup> los ejes Y y Z, respectivamente.	<b>M<sub>y,Ed</sub></b> : $\underline{1.103}$ t·m <b>M<sub>z,Ed</sub></b> : $\underline{0.006}$ t·m
<b>Clase</b> : Clase de la secci3n, seg <sup>un</sup> la capacidad de deformaci3n y de desarrollo de la resistencia pl3stica de sus elementos planos, para axil y flexi3n simple.	<b>Clase</b> : $\underline{1}$
<b>N<sub>pl,Rd</sub></b> : Resistencia a compresi3n de la secci3n bruta.	<b>N<sub>pl,Rd</sub></b> : $\underline{37.479}$ t
<b>M<sub>pl,Rd,y</sub>, M<sub>pl,Rd,z</sub></b> : Resistencia a flexi3n de la secci3n bruta en condiciones pl3sticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	<b>M<sub>pl,Rd,y</sub></b> : $\underline{3.948}$ t·m <b>M<sub>pl,Rd,z</sub></b> : $\underline{0.791}$ t·m

**Resistencia a pandeo:** (CTE DB SE-A, Art3culo 6.3.4.2)

<b>A</b> : 3rea de la secci3n bruta.	<b>A</b> : $\underline{45.95}$ cm <sup>2</sup>
<b>W<sub>pl,y</sub>, W<sub>pl,z</sub></b> : M3dulos resistentes pl3sticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	<b>W<sub>pl,y</sub></b> : $\underline{484.00}$ cm <sup>3</sup> <b>W<sub>pl,z</sub></b> : $\underline{96.95}$ cm <sup>3</sup>
<b>f<sub>yd</sub></b> : Resistencia de c3lculo del acero.	<b>f<sub>yd</sub></b> : $\underline{815.65}$ kp/cm <sup>2</sup>

Siendo:

$$f_{y,q} : \text{L3mite el3stico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad f_{y,q} : \underline{815.65} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_y : \text{L3mite el3stico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

$$k_{y,q} : \text{Factor de reducci3n del l3mite el3stico para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad k_{y,q} : \underline{0.29}$$

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

**k<sub>y</sub>, k<sub>z</sub>**: Coeficientes de interacci3n.

$$k_y : \underline{1.05}$$

$$k_z : \underline{1.81}$$



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

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

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

$c_y$ ,  $c_z$ : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$c_y : \underline{0.76}$$

$$c_z : \underline{0.14}$$

$\lambda_y$ ,  $\lambda_z$ : Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\lambda_y : \underline{0.65}$$

$$\lambda_z : \underline{2.43}$$

$a_y$ ,  $a_z$ : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$a_y : \underline{0.60}$$

$$a_z : \underline{0.60}$$

**Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - 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+CM1+0.6·Q1+0.5·V4.

$$0.574 \text{ t} \leq 5.212 \text{ t} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \underline{0.574 \text{ t}}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \underline{10.423 \text{ t}}$$

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

Se debe satisfacer:

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

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·V3.

$M_{T,Ed}$ : Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.000 \text{ t}\cdot\text{m}}$$

El momento torsor resistente de cálculo  $M_{T,Rd}$  viene dado por:

$$M_{T,Rd} : \underline{0.074 \text{ t}\cdot\text{m}}$$

Donde:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{15.63 \text{ cm}^3}$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.  $f_{yd} : \underline{815.65} \text{ kp/cm}^2$

Siendo:

$f_{y,q}$ : Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.  $f_{y,q} : \underline{815.65} \text{ kp/cm}^2$

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

$k_{y,q}$ : Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.  $k_{y,q} : \underline{0.29}$

$g_{M,q}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.  $g_{M,q} : \underline{1.00}$

**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:

$h : \underline{0.055}$  ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N123, para la combinación de acciones PP+CM1+0.6·Q1+0.5·V4.

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.  $V_{Ed} : \underline{0.574} \text{ t}$

$M_{T,Ed}$ : 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:

$V_{pl,T,Rd} : \underline{10.423} \text{ t}$

Donde:

$V_{pl,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.  $V_{pl,Rd} : \underline{10.428} \text{ t}$

$t_{T,Ed}$ : Tensiones tangenciales por torsión.  $t_{T,Ed} : \underline{0.50} \text{ kp/cm}^2$

Siendo:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.  $W_T : \underline{15.63} \text{ cm}^3$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.  $f_{yd} : \underline{815.65} \text{ kp/cm}^2$

Siendo:

$f_{y,q}$ : Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.  $f_{y,q} : \underline{815.65} \text{ kp/cm}^2$

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

$k_{y,q}$ : Factor de reducción del límite elástico para la  $k_{y,q} : \underline{0.29}$

temperatura que alcanza el perfil.

$g_{M,q}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$g_{M,q}$  : 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:

$h < \underline{0.001}$  ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·V4.

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

$V_{Ed}$  : 0.003 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:

$V_{pl,T,Rd}$  : 13.875 t

Donde:

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

$V_{pl,Rd}$  : 13.881 t

$t_{T,Ed}$ : Tensiones tangenciales por torsión.

$t_{T,Ed}$  : 0.50 kp/cm<sup>2</sup>

Siendo:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.

$W_T$  : 15.63 cm<sup>3</sup>

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

$f_{yd}$  : 815.65 kp/cm<sup>2</sup>

Siendo:

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

$f_{y,q}$  : 815.65 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>

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

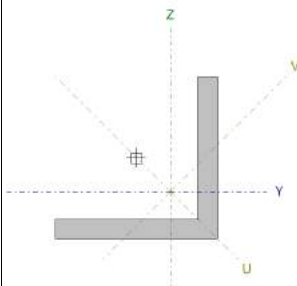
$k_{y,q}$  : 0.29

$g_{M,q}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$g_{M,q}$  : 1.00

• Arriostramientos de los apoyos

Barra N102/N103

Perfil: L90*11 Material: Acero (S275)											
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas								
Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	$I_y^{(1)}$ (cm <sup>4</sup> )	$I_z^{(1)}$ (cm <sup>4</sup> )	$I_{yz}^{(4)}$ (cm <sup>4</sup> )	$I_t^{(2)}$ (cm <sup>4</sup> )	$y_g^{(3)}$ (mm)	$z_g^{(3)}$ (mm)	$a^{(5)}$ (grados)	
N102	N103	5.346	18.72	137.61	137.61	79.96	7.50	18.80	-18.80	-45.0	
<p><b>Notas:</b></p> <p><sup>(1)</sup> Inercia respecto al eje indicado</p> <p><sup>(2)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme</p> <p><sup>(3)</sup> Coordenadas del centro de gravedad</p> <p><sup>(4)</sup> Producto de inercia</p> <p><sup>(5)</sup> Es el ángulo que forma el eje principal de inercia U respecto al eje Y, positivo en sentido antihorario.</p>											
	Pandeo			Pandeo lateral							
			Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.					
	b	0.00		0.00	0.00	0.00					
	$L_K$	0.000		0.000	0.000	0.000					
	$C_m$	1.000		1.000	1.000	1.000					
	$C_1$	-			1.000						
<p><b>Notación:</b></p> <p><math>b</math>: Coeficiente de pandeo</p> <p><math>L_K</math>: Longitud de pandeo (m)</p> <p><math>C_m</math>: Coeficiente de momentos</p> <p><math>C_1</math>: Factor de modificación para el momento crítico</p>											
<p><b>Situación de incendio</b></p> <p>Resistencia requerida: R 60</p> <p>Factor de forma: 193.65 m<sup>-1</sup></p> <p>Temperatura máx. de la barra: 603.5 °C</p> <p>Pintura intumescente: 1.2 mm</p>											

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

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

$$\lambda < \underline{0.01} \quad \checkmark$$

Donde:

**Clase:** Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase :** 3

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

$$\mathbf{A} : \underline{18.72} \text{ cm}^2$$

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

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

**$N_{cr}$ :** Axil crítico elástico de pandeo mínimo, teniendo en cuenta que las longitudes de pandeo son nulas.

$$\mathbf{N}_{cr} : \underline{\infty}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\mathbf{h} : \underline{0.197} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones  $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM1 + 1.5 \cdot V3$ .

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

$$\mathbf{N}_{t,Ed} : \underline{9.835} \text{ t}$$

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

$$\mathbf{N}_{t,Rd} : \underline{49.978} \text{ t}$$

Donde:

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

$$\mathbf{A} : \underline{18.72} \text{ cm}^2$$

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

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

Siendo:

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

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

**$g_{M0}$ :** Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

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

Se debe satisfacer:

$$h : \underline{0.201} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM1 + 1.05 \cdot Q1 + 1.5 \cdot V4 + 0.75 \cdot N1$ .

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

$$N_{c,Ed} : \underline{10.027} \text{ t}$$

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

$$N_{c,Rd} : \underline{49.978} \text{ t}$$

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.

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

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

$$A : \underline{18.72} \text{ cm}^2$$

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

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

Siendo:

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

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

**$g_{m0}$** : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{m0} : \underline{1.05}$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$h : \underline{0.531} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.673 m del nudo N102, para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM1$ .

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.563} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

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

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

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

$$M_{c,Rd} : \underline{1.061} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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. **Clase :** 1

**W<sub>pl,y</sub>:** Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **W<sub>pl,y</sub> :** 39.73 cm<sup>3</sup>

**f<sub>yd</sub>:** Resistencia de cálculo del acero. **f<sub>yd</sub> :** 2669.77 kp/cm<sup>2</sup>

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>

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

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

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

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

Se debe satisfacer:

**h :** 0.028 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N102, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1.

**V<sub>Ed</sub>:** Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V<sub>Ed</sub> :** 0.421 t

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

**V<sub>c,Rd</sub> :** 15.260 t

Donde:

**A<sub>v</sub>:** Área transversal a cortante. **A<sub>v</sub> :** 9.90 cm<sup>2</sup>

Siendo:

**h<sub>vert.</sub>:** Longitud del ala vertical. **h<sub>vert.</sub> :** 90.00 mm

**t:** Espesor de la chapa. **t :** 11.00 mm

**f<sub>yd</sub>:** Resistencia de cálculo del acero. **f<sub>yd</sub> :** 2669.77 kp/cm<sup>2</sup>

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>

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

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

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

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

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

$$0.369 \text{ t} \leq 7.630 \text{ t}$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.334 m del nudo N102, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1.

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

$$V_{Ed} : 0.369 \text{ t}$$

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

$$V_{c,Rd} : 15.260 \text{ t}$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$h : 0.976$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 1.002 m del nudo N102, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.05·Q1+1.5·V4+0.75·N1.

Donde:

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

$$N_{c,Ed} : 10.027 \text{ t}$$

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

$$M_{y,Ed}^+ : 0.343 \text{ t}\cdot\text{m}$$

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

**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.

$$\text{Clase} : 3$$



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

$$N_{pl,Rd} : \underline{49.978 \text{ t}}$$

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

$$M_{el,Rd,y} : \underline{0.443 \text{ t}\cdot\text{m}}$$

$$M_{el,Rd,z} : \underline{0.443 \text{ t}\cdot\text{m}}$$

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

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

#### **Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - 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 en un punto situado a una distancia de 0.334 m del nudo N102, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1.

$$0.369 \text{ t} \leq 7.630 \text{ t}$$



Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \underline{0.369 \text{ t}}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \underline{15.260 \text{ t}}$$

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

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

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

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

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$h : \underline{0.133}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·V3.

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

$N_{t,Ed}$  : 3.210 t

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

$N_{t,Rd}$  : 24.211 t

Donde:

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

**A** : 18.72 cm<sup>2</sup>

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

**f<sub>yd</sub>** : 1293.33 kp/cm<sup>2</sup>

Siendo:

**f<sub>y,q</sub>**: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. **f<sub>y,q</sub>** : 1293.33 kp/cm<sup>2</sup>

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

**k<sub>y,q</sub>** : 0.46

**g<sub>M,q</sub>**: Coeficiente parcial de seguridad del material.

**g<sub>M,q</sub>** : 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:

**h** : 0.140 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+CM1+0.6·Q1+0.5·V4.

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

$N_{c,Ed}$  : 3.395 t

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

$N_{c,Rd}$  : 24.211 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** : 3

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

**A** : 18.72 cm<sup>2</sup>

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

**f<sub>yd</sub>** : 1293.33 kp/cm<sup>2</sup>

Siendo:

$f_{y,q}$ : Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.  $f_{y,q} : \underline{1293.33}$  kp/cm<sup>2</sup>

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

$k_{y,q}$ : Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.  $k_{y,q} : \underline{0.46}$

$g_{M,q}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.  $g_{M,q} : \underline{1.00}$

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

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

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

Se debe satisfacer:

$h : \underline{0.812}$  ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.673 m del nudo N102, para la combinación de acciones PP+CM1.

$M_{Ed}^+$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.  $M_{Ed}^+ : \underline{0.417}$  t·m

Para flexión negativa:

$M_{Ed}^-$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.  $M_{Ed}^- : \underline{0.000}$  t·m

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

$M_{c,Rd} : \underline{0.514}$  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.  $W_{pl,y} : \underline{39.73}$  cm<sup>3</sup>

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.  $f_{yd} : \underline{1293.33}$  kp/cm<sup>2</sup>

Siendo:

$f_{y,q}$ : Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.  $f_{y,q} : \underline{1293.33}$  kp/cm<sup>2</sup>

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

$k_{y,q}$ : Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.  $k_{y,q} : \underline{0.46}$

$g_{M,q}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.  $g_{M,q} : \underline{1.00}$

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$h : \underline{0.042} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N102, para la combinación de acciones PP+CM1.

$$V_{Ed}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{Ed} : \underline{0.312} \text{ t}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{7.392} \text{ t}$$

Donde:

$$A_v: \text{Área transversal a cortante.} \quad A_v : \underline{9.90} \text{ cm}^2$$

Siendo:

$$h_{vert.}: \text{Longitud del ala vertical.} \quad h_{vert.} : \underline{90.00} \text{ mm}$$

$$t: \text{Espesor de la chapa.} \quad t : \underline{11.00} \text{ mm}$$

$$f_{yd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{yd} : \underline{1293.33} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

$$f_{y,q}: \text{Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad f_{y,q} : \underline{1293.33} \text{ kp/cm}^2$$

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

$$k_{y,q}: \text{Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad k_{y,q} : \underline{0.46}$$

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

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

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

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

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

$$0.273 \text{ t} \leq 3.696 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.334 m del nudo N102, para la combinación de acciones PP+CM1.

$$V_{Ed}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{Ed} : \underline{0.273 \text{ t}}$$

$$V_{c,Rd}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} \quad V_{c,Rd} : \underline{7.392 \text{ t}}$$

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

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

Se debe satisfacer:

$$h : \underline{0.952} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 2.673 m del nudo N102, para la combinación de acciones PP+CM1+0.6·Q1+0.5·V4.

Donde:

$$N_{c,Ed}: \text{Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.} \quad N_{c,Ed} : \underline{3.395 \text{ t}}$$

$$M_{y,Ed}, M_{z,Ed}: \text{Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.} \quad M_{y,Ed}^+ : \underline{0.417 \text{ t}\cdot\text{m}}$$

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

$$\text{Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.} \quad \text{Clase} : \underline{1}$$

$$N_{pl,Rd}: \text{Resistencia a compresión de la sección bruta.} \quad N_{pl,Rd} : \underline{24.211 \text{ t}}$$

$$M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z}: \text{Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.} \quad M_{pl,Rd,y} : \underline{0.514 \text{ t}\cdot\text{m}}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{0.514 \text{ t}\cdot\text{m}}$$

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

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

**Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - 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 en un punto situado a una distancia de 0.334 m del nudo N102, para la combinación de acciones PP+CM1.

$$0.273 \text{ t} \leq 3.696 \text{ t} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : 0.273 \text{ t}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : 7.392 \text{ t}$$

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

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

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

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

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

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

## 5.5. Cimentación

### Elementos de cimentación aislados

#### Descripción

Referencias	Geometría	Armado
(N1 - N5 - N7 - N8)	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 55.0 cm Ancho inicial Y: 272.5 cm Ancho final X: 280.0 cm Ancho final Y: 62.5 cm Ancho zapata X: 335.0 cm Ancho zapata Y: 335.0 cm Canto: 40.0 cm	Sup X: 17Ø12c/19 Sup Y: 14Ø12c/23 Inf X: 14Ø12c/24 Inf Y: 11Ø12c/30

#### Medición

Referencia: (N1 - N5 - N7 - N8)		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	14x3.48	48.72
	Peso (kg)	14x3.09	43.26
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	11x3.48	38.28
	Peso (kg)	11x3.09	33.99
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	17x3.48	59.16
	Peso (kg)	17x3.09	52.52
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	14x3.48	48.72
	Peso (kg)	14x3.09	43.26
Totales	Longitud (m)	194.88	
	Peso (kg)	173.03	173.03
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	214.37	
	Peso (kg)	190.33	190.33

#### Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)	Hormigón (m³)	
	Ø12	HA-25, Yc=1.5	Limpieza
Referencia: (N1 - N5 - N7 - N8)	190.33	4.49	1.12
Totales	190.33	4.49	1.12

## Comprobación

Referencia: (N1 - N5 - N7 - N8) Dimensiones: 335 x 335 x 40 Armados: Xi:Ø12c/24 Yi:Ø12c/30 Xs:Ø12c/19 Ys:Ø12c/23		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> - Tensión media en situaciones persistentes: - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento: - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 1.144 kp/cm <sup>2</sup> Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 1.031 kp/cm <sup>2</sup> Máximo: 2.5 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 2.42 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple Cumple Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i> - En dirección X: - En dirección Y:	Reserva seguridad: 31.7 % Reserva seguridad: 978.4 %	Cumple Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: -22.21 t·m Momento: -17.51 t·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Cortante: 35.46 t Cortante: 28.81 t	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.68 t/m <sup>2</sup> Calculado: 358.13 t/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N1: - N5: - N7: - N8:	Mínimo: 0 cm Calculado: 33 cm Calculado: 33 cm Calculado: 33 cm Calculado: 33 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple



Referencia: (N1 - N5 - N7 - N8) Dimensiones: 335 x 335 x 40 Armados: Xi:Ø12c/24 Yi:Ø12c/30 Xs:Ø12c/19 Ys:Ø12c/23		
Comprobación	Valores	Estado
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0012 Calculado: 0.0015 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0012	Cumple Cumple Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0012 Calculado: 0.0012 Mínimo: 0.0007 Calculado: 0.001 Mínimo: 0.0015 Calculado: 0.0015 Mínimo: 0.0013 Calculado: 0.0013	Cumple Cumple Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i> - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 24 cm Calculado: 30 cm Calculado: 19 cm Calculado: 23 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 24 cm Calculado: 30 cm Calculado: 19 cm Calculado: 23 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple

Referencia: (N1 - N5 - N7 - N8)		
Dimensiones: 335 x 335 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/24 Yi:Ø12c/30 Xs:Ø12c/19 Ys:Ø12c/23		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
-Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 20 cm Calculado: 23 cm	Cumple
-Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 20 cm Calculado: 23 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 27 cm Calculado: 30 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 24 cm Calculado: 27 cm	Cumple
-Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 38 cm Calculado: 142 cm	Cumple
-Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 38 cm Calculado: 142 cm	Cumple
-Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 36 cm Calculado: 142 cm	Cumple
-Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 36 cm Calculado: 142 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:		
-Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
-Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
-Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
-Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
-Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
-Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		



# **DOCUMENTO III: PLIEGO DE CONDICIONES**



## Contenido

### **A. Pliego de cláusulas administrativas.**

#### **Parte I. Disposiciones generales.**

1. Disposiciones de carácter general.
2. Disposiciones relativas a trabajos materiales y medios auxiliares.
3. Disposiciones de las recepciones de edificios y obras anejas.

#### **Parte II. Disposiciones facultativas.**

1. Definición, atribuciones y obligaciones de los agentes de la edificación.
2. Agentes que intervienen en la obra
3. Agentes en materia de seguridad y salud
4. Agentes en materia de gestión de residuos
5. La dirección facultativa
6. Visitas facultativas
7. Obligaciones de los agentes intervinientes
8. Documentación final de obra: libro del edificio

#### **Parte III. Disposiciones económicas.**

1. Definición
2. Contrato de obra
3. Criterio general
4. Fianzas
5. De los precios
6. Obras por administración
7. Valoración y abono de los trabajos
8. Indemnizaciones mutuas
9. Varios
10. Retenciones en concepto de garantía
11. Plazos de ejecución: planning de obra
12. Liquidación económica de las obras
13. Liquidación final de la obra

### **B. Pliego de condiciones técnicas particulares**

#### **Parte I. Prescripciones sobre los materiales**

1. Prescripciones sobre los materiales
2. Hormigón
3. Aceros corrugados
4. Aceros en perfiles laminados
5. Aislantes proyectados de espuma de poliuretano

**Parte II.** Prescripciones en cuanto a la ejecución por unidad de obra.

1. Prescripciones en cuanto a la ejecución por unidad de obra
2. Alquiler de grúa torre.
3. Losa de cimentación.
4. Acero en pilares.
5. Acero en vigas.
6. Ascensor para personas.
7. Transporte de residuos inertes con camión.

**Parte III.** Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado.

1. Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado.

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

1. Prescripciones en relación con el almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición.





## **A. Pliego de cláusulas administrativas**

### **Parte I. Disposiciones Generales**

#### **1. Disposiciones de carácter general.**

##### **1.1. Objeto del Pliego de Condiciones**

La finalidad de este Pliego es la de fijar los criterios de la relación que se establece entre los agentes que intervienen en las obras definidas en el presente proyecto y servir de base para la realización del contrato de obra entre el promotor y el contratista.

##### **1.2. Contrato de obra**

Se recomienda la contratación de la ejecución de las obras por unidades de obra, con arreglo a los documentos del proyecto y en cifras fijas. A tal fin, el director de obra ofrece la documentación necesaria para la realización del contrato de obra.

##### **1.3. Documentación del contrato de obra**

Integran el contrato de obra los siguientes documentos, relacionados por orden de prelación atendiendo al valor de sus especificaciones, en el caso de posibles interpretaciones, omisiones o contradicciones:

- Las condiciones fijadas en el contrato de obra.
- El presente Pliego de Condiciones.
- La documentación gráfica y escrita del Proyecto: planos generales y de detalle, memorias, anejos, mediciones y presupuestos.

En el caso de interpretación, prevalecen las especificaciones literales sobre las gráficas y las cotas sobre las medidas a escala tomadas de los planos.

##### **1.4. Proyecto Arquitectónico**

El Proyecto Arquitectónico es el conjunto de documentos que definen y determinan las exigencias técnicas, funcionales y estéticas de las obras contempladas en el artículo 2 de la Ley de Ordenación de la Edificación. En él se justificará técnicamente las soluciones propuestas de acuerdo con las especificaciones requeridas por la normativa técnica aplicable.

Cuando el proyecto se desarrolle o complete mediante proyectos parciales u otros documentos técnicos sobre tecnologías específicas o instalaciones del edificio, se mantendrá entre todos ellos la necesaria coordinación, sin que se produzca una duplicidad en la documentación ni en los honorarios a percibir por los autores de los distintos trabajos indicados.

Los documentos complementarios al Proyecto serán:

- Todos los planos o documentos de obra que, a lo largo de la misma, vaya suministrando la Dirección de Obra como interpretación, complemento o precisión.
- El Libro de Órdenes y Asistencias.
- El Programa de Control de Calidad de Edificación y su Libro de Control.
- El Estudio de Seguridad y Salud o Estudio Básico de Seguridad y Salud en las obras.

- El Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo, elaborado por cada contratista.
- Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición.
- Licencias y otras autorizaciones administrativas.

### **1.5. Reglamentación urbanística**

La obra a construir se ajustará a todas las limitaciones del proyecto aprobado por los organismos competentes, especialmente las que se refieren al volumen, alturas, emplazamiento y ocupación del solar, así como a todas las condiciones de reforma del proyecto que pueda exigir la Administración para ajustarlo a las Ordenanzas, a las Normas y al Planeamiento Vigente.

### **1.6. Formalización del Contrato de Obra**

Los Contratos se formalizarán, en general, mediante documento privado, que podrá elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes.

El cuerpo de estos documentos contendrá:

- La comunicación de la adjudicación.
- La copia del recibo de depósito de la fianza (en caso de que se haya exigido).
- La cláusula en la que se exprese, de forma categórica, que el contratista se obliga al cumplimiento estricto del contrato de obra, conforme a lo previsto en este Pliego de Condiciones, junto con la Memoria y sus Anejos, el Estado de Mediciones, Presupuestos, Planos y todos los documentos que han de servir de base para la realización de las obras definidas en el presente Proyecto.

El contratista, antes de la formalización del contrato de obra, dará también su conformidad con la firma al pie del Pliego de Condiciones, los Planos, Cuadro de Precios y Presupuesto General.

Serán a cuenta del adjudicatario todos los gastos que ocasione la extensión del documento en que se consigne el contratista.

### **1.7. Jurisdicción competente**

En el caso de no llegar a un acuerdo cuando surjan diferencias entre las partes, ambas quedan obligadas a someter la discusión de todas las cuestiones derivadas de su contrato a las Autoridades y Tribunales Administrativos con arreglo a la legislación vigente, renunciando al derecho común y al fuero de su domicilio, siendo competente la jurisdicción donde estuviese ubicada la obra.

### **1.8. Responsabilidad del contratista**

El contratista es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el contrato y en los documentos que componen el Proyecto.

En consecuencia, quedará obligado a la demolición y reconstrucción de todas las unidades de obra con deficiencias o mal ejecutadas, sin que pueda servir de excusa el hecho de que la Dirección Facultativa haya examinado y reconocido la construcción durante sus visitas de obra, ni que hayan sido abonadas en liquidaciones parciales.

### **1.9. Accidentes de trabajo**

Es de obligado cumplimiento el "Real Decreto 1627/1997. Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción" y demás legislación vigente que, tanto directa como indirectamente, inciden sobre la planificación de la seguridad y salud en el trabajo de la construcción, conservación y mantenimiento de edificios.

Es responsabilidad del Coordinador de Seguridad y Salud el control y el seguimiento, durante toda la ejecución de la obra, del Plan de Seguridad y Salud redactado por el contratista.

#### **1.10. Daños y perjuicios a terceros**

El contratista será responsable de todos los accidentes que, por inexperiencia o descuido, sobrevinieran tanto en la edificación donde se efectúen las obras como en las colindantes o contiguas. Será por tanto de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando a ello hubiere lugar, y de todos los daños y perjuicios que puedan ocasionarse o causarse en las operaciones de la ejecución de las obras.

Asimismo, será responsable de los daños y perjuicios directos o indirectos que se puedan ocasionar frente a terceros como consecuencia de la obra, tanto en ella como en sus alrededores, incluso los que se produzcan por omisión o negligencia del personal a su cargo, así como los que se deriven de los subcontratistas e industriales que intervengan en la obra.

Es de su responsabilidad mantener vigente durante la ejecución de los trabajos una póliza de seguros frente a terceros, en la modalidad de "Todo riesgo al derribo y la construcción", suscrita por una compañía aseguradora con la suficiente solvencia para la cobertura de los trabajos contratados. Dicha póliza será aportada y ratificada por el promotor, no pudiendo ser cancelada mientras no se firme el Acta de Recepción Provisional de la obra.

#### **1.11. Anuncios y carteles**

Sin previa autorización del promotor, no se podrán colocar en las obras ni en sus vallas más inscripciones o anuncios que los convenientes al régimen de los trabajos y los exigidos por la policía local.

#### **1.12. Copia de documentos**

El contratista, a su costa, tiene derecho a sacar copias de los documentos integrantes del Proyecto.

#### **1.13. Suministro de materiales**

Se especificará en el Contrato la responsabilidad que pueda caber al contratista por retraso en el plazo de terminación o en plazos parciales, como consecuencia de deficiencias o faltas en los suministros.

#### **1.14. Hallazgos**

El promotor se reserva la posesión de las antigüedades, objetos de arte o sustancias minerales utilizables que se encuentren en las excavaciones y demoliciones practicadas en sus terrenos o edificaciones. El contratista deberá emplear, para extraerlos, todas las precauciones que se le indiquen por parte del director de obra.

El promotor abonará al contratista el exceso de obras o gastos especiales que estos trabajos ocasionen, siempre que estén debidamente justificados y aceptados por la Dirección Facultativa.

#### **1.15. Causas de rescisión del contrato de obra**

Se considerarán causas suficientes de rescisión de contrato:

- La muerte o incapacitación del contratista.
- La quiebra del contratista.
- Las alteraciones del contrato por las causas siguientes:

- a. La modificación del proyecto en forma tal que represente alteraciones fundamentales del mismo a juicio del director de obra y, en cualquier caso, siempre que la variación del Presupuesto de Ejecución Material, como consecuencia de estas modificaciones, represente una desviación mayor del 20%.
  - b. Las modificaciones de unidades de obra, siempre que representen variaciones en más o en menos del 40% del proyecto original, o más de un 50% de unidades de obra del proyecto reformado.
- La suspensión de obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido de un año y, en todo caso, siempre que por causas ajenas al contratista no se dé comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo de tres meses a partir de la adjudicación. En este caso, la devolución de la fianza será automática.
  - Que el contratista no comience los trabajos dentro del plazo señalado en el contrato.
  - El vencimiento del plazo de ejecución de la obra.
  - El abandono de la obra sin causas justificadas.
  - La mala fe en la ejecución de la obra.

