



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE LOGÍSTICA  
DE 4368m<sup>2</sup> CON ALTILLO EN PUERTO DE SAGUNTO

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales

AUTOR/A: Jornet Martínez, Marc

Tutor/a: Ibáñez Usach, Carmen

CURSO ACADÉMICO: 2021/2022



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR INGENIERÍA  
INDUSTRIAL VALENCIA

TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

# CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE LOGÍSTICA DE 4368 m<sup>2</sup> CON ALTILLO EN PUERTO DE SAGUNTO

AUTOR: MARC JORNET MARTÍNEZ

TUTOR: CARMEN IBÁÑEZ USACH

Curso Académico: 2021-22

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar me gustaría agradecer a mis padres y mi hermana, por su apoyo y amor incondicional. Gracias a ellos he llegado hoy aquí.

Además, querría agradecer también a mis amigos y a mi pareja, que han estado junto a mi en los momentos difíciles y me han ayudado a superarlos.

Por último, gracias a mi tutora, que me ha guiado desde el principio de este proyecto y ha resuelto pacientemente todas las dudas.

## **RESUMEN**

El presente Trabajo de Fin de Grado tiene como objetivo obtener el diseño y cálculo de una estructura para una nave industrial de uso logístico. Para ello se llevará a cabo su distribución en planta y su diseño estructural. La nave estará situada en el polígono industrial "Parc Sagunt I". Estará formada por dos naves adosadas que ocuparán una superficie de 4368m<sup>2</sup> y en el interior se dispondrá un altillo para ubicar tanto la zona administrativa como los vestuarios y aseos de uso personal. Para la justificación de los cálculos se utilizará el programa CYPE Ingenieros y AutoCAD para la obtención de los planos.

La normativa considerada en el cálculo de este proyecto será: el Código Técnico de la edificación (CTE), Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo de 2006, el Código Estructural (CE), Real Decreto 470/2021, de 29 de junio de 2021 y la normativa urbanística de "Parc Sagunt I".

**Palabras clave:** edificio industrial, nave logística, distribución en planta, altillo, Sagunto.

## **RESUM**

El present Treball de Fi de Grau té com a objectiu obtindre el disseny i càlcul d'una estructura per a una nau industrial d'ús logístic. Per a això se durà a terme la seua distribució en planta i el seu disseny estructural. La nau estarà situada en el polígon industrial "Parc Sagunt I". Estarà formada per dues naus adossades que ocuparan una superfície de 4368m<sup>2</sup> i a l'interior es disposarà un entresolat per a situar tant la zona administrativa com els vestuaris i lavabos d'ús personal. Per a la justificació dels càlculs s'utilitzarà el programa "CYPE Ingenieros" i "AutoCad" per a l'obtenció dels plànols.

La normativa considerada en el càlcul d'aquest projecte serà: el Codi Tècnic de l'edificació (CTE), Reial decret 314/2006, de 17 de març de 2006, el Codi Estructural (CE), Reial decret 470/2021, de 29 de juny de 2021 i la normativa urbanística de "Parc Sagunt I".

**Paraules clau:** edifici industrial, nau logística, distribució en planta, entresolat, Sagunt.

## **ABSTRACT**

The aim of this Final Degree Project is to obtain the design and calculation of a structure for an industrial building for logistics use. For this, its layout and structural design will be carried out. The building will be located in the industrial area of "Parc Sagunt I". It will consist of two adjoining warehouses that will occupy an area of 4368m<sup>2</sup> and inside there will be a loft to locate both the administrative area and the changing rooms and toilets for personal use. For the justification of the calculations, the "CYPE Ingenieros" programme and "AutoCAD" will be used to obtain the plans.

The regulations considered in the calculation of this project will be: the Technical Building Code (CTE), Royal Decree 314/2006, of 17 March 2006, the Structural Code (EC), Royal Decree 470/2021, of 29 June 2021 and the urban planning regulations of "Parc Sagunt I".

**Keywords:** industrial building, logistics warehouse, floor layout, loft, Sagunto.

## ÍNDICE DE DOCUMENTOS

1. DOCUMENTO I: MEMORIA DESCRIPTIVA
2. DOCUMENTO II: ANEXO DE CÁLCULO
3. DOCUMENTO III: PRESUPUESTO
4. DOCUMENTO IV: PLANOS

DOCUMENTO I:  
MEMORIA DESCRIPTIVA

## Índice de la memoria descriptiva

1	OBJETO DEL PROYECTO.....	1
2	INTRODUCCIÓN AL PROYECTO.....	1
2.1	Antecedentes .....	1
2.2	Motivación .....	1
3	NORMATIVA APLICADA.....	1
4	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.....	2
4.1	Selección del polígono industrial .....	2
4.2	Selección de la parcela .....	3
4.3	Normativa urbanística.....	3
5	DISTRIBUCIÓN EN PLANTA.....	5
5.1	Diagrama de recorrido sencillo .....	5
5.2	Tabla relacional de actividades .....	6
5.3	Layout.....	7
5.4	Explicación de la distribución en planta.....	8
6	DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA .....	10
6.1	Actuaciones previas.....	11
6.2	Cimentación .....	12
6.3	Placas de anclaje .....	14
6.4	Pórtico de fachada .....	15
6.5	Pórtico interior .....	16
6.6	Pórticos laterales.....	16
6.7	Cubierta .....	17
6.8	Altillo .....	17
6.9	Correas .....	18
6.10	Escalera .....	19
6.11	Cerramientos.....	19
6.12	Carpintería.....	19
7	RESUMEN PRESUPUESTO.....	21
8	BIBLIOGRAFÍA.....	22

## 1 OBJETO DEL PROYECTO

El objetivo del presente proyecto es diseñar y calcular la estructura de una nave industrial de uso logístico de 4368 m<sup>2</sup>, ubicada en el polígono industrial "Parc Sagunt I", próxima a la localidad de Puerto de Sagunto.

Con ello se tiene la finalidad de poner en práctica los conocimientos adquiridos durante el grado, en concreto los relacionados con la temática de construcción.

Para ello, se ha utilizado el software CYPE Ingenieros, específicamente el módulo CYPE 3D para el cálculo de la estructura metálica y Arquímedes para la obtención del presupuesto del proyecto. Además, para la preparación de los planos se ha hecho uso del programa AutoCAD. Así, indirectamente, se persigue también mejorar el manejo de este tipo de software específico.

## 2 INTRODUCCIÓN AL PROYECTO

### 2.1 Antecedentes

Una empresa de logística establecida en la parte central de España quiere ampliar sus instalaciones y establecer un nuevo centro de operaciones en el área mediterránea.

Por ello, en este proyecto se presenta el diseño y cálculo estructural de una nave de uso logístico, donde se llevan a cabo tareas de planificación, organización y gestión del almacenamiento de los productos. Se planteará un posible diseño de la distribución en planta de la nave, con la apropiada distribución de estanterías. Así mismo, dada la actividad de la empresa, será crucial la elección del emplazamiento, como se verá en el apartado 4.

### 2.2 Motivación

A lo largo del Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales se han impartido gran variedad de materias relacionadas con la mecánica, termodinámica, materiales, electricidad... Pero las que más han resultado de interés para el alumno han sido las asignaturas de Estructuras y Tecnología de la Construcción, motivo por el cual ha decidido realizar su Trabajo Final de Grado en el marco de la temática de esta materia.

Además, la finalización del grado le permitirá seguir con su formación como ingeniero al acceder al Máster Universitario de Ingeniería Industrial.

## 3 NORMATIVA APLICADA

Las normativas de obligado cumplimiento consideradas en este proyecto son las siguientes:

- Código Técnico de la edificación (CTE), aprobado por el Real Decreto 314/2006 el 17 de marzo de 2006, que establece las exigencias básicas de calidad que deben cumplir los edificios en relación con los requisitos básicos de seguridad, que se especifican en los siguientes documentos:

- Documento Básico de Seguridad Estructural (DB-SE)
  - Documento Básico de Seguridad Estructural Acciones en la edificación (DB-SE-AE)
  - Documento Básico de Seguridad Estructural Cimientos (DB-SE-C)
  - Documento Básico de Seguridad Estructural Acero (DB-SE-A)
- Código Estructural (CE), aprobado por el Real Decreto 470/2021 el 29 de junio de 2021, reglamentación que regula las estructuras de hormigón, de acero y mixtas de hormigón-acero.
  - Normativa urbanística del polígono industrial “Parc Sagunt I”.