### **1.16. Omisiones: Buena fe**

Las relaciones entre el promotor y el contratista, reguladas por el presente Pliego de Condiciones y la documentación complementaria, presentan la prestación de un servicio al promotor por parte del contratista mediante la ejecución de una obra, basándose en la BUENA FE mutua de ambas partes, que pretenden beneficiarse de esta colaboración sin ningún tipo de perjuicio. Por este motivo, las relaciones entre ambas partes y las omisiones que puedan existir en este Pliego y la documentación complementaria del proyecto y de la obra, se entenderán siempre suplidas por la BUENA FE de las partes, que las subsanarán debidamente con el fin de conseguir una adecuada CALIDAD FINAL de la obra.

## **2. Disposiciones relativas a trabajos, materiales y medios auxiliares**

Se describen las disposiciones básicas a considerar en la ejecución de las obras, relativas a los trabajos, materiales y medios auxiliares, así como a las recepciones de los edificios objeto del presente proyecto y sus obras anejas.

### **2.1. Accesos y vallados**

El contratista dispondrá, por su cuenta, los accesos a la obra, el cerramiento o el vallado de ésta y su mantenimiento durante la ejecución de la obra, pudiendo exigir el director de ejecución de la obra su modificación o mejora.

### **2.2. Replanteo**

El contratista iniciará "in situ" el replanteo de las obras, señalando las referencias principales que mantendrá como base de posteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del contratista e incluidos en su oferta económica.

Asimismo, someterá el replanteo a la aprobación del director de ejecución de la obra y, una vez éste haya dado su conformidad, preparará el Acta de Inicio y Replanteo de la Obra acompañada de un plano de replanteo definitivo, que deberá ser aprobado por el director de obra. Será responsabilidad del contratista la deficiencia o la omisión de este trámite.

### **2.3. Inicio de la obra y ritmo de ejecución de los trabajos**

El contratista dará comienzo a las obras en el plazo especificado en el respectivo contrato, desarrollándose de manera adecuada para que dentro de los períodos parciales señalados se realicen los trabajos, de modo que la ejecución total se lleve a cabo dentro del plazo establecido en el contrato.

Será obligación del contratista comunicar a la Dirección Facultativa el inicio de las obras, de forma fehaciente y preferiblemente por escrito, al menos con tres días de antelación.

El director de obra redactará el acta de comienzo de la obra y la suscribirán en la misma obra junto con él, el día de comienzo de los trabajos, el director de la ejecución de la obra, el promotor y el contratista.

Para la formalización del acta de comienzo de la obra, el director de la obra comprobará que en la obra existe copia de los siguientes documentos:

- Proyecto de Ejecución, Anejos y modificaciones.
- Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo y su acta de aprobación por parte del Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de los trabajos.
- Licencia de Obra otorgada por el Ayuntamiento.
- Comunicación de apertura de centro de trabajo efectuada por el contratista.
- Otras autorizaciones, permisos y licencias que sean preceptivas por otras administraciones.
- Libro de Órdenes y Asistencias.
- Libro de Incidencias.

La fecha del acta de comienzo de la obra marca el inicio de los plazos parciales y total de la ejecución de la obra.

### **2.4. Orden de los trabajos**

La determinación del orden de los trabajos es, generalmente, facultad del contratista, salvo en aquellos casos en que, por circunstancias de naturaleza técnica, se estime conveniente su variación por parte de la Dirección Facultativa.

### **2.5. Facilidades para otros contratistas**

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el contratista dará todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a los Subcontratistas u otros Contratistas que intervengan en la ejecución de la obra. Todo ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar por la utilización de los medios auxiliares o los suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, todos ellos se ajustarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

### **2.6. Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor**

Cuando se precise ampliar el Proyecto, por motivo imprevisto o por cualquier incidencia, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones de la Dirección Facultativa en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

El contratista está obligado a realizar, con su personal y sus medios materiales, cuanto la dirección de ejecución de la obra disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalces o cualquier obra de carácter urgente, anticipando de momento este servicio, cuyo importe le será consignado en un presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que se convenga.

## **2.7. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones del proyecto**

El contratista podrá requerir del director de obra o del director de ejecución de la obra, según sus respectivos cometidos y atribuciones, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de la obra proyectada.

Cuando se trate de interpretar, aclarar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos, croquis, órdenes e instrucciones correspondientes, se comunicarán necesariamente por escrito al contratista, estando éste a su vez obligado a devolver los originales o las copias, suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos e instrucciones que reciba tanto del director de ejecución de la obra, como del director de obra.

Cualquier reclamación que crea oportuno hacer el contratista en contra de las disposiciones tomadas por la Dirección Facultativa, habrá de dirigirla, dentro del plazo de tres días, a quien la hubiera dictado, el cual le dará el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

## **2.8. Prórroga por causa de fuerza mayor**

Si, por causa de fuerza mayor o independientemente de la voluntad del contratista, éste no pudiese comenzar las obras, tuviese que suspenderlas o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para su cumplimiento, previo informe favorable del director de obra. Para ello, el contratista expondrá, en escrito dirigido al director de obra, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

## **2.9. Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra**

El contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obras estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito, no se le hubiese proporcionado.

## **2.10. Trabajos defectuosos**

El contratista debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en el proyecto, y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo estipulado.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio, el contratista es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que puedan existir por su mala ejecución, no siendo un eximente el que la Dirección Facultativa lo haya examinado o reconocido con anterioridad, ni tampoco el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las Certificaciones Parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el director de ejecución de la obra advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los aparatos y equipos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos o una vez finalizados con anterioridad a la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean sustituidas o demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado a expensas del contratista. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la sustitución, demolición y reconstrucción ordenadas, se planteará la cuestión ante el director de obra, quien mediará para resolverla.

### **2.11. Vicios ocultos**

El contratista es el único responsable de los vicios ocultos y de los defectos de la construcción, durante la ejecución de las obras y el periodo de garantía, hasta los plazos prescritos después de la terminación de las obras en la vigente "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación", aparte de otras responsabilidades legales o de cualquier índole que puedan derivarse.

Si el director de ejecución de la obra tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará, cuando estime oportuno, realizar antes de la recepción definitiva los ensayos, destructivos o no, que considere necesarios para reconocer o diagnosticar los trabajos que suponga defectuosos, dando cuenta de la circunstancia al director de obra.

El contratista demolerá, y reconstruirá posteriormente a su cargo, todas las unidades de obra mal ejecutadas, sus consecuencias, daños y perjuicios, no pudiendo eludir su responsabilidad por el hecho de que el director de obra y/o el director del ejecución de obra lo hayan examinado o reconocido con anterioridad, o que haya sido conformada o abonada una parte o la totalidad de las obras mal ejecutadas.

### **2.12. Procedencia de materiales, aparatos y equipos**

El contratista tiene libertad de proveerse de los materiales, aparatos y equipos de todas clases donde considere oportuno y conveniente para sus intereses, excepto en aquellos casos en los se preceptúe una procedencia y características específicas en el proyecto.

Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo, acopio y puesta en obra, el contratista deberá presentar al director de ejecución de la obra una lista completa de los materiales, aparatos y equipos que vaya a utilizar, en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre sus características técnicas, marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

### **2.13. Presentación de muestras**

A petición del director de obra, el contratista presentará las muestras de los materiales, aparatos y equipos, siempre con la antelación prevista en el calendario de obra.

### **2.14. Materiales, aparatos y equipos defectuosos**

Cuando los materiales, aparatos, equipos y elementos de instalaciones no fuesen de la calidad y características técnicas prescritas en el proyecto, no tuvieran la preparación en él exigida o cuando, a falta de prescripciones formales, se reconociera o demostrara que no son los adecuados para su fin, el director de obra, a instancias del director de ejecución de la obra, dará la orden al contratista de sustituirlos por otros que satisfagan las condiciones o sean los adecuados al fin al que se destinen.

Si, a los 15 días de recibir el contratista orden de que retire los materiales que no estén en condiciones, ésta no ha sido cumplida, podrá hacerlo el promotor a cuenta de contratista.

En el caso de que los materiales, aparatos, equipos o elementos de instalaciones fueran defectuosos, pero aceptables a juicio del director de obra, se recibirán con la rebaja del precio que aquél determine, a no ser que el contratista prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

### **2.15. Gastos ocasionados por pruebas y ensayos**

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras correrán a cargo y cuenta del contratista.

Todo ensayo que no resulte satisfactorio, no se realice por omisión del contratista, o que no ofrezca las suficientes garantías, podrá comenzarse nuevamente o realizarse nuevos ensayos o pruebas especificadas en el proyecto, a cargo y cuenta del contratista y con la penalización correspondiente, así como todas las obras complementarias a que pudieran dar lugar cualquiera de los supuestos anteriormente citados y que el director de obra considere necesarios.

### **2.16. Limpieza de las obras**

Es obligación del contratista mantener limpias las obras y sus alrededores tanto de escombros como de materiales sobrantes, retirar las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como ejecutar todos los trabajos y adoptar las medidas que sean apropiadas para que la obra presente buen aspecto.

### **2.17. Obras sin prescripciones explícitas**

En la ejecución de trabajos que pertenecen a la construcción de las obras, y para los cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en este Pliego ni en la restante documentación del proyecto, el contratista se atenderá, en primer término, a las instrucciones que dicte la Dirección Facultativa de las obras y, en segundo lugar, a las normas y prácticas de la buena construcción.

## **3. Disposiciones de las recepciones de edificios y obras anejas**

### **3.1. Consideraciones de carácter general**

La recepción de la obra es el acto por el cual el contratista, una vez concluida la obra, hace entrega de la misma al promotor y es aceptada por éste. Podrá realizarse con o sin reservas y deberá abarcar la totalidad de la obra o fases completas y terminadas de la misma, cuando así se acuerde por las partes.

La recepción deberá consignarse en un acta firmada, al menos, por el promotor y el contratista, haciendo constar:

- Las partes que intervienen.
- La fecha del certificado final de la totalidad de la obra o de la fase completa y terminada de la misma.
- El coste final de la ejecución material de la obra.
- La declaración de la recepción de la obra con o sin reservas, especificando, en su caso, éstas de manera objetiva, y el plazo en que deberán quedar subsanados los defectos observados. Una vez subsanados los mismos, se hará constar en un acta aparte, suscrita por los firmantes de la recepción.
- Las garantías que, en su caso, se exijan al contratista para asegurar sus responsabilidades.

Asimismo, se adjuntará el certificado final de obra suscrito por el director de obra y el director de la ejecución de la obra.

El promotor podrá rechazar la recepción de la obra por considerar que la misma no está terminada o que no se adecúa a las condiciones contractuales.

En todo caso, el rechazo deberá ser motivado por escrito en el acta, en la que se fijará el



nuevo plazo para efectuar la recepción.

Salvo pacto expreso en contrario, la recepción de la obra tendrá lugar dentro de los treinta días siguientes a la fecha de su terminación, acreditada en el certificado final de obra, plazo que se contará a partir de la notificación efectuada por escrito al promotor. La recepción se entenderá tácitamente producida si transcurridos treinta días desde la fecha indicada el promotor no hubiera puesto de manifiesto reservas o rechazo motivado por escrito.

El cómputo de los plazos de responsabilidad y garantía será el establecidos en la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación", y se iniciará a partir de la fecha en que se suscriba el acta de recepción, o cuando se entienda ésta tácitamente producida según lo previsto en el apartado anterior.

### **3.2. Recepción provisional**

Treinta días antes de dar por finalizadas las obras, comunicará el director de ejecución de la obra al promotor la proximidad de su terminación a fin de convenir el acto de la Recepción Provisional.

Ésta se realizará con la intervención del promotor, del contratista, del director de obra y del director de ejecución de la obra. Se convocará también a los restantes técnicos que, en su caso, hubiesen intervenido en la dirección con función propia en aspectos parciales o unidades especializadas.

Practicado un detenido reconocimiento de las obras, se extenderá un acta con tantos ejemplares como intervinientes y firmados por todos ellos. Desde esta fecha empezará a correr el plazo de garantía, si las obras se hallasen en estado de ser admitidas. Seguidamente, los Técnicos de la Dirección extenderán el correspondiente Certificado de Final de Obra.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar expresamente en el Acta y se darán al contratista las oportunas instrucciones para subsanar los defectos observados, fijando un plazo para subsanarlos, expirado el cual se efectuará un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

Si el contratista no hubiese cumplido, podrá declararse resuelto el contrato con la pérdida de la fianza.

### **3.3. Documentación final de la obra**

El director de ejecución de la obra, asistido por el contratista y los técnicos que hubieren intervenido en la obra, redactará la documentación final de las obras, que se facilitará al promotor, con las especificaciones y contenidos dispuestos por la legislación vigente. Esta documentación incluye el Manual de Uso y Mantenimiento del Edificio.

### **3.4. Medición definitiva y liquidación provisional de la obra**

Recibidas provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente por el director de ejecución de la obra a su medición definitiva, con precisa asistencia del contratista o de su representante. Se extenderá la oportuna certificación por triplicado que, aprobada por el director de obra con su firma, servirá para el abono por el promotor del saldo resultante menos la cantidad retenida en concepto de fianza.

### **3.5. Plazo de garantía**

El plazo de garantía deberá estipularse en el contrato privado y, en cualquier caso, nunca deberá ser inferior a seis meses

### **3.6. Conservación de las obras recibidas provisionalmente**

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisional y definitiva, correrán a cargo y cuenta del contratista.

Si el edificio fuese ocupado o utilizado antes de la recepción definitiva, la guardería, limpieza y reparaciones ocasionadas por el uso correrán a cargo del promotor y las reparaciones por vicios de obra o por defectos en las instalaciones, serán a cargo del contratista.

### **3.7. Recepción definitiva**

La recepción definitiva se realizará después de transcurrido el plazo de garantía, en igual modo y con las mismas formalidades que la provisional. A partir de esa fecha cesará la obligación del contratista de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la normal conservación de los edificios, y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran derivar de los vicios de construcción.

### **3.8. Prórroga del plazo de garantía**

Si, al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el director de obra indicará al contratista los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias. De no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con la pérdida de la fianza.

### **3.9. Recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida**

En caso de resolución del contrato, el contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo fijado, la maquinaria, instalaciones y medios auxiliares, a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudada por otra empresa sin problema alguno.

Las obras y trabajos terminados por completo se recibirán provisionalmente con los trámites establecidos anteriormente. Transcurrido el plazo de garantía, se recibirán definitivamente según lo dispuesto anteriormente.

Para las obras y trabajos no determinados, pero aceptables a juicio del director de obra, se efectuará una sola y definitiva recepción.

## **Parte II. Disposiciones Facultativas**

### **1. Definición, atribuciones y obligaciones de los agentes de la edificación**

Las atribuciones de los distintos agentes intervinientes en la edificación son las reguladas por la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación".

Se definen agentes de la edificación todas las personas, físicas o jurídicas, que intervienen en el proceso de la edificación. Sus obligaciones quedan determinadas por lo dispuesto en la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación" y demás disposiciones que sean de aplicación y por el contrato que origina su intervención.

Las definiciones y funciones de los agentes que intervienen en la edificación quedan recogidas en el capítulo III "Agentes de la edificación", considerándose:

### **1.1. El promotor**

Es la persona física o jurídica, pública o privada, que individual o colectivamente decide, impulsa, programa y financia con recursos propios o ajenos, las obras de edificación para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título.

Asume la iniciativa de todo el proceso de la edificación, impulsando la gestión necesaria para llevar a cabo la obra inicialmente proyectada, y se hace cargo de todos los costes necesarios.

Según la legislación vigente, a la figura del promotor se equiparan también las de gestor de sociedades cooperativas, comunidades de propietarios, u otras análogas que asumen la gestión económica de la edificación.

Cuando las Administraciones públicas y los organismos sujetos a la legislación de contratos de las Administraciones públicas actúen como promotores, se regirán por la legislación de contratos de las Administraciones públicas y, en lo no contemplado en la misma, por las disposiciones de la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación".

### **1.2. El proyectista**

Es el agente que, por encargo del promotor y con sujeción a la normativa técnica y urbanística correspondiente, redacta el proyecto.

Podrán redactar proyectos parciales del proyecto, o partes que lo complementen, otros técnicos, de forma coordinada con el autor de éste.

Cuando el proyecto se desarrolle o complete mediante proyectos parciales u otros documentos técnicos según lo previsto en la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación", cada proyectista asumirá la titularidad de su proyecto.

### **1.3. El constructor o contratista**

Es el agente que asume, contractualmente ante el promotor, el compromiso de ejecutar con medios humanos y materiales, propios o ajenos, las obras o parte de las mismas con sujeción al Proyecto y al Contrato de obra.

cabe efectuar especial mención de que la ley señala como responsable explícito de los vicios o defectos constructivos al contratista general de la obra, sin perjuicio del derecho de repetición de éste hacia los subcontratistas.

### **1.4. El director de obra**

Es el agente que, formando parte de la dirección facultativa, dirige el desarrollo de la obra en los aspectos técnicos, estéticos, urbanísticos y medioambientales, de conformidad con el proyecto que la define, la licencia de edificación y demás autorizaciones preceptivas, y las condiciones del contrato, con el objeto de asegurar su adecuación al fin propuesto.

Podrán dirigir las obras de los proyectos parciales otros técnicos, bajo la coordinación del director de obra.

### **1.5. El director de la ejecución de la obra**

Es el agente que, formando parte de la Dirección Facultativa, asume la función técnica de dirigir la Ejecución Material de la Obra y de controlar cualitativa y cuantitativamente la construcción y calidad de lo edificado. Para ello es requisito indispensable el estudio y análisis previo del proyecto de ejecución una vez redactado por el director de obra, procediendo a solicitarle, con antelación al inicio de las obras, todas aquellas aclaraciones, subsanaciones o documentos complementarios que, dentro de su competencia y atribuciones legales, estimare necesarios para poder dirigir de manera solvente la ejecución de las mismas.

### **1.6. Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación**

Son entidades de control de calidad de la edificación aquéllas capacitadas para prestar asistencia técnica en la verificación de la calidad del proyecto, de los materiales y de la ejecución de la obra y sus instalaciones de acuerdo con el proyecto y la normativa aplicable. Son laboratorios de ensayos para el control de calidad de la edificación los capacitados para prestar asistencia técnica, mediante la realización de ensayos o pruebas de servicio de los materiales, sistemas o instalaciones de una obra de edificación.

### **1.7. Los suministradores de productos**

Se consideran suministradores de productos los fabricantes, almacenistas, importadores o vendedores de productos de construcción.

Se entiende por producto de construcción aquel que se fabrica para su incorporación permanente en una obra, incluyendo materiales, elementos semielaborados, componentes y obras o parte de las mismas, tanto terminadas como en proceso de ejecución.

### **2. Agentes que intervienen en la obra**

La relación de agentes intervinientes se encuentra en la memoria descriptiva del proyecto.

### **3. Agentes en materia de seguridad y salud**

La relación de agentes intervinientes en materia de seguridad y salud se encuentra en la memoria descriptiva del proyecto.

### **4. Agentes en materia de gestión de residuos**

La relación de agentes intervinientes en materia de gestión de residuos, se encuentra en el Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición.

### **5. La dirección facultativa**

La Dirección Facultativa está compuesta por la Dirección de Obra y la Dirección de Ejecución de la Obra. A la Dirección Facultativa se integrará el Coordinador en materia de Seguridad y Salud en fase de ejecución de la obra, en el caso de que se haya adjudicado dicha misión a facultativo distinto de los anteriores.

Representa técnicamente los intereses del promotor durante la ejecución de la obra, dirigiendo el proceso de construcción en función de las atribuciones profesionales de cada técnico participante.

### **6. Visitas facultativas**

Son las realizadas a la obra de manera conjunta o individual por cualquiera de los miembros que componen la Dirección Facultativa. La intensidad y número de visitas dependerá de los cometidos que a cada agente le son propios, pudiendo variar en función de los requerimientos específicos y de la mayor o menor exigencia presencial requerible al técnico al efecto en cada caso y según cada una de las fases de la obra. Deberán adaptarse al proceso lógico de construcción, pudiendo los agentes ser o no coincidentes en la obra en función de la fase concreta que se esté desarrollando en cada momento y del cometido exigible a cada cual.

## 7. Obligaciones de los agentes intervinientes

Las obligaciones de los agentes que intervienen en la edificación son las contenidas en la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación" y demás legislación aplicable.

### 7.1. El promotor

Ostentar sobre el solar la titularidad de un derecho que le faculte para construir en él. Facilitar la documentación e información previa necesaria para la redacción del proyecto, así como autorizar al director de obra, al director de la ejecución de la obra y al contratista posteriores modificaciones del mismo que fueran imprescindibles para llevar a buen fin lo proyectado.

Elegir y contratar a los distintos agentes, con la titulación y capacitación profesional necesaria, que garanticen el cumplimiento de las condiciones legalmente exigibles para realizar en su globalidad y llevar a buen fin el objeto de lo promovido, en los plazos estipulados y en las condiciones de calidad exigibles mediante el cumplimiento de los requisitos básicos estipulados para los edificios.

Gestionar y hacerse cargo de las preceptivas licencias y demás autorizaciones administrativas procedentes que, de conformidad con la normativa aplicable, conlleva la construcción de edificios, la urbanización que procediera en su entorno inmediato, la realización de obras que en ellos se ejecuten y su ocupación.

Garantizar los daños materiales que el edificio pueda sufrir, para la adecuada protección de los intereses de los usuarios finales, en las condiciones legalmente establecidas, asumiendo la responsabilidad civil de forma personal e individualizada, tanto por actos propios como por actos de otros agentes por los que, con arreglo a la legislación vigente, se deba responder.

La suscripción obligatoria de un seguro, de acuerdo a las normas concretas fijadas al efecto, que cubra los daños materiales que ocasionen en el edificio el incumplimiento de las condiciones de habitabilidad en tres años o que afecten a la seguridad estructural en el plazo de diez años, con especial mención a las viviendas individuales en régimen de autopromoción, que se registrarán por lo especialmente legislado al efecto.

Contratar a los técnicos redactores del preceptivo Estudio de Seguridad y Salud o Estudio Básico, en su caso, al igual que a los técnicos coordinadores en la materia en la fase que corresponda, todo ello según lo establecido en el "Real Decreto 1627/1997. Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción".

Suscribir el acta de recepción final de las obras, una vez concluidas éstas, haciendo constar la aceptación de las obras, que podrá efectuarse con o sin reservas y que deberá abarcar la totalidad de las obras o fases completas. En el caso de hacer mención expresa a reservas para la recepción, deberán mencionarse de manera detallada las deficiencias y se deberá hacer constar el plazo en que deberán quedar subsanados los defectos observados.

Entregar al adquirente y usuario inicial, en su caso, el denominado Libro del Edificio que contiene el manual de uso y mantenimiento del mismo y demás documentación de obra ejecutada, o cualquier otro documento exigible por las Administraciones competentes.

### 7.2. El proyectista

Redactar el proyecto por encargo del promotor, con sujeción a la normativa urbanística y técnica en vigor y conteniendo la documentación necesaria para tramitar tanto la licencia de obras y demás permisos administrativos -proyecto básico- como para ser interpretada y poder ejecutar totalmente la obra, entregando al promotor las copias autorizadas correspondientes, debidamente visadas por su colegio profesional.

Definir el concepto global del proyecto de ejecución con el nivel de detalle gráfico y escrito suficiente y calcular los elementos fundamentales del edificio, en especial la cimentación y la estructura. Concretar en el Proyecto el emplazamiento de cuartos de máquinas, de

contadores, hornacinas, espacios asignados para subida de conductos, reservas de huecos de ventilación, alojamiento de sistemas de telecomunicación y, en general, de aquellos elementos necesarios en el edificio para facilitar las determinaciones concretas y especificaciones detalladas que son cometido de los proyectos parciales, debiendo éstos adaptarse al Proyecto de Ejecución, no pudiendo contravenirlo en modo alguno. Deberá entregarse necesariamente un ejemplar del proyecto complementario al director de obra antes del inicio de las obras o instalaciones correspondientes.

Acordar con el promotor la contratación de colaboraciones parciales de otros técnicos profesionales.

Facilitar la colaboración necesaria para que se produzca la adecuada coordinación con los proyectos parciales exigibles por la legislación o la normativa vigente y que sea necesario incluir para el desarrollo adecuado del proceso edificatorio, que deberán ser redactados por técnicos competentes, bajo su responsabilidad y suscritos por persona física. Los proyectos parciales serán aquellos redactados por otros técnicos cuya competencia puede ser distinta e incompatible con las competencias del director de obra y, por tanto, de exclusiva responsabilidad de éstos.

Elaborar aquellos proyectos parciales o estudios complementarios exigidos por la legislación vigente en los que es legalmente competente para su redacción, excepto declinación expresa del director de obra y previo acuerdo con el promotor, pudiendo exigir la compensación económica en concepto de cesión de derechos de autor y de la propiedad intelectual si se tuviera que entregar a otros técnicos, igualmente competentes para realizar el trabajo, documentos o planos del proyecto por él redactado, en soporte papel o informático.

Ostentar la propiedad intelectual de su trabajo, tanto de la documentación escrita como de los cálculos de cualquier tipo, así como de los planos contenidos en la totalidad del proyecto y cualquiera de sus documentos complementarios.

### **7.3. El constructor o contratista**

Tener la capacitación profesional o titulación que habilita para el cumplimiento de las condiciones legalmente exigibles para actuar como constructor.

Organizar los trabajos de construcción para cumplir con los plazos previstos, de acuerdo al correspondiente Plan de Obra, efectuando las instalaciones provisionales y disponiendo de los medios auxiliares necesarios.

Elaborar, y exigir de cada subcontratista, un plan de seguridad y salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio o estudio básico, en función de su propio sistema de ejecución de la obra. En dichos planes se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención propuestas, con la correspondiente justificación técnica, que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en el estudio o estudio básico.

Comunicar a la autoridad laboral competente la apertura del centro de trabajo en la que incluirá el Plan de Seguridad y Salud al que se refiere el "Real Decreto 1627/1997. Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción". Adoptar todas las medidas preventivas que cumplan los preceptos en materia de Prevención de Riesgos laborales y Seguridad y Salud que establece la legislación vigente, redactando el correspondiente Plan de Seguridad y ajustándose al cumplimiento estricto y permanente de lo establecido en el Estudio de Seguridad y Salud, disponiendo de todos los medios necesarios y dotando al personal del equipamiento de seguridad exigibles, así como cumplir las órdenes efectuadas por el Coordinador en materia de Seguridad y Salud en la fase de Ejecución de la obra.

Supervisar de manera continuada el cumplimiento de las normas de seguridad, tutelando las actividades de los trabajadores a su cargo y, en su caso, relevando de su puesto a todos aquellos que pudieran menoscabar las condiciones básicas de seguridad personales o generales, por no estar en las condiciones adecuadas.

Examinar la documentación aportada por los técnicos redactores correspondientes, tanto

del Proyecto de Ejecución como de los proyectos complementarios, así como del Estudio de Seguridad y Salud, verificando que le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitando las aclaraciones pertinentes.

Facilitar la labor de la Dirección Facultativa, suscribiendo el Acta de Replanteo, ejecutando las obras con sujeción al Proyecto de Ejecución que deberá haber examinado previamente, a la legislación aplicable, a las Instrucciones del director de obra y del director de la ejecución material de la obra, a fin de alcanzar la calidad exigida en el proyecto.

Efectuar las obras siguiendo los criterios al uso que son propios de la correcta construcción, que tiene la obligación de conocer y poner en práctica, así como de las leyes generales de los materiales o *lex artis*, aún cuando éstos criterios no estuvieran específicamente reseñados en su totalidad en la documentación de proyecto. A tal efecto, ostenta la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordina las tareas de los subcontratistas.

Disponer de los medios materiales y humanos que la naturaleza y entidad de la obra impongan, disponiendo del número adecuado de oficiales, suboficiales y peones que la obra requiera en cada momento, bien por personal propio o mediante subcontratistas al efecto, procediendo a solapar aquellos oficios en la obra que sean compatibles entre sí y que permitan acometer distintos trabajos a la vez sin provocar interferencias, contribuyendo con ello a la agilización y finalización de la obra dentro de los plazos previstos.

Ordenar y disponer en cada momento de personal suficiente a su cargo para que efectúe las actuaciones pertinentes para ejecutar las obras con solvencia, diligentemente y sin interrupción, programándolas de manera coordinada con el director de ejecución material de la obra.

Supervisar personalmente y de manera continuada y completa la marcha de las obras, que deberán transcurrir sin dilación y con adecuado orden y concierto, así como responder directamente de los trabajos efectuados por sus trabajadores subordinados, exigiéndoles el continuo autocontrol de los trabajos que efectúen, y ordenando la modificación de todas aquellas tareas que se presenten mal efectuadas.

Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales utilizados y elementos constructivos, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción facultativa del director de la ejecución de la obra, los suministros de material o prefabricados que no cuenten con las garantías, documentación mínima exigible o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación, debiendo recabar de la Dirección Facultativa la información que necesite para cumplir adecuadamente su cometido.

Dotar de material, maquinaria y utillajes adecuados a los operarios que intervengan en la obra, para efectuar adecuadamente las instalaciones necesarias y no menoscabar con la puesta en obra las características y naturaleza de los elementos constructivos que componen el edificio una vez finalizado.

Poner a disposición del director de ejecución material de la obra los medios auxiliares y personal necesario para efectuar las pruebas pertinentes para el Control de Calidad, recabando de dicho técnico el plan a seguir en cuanto a las tomas de muestras, traslados, ensayos y demás actuaciones necesarias.

Cuidar de que el personal de la obra guarde el debido respeto a la Dirección Facultativa.

Auxiliar al Director de la Ejecución de la Obra en los actos de replanteo y firmar posteriormente y una vez finalizado éste, el acta correspondiente de inicio de obra, así como la de recepción final.

Facilitar a los directores de obra los datos necesarios para la elaboración de la documentación final de obra ejecutada.

Suscribir las garantías de obra que se señalan en la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación" y que, en función de su naturaleza, alcanzan períodos de 1 año (daños por defectos de terminación o acabado de las obras), 3 años (daños por defectos o vicios de elementos constructivos o de instalaciones que afecten a la habitabilidad) o 10 años (daños en cimentación o estructura que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio).

#### 7.4. El director de obra

Dirigir la obra coordinándola con el Proyecto de Ejecución, facilitando su interpretación técnica, económica y estética a los agentes intervinientes en el proceso constructivo.

Detener la obra por causa grave y justificada, que se deberá hacer constar necesariamente en el Libro de Ordenes y Asistencias, dando cuenta inmediata al promotor.

Redactar las modificaciones, ajustes, rectificaciones o planos complementarios que se precisen para el adecuado desarrollo de las obras. Es facultad expresa y única la redacción de aquellas modificaciones o aclaraciones directamente relacionadas con la adecuación de la cimentación y de la estructura proyectadas a las características geotécnicas del terreno; el cálculo o recálculo del dimensionado y armado de todos y cada uno de los elementos principales y complementarios de la cimentación y de la estructura vertical y horizontal; los que afecten sustancialmente a la distribución de espacios y las soluciones de fachada y cubierta y dimensionado y composición de huecos, así como la modificación de los materiales previstos.

Asesorar al director de la ejecución de la obra en aquellas aclaraciones y dudas que pudieran acontecer para el correcto desarrollo de la misma, en lo que respecta a las interpretaciones de las especificaciones de proyecto.

Asistir a las obras a fin de resolver las contingencias que se produzcan para asegurar la correcta interpretación y ejecución del proyecto, así como impartir las soluciones aclaratorias que fueran necesarias, consignando en el Libro de Ordenes y Asistencias las instrucciones precisas que se estimara oportunas reseñar para la correcta interpretación de lo proyectado, sin perjuicio de efectuar todas las aclaraciones y órdenes verbales que estimare oportuno.

Firmar el Acta de replanteo o de comienzo de obra y el Certificado Final de Obra, así como firmar el visto bueno de las certificaciones parciales referidas al porcentaje de obra efectuada y, en su caso y a instancias del promotor, la supervisión de la documentación que se le presente relativa a las unidades de obra realmente ejecutadas previa a su liquidación final, todo ello con los visados que en su caso fueran preceptivos.

Informar puntualmente al promotor de aquellas modificaciones sustanciales que, por razones técnicas o normativas, conllevan una variación de lo construido con respecto al proyecto básico y de ejecución y que afecten o puedan afectar al contrato suscrito entre el promotor y los destinatarios finales de las viviendas.

Redactar la documentación final de obra, en lo que respecta a la documentación gráfica y escrita del proyecto ejecutado, incorporando las modificaciones efectuadas. Para ello, los técnicos redactores de proyectos y/o estudios complementarios deberán obligatoriamente entregarle la documentación final en la que se haga constar el estado final de las obras y/o instalaciones por ellos redactadas, supervisadas y realmente ejecutadas, siendo responsabilidad de los firmantes la veracidad y exactitud de los documentos presentados.

Al Proyecto Final de Obra se anexará el Acta de Recepción Final; la relación identificativa de los agentes que han intervenido en el proceso de edificación, incluidos todos los subcontratistas y oficios intervinientes; las instrucciones de Uso y Mantenimiento del Edificio y de sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación.

La documentación a la que se hace referencia en los dos apartados anteriores es parte constituyente del Libro del Edificio y el promotor deberá entregar una copia completa a los usuarios finales del mismo que, en el caso de edificios de viviendas plurifamiliares, se materializa en un ejemplar que deberá ser custodiado por el Presidente de la Comunidad de Propietarios o por el Administrador, siendo éstos los responsables de divulgar al resto de propietarios su contenido y de hacer cumplir los requisitos de mantenimiento que constan en la citada documentación.

Además de todas las facultades que corresponden al director de obra, expresadas en los artículos precedentes, es misión específica suya la dirección mediata, denominada alta dirección en lo que al cumplimiento de las directrices generales del proyecto se refiere, y a la adecuación de lo construido a éste.



Cabe señalar expresamente que la resistencia al cumplimiento de las órdenes de los directores de obra en su labor de alta dirección se considerará como falta grave y, en caso de que, a su juicio, el incumplimiento de lo ordenado pusiera en peligro la obra o las personas que en ella trabajan, podrá recusar al contratista y/o acudir a las autoridades judiciales, siendo responsable el contratista de las consecuencias legales y económicas.

### **7.5. El director de la ejecución de la obra**

Corresponde al director de ejecución material de la obra, según se establece en la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación" y demás legislación vigente al efecto, las atribuciones competenciales y obligaciones que se señalan a continuación:

La Dirección inmediata de la Obra.

Verificar personalmente la recepción a pié de obra, previo a su acopio o colocación definitiva, de todos los productos y materiales suministrados necesarios para la ejecución de la obra, comprobando que se ajustan con precisión a las determinaciones del proyecto y a las normas exigibles de calidad, con la plena potestad de aceptación o rechazo de los mismos en caso de que lo considerase oportuno y por causa justificada, ordenando la realización de pruebas y ensayos que fueran necesarios.

Dirigir la ejecución material de la obra de acuerdo con las especificaciones de la memoria y de los planos del Proyecto, así como, en su caso, con las instrucciones complementarias necesarias que recabara del director de obra.

Anticiparse con la antelación suficiente a las distintas fases de la puesta en obra, requiriendo las aclaraciones al director de obra o directores de obra que fueran necesarias y planificando de manera anticipada y continuada con el contratista principal y los subcontratistas los trabajos a efectuar.

Comprobar los replanteos, los materiales, hormigones y demás productos suministrados, exigiendo la presentación de los oportunos certificados de idoneidad de los mismos.

Verificar la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, extendiéndose dicho cometido a todos los elementos de cimentación y estructura horizontal y vertical, con comprobación de sus especificaciones concretas de dimensionado de elementos, tipos de viguetas y adecuación a ficha técnica homologada, diámetros nominales, longitudes de anclaje y adecuados solape y doblado de barras.

Observancia de los tiempos de encofrado y desencofrado de vigas, pilares y forjados señalados por la Instrucción del Hormigón vigente y de aplicación.

Comprobación del correcto dimensionado de rampas y escaleras y de su adecuado trazado y replanteo con acuerdo a las pendientes, desniveles proyectados y al cumplimiento de todas las normativas que son de aplicación; a dimensiones parciales y totales de elementos, a su forma y geometría específica, así como a las distancias que deben guardarse entre ellos, tanto en horizontal como en vertical.

Verificación de la adecuada puesta en obra de fábricas y cerramientos, a su correcta y completa trabazón y, en general, a lo que atañe a la ejecución material de la totalidad de la obra y sin excepción alguna, de acuerdo a los criterios y leyes de los materiales y de la correcta construcción (lex artis) y a las normativas de aplicación.

Asistir a la obra con la frecuencia, dedicación y diligencia necesarias para cumplir eficazmente la debida supervisión de la ejecución de la misma en todas sus fases, desde el replanteo inicial hasta la total finalización del edificio, dando las órdenes precisas de ejecución al contratista y, en su caso, a los subcontratistas.

Consignar en el Libro de Ordenes y Asistencias las instrucciones precisas que considerara oportuno reseñar para la correcta ejecución material de las obras.

Supervisar posteriormente el correcto cumplimiento de las órdenes previamente efectuadas y la adecuación de lo realmente ejecutado a lo ordenado previamente.

Verificar el adecuado trazado de instalaciones, conductos, acometidas, redes de evacuación y su dimensionado, comprobando su idoneidad y ajuste tanto a la especificaciones del proyecto de ejecución como de los proyectos parciales, coordinando dichas actuaciones con los técnicos redactores correspondientes.

Detener la Obra si, a su juicio, existiera causa grave y justificada, que se deberá hacer constar necesariamente en el Libro de Ordenes y Asistencias, dando cuenta inmediata a los directores de obra que deberán necesariamente corroborarla para su plena efectividad, y al promotor.

Supervisar las pruebas pertinentes para el Control de Calidad, respecto a lo especificado por la normativa vigente, en cuyo cometido y obligaciones tiene legalmente competencia exclusiva, programando bajo su responsabilidad y debidamente coordinado y auxiliado por el contratista, las tomas de muestras, traslados, ensayos y demás actuaciones necesarias de elementos estructurales, así como las pruebas de estanqueidad de fachadas y de sus elementos, de cubiertas y sus impermeabilizaciones, comprobando la eficacia de las soluciones.

Informar con prontitud a los directores de obra de los resultados de los Ensayos de Control conforme se vaya teniendo conocimiento de los mismos, proponiéndole la realización de pruebas complementarias en caso de resultados adversos.

Tras la oportuna comprobación, emitir las certificaciones parciales o totales relativas a las unidades de obra realmente ejecutadas, con los visados que en su caso fueran preceptivos. Colaborar activa y positivamente con los restantes agentes intervinientes, sirviendo de nexo de unión entre éstos, el contratista, los subcontratistas y el personal de la obra.

Elaborar y suscribir responsablemente la documentación final de obra relativa a los resultados del Control de Calidad y, en concreto, a aquellos ensayos y verificaciones de ejecución de obra realizados bajo su supervisión relativos a los elementos de la cimentación, muros y estructura, a las pruebas de estanqueidad y escorrentía de cubiertas y de fachadas, a las verificaciones del funcionamiento de las instalaciones de saneamiento y desagües de pluviales y demás aspectos señalados en la normativa de Control de Calidad.

Suscribir conjuntamente el Certificado Final de Obra, acreditando con ello su conformidad a la correcta ejecución de las obras y a la comprobación y verificación positiva de los ensayos y pruebas realizadas.

Si se hiciera caso omiso de las órdenes efectuadas por el director de la ejecución de la obra, se considerara como falta grave y, en caso de que, a su juicio, el incumplimiento de lo ordenado pusiera en peligro la obra o las personas que en ella trabajan, podrá acudir a las autoridades judiciales, siendo responsable el contratista de las consecuencias legales y económicas.

#### **7.6. Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación**

Prestar asistencia técnica y entregar los resultados de su actividad al agente autor del encargo y, en todo caso, al director de la ejecución de la obra.

Justificar la capacidad suficiente de medios materiales y humanos necesarios para realizar adecuadamente los trabajos contratados, en su caso, a través de la correspondiente acreditación oficial otorgada por las Comunidades Autónomas con competencia en la materia.

#### **7.7. Los suministradores de productos**

Realizar las entregas de los productos de acuerdo con las especificaciones del pedido, respondiendo de su origen, identidad y calidad, así como del cumplimiento de las exigencias que, en su caso, establezca la normativa técnica aplicable.

Facilitar, cuando proceda, las instrucciones de uso y mantenimiento de los productos suministrados, así como las garantías de calidad correspondientes, para su inclusión en la documentación de la obra ejecutada.

### **7.8. Los propietarios y los usuarios**

Son obligaciones de los propietarios conservar en buen estado la edificación mediante un adecuado uso y mantenimiento, así como recibir, conservar y transmitir la documentación de la obra ejecutada y los seguros y garantías con que ésta cuenta.

Son obligaciones de los usuarios sean o no propietarios, la utilización adecuada de los edificios o de parte de los mismos de conformidad con las instrucciones de uso y mantenimiento contenidas en la documentación de la obra ejecutada.

### **8. Documentación final de obra: libro del edificio**

De acuerdo a la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación", una vez finalizada la obra, el proyecto con la incorporación, en su caso, de las modificaciones debidamente aprobadas, será facilitado al promotor por el director de obra para la formalización de los correspondientes trámites administrativos.

A dicha documentación se adjuntará, al menos, el acta de recepción, la relación identificativa de los agentes que han intervenido durante el proceso de edificación, así como la relativa a las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio y sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación. Toda la documentación a que hacen referencia los apartados anteriores, que constituirá el Libro del Edificio, será entregada a los usuarios finales del edificio.

### **8.1. Los propietarios y los usuarios**

Son obligaciones de los propietarios conservar en buen estado la edificación mediante un adecuado uso y mantenimiento, así como recibir, conservar y transmitir la documentación de la obra ejecutada y los seguros y garantías con que ésta cuenta.

Son obligaciones de los usuarios sean o no propietarios, la utilización adecuada de los edificios o de parte de los mismos de conformidad con las instrucciones de uso y mantenimiento contenidas en la documentación de la obra ejecutada.

## **Parte III. Disposiciones Económicas**

### **1. Definición**

Las condiciones económicas fijan el marco de relaciones económicas para el abono y recepción de la obra. Tienen un carácter subsidiario respecto al contrato de obra, establecido entre las partes que intervienen, promotor y contratista, que es en definitiva el que tiene validez.

## 2. Contrato de obra

Se aconseja que se firme el contrato de obra, entre el promotor y el contratista, antes de iniciarse las obras, evitando en lo posible la realización de la obra por administración. A la Dirección Facultativa (director de obra y director de ejecución de la obra) se le facilitará una copia del contrato de obra, para poder certificar en los términos pactados.

Sólo se aconseja contratar por administración aquellas partidas de obra irrelevantes y de difícil cuantificación, o cuando se desee un acabado muy esmerado.

El contrato de obra deberá prever las posibles interpretaciones y discrepancias que pudieran surgir entre las partes, así como garantizar que la Dirección Facultativa pueda, de hecho, COORDINAR, DIRIGIR y CONTROLAR la obra, por lo que es conveniente que se especifiquen y determinen con claridad, como mínimo, los siguientes puntos:

- Documentos a aportar por el contratista.
- Condiciones de ocupación del solar e inicio de las obras.
- Determinación de los gastos de enganches y consumos.
- Responsabilidades y obligaciones del contratista: Legislación laboral.
- Responsabilidades y obligaciones del promotor.
- Presupuesto del contratista.
- Revisión de precios (en su caso).
- Forma de pago: Certificaciones.
- Retenciones en concepto de garantía (nunca menos del 5%).
- Plazos de ejecución: Planning.
- Retraso de la obra: Penalizaciones.
- Recepción de la obra: Provisional y definitiva.
- Litigio entre las partes.

Dado que este Pliego de Condiciones Económicas es complemento del contrato de obra, en caso de que no exista contrato de obra alguno entre las partes se le comunicará a la Dirección Facultativa, que pondrá a disposición de las partes el presente Pliego de Condiciones Económicas que podrá ser usado como base para la redacción del correspondiente contrato de obra.

## 3. Criterio general

Todos los agentes que intervienen en el proceso de la construcción, definidos en la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación", tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas, pudiendo exigirse recíprocamente las garantías suficientes para el cumplimiento diligente de sus obligaciones de pago.

## 4. Fianzas

El contratista presentará una fianza con arreglo al procedimiento que se estipule en el contrato de obra:

### 4.1. Ejecución de trabajos con cargo a la fianza

Si el contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el director de obra, en nombre y representación del promotor, los ordenará ejecutar a un tercero, o podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el promotor, en el caso de que el importe de la fianza no bastase para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

#### 4.2. Devolución de las fianzas

La fianza recibida será devuelta al contratista en un plazo establecido en el contrato de obra, una vez firmada el Acta de Recepción Definitiva de la obra. El promotor podrá exigir que el contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros y subcontratos.

#### 4.3. Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepciones parciales

Si el promotor, con la conformidad del director de obra, accediera a hacer recepciones parciales, tendrá derecho el contratista a que se le devuelva la parte proporcional de la fianza.

### 5. De los precios

El objetivo principal de la elaboración del presupuesto es anticipar el coste del proceso de construir la obra. Descompondremos el presupuesto en unidades de obra, componente menor que se contrata y certifica por separado, y basándonos en esos precios, calcularemos el presupuesto.

#### 5.1. Precio básico

Es el precio por unidad (ud, m, kg, etc.) de un material dispuesto a pie de obra, (incluido su transporte a obra, descarga en obra, embalajes, etc.) o el precio por hora de la maquinaria y de la mano de obra.

#### 5.2. Precio unitario

Es el precio de una unidad de obra que obtendremos como suma de los siguientes costes:

- *Costes directos: calculados como suma de los productos "precio básico x cantidad" de la mano de obra, maquinaria y materiales que intervienen en la ejecución de la unidad de obra.*
- *Medios auxiliares: Costes directos complementarios, calculados en forma porcentual como porcentaje de otros componentes, debido a que representan los costes directos que intervienen en la ejecución de la unidad de obra y que son de difícil cuantificación. Son diferentes para cada unidad de obra.*
- *Costes indirectos: aplicados como un porcentaje de la suma de los costes directos y medios auxiliares, igual para cada unidad de obra debido a que representan los costes de los factores necesarios para la ejecución de la obra que no se corresponden a ninguna unidad de obra en concreto.*

En relación a la composición de los precios, se establece que la composición y el cálculo de los precios de las distintas unidades de obra se base en la determinación de los costes directos e indirectos precisos para su ejecución, sin incorporar, en ningún caso, el importe del Impuesto sobre el Valor Añadido que pueda gravar las entregas de bienes o prestaciones de servicios realizados.

Considera costes directos:

- *La mano de obra que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.*
- *Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que quedan integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.*
- *Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tengan lugar*

*por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.*

- *Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria e instalaciones anteriormente citadas.*

Deben incluirse como costes indirectos:

Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorio, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, excepto aquéllos que se reflejen en el presupuesto valorados en unidades de obra o en partidas alzadas, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos, igual para todas las unidades de obra, que adoptará, en cada caso, el autor del proyecto a la vista de la naturaleza de la obra proyectada, de la importancia de su presupuesto y de su previsible plazo de ejecución.

Las características técnicas de cada unidad de obra, en las que se incluyen todas las especificaciones necesarias para su correcta ejecución, se encuentran en el apartado de 'Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra', junto a la descripción del proceso de ejecución de la unidad de obra.

Si en la descripción del proceso de ejecución de la unidad de obra no figurase alguna operación necesaria para su correcta ejecución, se entiende que está incluida en el precio de la unidad de obra, por lo que no supondrá cargo adicional o aumento de precio de la unidad de obra contratada.

Para mayor aclaración, se exponen algunas operaciones o trabajos, que se entiende que siempre forman parte del proceso de ejecución de las unidades de obra:

- *El transporte y movimiento vertical y horizontal de los materiales en obra, incluso carga y descarga de los camiones.*
- *Eliminación de restos, limpieza final y retirada de residuos a vertedero de obra.*
- *Transporte de escombros sobrantes a vertedero autorizado.*
- *Montaje, comprobación y puesta a punto.*
- *Las correspondientes legalizaciones y permisos en instalaciones.*
- *Maquinaria, andamios y medios auxiliares necesarios.*

Trabajos que se considerarán siempre incluidos y para no ser reiterativos no se especifican en cada una de las unidades de obra.

### **5.3. Presupuesto de Ejecución Material (PEM)**

Es el resultado de la suma de los precios unitarios de las diferentes unidades de obra que la componen. Se denomina Presupuesto de Ejecución Material al resultado obtenido por la suma de los productos del número de cada unidad de obra por su precio unitario y de las partidas alzadas. Es decir, el coste de la obra sin incluir los gastos generales, el beneficio industrial y el impuesto sobre el valor añadido.

### **5.4. Precios contradictorios**

Sólo se producirán precios contradictorios cuando el promotor, por medio del director de obra, decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El contratista siempre estará obligado a efectuar los cambios indicados.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el director de obra y el contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determine el contrato de obra o, en su defecto, antes de quince días hábiles desde que se le comunique fehacientemente al director de obra. Si subsiste la diferencia, se acudirá, en primer lugar, al

concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto y, en segundo lugar, al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiese se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato de obra. Nunca se tomará para la valoración de los correspondientes precios contradictorios la fecha de la ejecución de la unidad de obra en cuestión.

#### **5.5. Reclamación de aumento de precios**

Si el contratista, antes de la firma del contrato de obra, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras.

#### **5.6. Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios**

En ningún caso podrá alegar el contratista los usos y costumbres locales respecto de la aplicación de los precios o de la forma de medir las unidades de obra ejecutadas. Se estará a lo previsto en el Presupuesto y en el criterio de medición en obra recogido en el Pliego.

#### **5.7. De la revisión de los precios contratados**

El presupuesto presentado por el contratista se entiende que es cerrado, por lo que no se aplicará revisión de precios.

Sólo se procederá a efectuar revisión de precios cuando haya quedado explícitamente determinado en el contrato de obra entre el promotor y el contratista.

#### **5.8. Acopio de materiales**

El contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que el promotor ordene por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el propietario, son de la exclusiva propiedad de éste, siendo el contratista responsable de su guarda y conservación.

### **6. Obras por administración**

Se denominan "Obras por administración" aquellas en las que las gestiones que se precisan para su realización las lleva directamente el promotor, bien por sí mismo, por un representante suyo o por mediación de un contratista.

Las obras por administración se clasifican en dos modalidades:

- *Obras por administración directa.*
- *Obras por administración delegada o indirecta.*

Según la modalidad de contratación, en el contrato de obra se regulará:

- *Su liquidación.*
- *El abono al contratista de las cuentas de administración delegada.*
- *Las normas para la adquisición de los materiales y aparatos.*
- *Responsabilidades del contratista en la contratación por administración en general y, en particular, la debida al bajo rendimiento de los obreros.*

## **7. Valoración y abono de los trabajos**

### **7.1. Forma y plazos de abono de las obras**

Se realizará por certificaciones de obra y se recogerán las condiciones en el contrato de obra establecido entre las partes que intervienen (promotor y contratista) que, en definitiva, es el que tiene validez.

Los pagos se efectuarán por el promotor en los plazos previamente establecidos en el contrato de obra, y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de la obra conformadas por el director de ejecución de la obra, en virtud de las cuáles se verifican aquéllos.

El director de ejecución de la obra realizará, en la forma y condiciones que establezca el criterio de medición en obra incorporado en las Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra, la medición de las unidades de obra ejecutadas durante el período de tiempo anterior, pudiendo el contratista presenciar la realización de tales mediciones.

Para las obras o partes de obra que, por sus dimensiones y características, hayan de quedar posterior y definitivamente ocultas, el contratista está obligado a avisar al director de ejecución de la obra con la suficiente antelación, a fin de que éste pueda realizar las correspondientes mediciones y toma de datos, levantando los planos que las definan, cuya conformidad suscribirá el contratista.

A falta de aviso anticipado, cuya existencia corresponde probar al contratista, queda éste obligado a aceptar las decisiones del promotor sobre el particular.

### **7.2. Relaciones valoradas y certificaciones**

En los plazos fijados en el contrato de obra entre el promotor y el contratista, éste último formulará una relación valorada de las obras ejecutadas durante las fechas previstas, según la medición practicada por el Director de Ejecución de la Obra.

Las certificaciones de obra serán el resultado de aplicar, a la cantidad de obra realmente ejecutada, los precios contratados de las unidades de obra. Sin embargo, los excesos de obra realizada en unidades, tales como excavaciones y hormigones, que sean imputables al contratista, no serán objeto de certificación alguna.

Los pagos se efectuarán por el promotor en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá al de las certificaciones de obra, conformadas por la Dirección Facultativa. Tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la Liquidación Final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones parciales la aceptación, la aprobación, ni la recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere. Si la Dirección Facultativa lo exigiera, las certificaciones se extenderán a origen.

### **7.3. Mejora de obras libremente ejecutadas**

Cuando el contratista, incluso con la autorización del director de obra, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el proyecto o sustituyese una clase de fábrica por otra que tuviese asignado mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin solicitársela, cualquier otra modificación que sea beneficiosa a juicio de la Dirección Facultativa, no tendrá derecho más que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.



#### **7.4. Abono de trabajos presupuestados con partidaalzada**

El abono de los trabajos presupuestados en partidaalzada se efectuará previa justificación por parte del contratista. Para ello, el director de obra indicará al contratista, con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que ha de seguirse para llevar dicha cuenta.

#### **7.5. Abono de trabajos especiales no contratados**

Cuando fuese preciso efectuar cualquier tipo de trabajo de índole especial u ordinaria que, por no estar contratado, no sea de cuenta del contratista, y si no se contratasen con tercera persona, tendrá el contratista la obligación de realizarlos y de satisfacer los gastos de toda clase que ocasionen, los cuales le serán abonados por el promotor por separado y en las condiciones que se estipulen en el contrato de obra.

#### **7.6. Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía**

Efectuada la recepción provisional, y si durante el plazo de garantía se hubieran ejecutado trabajos cualesquiera, para su abono se procederá así:

- *Si los trabajos que se realicen estuvieran especificados en el Proyecto, y sin causa justificada no se hubieran realizado por el contratista a su debido tiempo, y el director de obra exigiera su realización durante el plazo de garantía, serán valorados a los precios que figuren en el Presupuesto y abonados de acuerdo con lo establecido en el presente Pliego de Condiciones, sin estar sujetos a revisión de precios.*
- *Si se han ejecutado trabajos precisos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso del edificio, por haber sido éste utilizado durante dicho plazo por el promotor, se valorarán y abonarán a los precios del día, previamente acordados.*
- *Si se han ejecutado trabajos para la reparación de desperfectos ocasionados por deficiencia de la construcción o de la calidad de los materiales, nada se abonará por ellos al contratista.*

### **8. Indemnizaciones mutuas**

#### **8.1. Indemnización por retraso del plazo de terminación de las obras**

Si, por causas imputables al contratista, las obras sufrieran un retraso en su finalización con relación al plazo de ejecución previsto, el promotor podrá imponer al contratista, con cargo a la última certificación, las penalizaciones establecidas en el contrato, que nunca serán inferiores al perjuicio que pudiera causar el retraso de la obra.

#### **8.2. Demora de los pagos por parte del promotor**

Se regulará en el contrato de obra las condiciones a cumplir por parte de ambos.

## **9. Varios**

### **9.1. Mejoras, aumentos y/o reducciones de obra**

Sólo se admitirán mejoras de obra, en el caso que el director de obra haya ordenado por escrito la ejecución de los trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como de los materiales y maquinaria previstos en el contrato.

Sólo se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, en el caso que el director de obra haya ordenado por escrito la ampliación de las contratadas como consecuencia de observar errores en las mediciones de proyecto.

En ambos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o maquinaria ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el director de obra introduzca innovaciones que supongan una reducción en los importes de las unidades de obra contratadas.

### **9.2. Unidades de obra defectuosas**

Las obras defectuosas no se valorarán.

### **9.3. Seguro de las obras**

El contratista está obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva.

### **9.4. Conservación de la obra**

El contratista está obligado a conservar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva.

### **9.5. Uso por el contratista de edificio o bienes del promotor**

No podrá el contratista hacer uso de edificio o bienes del promotor durante la ejecución de las obras sin el consentimiento del mismo.

Al abandonar el contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como por resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que se estipule en el contrato de obra.

### **9.6. Pago de arbitrios**

El pago de impuestos y arbitrios en general, municipales o de otro origen, sobre vallas, alumbrado, etc., cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras y por conceptos inherentes a los propios trabajos que se realizan, correrán a cargo del contratista, siempre que en el contrato de obra no se estipule lo contrario.

## **10. Retenciones en concepto de garantía**

Del importe total de las certificaciones se descontará un porcentaje, que se retendrá en concepto de garantía. Este valor no deberá ser nunca menor del cinco por cien (5%) y responderá de los trabajos mal ejecutados y de los perjuicios que puedan ocasionarle al promotor.

Esta retención en concepto de garantía quedará en poder del promotor durante el tiempo designado como PERIODO DE GARANTÍA, pudiendo ser dicha retención, "en metálico" o

mediante un aval bancario que garantice el importe total de la retención.

Si el contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el director de obra, en representación del promotor, los ordenará ejecutar a un tercero, o podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el promotor, en el caso de que el importe de la fianza no bastase para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

La fianza retenida en concepto de garantía será devuelta al contratista en el plazo estipulado en el contrato, una vez firmada el Acta de Recepción Definitiva de la obra. El promotor podrá exigir que el contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas atribuibles a la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros o subcontratos.

### **11. Plazos de ejecución: planning de obra**

En el contrato de obra deberán figurar los plazos de ejecución y entregas, tanto totales como parciales. Además, será conveniente adjuntar al respectivo contrato un Planning de la ejecución de la obra donde figuren de forma gráfica y detallada la duración de las distintas partidas de obra que deberán conformar las partes contratantes.