## 4 SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

### 4.1 Selección del polígono industrial

Para la realización de este proyecto se ha elegido el polígono industrial “Parc Sagunt I”, situado en el término municipal de Sagunto y al norte de Valencia, tal y como se observa en la Ilustración 1.

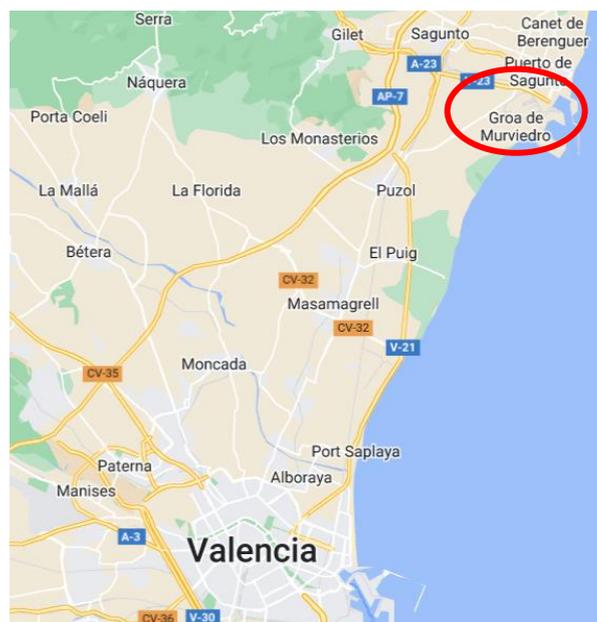


Ilustración 1. Localización del polígono industrial. Fuente: Google Maps.

Esta localización tiene una serie de ventajas que hacen que haya sido elegida para la ubicación de la nave. Una de las principales ventajas es que el polígono industrial tiene acceso directo a los muelles del puerto que se encuentra en Puerto de Sagunto. Esto es de gran importancia porque ofrece oportunidades de negocio y transporte internacional. Además, tiene conexión directa con las autovías AP-7 y A-23, que conectan con Valencia, Castellón y con la A-3, que comunica con Madrid. Por último, en la zona se encuentran otras muchas empresas de producción de materias primas, que podrían beneficiarse de la existencia de empresas logísticas que oferten este tipo de servicios de almacenamiento y distribución. Todos estos detalles se pueden observar en la Ilustración 2.

# CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE LOGÍSTICA DE 4368 m<sup>2</sup> CON ALTILLO EN PUERTO DE SAGUNTO



Ilustración 2. Polígono Parc de Sagunt I y carreteras cercanas. Fuente: Google Maps.

## 4.2 Selección de la parcela

La parcela seleccionada es la número 01, tal y como indica la Sede Electrónica de Catastro. Se ha escogido esta parcela por su buena accesibilidad por la carretera y por su tamaño, ya que cuenta con una superficie de 12.957 m<sup>2</sup>, suficiente para el objetivo de este proyecto, tal y como se observa en la Ilustración 3. Su referencia catastral es 4206201YJ3940N.



Ilustración 3. Localización de la parcela. Fuente: Sede electrónica del Catastro

## 4.3 Normativa urbanística

Para organizar la distribución de la parcela se deben tener en cuenta las normas urbanísticas que establece el Plan Parcial del Sector Parc Empresarial de Sagunt 1, que se resumen en la Tabla 1 junto con los valores reales del proyecto.

# CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE LOGÍSTICA DE 4368 m<sup>2</sup> CON ALTILLO EN PUERTO DE SAGUNTO

Tabla 1. Normativa del Plan Parcial del Sector Parc Empresarial de Sagunt I.

Descripción	Norma urbanística	Proyecto
Altura de cornisa máxima	15 m	13,3 m
Altura total máxima	3,5 m superior a la altura de cornisa	14,7 m
Ocupación máxima	70% sobre parcela neta	33,71%
Retranqueos	Distancia mínima de 10 m a vial y 6 m al resto de linderos	10 m a vial y 6 m a la parcela colindante
Condiciones de las parcelas	La parcela neta mínima tendrá una superficie mínima de 6000 m <sup>2</sup>	12.957 m <sup>2</sup>
Aparcamientos	1 plaza por cada 150 m <sup>2</sup> construidos	30 plazas

Se presenta en la Ilustración 4 la distribución de la parcela acotada en metros.