### **12. Liquidación económica de las obras**

Simultáneamente al libramiento de la última certificación, se procederá al otorgamiento del Acta de Liquidación Económica de las obras, que deberán firmar el promotor y el contratista. En este acto se dará por terminada la obra y se entregarán, en su caso, las llaves, los correspondientes boletines debidamente cumplimentados de acuerdo a la Normativa Vigente, así como los proyectos Técnicos y permisos de las instalaciones contratadas.

Dicha Acta de Liquidación Económica servirá de Acta de Recepción Provisional de las obras, para lo cual será conformada por el promotor, el contratista, el director de obra y el director de ejecución de la obra, quedando desde dicho momento la conservación y custodia de las mismas a cargo del promotor.

La citada recepción de las obras, provisional y definitiva, queda regulada según se describe en las Disposiciones Generales del presente Pliego.

### **13. Liquidación final de la obra**

Entre el promotor y contratista, la liquidación de la obra deberá hacerse de acuerdo con las certificaciones conformadas por la Dirección de Obra. Si la liquidación se realizara sin el visto bueno de la Dirección de Obra, ésta sólo mediará, en caso de desavenencia o desacuerdo, en el recurso ante los Tribunales.

## **B. Pliego de condiciones técnicas particulares.**

La comprobación del cumplimiento de las exigencias básicas en materia de control, establecidas en el Código Técnico de la Edificación, para satisfacer los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad del edificio, se regula mediante la determinación de una serie de controles: control de la recepción en obra, control de la ejecución de obra y control de la obra terminada.

En el apartado de Prescripciones sobre los materiales se indican: las características técnicas que deben reunir los productos, equipos y sistemas, sus condiciones de suministro, recepción y conservación, almacenamiento y manipulación, garantías de calidad y el control de recepción que debe realizarse, incluyendo el muestreo del producto, los ensayos a realizar, y los criterios de aceptación y rechazo, (control de la recepción en obra de los productos).

Igualmente en el apartado de Prescripciones en cuanto a la Ejecución por unidad de obra se indican: los ensayos y pruebas, garantías de calidad y criterios de aceptación y rechazo, (control de la ejecución de obra).

Por último, en el apartado de Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado se indican: las verificaciones y pruebas de servicio para comprobar las prescripciones finales del edificio, (control de la obra terminada).

Atendiendo a lo establecido en el Art. 12 de la LOE le compete al constructor la obligación de ejecutar la obra con sujeción al proyecto, al contrato y a la legislación aplicable, a fin de alcanzar la calidad exigida, acreditando dicha calidad mediante el aporte de certificados, resultados de pruebas de servicio u otros documentos, cuando así lo demande el proyecto o la normativa.

Precisamente en estos apartados del pliego, se señalan aquellos certificados, resultados de pruebas de servicio u otros documentos, que debe aportar el constructor, y cuyo coste corre por su cuenta, sin que sea para ello necesario presupuestarlo de manera diferenciada y específica, en el capítulo X de Control de Calidad y Ensayos del presupuesto de ejecución material del proyecto.

En este capítulo X de Control de Calidad y Ensayos, se indica un presupuesto estimado para la ejecución de aquellos otros ensayos o pruebas de servicio que deben ser realizados por entidades o laboratorios de control de calidad de la edificación, debidamente homologados y acreditados, distintos e independientes del constructor, y sin perjuicio de lo recogido en el preceptivo Estudio de la Programación del Control de Calidad, redactado y supervisado por el Director de Ejecución de la Obra.

## **Parte I. Prescripción sobre los materiales.**

### **1. Prescripciones sobre los materiales**

Para facilitar la labor a realizar, por parte del director de la ejecución de la obra, para el control de recepción en obra de los productos, equipos y sistemas que se suministren a la obra de acuerdo con lo especificado en el "Real Decreto 314/2006. Código Técnico de la Edificación (CTE)", en el presente proyecto se especifican las características técnicas que deberán cumplir los productos, equipos y sistemas suministrados.

Los productos, equipos y sistemas suministrados deberán cumplir las condiciones que sobre ellos se especifican en los distintos documentos que componen el Proyecto. Asimismo, sus calidades serán acordes con las distintas normas que sobre ellos estén publicadas y que tendrán un carácter de complementariedad a este apartado del Pliego. Tendrán preferencia en cuanto a su aceptabilidad aquellos materiales que estén en

posesión de Documento de Idoneidad Técnica que avale sus cualidades, emitido por Organismos Técnicos reconocidos.

Este control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas comprenderá:

- El control de la documentación de los suministros.
- El control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad.
- El control mediante ensayos.

Por parte del constructor o contratista debe existir obligación de comunicar a los suministradores de productos las cualidades que se exigen para los distintos materiales, aconsejándose que previamente al empleo de los mismos se solicite la aprobación del director de ejecución de la obra y de las entidades y laboratorios encargados del control de calidad de la obra.

El contratista será responsable de que los materiales empleados cumplan con las condiciones exigidas, independientemente del nivel de control de calidad que se establezca para la aceptación de los mismos.

El contratista notificará al director de ejecución de la obra, con suficiente antelación, la procedencia de los materiales que se proponga utilizar, aportando, cuando así lo solicite el director de ejecución de la obra, las muestras y datos necesarios para decidir acerca de su aceptación.

Estos materiales serán reconocidos por el director de ejecución de la obra antes de su empleo en obra, sin cuya aprobación no podrán ser acopiados en obra ni se podrá proceder a su colocación. Así mismo, aún después de colocados en obra, aquellos materiales que presenten defectos no percibidos en el primer reconocimiento, siempre que vaya en perjuicio del buen acabado de la obra, serán retirados de la obra. Todos los gastos que ello ocasionase serán a cargo del contratista.

El hecho de que el contratista subcontrate cualquier partida de obra no le exime de su responsabilidad.

La simple inspección o examen por parte de los Técnicos no supone la recepción absoluta de los mismos, siendo los oportunos ensayos los que determinen su idoneidad, no extinguiéndose la responsabilidad contractual del contratista a estos efectos hasta la recepción definitiva de la obra.

### **1.1. Garantías de calidad (Marcado CE)**

El término producto de construcción queda definido como cualquier producto fabricado para su incorporación, con carácter permanente, a las obras de edificación e ingeniería civil que tengan incidencia sobre los siguientes requisitos esenciales:

- Resistencia mecánica y estabilidad.
- Seguridad en caso de incendio.
- Higiene, salud y medio ambiente.
- Seguridad de utilización.
- Protección contra el ruido.
- Ahorro de energía y aislamiento térmico.

El marcado CE de un producto de construcción indica:

- Que éste cumple con unas determinadas especificaciones técnicas relacionadas con los requisitos esenciales contenidos en las Normas Armonizadas (EN) y en las Guías DITE (Guías para el Documento de Idoneidad Técnica Europeo).  
Que se ha cumplido el sistema de evaluación y verificación de la constancia de las prestaciones indicado en los mandatos relativos a las normas armonizadas y en las especificaciones técnicas armonizadas.

Siendo el fabricante el responsable de su fijación y la Administración competente en materia de industria la que vele por la correcta utilización del marcado CE.

Es obligación del director de la ejecución de la obra verificar si los productos que entran en la obra están afectados por el cumplimiento del sistema del marcado CE y, en caso de ser así, si se cumplen las condiciones establecidas en el "Real Decreto 1630/1992. Disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106/CEE".

El marcado CE se materializa mediante el símbolo "CE" acompañado de una información complementaria.

El fabricante debe cuidar de que el marcado CE figure, por orden de preferencia:

- En el producto propiamente dicho.
- En una etiqueta adherida al mismo.
- En su envase o embalaje.
- En la documentación comercial que le acompaña.

Las letras del símbolo CE deben tener una dimensión vertical no inferior a 5 mm.

Además del símbolo CE deben estar situadas en una de las cuatro posibles localizaciones una serie de inscripciones complementarias, cuyo contenido específico se determina en las normas armonizadas y Guías DITE para cada familia de productos, entre las que se incluyen:

- el número de identificación del organismo notificado (cuando proceda).
- el nombre comercial o la marca distintiva del fabricante.
- la dirección del fabricante.
- el nombre comercial o la marca distintiva de la fábrica  
las dos últimas cifras del año en el que se ha estampado el marcado en el producto
  - el número del certificado CE de conformidad (cuando proceda)
  - el número de la norma armonizada y en caso de verse afectada por varias los números de todas ellas.
  - la designación del producto, su uso previsto y su designación normalizada.
  - información adicional que permita identificar las características del producto atendiendo a sus especificaciones técnicas.

Las inscripciones complementarias del marcado CE no tienen por qué tener un formato, tipo de letra, color o composición especial, debiendo cumplir únicamente las características reseñadas anteriormente para el símbolo.

Dentro de las características del producto podemos encontrar que alguna de ellas presente la mención "Prestación no determinada" (PND).

La opción PND es una clase que puede ser considerada si al menos un estado miembro no tiene requisitos legales para una determinada característica y el fabricante no desea facilitar el valor de esa característica.

## 2. Hormigón estructural

### 2.1. Condiciones del suministro.

El hormigón se debe transportar utilizando procedimientos adecuados para conseguir que las masas lleguen al lugar de entrega en las condiciones estipuladas, sin experimentar variación sensible en las características que poseían recién amasadas.

Cuando el hormigón se amasa completamente en central y se transporta en amasadoras móviles, el volumen de hormigón transportado no deberá exceder del 80% del volumen total del tambor. Cuando el hormigón se amasa, o se termina de amasar, en amasadora móvil, el volumen no excederá de los dos tercios del volumen total del tambor.

Los equipos de transporte deberán estar exentos de residuos de hormigón o mortero endurecido, para lo cual se limpiarán cuidadosamente antes de proceder a la carga de una nueva masa fresca de hormigón. Asimismo, no deberán presentar desperfectos o desgastes en las paletas o en su superficie interior que puedan afectar a la homogeneidad del hormigón.

El transporte podrá realizarse en amasadoras móviles, a la velocidad de agitación, o en equipos con o sin agitadores, siempre que tales equipos tengan superficies lisas y redondeadas y sean capaces de mantener la homogeneidad del hormigón durante el transporte y la descarga.

### 2.2. Recepción y control.

Documentación de los suministros:

Los suministradores entregarán al Constructor, quién los facilitará a la Dirección Facultativa, cualquier documento de identificación del producto exigido por la reglamentación aplicable o, en su caso, por el proyecto o por la Dirección Facultativa. Se facilitarán los siguientes documentos:

Antes del suministro:

Los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente.

Se entregarán los certificados de ensayo que garanticen el cumplimiento de lo establecido en la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

Durante el suministro:

Cada carga de hormigón fabricado en central, tanto si ésta pertenece o no a las instalaciones de obra, irá acompañada de una hoja de suministro que estará en todo momento a disposición de la Dirección de Obra, y en la que deberán figurar, como mínimo, los siguientes datos:

Nombre de la central de fabricación de hormigón.

Número de serie de la hoja de suministro.

Fecha de entrega.

Nombre del peticionario y del responsable de la recepción.

Especificación del hormigón.

En el caso de que el hormigón se designe por propiedades:

Designación.

Contenido de cemento en kilos por metro cúbico ( $\text{kg/m}^3$ ) de hormigón, con una tolerancia de  $\pm 15$  kg.

Relación agua/cemento del hormigón, con una tolerancia de  $\pm 0,02$ .

En el caso de que el hormigón se designe por dosificación:

Contenido de cemento por metro cúbico de hormigón.

Relación agua/cemento del hormigón, con una tolerancia de  $\pm 0,02$ .

Tipo de ambiente.

Tipo, clase y marca del cemento.

Consistencia.

Tamaño máximo del árido.

Tipo de aditivo, si lo hubiere, y en caso contrario indicación expresa de que no contiene.

Procedencia y cantidad de adición (cenizas volantes o humo de sílice) si la hubiere y, en caso contrario, indicación expresa de que no contiene.

Designación específica del lugar del suministro (nombre y lugar).

Cantidad de hormigón que compone la carga, expresada en metros cúbicos de hormigón fresco.

Identificación del camión hormigonera (o equipo de transporte) y de la persona que proceda a la descarga.

Hora límite de uso para el hormigón.

Después del suministro:

El certificado de garantía del producto suministrado, firmado por persona física con poder de representación suficiente.

Ensayos:

La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

### **3.4. Conservación almacenamiento y manipulación.**

En el vertido y colocación de las masas, incluso cuando estas operaciones se realicen de un modo continuo mediante conducciones apropiadas, se adoptarán las debidas precauciones para evitar la disgregación de la mezcla.

### **3.5. Recomendaciones para su uso en obra.**

El tiempo transcurrido entre la adición de agua de amasado al cemento y a los áridos y la colocación del hormigón, no debe ser mayor de hora y media. En tiempo caluroso, o bajo condiciones que contribuyan a un rápido fraguado del hormigón, el tiempo límite deberá ser inferior, a menos que se adopten medidas especiales que, sin perjudicar la calidad del hormigón, aumenten el tiempo de fraguado.



Hormigonado en tiempo frío:

La temperatura de la masa de hormigón, en el momento de verterla en el molde o encofrado, no será inferior a 5°C.

Se prohíbe verter el hormigón sobre elementos (armaduras, moldes, etc.) cuya temperatura sea inferior a cero grados centígrados.

En general, se suspenderá el hormigonado siempre que se prevea que, dentro de las cuarenta y ocho horas siguientes, pueda descender la temperatura ambiente por debajo de cero grados centígrados.

En los casos en que, por absoluta necesidad, se hormigone en tiempo de heladas, se adoptarán las medidas necesarias para garantizar que, durante el fraguado y primer endurecimiento del hormigón, no se producirán deterioros locales en los elementos correspondientes, ni mermas permanentes apreciables de las características resistentes del material.

Hormigonado en tiempo caluroso:

Si la temperatura ambiente es superior a 40°C o hay un viento excesivo, se suspenderá el hormigonado, salvo que, previa autorización expresa de la Dirección de Obra, se adopten medidas especiales.

### **3. Aceros corrugados**

#### **3.1. Condiciones del suministro.**

Los aceros se deben transportar protegidos adecuadamente contra la lluvia y la agresividad de la atmósfera ambiental.

#### **3.2. Recepción y control.**

Documentación de los suministros:

Los suministradores entregarán al Constructor, quién los facilitará a la Dirección Facultativa, cualquier documento de identificación del producto exigido por la reglamentación aplicable o, en su caso, por el proyecto o por la Dirección Facultativa. Se facilitarán los siguientes documentos:

Antes del suministro:

Los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente.

Hasta la entrada en vigor del marcado CE, se adjuntarán los certificados de ensayo que garanticen el cumplimiento de las siguientes características:

Características mecánicas mínimas garantizadas por el fabricante.

Ausencia de grietas después del ensayo de doblado-desdoblado.

Aptitud al doblado simple.

Los aceros soldables con características especiales de ductilidad deberán cumplir los requisitos de los ensayos de fatiga y deformación alternativa.

Características de adherencia. Cuando el fabricante garantice las características de adherencia mediante el ensayo de la viga, presentará un certificado de homologación de adherencia, en el que constará, al menos:

Marca comercial del acero.

Forma de suministro: barra o rollo.

Límites admisibles de variación de las características geométricas de los resaltos.

Composición química.

En la documentación, además, constará:

El nombre del laboratorio. En el caso de que no se trate de un laboratorio público, declaración de estar acreditado para el ensayo referido.

Fecha de emisión del certificado.

Durante el suministro:

Las hojas de suministro de cada partida o remesa.

Hasta la entrada en vigor del marcado CE, se adjuntará una declaración del sistema de identificación del acero que haya empleado el fabricante.

La clase técnica se especificará mediante un código de identificación del tipo de acero mediante engrosamientos u omisiones de corrugas o grafilas. Además, las barras corrugadas deberán llevar grabadas las marcas de identificación que incluyen información sobre el país de origen y el fabricante.

En el caso de que el producto de acero corrugado sea suministrado en rollo o proceda de operaciones de enderezado previas a su suministro, deberá indicarse explícitamente en la correspondiente hoja de suministro.

En el caso de barras corrugadas en las que, dadas las características del acero, se precise de procedimientos especiales para el proceso de soldadura, el fabricante deberá indicarlos.

Después del suministro:

El certificado de garantía del producto suministrado, firmado por persona física con poder de representación suficiente.

Distintivos de calidad y evaluaciones de idoneidad técnica:

En su caso, los suministradores entregarán al Constructor, quién la facilitará a la Dirección Facultativa, una copia compulsada por persona física de los certificados que avalen que los productos que se suministrarán están en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido, donde al menos constará la siguiente información:

Identificación de la entidad certificadora.

Logotipo del distintivo de calidad.

Identificación del fabricante.

Alcance del certificado.

Garantía que queda cubierta por el distintivo (nivel de certificación).

Número de certificado.

Fecha de expedición del certificado.

Antes del inicio del suministro, la Dirección Facultativa valorará, en función del nivel de garantía del distintivo y de acuerdo con lo indicado en el proyecto y lo establecido en la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08), si la documentación aportada es suficiente para la aceptación del producto suministrado o, en su caso, qué comprobaciones deben efectuarse.

Ensayos:

La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

En el caso de efectuarse ensayos, los laboratorios de control facilitarán sus resultados acompañados de la incertidumbre de medida para un determinado nivel de confianza, así como la información relativa a las fechas, tanto de la entrada de la muestra en el laboratorio como de la realización de los ensayos.

Las entidades y los laboratorios de control de calidad entregarán los resultados de su actividad al agente autor del encargo y, en todo caso, a la Dirección Facultativa.

### **3.3. Conservación almacenamiento y manipulación.**

Durante el almacenamiento las armaduras se protegerán adecuadamente contra la lluvia y de la agresividad de la atmósfera ambiental. Hasta el momento de su empleo, se conservarán en obra, cuidadosamente clasificadas según sus tipos, calidades, diámetros y procedencias, para garantizar la necesaria trazabilidad.

Antes de su utilización y especialmente después de un largo periodo de almacenamiento en obra, se examinará el estado de su superficie, con el fin de asegurarse de que no presenta alteraciones perjudiciales. Una ligera capa de óxido en la superficie de las barras no se considera perjudicial para su utilización. Sin embargo, no se admitirán pérdidas de peso por oxidación superficial, comprobadas después de una limpieza con cepillo de alambres hasta quitar el óxido adherido, que sean superiores al 1% respecto al peso inicial de la muestra.

En el momento de su utilización, las armaduras pasivas deben estar exentas de sustancias extrañas en su superficie tales como grasa, aceite, pintura, polvo, tierra o cualquier otro material perjudicial para su buena conservación o su adherencia.

La elaboración de armaduras mediante procesos de ferralla requiere disponer de unas instalaciones que permitan desarrollar, al menos, las siguientes actividades:

Almacenamiento de los productos de acero empleados.

Proceso de enderezado, en el caso de emplearse acero corrugado suministrado en rollo.

Procesos de corte, doblado, soldadura y armado, según el caso.

### **3.4. Recomendaciones para su uso en obra.**

Para prevenir la corrosión, se deberá tener en cuenta todas las consideraciones relativas a los espesores de recubrimiento.

Con respecto a los materiales empleados, se prohíbe poner en contacto las armaduras con otros metales de muy diferente potencial galvánico.

Se prohíbe emplear materiales componentes (agua, áridos, aditivos y/o adiciones) que contengan iones despasivantes, como cloruros, sulfuros y sulfatos, en proporciones superiores a las establecidas.

#### **4. Aceros en perfiles laminados**

##### **4.1. Condiciones del suministro.**

Los aceros se deben transportar de una manera segura, de forma que no se produzcan deformaciones permanentes y los daños superficiales sean mínimos. Los componentes deben estar protegidos contra posibles daños en los puntos de eslingado (por donde se sujetan para izarlos).

Los componentes prefabricados que se almacenan antes del transporte o del montaje deben estar apilados por encima del terreno y sin contacto directo con éste. Debe evitarse cualquier acumulación de agua. Los componentes deben mantenerse limpios y colocados de forma que se eviten las deformaciones permanentes.

##### **4.2. Recepción y control.**

Documentación de los suministros:

Para los productos planos:

Salvo acuerdo en contrario, el estado de suministro de los productos planos de los tipos S235, S275 y S355 de grado JR queda a elección del fabricante.

Si en el pedido se solicita inspección y ensayo, se deberá indicar:

Tipo de inspección y ensayos (específicos o no específicos).

El tipo de documento de la inspección.

Para los productos largos:

Salvo acuerdo en contrario, el estado de suministro de los productos largos de los tipos S235, S275 y S355 de grado JR queda a elección del fabricante.

Ensayos:

La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

##### **4.3. Conservación almacenamiento y manipulación.**

Si los materiales han estado almacenados durante un largo periodo de tiempo, o de una manera tal que pudieran haber sufrido un deterioro importante, deberán ser comprobados antes de ser utilizados, para asegurarse de que siguen cumpliendo con la norma de producto correspondiente. Los productos de acero resistentes a la corrosión atmosférica pueden requerir un chorreo ligero antes de su empleo para proporcionarles una base uniforme para la exposición a la intemperie.

El material deberá almacenarse en condiciones que cumplan las instrucciones de su fabricante, cuando se disponga de éstas.

#### **4.4. Recomendaciones para su uso en obra.**

El material no deberá emplearse si se ha superado la vida útil en almacén especificada por su fabricante.

### **5. Aislantes proyectados de espuma de poliuretano.**

#### **5.1. Condiciones del suministro.**

Los aislantes se deben suministrar protegidos, de manera que no se alteren sus características.

#### **5.2. Recepción y control.**

Documentación de los suministros:

Si el material ha de ser el componente de la parte ciega del cerramiento exterior de un espacio habitable, el fabricante declarará, como mínimo, los valores para las siguientes propiedades higrotérmicas:

Conductividad térmica ([zonaladr\_tipo\_ud\_conduct\_termica]).

Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua.

Ensayos:

La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

#### **5.3. Conservación almacenamiento y manipulación.**

El tiempo máximo de almacenamiento será de 9 meses desde su fecha de fabricación.

Se almacenarán en sus envases de origen bien cerrados y no deteriorados, en lugar seco y fresco y en posición vertical.

#### **5.4. Recomendaciones para su uso en obra.**

Temperatura de aplicación entre 5°C y 35°C.

No aplicar en presencia de fuego o sobre superficies calientes (temperatura mayor de 30°C).

No rellenar los huecos más del 60% de su volumen, pues la espuma expande por la acción de la humedad ambiente.

En cuanto al envase de aplicación:

No pulsar la válvula o el gatillo enérgicamente.

No calentar por encima de 50°C.  
Evitar la exposición al sol.  
No tirar el envase hasta que esté totalmente vacío.

## **Parte II. Prescripciones en cuanto a la ejecución por unidad de obra**

### **1. Prescripciones en cuanto a la ejecución por unidad de obra**

Las prescripciones para la ejecución de cada una de las diferentes unidades de obra se organizan en los siguientes apartados:

#### **1.1. Medidas para asegurar la compatibilidad entre los diferentes productos, elementos y sistemas constructivos que componen la unidad de obra**

se especifican, en caso de que existan, las posibles incompatibilidades, tanto físicas como químicas, entre los diversos componentes que componen la unidad de obra, o entre el soporte y los componentes.

#### **1.2. Características técnicas**

Se describe la unidad de obra, detallando de manera pormenorizada los elementos que la componen, con la nomenclatura específica correcta de cada uno de ellos, de acuerdo a los criterios que marca la propia normativa.

#### **1.3. Normativa de aplicación**

Se especifican las normas que afectan a la realización de la unidad de obra.

#### **1.4. Criterio de medición en proyecto**

Indica cómo se ha medido la unidad de obra en la fase de redacción del proyecto, medición que luego será comprobada en obra.

#### **1.5. Condiciones previas que han de cumplirse antes de la ejecución de las unidades de obra**

Antes de iniciarse los trabajos de ejecución de cada una de las unidades de obra, el director de la ejecución de la obra habrá recepcionado los materiales y los certificados acreditativos exigibles, en base a lo establecido en la documentación pertinente por el técnico redactor del proyecto. Será preceptiva la aceptación previa por parte del director de la ejecución de la obra de todos los materiales que constituyen la unidad de obra.

Así mismo, se realizarán una serie de comprobaciones previas sobre las condiciones del soporte, las condiciones ambientales del entorno, y la cualificación de la mano de obra, en su caso.

#### **1.6. Del soporte**

Se establecen una serie de requisitos previos sobre el estado de las unidades de obra realizadas previamente, que pueden servir de soporte a la nueva unidad de obra.

##### **1.6.1.1. Ambientales**

En determinadas condiciones climáticas (viento, lluvia, humedad, etc.) no podrán iniciarse los trabajos de ejecución de la unidad de obra, deberán interrumpirse o será necesario adoptar una serie de medidas protectoras.

#### **1.6.1.2. Del contratista**

En algunos casos, será necesaria la presentación al director de la ejecución de la obra de una serie de documentos por parte del contratista, que acrediten su cualificación, o la de la empresa por él subcontratada, para realizar cierto tipo de trabajos. Por ejemplo la puesta en obra de sistemas constructivos en posesión de un Documento de Idoneidad Técnica (DIT), deberán ser realizados por la propia empresa propietaria del DIT, o por empresas especializadas y cualificadas, reconocidas por ésta y bajo su control técnico.

#### **1.7. Proceso de ejecución**

En este apartado se desarrolla el proceso de ejecución de cada unidad de obra, asegurando en cada momento las condiciones que permitan conseguir el nivel de calidad previsto para cada elemento constructivo en particular.

#### **1.8. Fases de ejecución**

Se enumeran, por orden de ejecución, las fases de las que consta el proceso de ejecución de la unidad de obra.

#### **1.9. Condiciones de terminación**

En algunas unidades de obra se hace referencia a las condiciones en las que debe finalizarse una determinada unidad de obra, para que no interfiera negativamente en el proceso de ejecución del resto de unidades.

Una vez terminados los trabajos correspondientes a la ejecución de cada unidad de obra, el contratista retirará los medios auxiliares y procederá a la limpieza del elemento realizado y de las zonas de trabajo, recogiendo los restos de materiales y demás residuos originados por las operaciones realizadas para ejecutar la unidad de obra, siendo todos ellos clasificados, cargados y transportados a centro de reciclaje, vertedero específico o centro de acogida o transferencia.

#### **1.10. Pruebas de servicio**

En aquellas unidades de obra que sea necesario, se indican las pruebas de servicio a realizar por el propio contratista o empresa instaladora, cuyo coste se encuentra incluido en el propio precio de la unidad de obra.

Aquellas otras pruebas de servicio o ensayos que no están incluidos en el precio de la unidad de obra, y que es obligatoria su realización por medio de laboratorios acreditados se encuentran detalladas y presupuestadas, en el correspondiente capítulo X de Control de Calidad y Ensayos, del Presupuesto de Ejecución Material (PEM).

Por ejemplo, esto es lo que ocurre en la unidad de obra ADP010, donde se indica que no está incluido en el precio de la unidad de obra el coste del ensayo de densidad y humedad "in situ".

#### **1.11. Conservación y mantenimiento**

En algunas unidades de obra se establecen las condiciones en que deben protegerse para la correcta conservación y mantenimiento en obra, hasta su recepción final.

#### **1.12. Criterio de medición en obra y condiciones de abono**

indica cómo se comprobarán en obra las mediciones de proyecto, una vez superados todos los controles de calidad y obtenida la aceptación final por parte del director de ejecución de

la obra.

la medición del número de unidades de obra que ha de abonarse se realizará, en su caso, de acuerdo con las normas que establece este capítulo, tendrá lugar en presencia y con intervención del contratista, entendiéndose que éste renuncia a tal derecho si, avisado oportunamente, no compareciese a tiempo. en tal caso, será válido el resultado que el director de ejecución de la obra consigne.

todas las unidades de obra se abonarán a los precios establecidos en el presupuesto. dichos precios se abonarán por las unidades terminadas y ejecutadas con arreglo al presente pliego de condiciones técnicas particulares y prescripciones en cuanto a la ejecución por unidad de obra.

estas unidades comprenden el suministro, cánones, transporte, manipulación y empleo de los materiales, maquinaria, medios auxiliares, mano de obra necesaria para su ejecución y costes indirectos derivados de estos conceptos, así como cuantas necesidades circunstanciales se requieran para la ejecución de la obra, tales como indemnizaciones por daños a terceros u ocupaciones temporales y costos de obtención de los permisos necesarios, así como de las operaciones necesarias para la reposición de servidumbres y servicios públicos o privados afectados tanto por el proceso de ejecución de las obras como por las instalaciones auxiliares.

igualmente, aquellos conceptos que se especifican en la definición de cada unidad de obra, las operaciones descritas en el proceso de ejecución, los ensayos y pruebas de servicio y puesta en funcionamiento, inspecciones, permisos, boletines, licencias, tasas o similares.

no será de abono al contratista mayor volumen de cualquier tipo de obra que el definido en los planos o en las modificaciones autorizadas por la dirección facultativa. tampoco le será abonado, en su caso, el coste de la restitución de la obra a sus dimensiones correctas, ni la obra que hubiese tenido que realizar por orden de la dirección facultativa para subsanar cualquier defecto de ejecución.

### **1.13. Terminología aplicada en el criterio de medición.**

a continuación, se detalla el significado de algunos de los términos utilizados en los diferentes capítulos de obra.