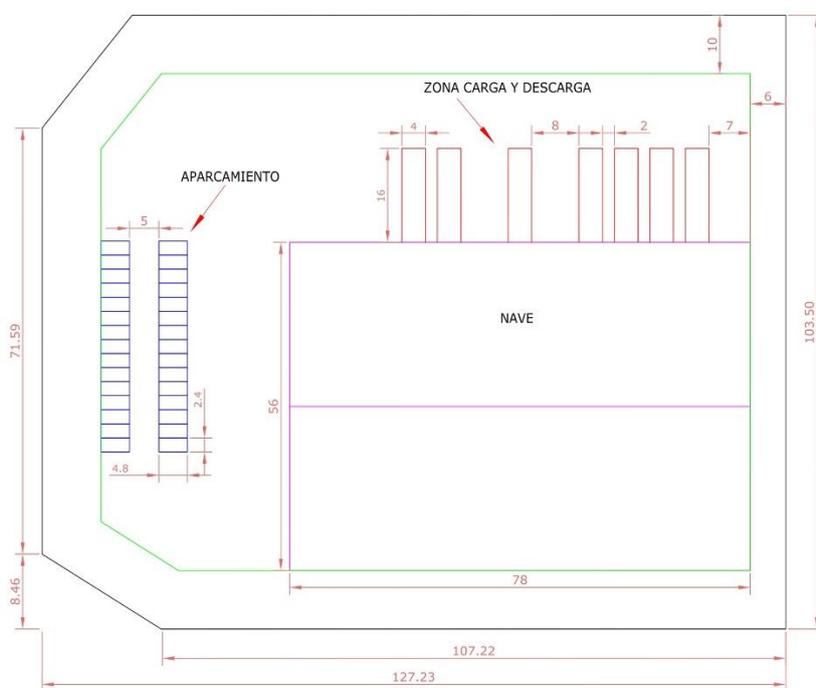


Ilustración 4. Distribución de la parcela. Fuente: Plano nº2.

A continuación, se explica el contenido de la Ilustración 4:

- El polígono exterior de color negro representa los límites de la parcela.
- El polígono interior de color verde representa el área edificable de la parcela, una vez determinados los retranqueos mínimos de la normativa.
- El recinto de color rosa corresponde a la nave, que tiene unas dimensiones de 56x78 m, es decir, representa 4386 m<sup>2</sup> de la superficie total de la parcela.
- Los rectángulos de color azul se corresponden con las plazas de aparcamiento, que siguiendo la norma, se han establecido en 30 plazas de 4,8x2,4 m.

- Los rectángulos de color rojo simulan la zona donde se deben colocar los camiones para cargar y descargar la mercancía. Las dimensiones de un camión estándar de transporte son de 2,55 m de ancho y 12 m de largo o incluso 16 m si es un vehículo articulado, por lo que se estima una zona de 4x16 m<sup>2</sup> justo a la entrada de las puertas industriales de carga y descarga para tener espacio suficiente. La disposición de las zonas de camiones se establece de forma que quepa una puerta en el espacio entre pilar y pilar y como se observa en la Ilustración 4, se dejan espacios de 8 m para salvar las zonas donde se colocarán los arriostramientos del lateral de la nave.

## 5 DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

Una vez explicada la distribución del espacio de la parcela, es necesario establecer la distribución en planta de la nave. Se trata de una nave destinada al almacenamiento y gestión de productos, por lo que diariamente en su se realizarán multitud de actividades: movimiento de mercancías, cargas y descargas, inspecciones, etc., por lo que es muy importante organizar el espacio pensando en el máximo rendimiento con el objetivo de optimizar el tiempo, los recursos y, por tanto, los costes.

### 5.1 Diagrama de recorrido sencillo

El primer paso es estudiar la secuencia de actividades que sigue el proceso de almacenaje, desde la primera entrada del producto y su estancia en la nave, hasta su salida. Esto queda reflejado en la Ilustración 5.