### **1.14. Acondicionamiento del terreno**

Volumen de tierras en perfil esponjado. la medición se referirá al estado de las tierras una vez extraídas. para ello, la forma de obtener el volumen de tierras a transportar, será la que resulte de aplicar el porcentaje de esponjamiento medio que proceda, en función de las características del terreno.

volumen de relleno en perfil compactado. la medición se referirá al estado del relleno una vez finalizado el proceso de compactación.

volumen teórico ejecutado. será el volumen que resulte de considerar las dimensiones de las secciones teóricas especificadas en los planos de proyecto, independientemente de que las secciones excavadas hubieran quedado con mayores dimensiones.

### **1.15. Cimentaciones**

superficie teórica ejecutada. será la superficie que resulte de considerar las dimensiones de las secciones teóricas especificadas en los planos de proyecto, independientemente de que la superficie ocupada por el hormigón hubiera quedado con mayores dimensiones.

volumen teórico ejecutado. será el volumen que resulte de considerar las dimensiones de las secciones teóricas especificadas en los planos de proyecto, independientemente de que las secciones de hormigón hubieran quedado con mayores dimensiones.



### **1.16. Estructuras**

volumen teórico ejecutado. será el volumen que resulte de considerar las dimensiones de las secciones teóricas especificadas en los planos de proyecto, independientemente de que las secciones de los elementos estructurales hubieran quedado con mayores dimensiones.

### **1.17. Estructuras metálicas**

peso nominal medido. serán los kg que resulten de aplicar a los elementos estructurales metálicos los pesos nominales que, según dimensiones y tipo de acero, figuren en tablas.

### **1.18. Estructuras (forjados)**

deduciendo los huecos de superficie mayor de  $x \text{ m}^2$ . se medirá la superficie de los forjados de cara exterior a cara exterior de los zunchos que delimitan el perímetro de su superficie, descontando únicamente los huecos o pasos de forjados que tengan una superficie mayor de  $x \text{ m}^2$ .

en los casos de dos paños formados por forjados diferentes, objeto de precios unitarios distintos, que apoyen o empotren en una jácena o muro de carga común a ambos paños, cada una de las unidades de obra de forjado se medirá desde fuera a cara exterior de los elementos delimitadores al eje de la jácena o muro de carga común.

en los casos de forjados inclinados se tomará en verdadera magnitud la superficie de la cara inferior del forjado, con el mismo criterio anteriormente señalado para la deducción de huecos.

### **1.19. Estructuras (muros)**

deduciendo los huecos de superficie mayor de  $x \text{ m}^2$ . se aplicará el mismo criterio que para fachadas y particiones.

### **1.20. Fachadas y particiones**

deduciendo los huecos de superficie mayor de  $x \text{ m}^2$ . se medirán los paramentos verticales de fachadas y particiones descontando únicamente aquellos huecos cuya superficie sea mayor de  $x \text{ m}^2$ , lo que significa que:

cuando los huecos sean menores de  $x \text{ m}^2$  se medirán a cinta corrida como si no hubiera huecos. al no deducir ningún hueco, en compensación de medir hueco por macizo, no se medirán los trabajos de formación de mochetas en jambas y dinteles.

cuando los huecos sean mayores de  $x \text{ m}^2$ , se deducirá la superficie de estos huecos, pero se sumará a la medición la superficie de la parte interior del hueco, correspondiente al desarrollo de las mochetas.

deduciendo todos los huecos. se medirán los paramentos verticales de fachadas y particiones descontando la superficie de todos los huecos, pero se incluye la ejecución de todos los trabajos precisos para la resolución del hueco, así como los materiales que forman dinteles, jambas y vierteaguas.

a los efectos anteriores, se entenderá como hueco, cualquier abertura que tenga mochetas y dintel para puerta o ventana. en caso de tratarse de un vacío en la fábrica sin dintel, antepecho ni carpintería, se deducirá siempre el mismo al medir la fábrica, sea cual fuere su superficie.

en el supuesto de cerramientos de fachada donde las hojas, en lugar de apoyar directamente en el forjado, apoyen en una o dos hiladas de regularización que abarquen todo el espesor del cerramiento, al efectuar la medición de las unidades de obra se medirá su altura desde el forjado y, en compensación, no se medirán las hiladas de regularización.

#### **1.21. Instalaciones**

longitud realmente ejecutada. medición según desarrollo longitudinal resultante, considerando, en su caso, los tramos ocupados por piezas especiales.

#### **1.22. Revestimientos (yesos y enfoscados de cemento)**

deduciendo, en los huecos de superficie mayor de  $x \text{ m}^2$ , el exceso sobre los  $x \text{ m}^2$ . los paramentos verticales y horizontales se medirán a cinta corrida, sin descontar huecos de superficie menor a  $x \text{ m}^2$ . para huecos de mayor superficie, se descontará únicamente el exceso sobre esta superficie. en ambos casos se considerará incluida la ejecución de moquetas, fondos de dinteles y aristados. los paramentos que tengan armarios empotrados no serán objeto de descuento, sea cual fuere su dimensión.

### **2. Alquiler de grúa torre.**

#### **2.1. Características técnicas**

alquiler mensual de grúa torre de obra para elevación y transporte de materiales, formada por torre metálica, brazo horizontal giratorio de **50 m** de flecha y **1200 kg** de carga máxima y motores de orientación, elevación y distribución o traslación de la carga. incluso telemando y p/p de mantenimiento y seguro de responsabilidad civil.

#### **2.2. Criterio de medición en proyecto**

número de unidades previstas, según documentación gráfica de proyecto.

#### **2.3. Fases de ejecución.**

revisión periódica para garantizar su estabilidad y condiciones de seguridad.

### **3. Losa de cimentación.**

#### **3.1. Medidas para asegurar la compatibilidad entre los diferentes productos, elementos y sistemas constructivos que componen la unidad de obra.**

dependiendo de la agresividad del terreno o la presencia de agua con sustancias agresivas, se elegirá el cemento adecuado para la fabricación del hormigón, así como su dosificación y permeabilidad y el espesor de recubrimiento de las armaduras.

#### **3.2. Características técnicas**

formación de losa de cimentación de hormigón armado, realizada con **hormigón ha-25/b/20/iiia fabricado en central, y vertido con bomba**, y acero **une-en 10080 b 500 s**, con una cuantía aproximada de **85 kg/m<sup>3</sup>**; **acabado superficial liso mediante regla vibrante**; sin incluir el encofrado en este precio. incluso p/p de refuerzos, pliegues, encuentros, arranques y esperas en muros, escaleras y rampas, cambios de nivel, malla metálica de alambre en cortes de hormigonado, formación de foso de ascensor, **elaboración y montaje de la ferralla en el lugar definitivo de su colocación en obra**,

separadores, colocación y fijación de colectores de saneamiento en losa, **vibrado del hormigón con regla vibrante, formación de juntas de construcción** y curado del hormigón.

### **3.3. Normativa de aplicación**

elaboración, transporte y puesta en obra del hormigón:

**instrucción de hormigón estructural (ehe-08).**

ejecución:

**cte. db-se-c seguridad estructural: cimientos.**

**n-te-csl. cimentaciones superficiales: losas.**

### **3.4. Criterio de medición en proyecto**

volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de proyecto.

### **3.5. Condiciones previas que han de cumplirse antes de la ejecución de las unidades de obra**

#### **del soporte.**

se comprobará la existencia de la capa de hormigón de limpieza, que presentará un plano de apoyo horizontal y una superficie limpia.

#### **ambientales.**

se suspenderán los trabajos de hormigonado cuando llueva con intensidad, nieve, exista viento excesivo, una temperatura ambiente superior a 40°C o se prevea que dentro de las 48 horas siguientes pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los 0°C.

#### **del contratista.**

dispondrá en obra de una serie de medios, en previsión de que se produzcan cambios bruscos de las condiciones ambientales durante el hormigonado o posterior periodo de fraguado, no pudiendo comenzarse el hormigonado de los diferentes elementos sin la autorización por escrito del director de la ejecución de la obra.

### **3.6. Proceso de ejecución**

#### **fases de ejecución.**

replanteo y trazado de la losa y de los pilares u otros elementos estructurales que apoyen en la misma. colocación de separadores y fijación de las armaduras. conexionado, anclaje y emboquillado de las redes de instalaciones proyectadas. vertido y compactación del hormigón. coronación y enrase de cimientos. curado del hormigón.

#### **condiciones de terminación.**

el conjunto será monolítico y transmitirá correctamente las cargas al terreno.

### **3.7. Conservación y mantenimiento.**

se dejará la superficie de hormigón preparada para la realización de juntas de retracción y se protegerá la superficie acabada.

### **3.8. Criterio de medición en obra y condiciones de abono**

se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.

## **4. Acero en pilares.**

### **4.1. Medidas para asegurar la compatibilidad entre los diferentes productos, elementos y sistemas constructivos que componen la unidad de obra.**

la zona de soldadura no se pintará. no se pondrá en contacto directo el acero con otros metales ni con yesos.

### **4.2. Características técnicas**

suministro y montaje de acero laminado **une-en 10025 s275jr**, en perfiles laminados en caliente, piezas **simples de las series ipn, ipe, upn, hea, heb o hem**, para pilares, mediante uniones soldadas. trabajado y montado en taller, con preparación de superficies en grado sa21/2 según **une-en iso 8501-1** y aplicación posterior de dos manos de imprimación con un espesor mínimo de película seca de 30 micras por mano, excepto en la zona en que deban realizarse soldaduras en obra, en una distancia de 100 mm desde el borde de la soldadura. incluso p/p de preparación de bordes, soldaduras, cortes, piezas especiales, placas de arranque y transición de pilar inferior a superior, mortero sin retracción para retacado de placas, despuntes y reparación en obra de cuantos desperfectos se originen por razones de transporte, manipulación o montaje, con el mismo grado de preparación de superficies e imprimación.

### **4.3. Normativa de aplicación**

ejecución:

**cte. db-se-a seguridad estructural: acero.**

**une-en 1090-2. ejecución de estructuras de acero y aluminio. parte 2: requisitos técnicos para la ejecución de estructuras de acero.**

**n-te-eas. estructuras de acero: soportes.**

### **4.4. Criterio de medición en proyecto**

peso nominal medido según documentación gráfica de proyecto.

### **4.5. Condiciones previas que han de cumplirse antes de la ejecución de las unidades de obra**

#### **ambientales.**

no se realizarán trabajos de soldadura cuando la temperatura sea inferior a 0°C.

#### **del contratista.**

presentará para su aprobación, al director de la ejecución de la obra, el programa de montaje de la estructura, basado en las indicaciones

del proyecto, así como la documentación que acredite que los soldadores que intervengan en su ejecución estén certificados por un organismo acreditado.

#### **4.6. Proceso de ejecución**

##### **fases de ejecución.**

limpieza y preparación del plano de apoyo. replanteo y marcado de los ejes. colocación y fijación provisional del pilar. aplomado y nivelación. ejecución de las uniones. reparación de defectos superficiales.

##### **condiciones de terminación.**

las cargas se transmitirán correctamente a la estructura. el acabado superficial será el adecuado para el posterior tratamiento de protección.

#### **4.7. criterio de medición en obra y condiciones de abono**

se determinará, a partir del peso obtenido en báscula oficial de las unidades llegadas a obra, el peso de las unidades realmente ejecutadas según especificaciones de proyecto.

### **5. Acero en vigas.**

#### **5.1. medidas para asegurar la compatibilidad entre los diferentes productos, elementos y sistemas constructivos que componen la unidad de obra.**

la zona de soldadura no se pintará. no se pondrá en contacto directo el acero con otros metales ni con yesos.

#### **5.2. Características técnicas**

suministro y montaje de acero laminado **une-en 10025 s275jr**, en perfiles laminados en caliente, piezas **simples** de las series ipn, ipe, upn, hea, heb o hem, para vigas y correas, mediante uniones soldadas. trabajado y montado en taller, con preparación de superficies en grado sa21/2 según **une-en iso 8501-1** y aplicación posterior de dos manos de imprimación con un espesor mínimo de película seca de 30 micras por mano, excepto en la zona en que deban realizarse soldaduras en obra, en una distancia de 100 mm desde el borde de la soldadura. incluso p/p de preparación de bordes, soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y reparación en obra de cuantos desperfectos se originen por razones de transporte, manipulación o montaje, con el mismo grado de preparación de superficies e imprimación.

#### **5.3. Normativa de aplicación**

ejecución:

**cte. db-se-a seguridad estructural: acero.**

**une-en 1090-2. ejecución de estructuras de acero y aluminio. parte 2: requisitos técnicos para la ejecución de estructuras de acero.**

**n-te-eav. estructuras de acero: vigas.**

#### **5.4. Criterio de medición en proyecto**

peso nominal medido según documentación gráfica de proyecto.

#### **5.5. Condiciones previas que han de cumplirse antes de la ejecución de las unidades de obra**

##### **ambientales.**

no se realizarán trabajos de soldadura cuando la temperatura sea inferior a 0°C.

##### **del contratista.**

presentará para su aprobación, al director de la ejecución de la obra, el programa de montaje de la estructura, basado en las indicaciones del proyecto, así como la documentación que acredite que los soldadores que intervengan en su ejecución estén certificados por un organismo acreditado.

#### **5.6. Proceso de ejecución**

##### **fases de ejecución.**

limpieza y preparación del plano de apoyo. replanteo y marcado de los ejes. colocación y fijación provisional de la viga. aplomado y nivelación. ejecución de las uniones. reparación de defectos superficiales.

##### **condiciones de terminación.**

las cargas se transmitirán correctamente a la estructura. el acabado superficial será el adecuado para el posterior tratamiento de protección.

#### **5.7. Criterio de medición en obra y condiciones de abono**

se determinará, a partir del peso obtenido en báscula oficial de las unidades llegadas a obra, el peso de las unidades realmente ejecutadas según especificaciones de proyecto.

### **6. Ascensor para personas.**

#### **6.1. Medidas para asegurar la compatibilidad entre los diferentes productos, elementos y sistemas constructivos que componen la unidad de obra.**

el hueco del ascensor no contendrá canalizaciones ni elementos extraños al servicio del ascensor ni se utilizará para ventilar locales ajenos a su servicio. el cuadro de maniobra se colocará fuera del hueco del ascensor.

## 6.2. Características técnicas

suministro e instalación completa de **ascensor eléctrico de adherencia de 1 m/s de velocidad, 3 paradas, 1000 kg de carga nominal, con capacidad para 13 personas, nivel básico de acabado en cabina de 1350x1600x2200 mm, con alumbrado eléctrico permanente de 50 lux como mínimo, maniobra universal simple, puertas interiores automáticas de acero inoxidable y puertas exteriores automáticas 1000x2000 mm.** incluso ganchos de fijación, lámparas de alumbrado del hueco, guías, **cables de tracción y pasacables**, amortiguadores de foso, **contrapesos**, puertas de acceso, grupo tractor, cuadro y cable de maniobra, bastidor, chasis y puertas de cabina con acabados, limitador de velocidad y paracaídas, botoneras de piso y de cabina, selector de paradas, instalación eléctrica, línea telefónica y sistemas de seguridad.

## 6.3. Criterio de medición en proyecto

número de unidades previstas, según documentación gráfica de proyecto.

## 6.4. Condiciones previas que han de cumplirse antes de la ejecución de las unidades de obra

### del soporte.

se comprobará que los paramentos del hueco del ascensor tienen una resistencia mecánica suficiente para soportar las acciones debidas al funcionamiento de la maquinaria y que están contruidos con materiales incombustibles y duraderos.

## 6.5. Fases de ejecución.

replanteo de guías y niveles. colocación de los puntos de fijación. instalación de las lámparas de alumbrado del hueco. montaje de guías, cables de tracción y pasacables. colocación de los amortiguadores de foso. colocación de contrapesos. presentación de las puertas de acceso. montaje del grupo tractor. montaje del cuadro y conexión del cable de maniobra. montaje del bastidor, el chasis y las puertas de cabina con sus acabados. instalación del limitador de velocidad y el paracaídas. instalación de las botoneras de piso y de cabina. instalación del selector de paradas. conexionado con la red eléctrica. instalación de la línea telefónica y de los sistemas de seguridad. comprobación de su correcto funcionamiento. realización de pruebas de servicio.

## 6.6. Pruebas de servicio.

prueba de funcionamiento.

normativa de aplicación: instrucción técnica complementaria aem 1 "ascensores" del reglamento de aparatos de elevación y manutención, aprobado por real decreto 2291/1985, de 8 de noviembre

## 6.7. Conservación y mantenimiento.

se protegerá frente a golpes.

## 6.8. Criterio de medición en obra y condiciones de abono

se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de proyecto.

## **7. Transporte de residuos inertes con camión.**

### **7.1. Características técnicas**

transporte con camión de **residuos inertes de ladrillos, tejas y materiales cerámicos**, producidos en obras de construcción y/o demolición, a **vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos**, situado a **10 km** de distancia, considerando el tiempo de espera para la carga a máquina en obra, ida, descarga y vuelta.

### **7.2. Normativa de aplicación**

gestión de residuos: **regulación de la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.**

### **7.3. Criterio de medición en proyecto**

volumen teórico, estimado a partir del peso y la densidad aparente de los diferentes materiales que componen los residuos, según documentación gráfica de proyecto.

### **7.4. Condiciones previas que han de cumplirse antes de la ejecución de las unidades de obra**

**del soporte.**

se comprobará que están perfectamente señalizadas sobre el terreno las zonas de trabajo y vías de circulación, para la organización del tráfico.

### **7.5. Condiciones de terminación.**

las vías de circulación utilizadas durante el transporte quedarán completamente limpias de cualquier tipo de restos.

### **7.6. Criterio de medición en obra y condiciones de abono**

se medirá, incluyendo el esponjamiento, el volumen de residuos realmente transportado según especificaciones de proyecto.

## **Parte III. Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado**

### **1. Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado.**

De acuerdo con el "Real Decreto 314/2006. Código Técnico de la Edificación (CTE)", en la obra terminada, bien sobre el edificio en su conjunto, o bien sobre sus diferentes partes y sus instalaciones, totalmente terminadas, deben realizarse, además de las que puedan establecerse con carácter voluntario, las comprobaciones y pruebas de servicio previstas en el presente pliego, por parte del constructor, y a su cargo, independientemente de las



ordenadas por la Dirección Facultativa y las exigidas por la legislación aplicable, que serán realizadas por laboratorio acreditado y cuyo coste se especifica detalladamente en el capítulo de Control de Calidad y Ensayos, del Presupuesto de Ejecución material (PEM) del proyecto.

## **C CIMENTACIONES**

Según el "Real Decreto 314/2006. Código Técnico de la Edificación (CTE)", antes de la puesta en servicio del edificio se debe comprobar que:

- La cimentación se comporta en la forma prevista en el proyecto.
- No se aprecia que se estén superando las cargas admisibles.
- Los asientos se ajustan a lo previsto, si, en casos especiales, así lo exige el proyecto o el director de obra.
- No se han plantado árboles cuyas raíces puedan originar cambios de humedad en el terreno de cimentación, o creado zonas verdes cuyo drenaje no esté previsto en el proyecto, sobre todo en terrenos expansivos.

Así mismo, es recomendable controlar los movimientos del terreno para cualquier tipo de construcción, por parte de la empresa constructora, y obligatorio en el caso de edificios del tipo C-3 (construcciones entre 11 y 20 plantas) y C-4 (conjuntos monumentales o singulares y edificios de más de 20 plantas), mediante el establecimiento por parte de una organización con experiencia en este tipo de trabajos, dirigida por un técnico competente, de un sistema de nivelación para controlar el asiento en las zonas más características de la obra, en las siguientes condiciones:

- El punto de referencia debe estar protegido de cualquier eventual perturbación, de forma que pueda considerarse como inmóvil durante todo el periodo de observación.
- El número de pilares a nivelar no será inferior al 10% del total de la edificación. En el caso de que la superestructura se apoye sobre muros, se preverá un punto de observación cada 20 m de longitud, como mínimo. En cualquier caso, el número mínimo de referencias de nivelación será de 4. La precisión de la nivelación será de 0,1 mm.
- La cadencia de lecturas será la adecuada para advertir cualquier anomalía en el comportamiento de la cimentación. Es recomendable efectuarlas al completarse el 50% de la estructura, al final de la misma, y al terminar la tabiquería de cada dos plantas.
- El resultado final de las observaciones se incorporará a la documentación de la obra.

## **E ESTRUCTURAS**

Una vez finalizada la ejecución de cada fase de la estructura, al entrar en carga se comprobará visualmente su eficaz comportamiento, verificando que no se producen deformaciones no previstas en el proyecto ni aparecen grietas en los elementos estructurales.

En caso contrario y cuando se aprecie algún problema, se deben realizar pruebas de carga, cuyo coste será a cargo de la empresa constructora, para evaluar la seguridad de la estructura, en su totalidad o de una parte de ella. Estas pruebas de carga se realizarán de acuerdo con un Plan de Ensayos que evalúe la viabilidad de las pruebas, por una organización con experiencia en este tipo de trabajos, dirigida por un técnico competente.

## **F FACHADAS Y PARTICIONES**

Prueba de escorrentía para comprobar la estanqueidad al agua de una zona de fachada mediante simulación de lluvia sobre la superficie de prueba, en el paño más desfavorable.

Prueba de escorrentía, por parte del constructor, y a su cargo, para comprobar la estanqueidad al agua de puertas y ventanas de la carpintería exterior de los huecos de fachada, en al menos un hueco cada 50 m<sup>2</sup> de fachada y no menos de uno por fachada, incluyendo los lucernarios de cubierta, si los hubiere.

## **QA PLANAS**

Prueba de estanqueidad, por parte del constructor, y a su cargo, de cubierta plana: Se taponarán todos los desagües y se llenará la cubierta de agua hasta la altura de 2 cm en todos los puntos. Se mantendrá el agua durante 24 horas. Se comprobará la aparición de humedades y la permanencia del agua en alguna zona. Esta prueba se debe realizar en dos fases: la primera tras la colocación del impermeabilizante y la segunda una vez terminada y rematada la cubierta.

## **I INSTALACIONES**

Las pruebas finales de la instalación se efectuarán, una vez esté el edificio terminado, por la empresa instaladora, que dispondrá de los medios materiales y humanos necesarios para su realización.

Todas las pruebas se efectuarán en presencia del instalador autorizado o del director de Ejecución de la Obra, que debe dar su conformidad tanto al procedimiento seguido como a los resultados obtenidos.

Los resultados de las distintas pruebas realizadas a cada uno de los equipos, aparatos o subsistemas, pasarán a formar parte de la documentación final de la instalación. Se indicarán marca y modelo y se mostrarán, para cada equipo, los datos de funcionamiento según proyecto y los datos medidos en obra durante la puesta en marcha.

Cuando para extender el certificado de la instalación sea necesario disponer de energía para realizar pruebas, se solicitará a la empresa suministradora de energía un suministro provisional para pruebas, por el instalador autorizado o por el director de la instalación, y bajo su responsabilidad.

Serán a cargo de la empresa instaladora todos los gastos ocasionados por la realización de estas pruebas finales, así como los gastos ocasionados por el incumplimiento de las mismas.

## **Parte IV. Prescripciones en relación con el almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición**

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

El correspondiente Estudio de Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición, contendrá las siguientes prescripciones en relación con el almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones de gestión de los residuos de la obra:

El depósito temporal de los escombros se realizará en contenedores metálicos con la ubicación y condiciones establecidas en las ordenanzas municipales, o bien en sacos industriales con un volumen inferior a un metro cúbico, quedando debidamente señalizados y segregados del resto de residuos.

Aquellos residuos valorizables, como maderas, plásticos, chatarra, etc., se depositarán en contenedores debidamente señalizados y segregados del resto de residuos, con el fin de facilitar su gestión.

Los contenedores deberán estar pintados con colores vivos, que sean visibles durante la noche, y deben contar con una banda de material reflectante de, al menos, 15 centímetros a lo largo de todo su perímetro, figurando de forma clara y legible la siguiente información:

- Razón social.
- Código de Identificación Fiscal (C.I.F.).
- Número de teléfono del titular del contenedor/envase.
- Número de inscripción en el Registro de Transportistas de Residuos del titular del contenedor.

Dicha información deberá quedar también reflejada a través de adhesivos o placas, en los envases industriales u otros elementos de contención.

El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas pertinentes para evitar que se depositen residuos ajenos a la misma. Los contenedores permanecerán cerrados o cubiertos fuera del horario de trabajo, con el fin de evitar el depósito de restos ajenos a la obra y el derramamiento de los residuos.

En el equipo de obra se deberán establecer los medios humanos, técnicos y procedimientos de separación que se dedicarán a cada tipo de RCD.

Se deberán cumplir las prescripciones establecidas en las ordenanzas municipales, los requisitos y condiciones de la licencia de obra, especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición, debiendo el constructor o el jefe de obra realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación, considerando las posibilidades reales de llevarla a cabo, es decir, que la obra o construcción lo permita y que se disponga de plantas de reciclaje o gestores adecuados.

El constructor deberá efectuar un estricto control documental, de modo que los transportistas y gestores de RCD presenten los vales de cada retirada y entrega en destino final. En el caso de que los residuos se reutilicen en otras obras o proyectos de

restauración, se deberá aportar evidencia documental del destino final.

Los restos derivados del lavado de las canaletas de las cubas de suministro de hormigón prefabricado serán considerados como residuos y gestionados como le corresponde (LER 17 01 01).

Se evitará la contaminación mediante productos tóxicos o peligrosos de los materiales plásticos, restos de madera, acopios o contenedores de escombros, con el fin de proceder a su adecuada segregación.

Las tierras superficiales que puedan destinarse a jardinería o a la recuperación de suelos degradados, serán cuidadosamente retiradas y almacenadas durante el menor tiempo posible, dispuestas en caballones de altura no superior a 2 metros, evitando la humedad excesiva, su manipulación y su contaminación.

Los residuos que contengan amianto cumplirán los preceptos dictados por la legislación vigente sobre esta materia, así como la legislación laboral de aplicación.





# DOCUMENTO IV: ESTUDIO ECONÓMICO





## Índice

<b>1. Introducción.....</b>	<b>291</b>
<b>2. Listado de costes.....</b>	<b>292</b>

## ESTUDIO ECONÓMICO

## **1. Introducción**

En el siguiente apartado se realizara un estudio aproximado de los costes que conllevara la instalación del ascensor. Los costes se dividirán por las etapas de trabajos. Se enumeraran los diferentes materiales, componentes, maquinaria y mano de obra necesarios, indicando sus costes por unidades. Este estudio incluye los gastos más representativos del proyecto.

Los gastos incluidos en este estudio corresponden a los trabajos mencionados en este proyecto, excluyendo trabajos eléctricos y otro tipo de instalaciones.

Parte de los costes incluidos en este apartado corresponden al banco de precios del programa CYPE.

## 2. Listado de costes

- Capítulo 1 - Trabajos previos y medios auxiliares

Descripción	Unidad	Cantidad	Coste	Importe
Acondicionado del terreno	m <sup>3</sup>	40	21,81€	872,4€
Transporte de materiales	m <sup>3</sup>	600	6,1€	3 660€
Traslado de escombros	m <sup>3</sup>	300	5,1€	1 530€

**Trabajos previos y medios auxiliares**

**Coste Total: 6 062,4€**

- **Capítulo 2 – Cimentaciones**

<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Coste</b>	<b>Importe</b>
Hormigón para armar HA-25/B/40/Ila	m <sup>3</sup>	35,152	72,34€	2 542,89€
Oficial primera	h	50	10,71€	535,5€
Peón ordinario	h	50	10,25€	512,5€
Vibrador hormigón 75mm	h	30	2,25€	67,5€
Acero corrugado B500S	Kg	197	1,51€	297,5€
Oficial primera ferrallista	h	30	10,71€	535,5€
Ayudante ferrallista	h	30	10,4€	512,5€
Alambre atar 1, 30mm	Kg	40	1,2€	50€
Grúa vertido torre automontante	h	50	15€	750€
Cuadrilla de trabajo	h	50	35€	1 750€

**Hormigón armado**

**HA-25/B/40/li**

**Coste Total: 7 553,86€**

- **Capítulo 3 – Estructura**

<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Coste</b>	<b>Importe</b>
Acero laminado E275 (A 42b)	Kg	28 273	1,48€	41 639,75€
Material atornillado	Kg	530	2,1€	1 113€
Minio electrolítico	Kg	350	9,44€	3 304€
Oficial primera cerrajero	h	300	11,44€	3 432€
Ayudante cerrajero	h	300	10,56€	3 168€
Cuadrilla de trabajo A	h	300	72,5€	21 750€
Grúa torre automontante	h	200	70€	14 000€

**Perfiles acero laminado E275**

**Uniones atornilladas**

**Coste Total: 88 403,75€**

- **Capítulo 4 - Sistemas Envolventes**

<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Coste</b>	<b>Importe</b>
Barandillas industriales	m	50	70€	3 500€
Laminas aluminio corrugado antideslizante	m <sup>2</sup>	140	28€	3 920€
Panel sándwich 40mm	m <sup>2</sup>	600	15€	9 000€
Cuadrilla trabajo B	h	120	50,76€	6 091€
Grúa torre automontante	h	120	50€	6 000€

**Sistemas envolventes estructura**

**y accesos**

**Coste Total: 28 511€**

- **Capítulo 5 - Equipos elevador**

<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Coste</b>	<b>Importe</b>
Cabina ThyssenKrup Lat1000	Ud	1	5 179€	5 179€
Contrapeso macpuarsa 1500Kg	Ud	1	2 150€	2 150€
Grupo tractor Ates ACT.320	Ud	1	5 350€	5 350€
Sistema de maniobras Ates Génesis	Ud	1	2 550€	2 550€
Botoneras plantas industrial	Ud	4	105€	315€
Limitador de velocidad Dynatech	Ud	1	2 150€	2 150€
Paracaídas de aceleración Gervall	Ud	1	530€	530€
Amortiguadores Weforma	m	1	1 100€	1 100€
Guías cabina Morispain	m	130	120€	15 600€
Cables tracción Morispain	h	780	11€	8 580€
Oficial primera instalador elevadores	h	110	17,82€	1 960€
Ayudante instalador elevadores	h	110	16,1€	1 771€
Cuadrilla de trabajo C	h	110	50,76€	5 583,6€
Grúa torre automontante	h	70	50€	3 500€
<b>Instalación Elevador</b>			<b>Coste Total:</b>	<b>43 546,958€</b>



### Coste Total Ejecución

<u>Descripción</u>	<u>Importe</u>
Cap.1 Trabajos previos y medios auxiliares	6 062,4€
Cap.2 Cimentación	7 553,86€
Cap.3 Estructura	88 403,75€
Cap.4 Sistemas envolventes	28 511€
Cap.5 Instalación elevador	43 546,95€
<b>Coste Total Ejecución:</b>	<b>174 077,96€</b>

El coste total aproximado de ejecución, de los trabajos que se deberían realizar para llevar a cabo lo relacionado con este proyecto, sería como se muestra en el listado de un total de **174 077,96€**.

Con esta cifra, la empresa BP llevara a cabo un análisis de conveniencia en cuanto a términos económicos se refiere, de la instalación de un elevador para la nueva unidad de vacío.



# DOCUMENTO V: PLANOS



## CONTENIDO

### **1. Disposición equipos del elevador**

- 1.1. Disposición cabina y poleas (Planta)
- 1.2. Disposición polea grupo tractor (Planta)
- 1.3. Disposición equipos y recorrido (Alzado)

### **2. Estructura**

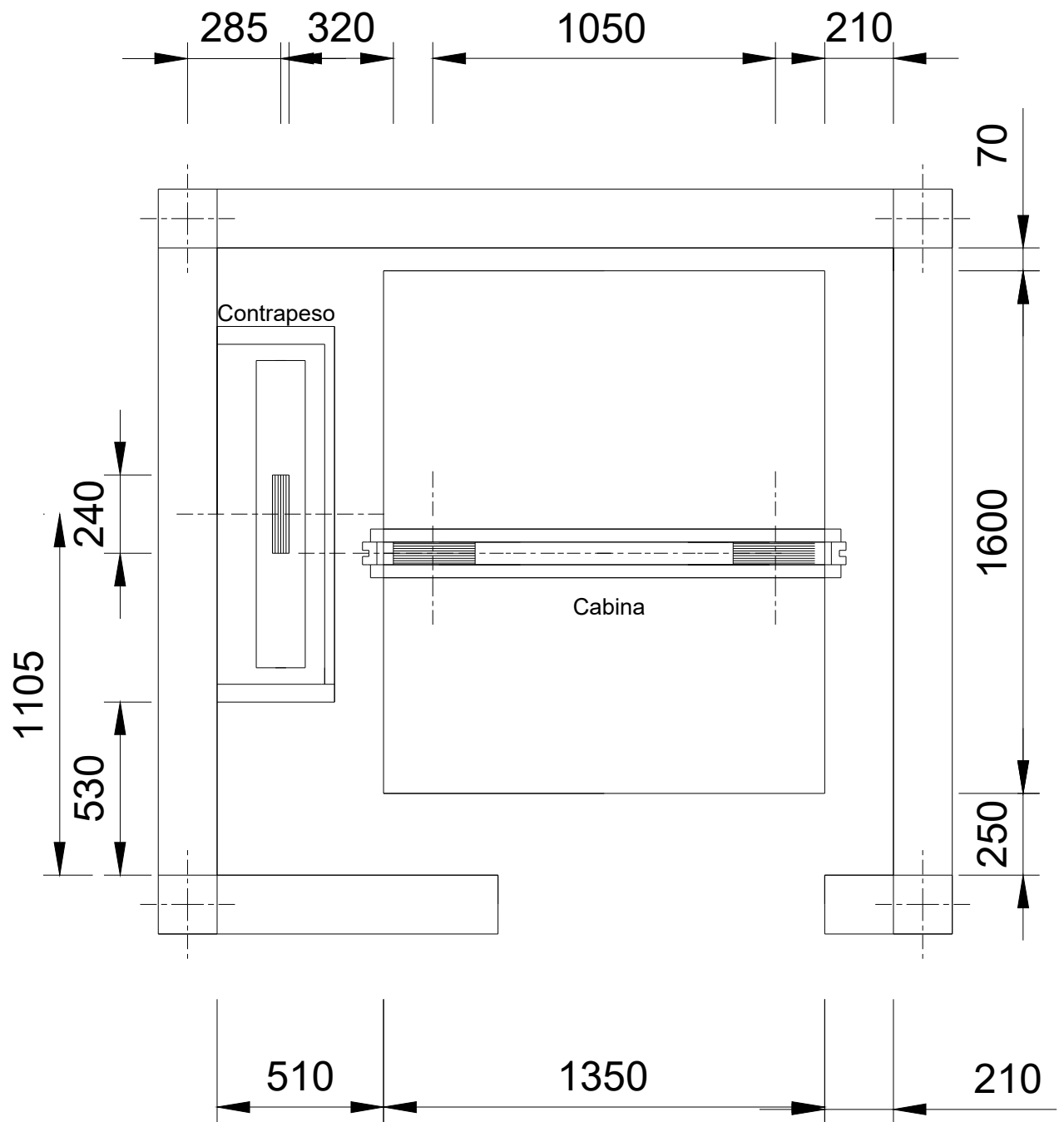
- 2.1. Cara estructura acceso al elevador (Dimensiones Pilares)
- 2.2. Cara estructura opuesta a acceso del elevador( Distancia entre vigas)
- 2.3. Cara oeste de la estructura(Distancia entre apoyos)
- 2.4. Cara este de la estructura(Dimensiones apoyos)
- 2.5. Apoyos(Vista en planta)
- 2.6. Techo estructura (Vista planta)
- 2.7. Nivel localización maquinas(Vista planta)

### **3. Cimentación**

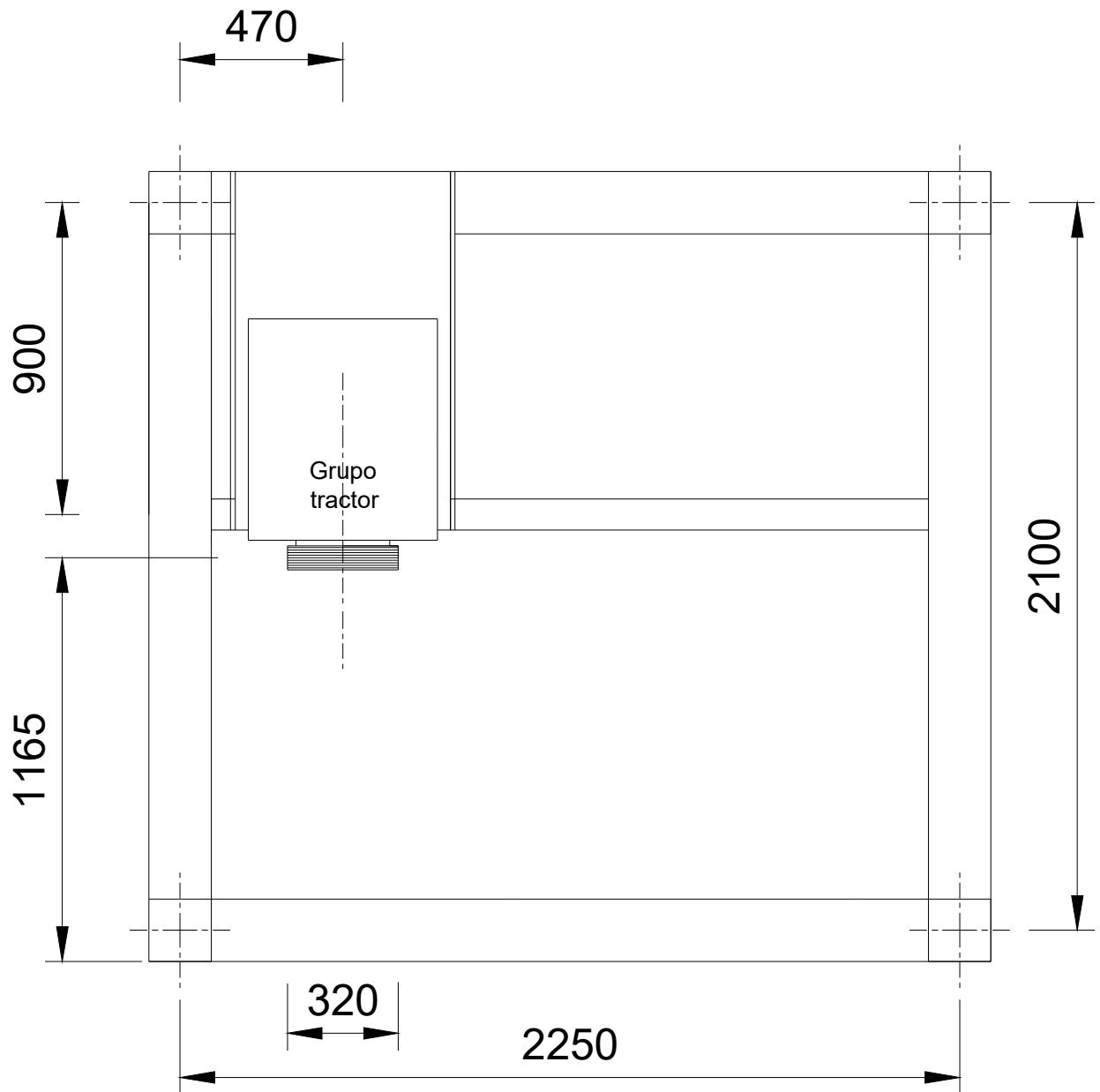
- 3.1. Cimentación estructura elevador
- 3.2. Cimentación estructura elevador con respecto a cimentaciones existentes.
- 3.3. Cimentación estructura elevador con respecto a pilares existentes.

### **4. Accesos**

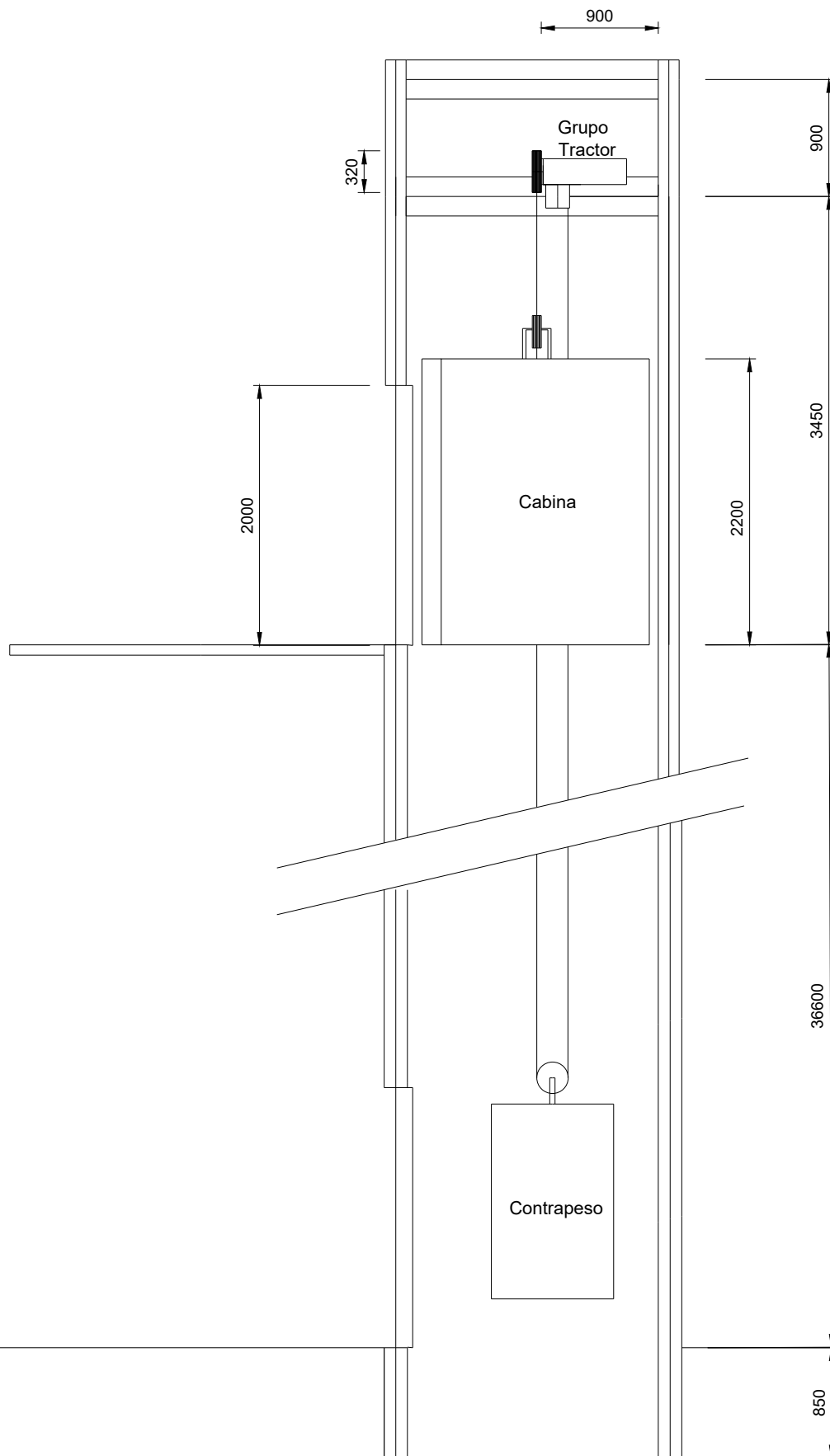
- 4.1. Acceso emergencia y mantenimiento 1 (4.5m de altura)
- 4.2. Acceso desde ascensor a estructura/ Parada 1 (13.75m de altura)
- 4.3. Acceso emergencia y mantenimiento 2 (23.3m de altura)
- 4.4. Acceso emergencia y mantenimiento 3 (33.8m de altura)
- 4.5. Acceso emergencia y mantenimiento 4 (42.9m de altura)
- 4.6. Acceso desde ascensor a estructura/ Parada 2 (49.6m de altura)
- 4.7. Acceso emergencia y mantenimiento 5 (54.5m de altura)
- 4.8. Acceso desde ascensor a estructura/ Parada 3 (63.75m de altura)



<b>Proyecto:</b>	Diseño de un elevador y su estructura adaptados a una una instalación petrolífera.		
<b>Plano:</b>	(1.1) Disposición cabina y poleas (Planta).		
<b>Autor:</b>	Alfonso Andrés Garzarán	<b>Unidad dimensional:</b>	mm
<b>Fecha:</b>	07/09/2017	<b>Escala:</b>	1:20
<b>Carrera:</b>	Ingeniería Mecánica	<b>Formato:</b>	A4

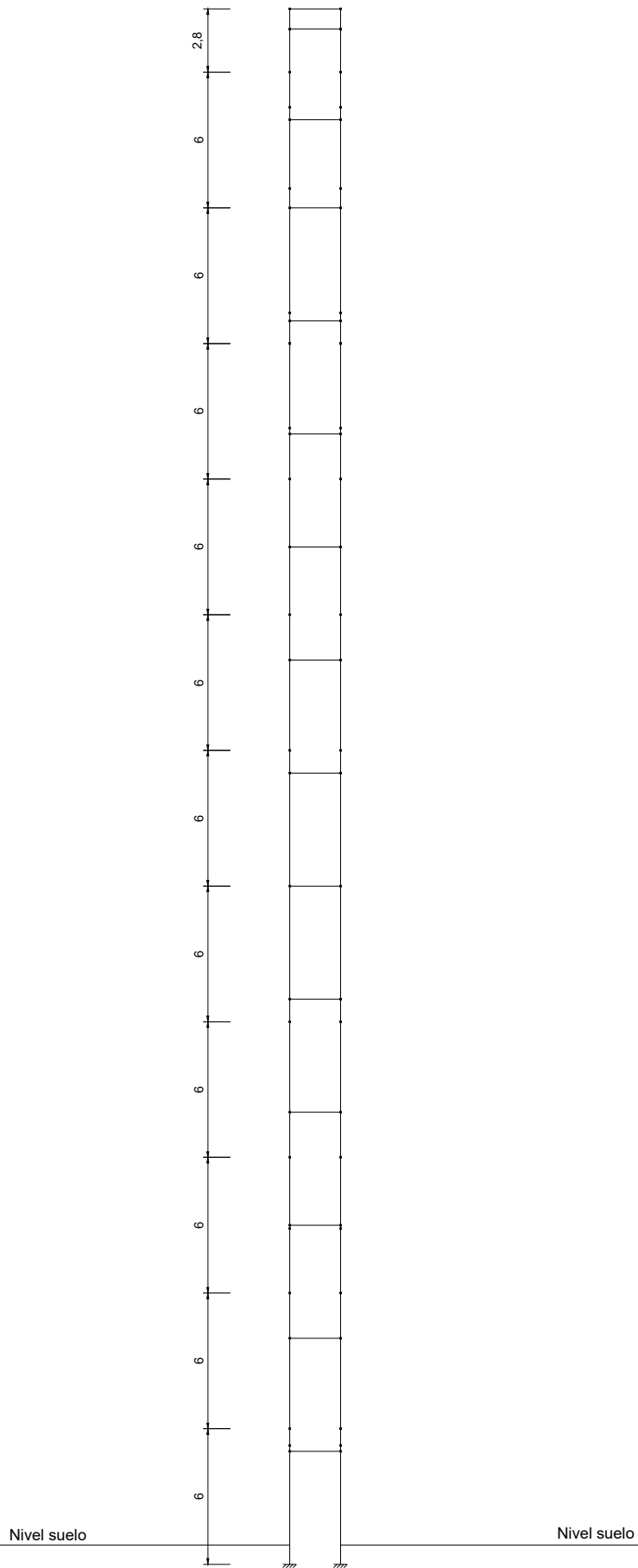


<b>Proyecto:</b>	Diseño de un elevador y su estructura adaptados a una una instalación petrolífera.		
<b>Plano:</b>	(1.2) Disposición polea grupo tractor (Planta).		
<b>Autor:</b>	Alfonso Andrés Garzarán	<b>Unidad dimensional:</b>	mm
<b>Fecha:</b>	07/09/2017	<b>Escala:</b>	1:20
<b>Carrera:</b>	Ingeniería Mecánica	<b>Formato:</b>	A4

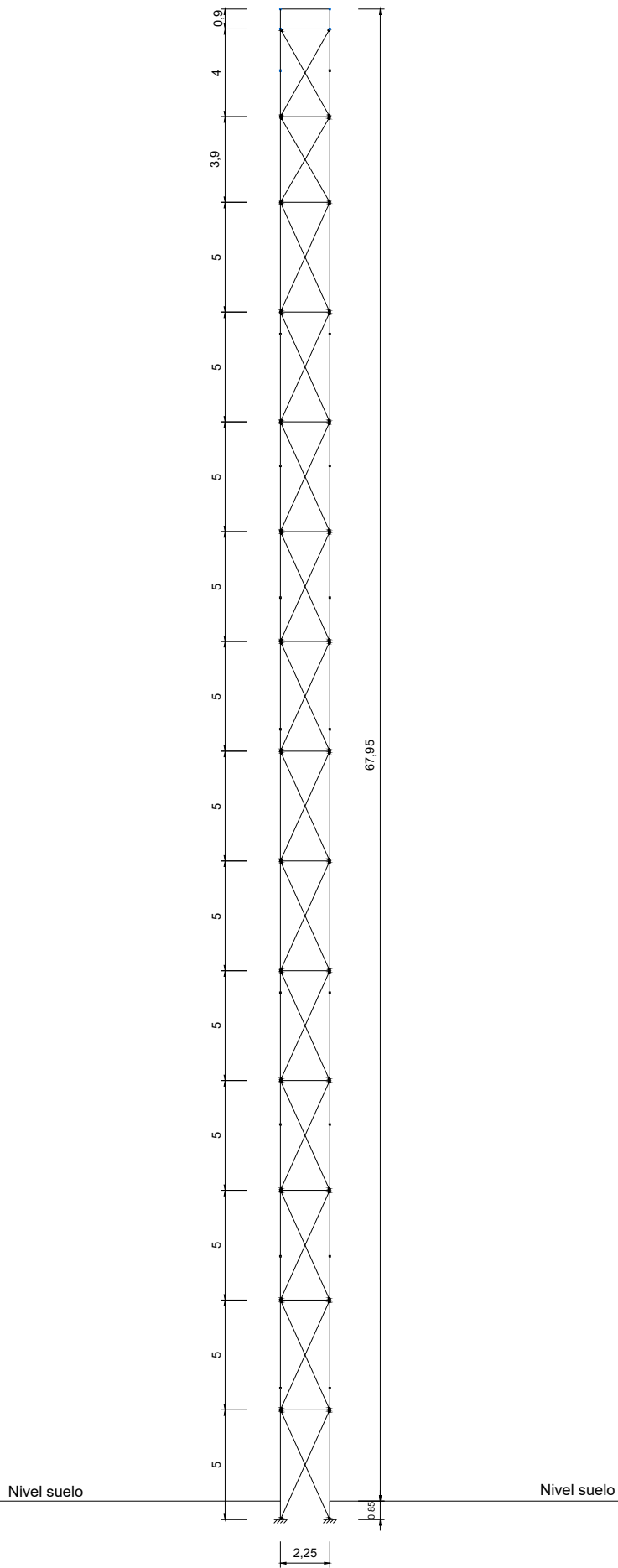


<b>Proyecto:</b>	Diseño de un elevador y su estructura adaptados a una una instalación petrolífera.		
<b>Plano:</b>	(1.3) Disposición equipos y recorrido (Alzado).		
<b>Autor:</b>	Alfonso Andrés Garzarán	<b>Unidad dimensional:</b>	mm
<b>Fecha:</b>	07/09/2017	<b>Escala:</b>	1:50
<b>Carrera:</b>	Ingeniería Mecánica	<b>Formato:</b>	A4

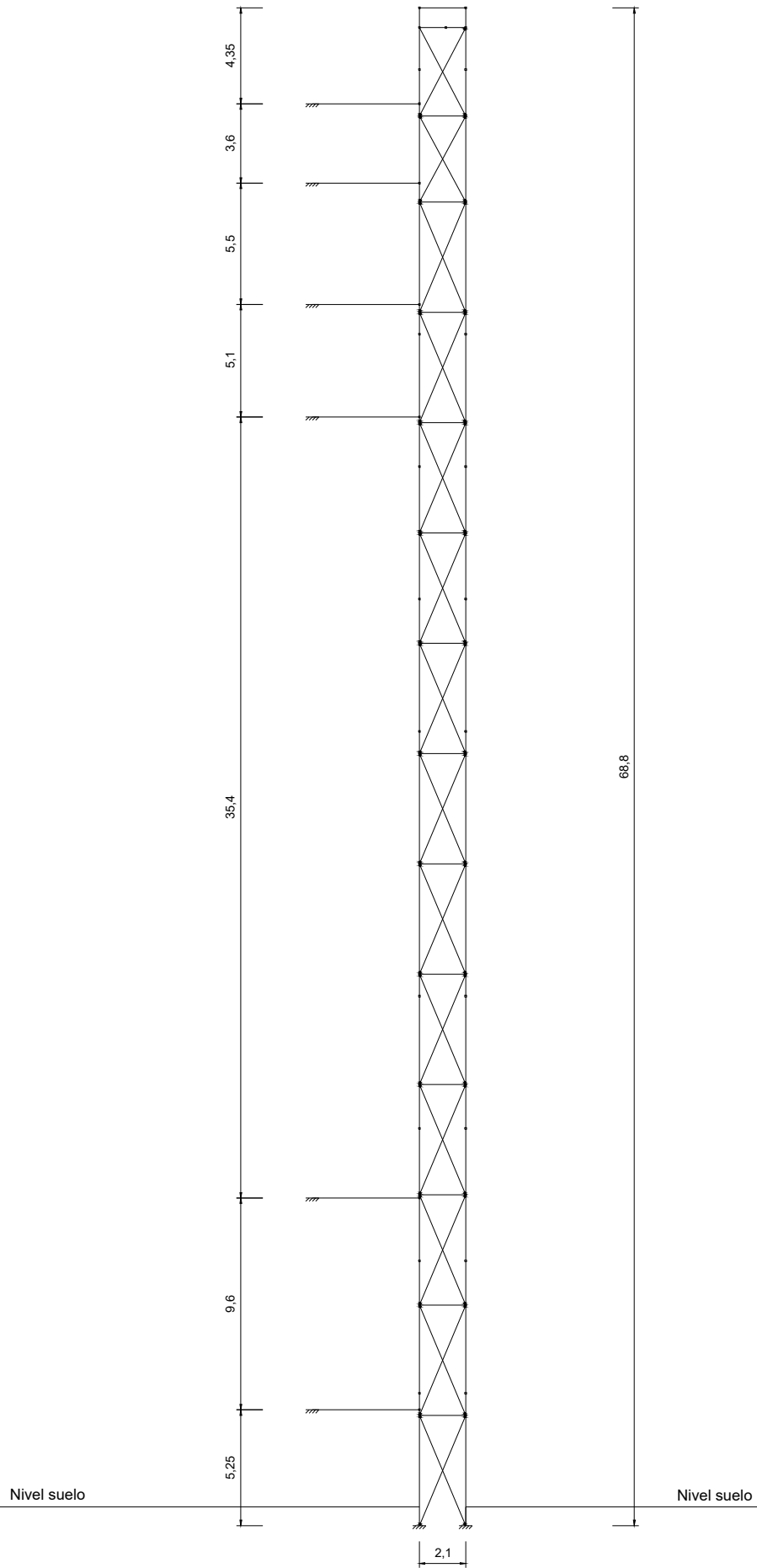




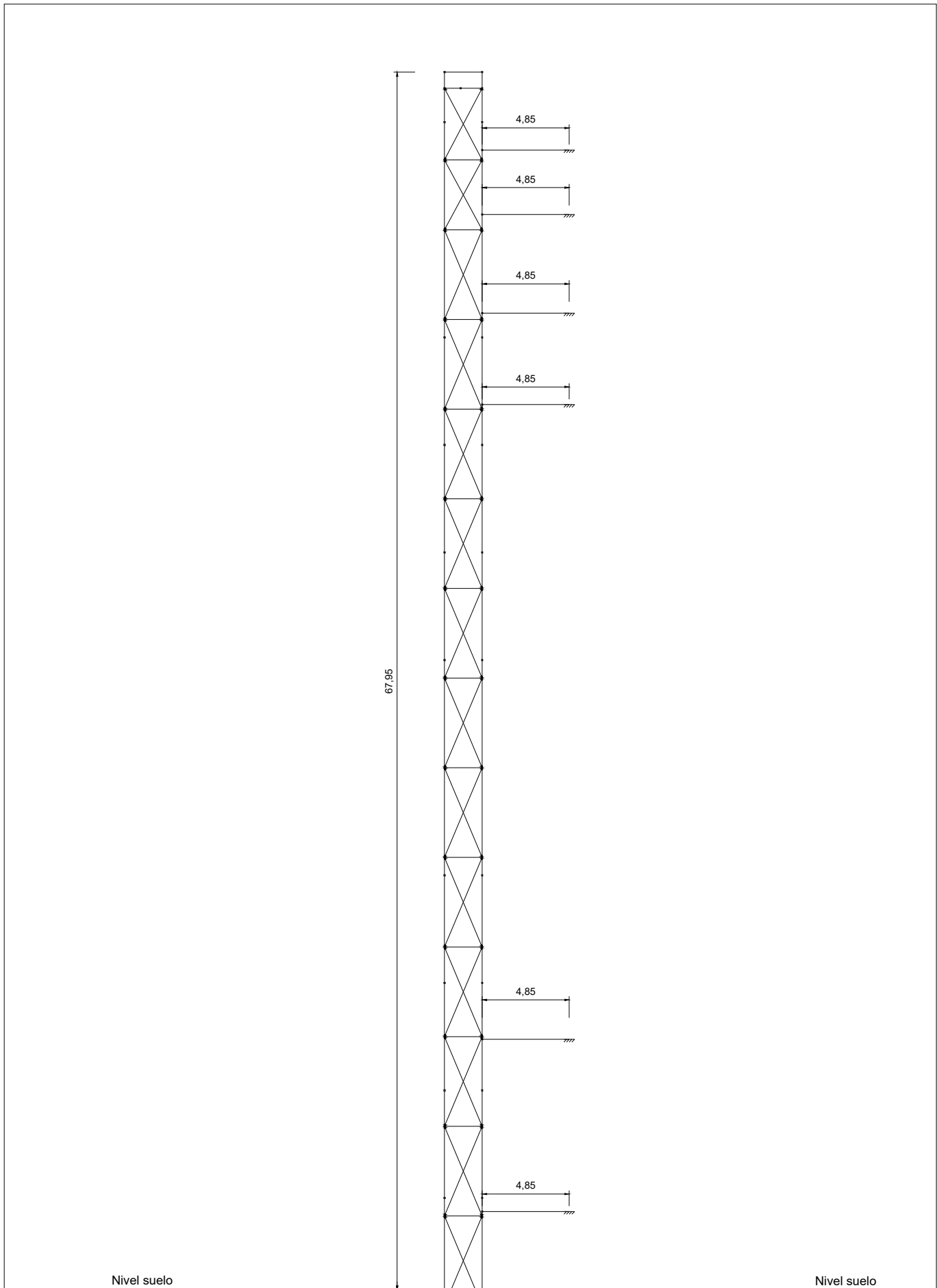
<b>Proyecto:</b>	Diseño de un elevador y su estructura adaptados a una una instalación petrolífera.	
<b>Plano:</b>	(2.1) Cara de la estructura que da el acceso al elevador. Dimensiones pilares	
<b>Autor:</b>	Alfonso Andrés Garzarán	<b>Unidad dimensional:</b> m
<b>Fecha:</b>	07/09/2017	<b>Escala:</b> 1:300
<b>Carrera:</b>	Ingeniería Mecánica	<b>Formato:</b> A4