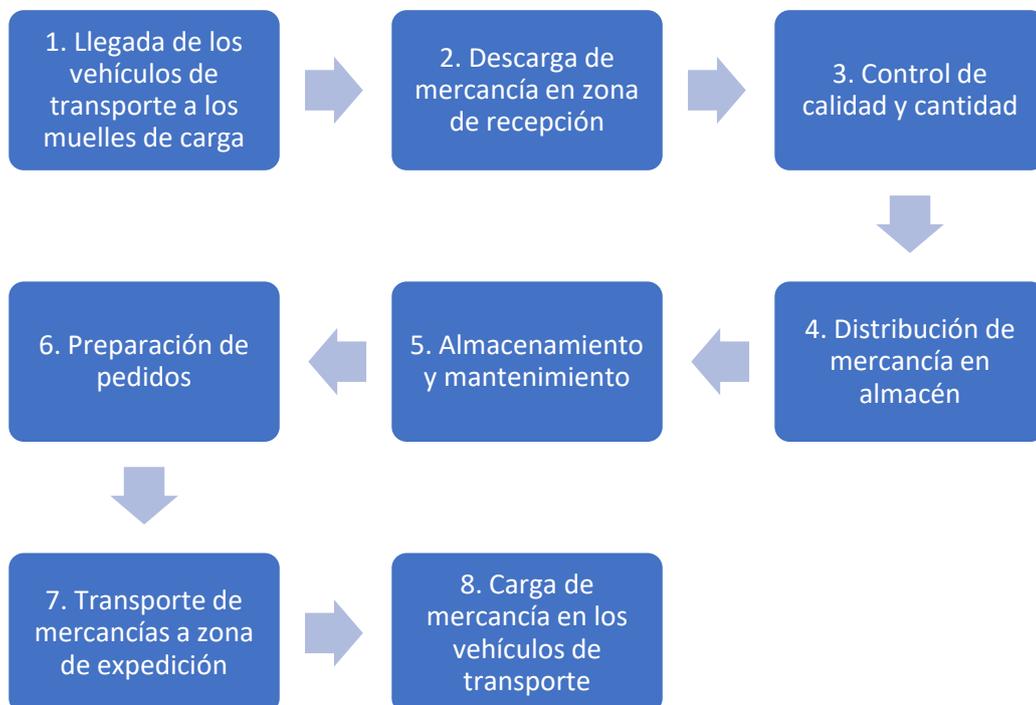


Ilustración 5. Diagrama de recorrido sencillo.

## 5.2 Tabla relacional de actividades

Ahora que ya se conoce la secuencia de las actividades que se llevan a cabo es fácil determinar los espacios que necesita cada una. Las zonas que se podrán distinguir en la planta debido a esta secuencia son: zona de muelles de carga, zona de recepción y expedición, y la zona de almacén con estanterías. Además, este proceso necesita de unas actividades auxiliares que son: oficinas, aseos y zona de carga de carretillas. Para conocer la necesaria proximidad o lejanía entre ellas, se realizará una tabla relacional de actividades (TRA), donde mediante una codificación de letras asignadas a las diferentes zonas, se indicará el grado de proximidad. (Tabla 3).

Tabla 2. Descripción de los espacios más importantes de la nave.

ZONAS IMPORTANTES	DESCRIPCIÓN	ÁREAS / CANTIDAD
Muelles de carga	Punto de acceso a la nave. Aquí se realizarán las acciones de carga y descarga.	7 muelles
Zona de recepción y expedición	También conocida como playa del almacén, es el área destinada a dejar los pallets antes de su traslado al almacén o a los camiones. Se efectuará el control de calidad y cantidad de los pallets.	324 m <sup>2</sup>
Almacén	La zona más importante. Es donde se guardan y protegen los pallets.	2623,32 m <sup>2</sup>
Oficinas	Donde se realiza la gestión del almacén: los empleados organizan los movimientos de mercancía, se comunican con los clientes y proveedores y aseguran el buen funcionamiento de la empresa.	168 m <sup>2</sup>
Aseos	Zona necesaria para mantener y ofrecer higiene y primeras necesidades a los trabajadores	60 m <sup>2</sup>
Zona de carga de carretillas	Es el área donde se aparcan las carretillas para la carga de la batería.	108 m <sup>2</sup>

Tabla 3. Criterio de ponderación de la tabla relacional.