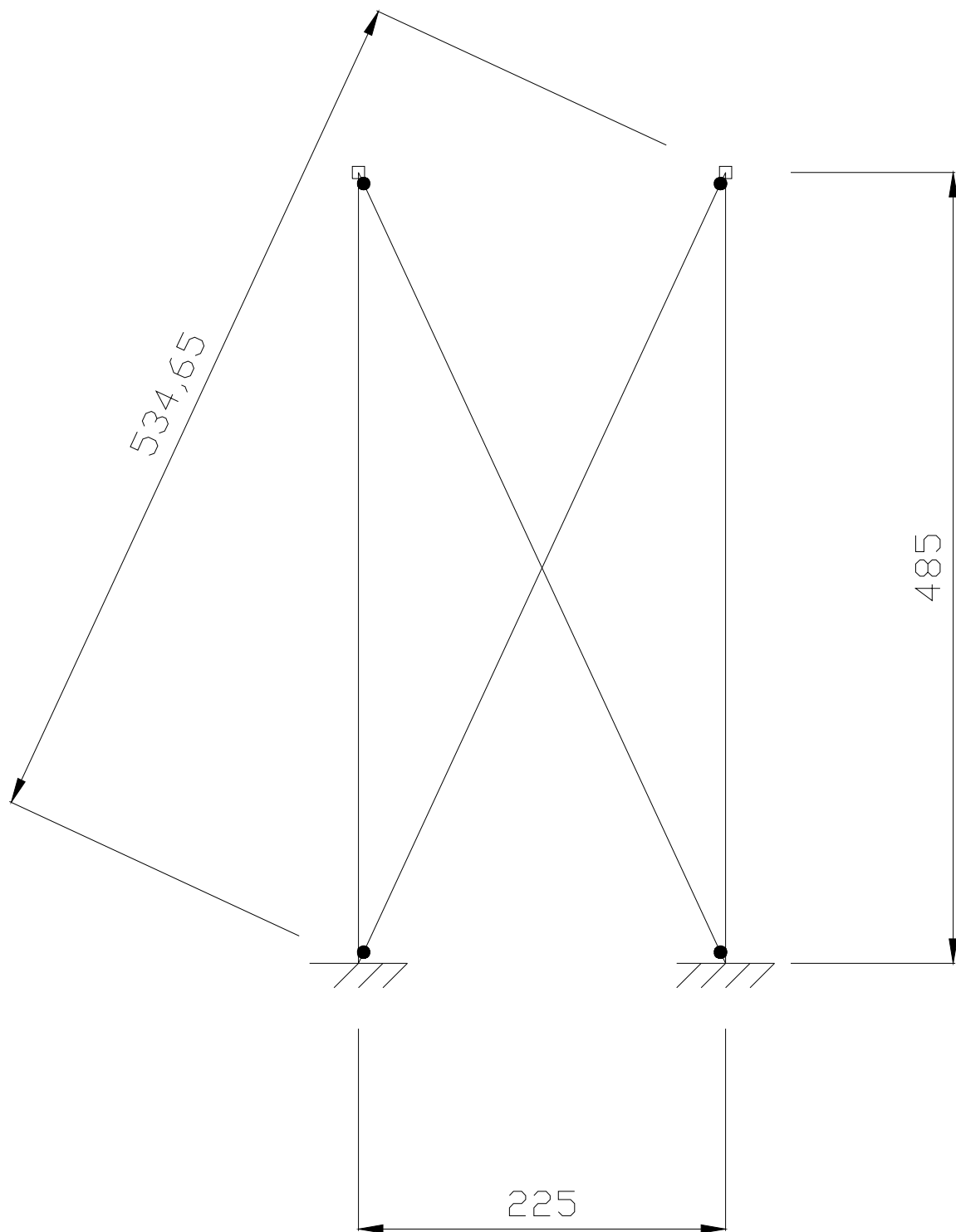
<b>Proyecto:</b>	Diseño de un elevador y su estructura adaptados a una una instalación petrolífera.	
<b>Plano:</b>	(2.2) Cara de la estructura opuesta a la entrada del elevador. Distancia entre vigas.	
<b>Autor:</b>	Alfonso Andrés Garzarán	<b>Unidad dimensional:</b> m
<b>Fecha:</b>	07/09/2017	<b>Escala:</b> 1:300
<b>Carrera:</b>	Ingeniería Mecánica	<b>Formato:</b> A4



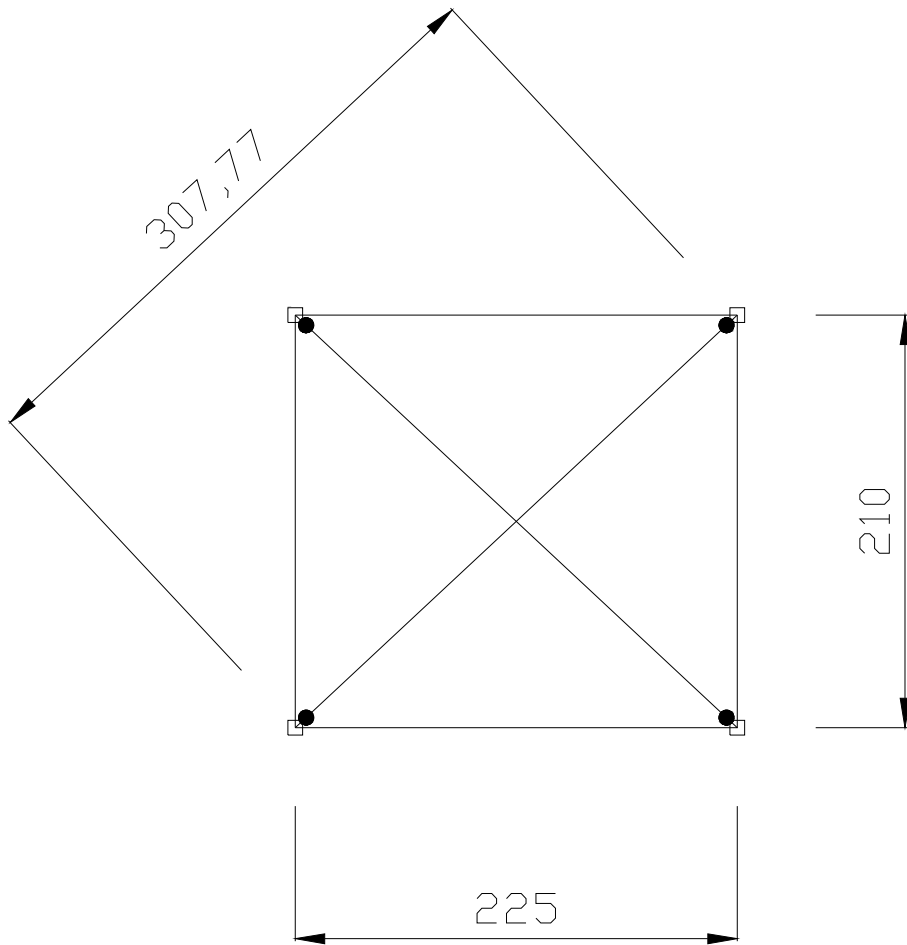
<b>Proyecto:</b>	Diseño de un elevador y su estructura adaptados a una una instalación petrolífera.	
<b>Plano:</b>	(2.3) Cara lateral oeste de la estructura. Distancia entre apoyos.	
<b>Autor:</b>	Alfonso Andrés Garzarán	<b>Unidad dimensional:</b> m
<b>Fecha:</b>	07/09/2017	<b>Escala:</b> 1:300
<b>Carrera:</b>	Ingeniería Mecánica	<b>Formato:</b> A4



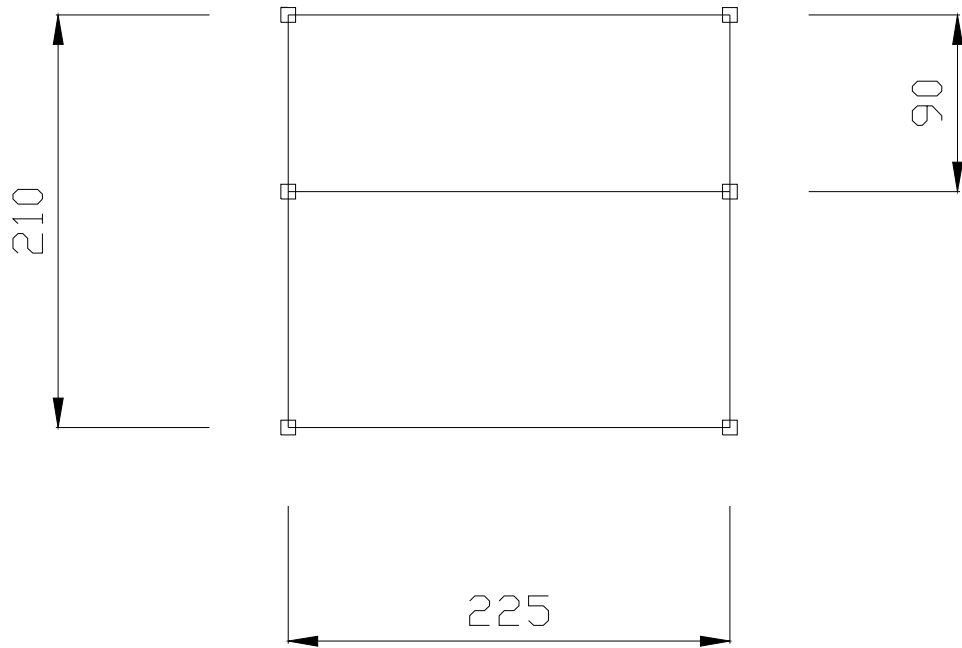
<b>Proyecto:</b>	Diseño de un elevador y su estructura adaptados a una una instalación petrolífera.	
<b>Plano:</b>	(2.4) Cara lateral este de la estructura. Dimensiones apoyos.	
<b>Autor:</b>	Alfonso Andrés Garzarán	<b>Unidad dimensional:</b> m
<b>Fecha:</b>	07/09/2017	<b>Escala:</b> 1:300
<b>Carrera:</b>	Ingeniería Mecánica	<b>Formato:</b> A4



<b>Proyecto:</b>	Diseño de un elevador y su estructura adaptados a una una instalación petrolífera.		
<b>Plano:</b>	(2.5) Vista planta apoyos estructura		
<b>Autor:</b>	Alfonso Andrés Garzarán	<b>Unidad dimensional:</b>	cm
<b>Fecha:</b>	07/09/2017	<b>Escala:</b>	1:40
<b>Carrera:</b>	Ingeniería Mecánica	<b>Formato:</b>	A4

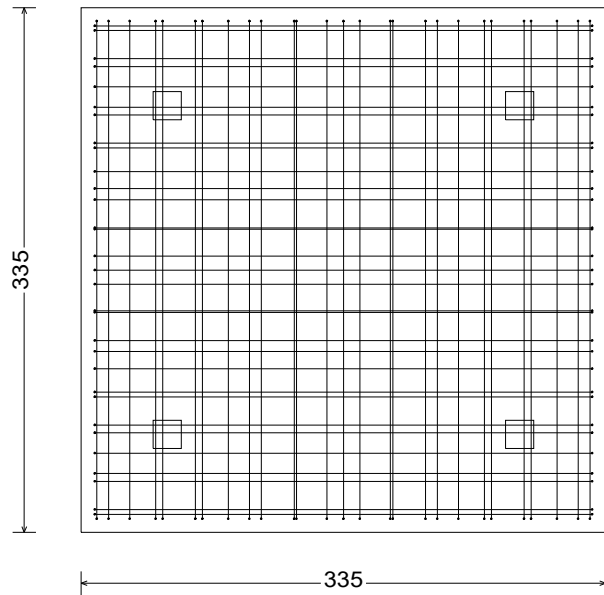
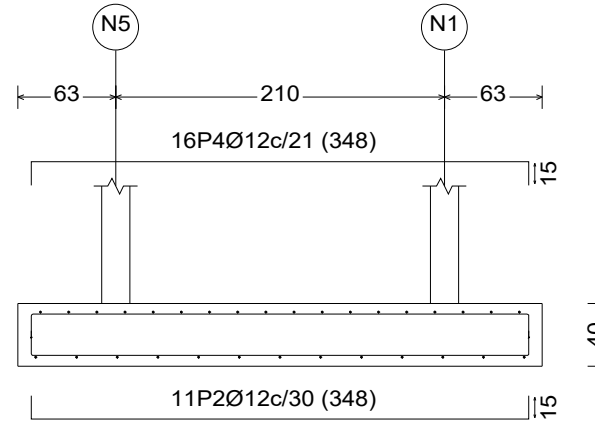
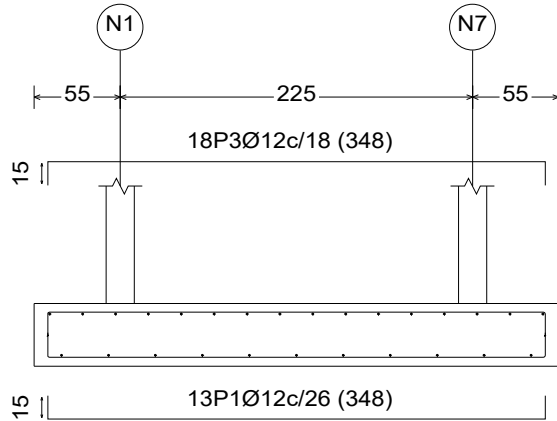


<b>Proyecto:</b>	Diseño de un elevador y su estructura adaptados a una una instalación petrolífera.		
<b>Plano:</b>	(2.6) Vista planta techo estructura		
<b>Autor:</b>	Alfonso Andrés Garzarán	<b>Unidad dimensional:</b>	cm
<b>Fecha:</b>	07/09/2017	<b>Escala:</b>	1:40
<b>Carrera:</b>	Ingeniería Mecánica	<b>Formato:</b>	A4



<b>Proyecto:</b>	Diseño de un elevador y su estructura adaptados a una una instalación petrolífera.		
<b>Plano:</b>	(2.7) Vista planta nivel emplazamiento máquinas del elevador		
<b>Autor:</b>	Alfonso Andrés Garzarán	<b>Unidad dimensional:</b>	cm
<b>Fecha:</b>	07/09/2017	<b>Escala:</b>	1:40
<b>Carrera:</b>	Ingeniería Mecánica	<b>Formato:</b>	A4

(N1 - N5 - N7 - N8)

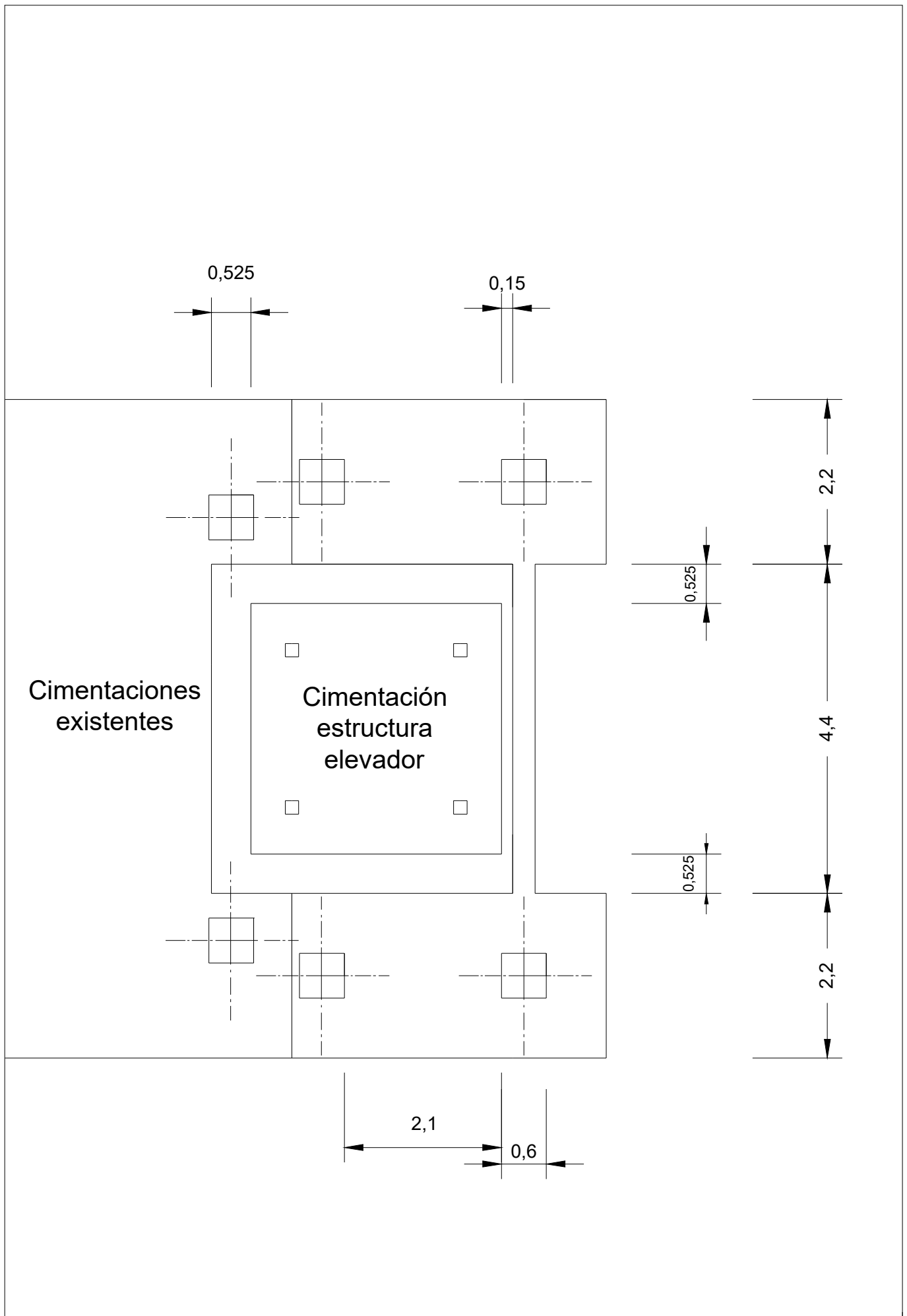


Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ys=1.15 (kg)
(N1 - N5 - N7 - N8)	1	Ø12	13	348	4524	40.2
	2	Ø12	11	348	3828	34.0
	3	Ø12	18	348	6264	55.6
	4	Ø12	16	348	5568	49.4
Total+10%:						197.1
Ø12:						197.1
Total:						197.1

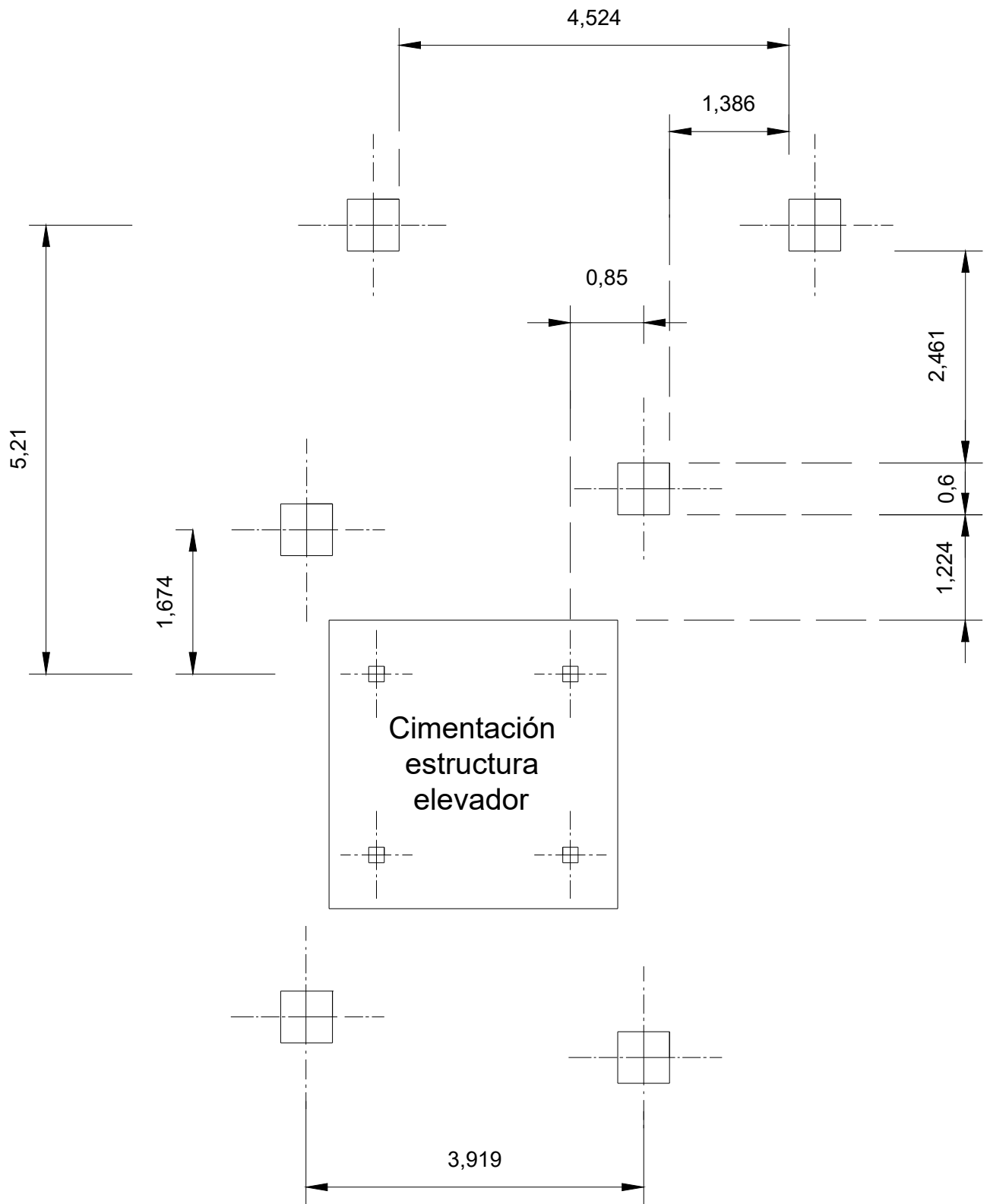
Resumen Acero Elemento	Long. total (m)	Peso+10% (kg)
B 500 S, Ys=1.15 Ø12	201.8	197

<b>Proyecto:</b>	Diseño de un elevador y su estructura adaptados a una una instalación petrolífera.		
<b>Plano:</b>	(3.1) Cimentación estructura elevador		
<b>Autor:</b>	Alfonso Andrés Garzarán	<b>Unidad dimensional:</b>	cm
<b>Fecha:</b>	07/09/2017	<b>Escala:</b>	1:50
<b>Carrera:</b>	Ingeniería Mecánica	<b>Formato:</b>	A4

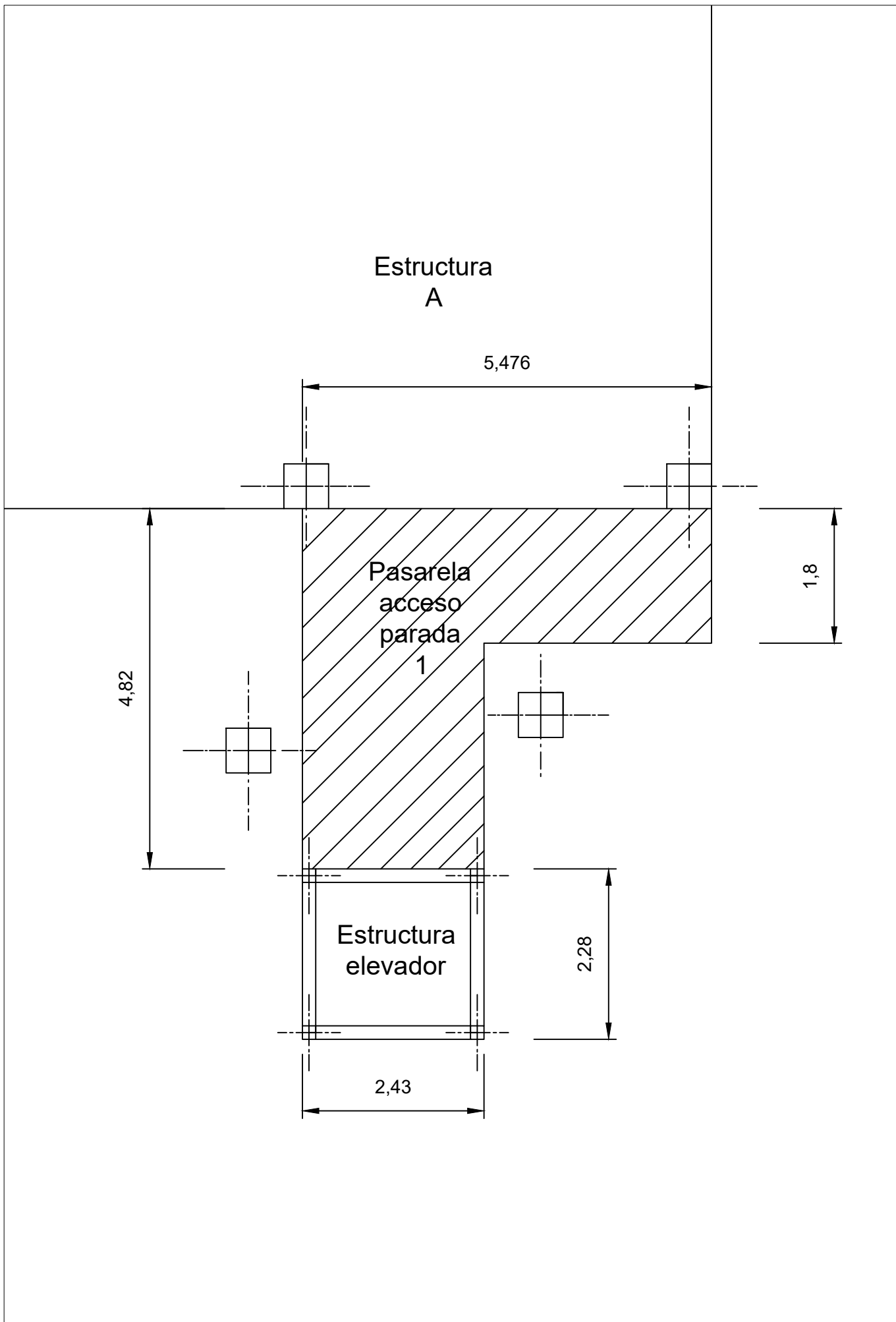




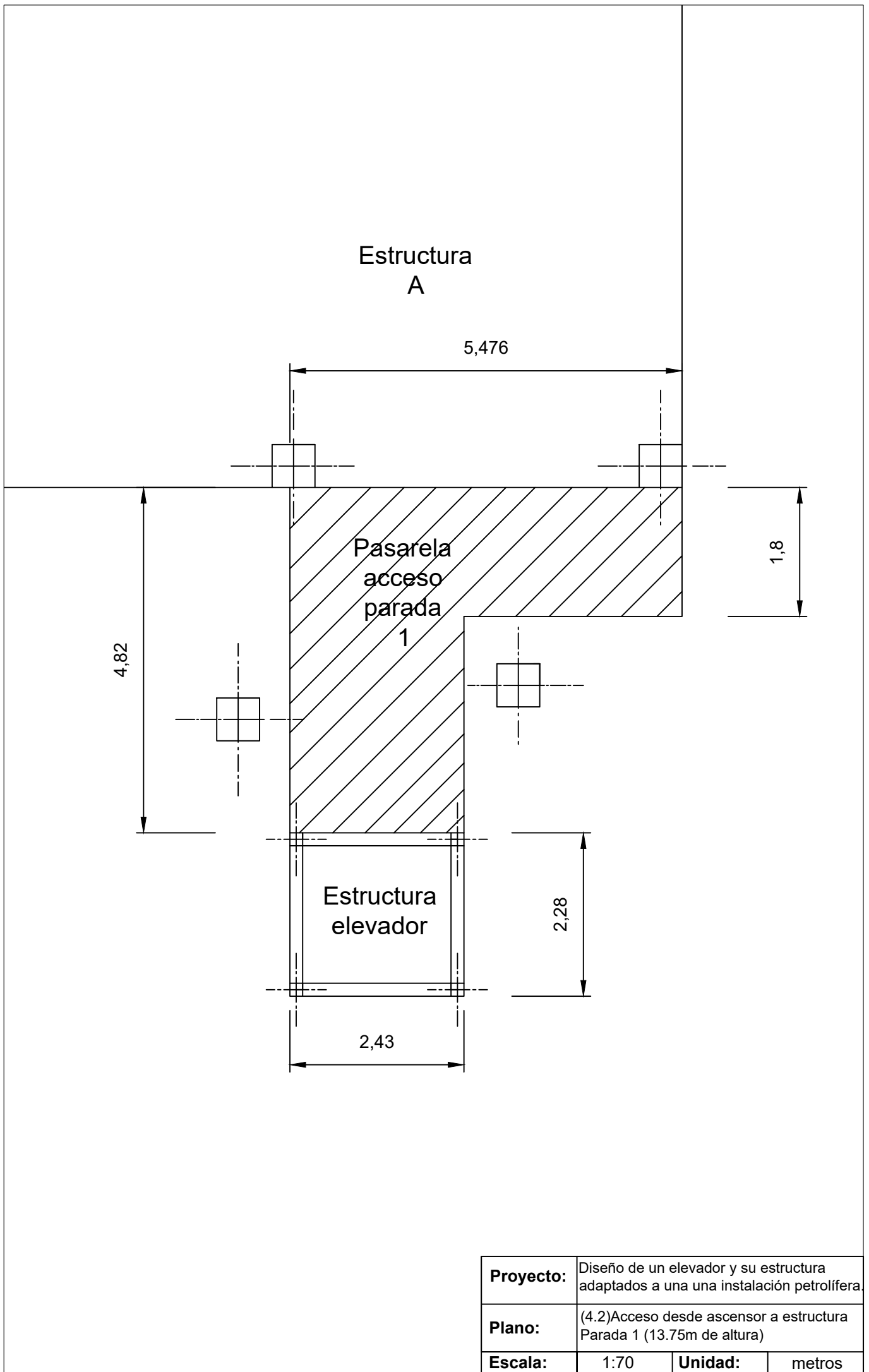
<b>Proyecto:</b>	Diseño de un elevador y su estructura adaptados a una una instalación petrolífera.		
<b>Plano:</b>	(3.2) Emplazamiento cimentación estructura elevador respecto a cimentaciones existentes.		
<b>Autor:</b>	Alfonso Andrés Garzarán	<b>Unidad dimensional:</b>	m
<b>Fecha:</b>	07/09/2017	<b>Escala:</b>	1:70
<b>Carrera:</b>	Ingeniería Mecánica	<b>Formato:</b>	A4



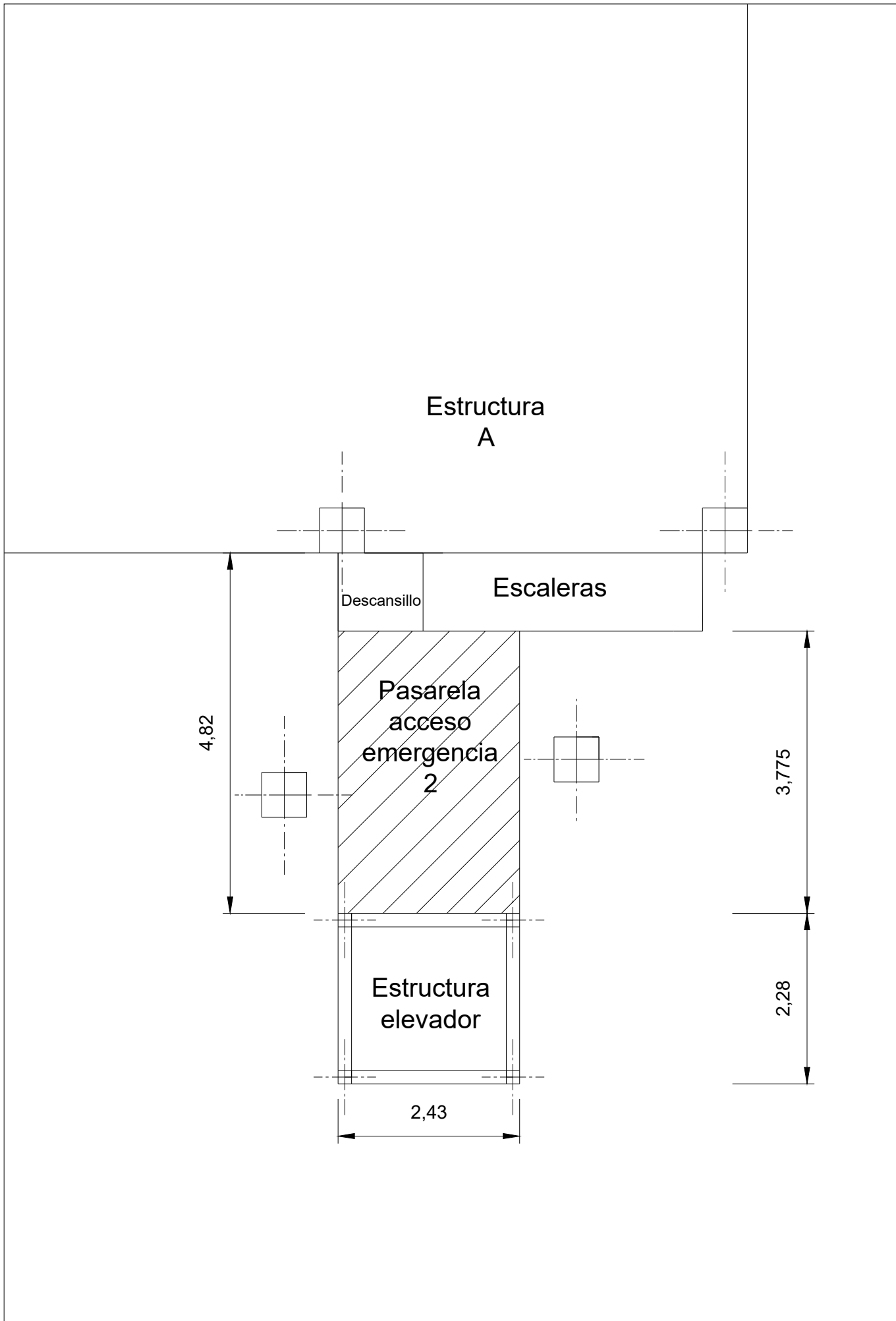
<b>Proyecto:</b>	Diseño de un elevador y su estructura adaptados a una una instalación petrolífera.		
<b>Plano:</b>	(3.3) Emplazamiento cimentación elevador respecto a estructuras existentes		
<b>Autor:</b>	Alfonso Andrés Garzarán	<b>Unidad dimensional:</b>	m
<b>Fecha:</b>	07/09/2017	<b>Escala:</b>	1:70
<b>Carrera:</b>	Ingeniería Mecánica	<b>Formato:</b>	A4



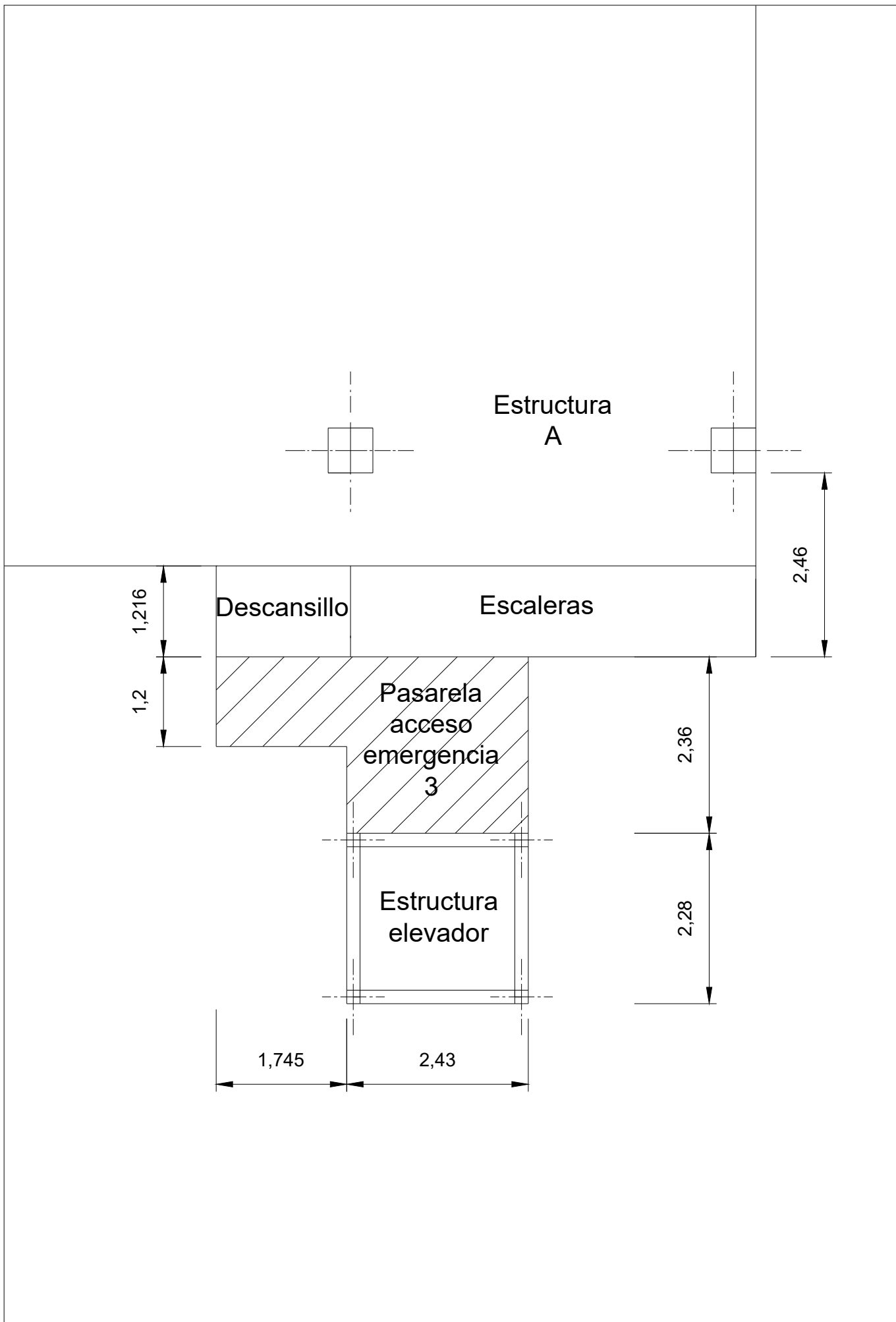
<b>Proyecto:</b>	Diseño de un elevador y su estructura adaptados a una una instalación petrolífera.	
<b>Plano:</b>	(4.2) Acceso desde ascensor a estructura. Parada 1 _ 13.75m de altura	
<b>Autor:</b>	Alfonso Andrés Garzarán	<b>Unidad dimensional:</b> m
<b>Fecha:</b>	07/09/2017	<b>Escala:</b> 1:70
<b>Carrera:</b>	Ingeniería Mecánica	<b>Formato:</b> A4



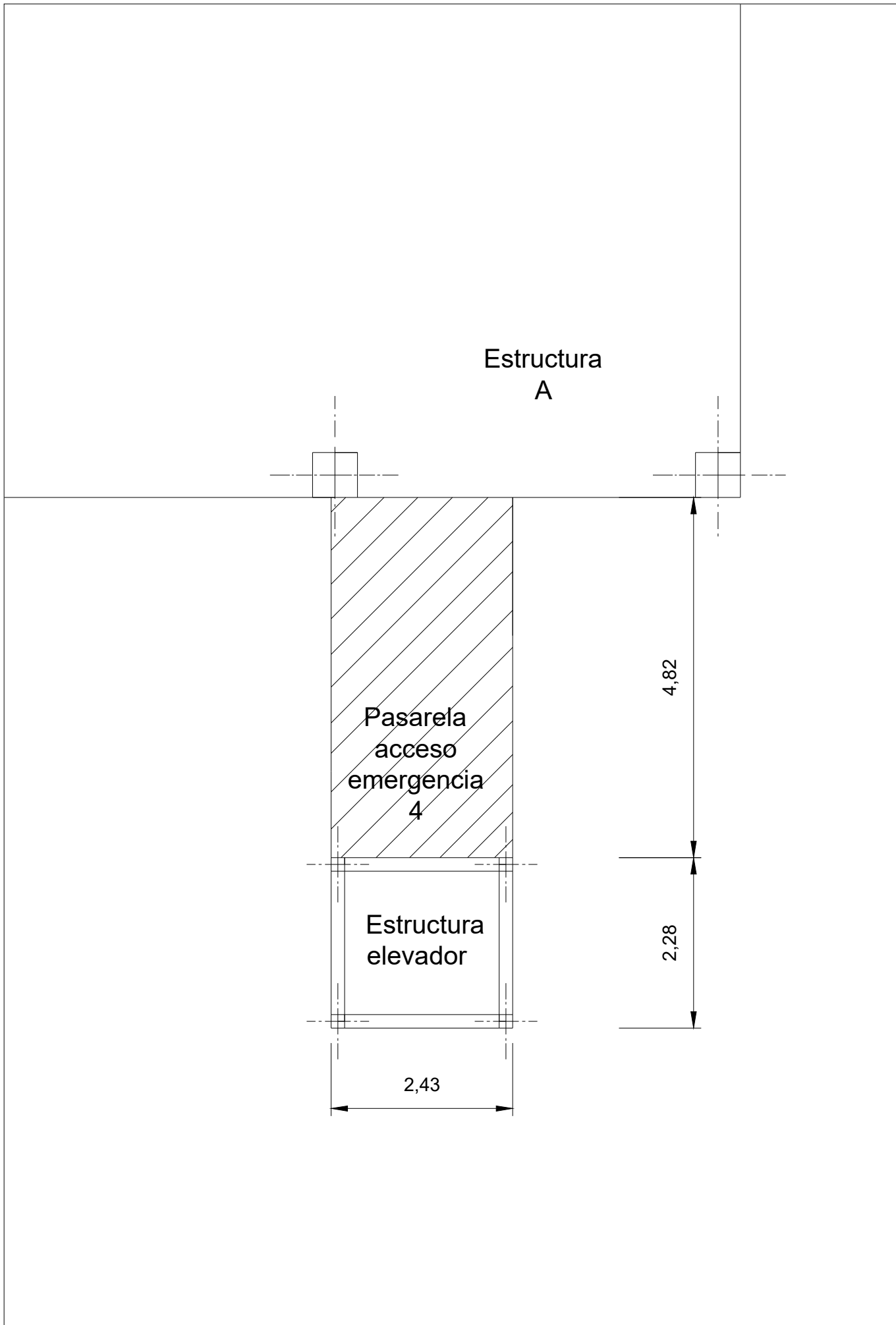
<b>Proyecto:</b>	Diseño de un elevador y su estructura adaptados a una una instalación petrolífera.		
<b>Plano:</b>	(4.2) Acceso desde ascensor a estructura Parada 1 (13.75m de altura)		
<b>Escala:</b>	1:70	<b>Unidad:</b>	metros



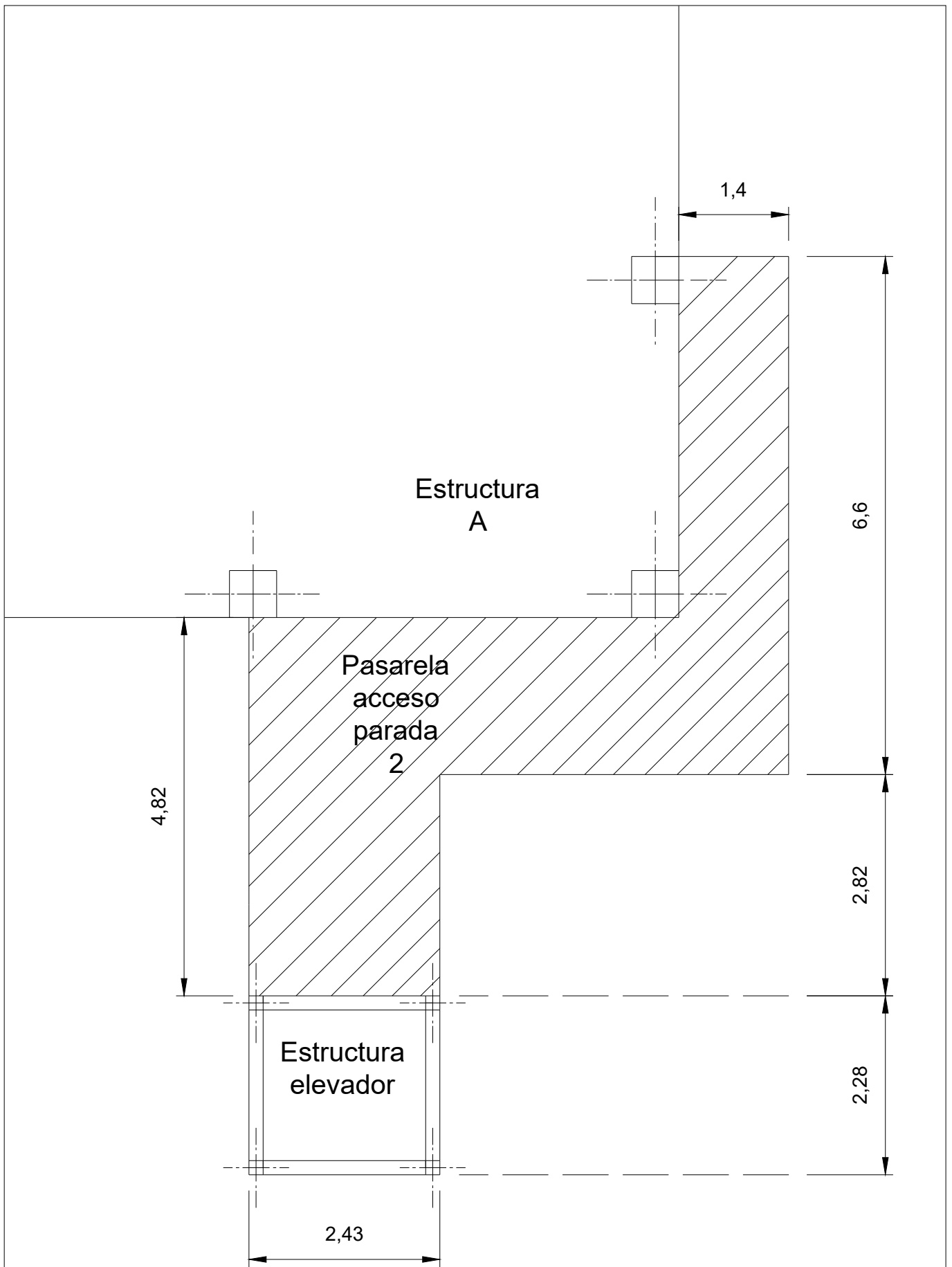
<b>Proyecto:</b>	Diseño de un elevador y su estructura adaptados a una una instalación petrolífera.		
<b>Plano:</b>	(4.3) Acceso de emergencia y mantenimiento 2 _ 23.3m de altura		
<b>Autor:</b>	Alfonso Andrés Garzarán	<b>Unidad dimensional:</b>	m
<b>Fecha:</b>	07/09/2017	<b>Escala:</b>	1:70
<b>Carrera:</b>	Ingeniería Mecánica	<b>Formato:</b>	A4



<b>Proyecto:</b>	Diseño de un elevador y su estructura adaptados a una una instalación petrolífera.		
<b>Plano:</b>	(4.4) Acceso de emergencia y mantenimiento 3 _ 33.8m de altura		
<b>Autor:</b>	Alfonso Andrés Garzarán	<b>Unidad dimensional:</b>	m
<b>Fecha:</b>	07/09/2017	<b>Escala:</b>	1:70
<b>Carrera:</b>	Ingeniería Mecánica	<b>Formato:</b>	A4



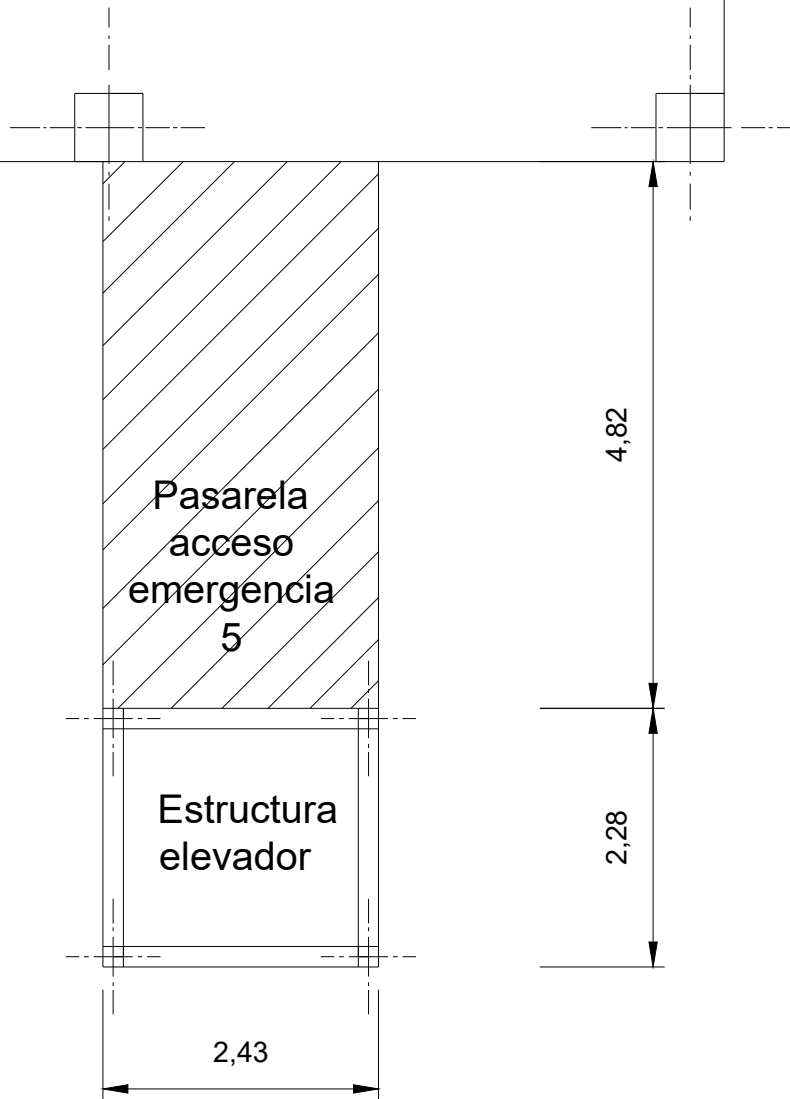
<b>Proyecto:</b>	Diseño de un elevador y su estructura adaptados a una una instalación petrolífera.		
<b>Plano:</b>	(4.5) Acceso de emergencia y mantenimiento 4 _ 42.9m de altura		
<b>Autor:</b>	Alfonso Andrés Garzarán	<b>Unidad dimensional:</b>	m
<b>Fecha:</b>	07/09/2017	<b>Escala:</b>	1:70
<b>Carrera:</b>	Ingeniería Mecánica	<b>Formato:</b>	A4



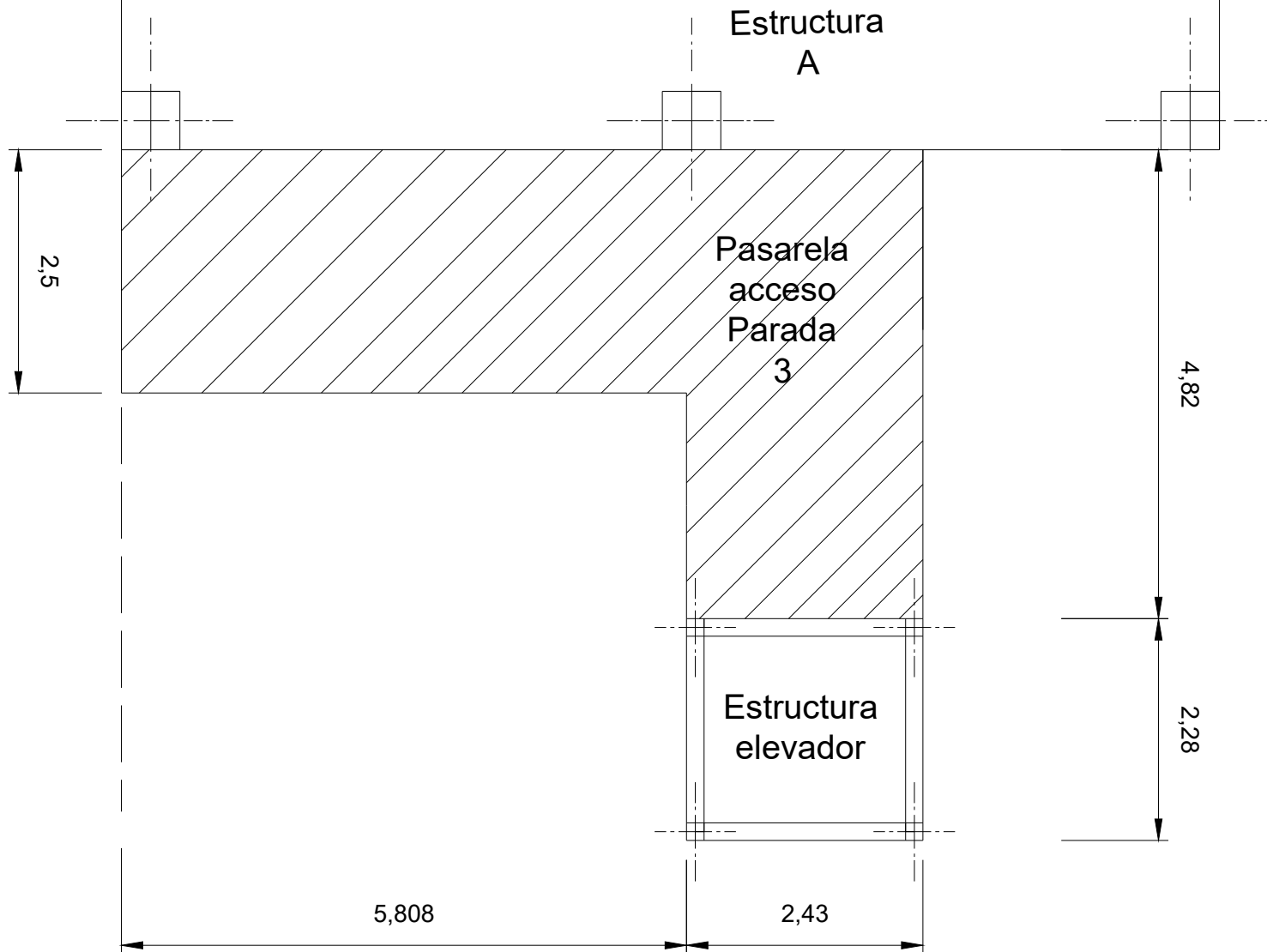
<b>Proyecto:</b>	Diseño de un elevador y su estructura adaptados a una una instalación petrolífera.	
<b>Plano:</b>	(4.6) Acceso desde ascensor a estructura. Parada 2 _ 49.6m de altura	
<b>Autor:</b>	Alfonso Andrés Garzarán	<b>Unidad dimensional:</b> m
<b>Fecha:</b>	07/09/2017	<b>Escala:</b> 1:70
<b>Carrera:</b>	Ingeniería Mecánica	<b>Formato:</b> A4



Estructura  
A



<b>Proyecto:</b>	Diseño de un elevador y su estructura adaptados a una una instalación petrolífera.		
<b>Plano:</b>	(4.7) Acceso de emergencia y mantenimiento 5 _ 54.5m de altura		
<b>Autor:</b>	Alfonso Andrés Garzarán	<b>Unidad dimensional:</b>	m
<b>Fecha:</b>	07/09/2017	<b>Escala:</b>	1:70
<b>Carrera:</b>	Ingeniería Mecánica	<b>Formato:</b>	A4



<b>Proyecto:</b>	Diseño de un elevador y su estructura adaptados a una una instalación petrolífera.	
<b>Plano:</b>	(4.8) Acceso desde ascensor a estructura. Parada 3_ 63.75m de altura	
<b>Autor:</b>	Alfonso Andrés Garzarán	<b>Unidad dimensional:</b> m
<b>Fecha:</b>	07/09/2017	<b>Escala:</b> 1:70
<b>Carrera:</b>	Ingeniería Mecánica	<b>Formato:</b> A4