A	Absolutamente importante
E	Especialmente importante
I	Importante
O	Ordinario o normal
U	No importante
X	No deseable

Una vez definido el criterio a seguir y todos los puntos importantes se llega a la TRA:

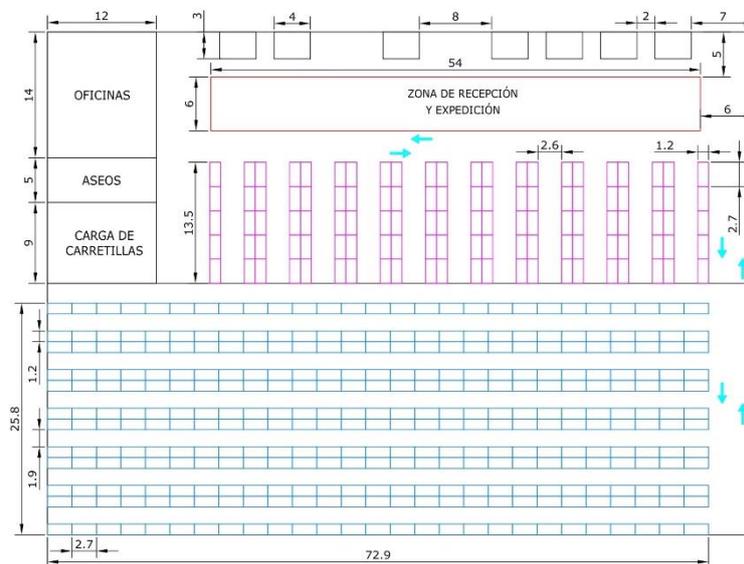
# CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE LOGÍSTICA DE 4368 m<sup>2</sup> CON ALTILLO EN PUERTO DE SAGUNTO

*Tabla 4. Tabla Relacional de Actividades.*

	Muelles de carga	Zona de recepción y expedición	Almacén	Oficinas	Aseos	Zona de carga de carretillas
Muelles de carga		<b>A</b>	<b>A</b>	<b>I</b>		
Zona de recepción y expedición			<b>A</b>	<b>I</b>	<b>I</b>	<b>E</b>
Almacén						<b>I</b>
Oficinas					<b>A</b>	
Aseos						<b>E</b>
Zona de carga de carretillas						

## 5.3 Layout

Teniendo en cuenta los datos de la Tabla 2 y el resultado de la TRA de la Tabla 4, se llega a la solución planteada en la Ilustración 6.



*Ilustración 6. Distribución en planta. Fuente: Plano nº 20.*

#### 5.4 Explicación de la distribución en planta

En este apartado se explicará la solución adoptada en la Ilustración 6.

En primer lugar, a la zona de oficinas se le ha asignado un espacio de 168 m<sup>2</sup>, suficiente para realizar el trabajo administrativo. Además, estas se situarán en el altillo de la planta, por lo que dispondrán de espacio en dos plantas. A su lado se han colocado los aseos, para así dar servicio tanto a los trabajadores de la oficina como a los operarios de las carretillas.

Los rectángulos situados en cada uno de los muelles de carga en la Ilustración 6, con un área de 4x3 m, corresponden a las rampas para facilitar la carga y descarga de los palés. La mercancía será transportada mediante transpaletas desde los camiones hasta la playa de almacén donde se realizarán las inspecciones necesarias. Teniendo en cuenta que las medidas estándar de los europalés son 1200x800 mm (Ilustración 7), que los camiones pueden cargar con 33 europalés y que se han establecido 7 muelles de carga, en la situación más extrema en la que se encontraran todos los camiones descargando mercancía en la nave, esta ocuparía una superficie de 221,76 m<sup>2</sup>. Además, hay que tener en cuenta que puede que haya mercancía que esté preparada para su expedición, por lo que una superficie de 324 m<sup>2</sup> de playa de almacén es más que suficiente.



Ilustración 7. Medidas palé europeo. Fuente: [www.europalet.com](http://www.europalet.com)

En cuanto a la zona de carga de las baterías de las carretillas, se dispone lo más cercano posible a todas las otras partes de la nave. Es importante que esté cerca de la playa de almacén y al propio almacén ya que es por donde más circulan estas y en caso de necesidad de recarga, se debe minimizar la distancia de recorrido. Además, conviene que esté próximo a las oficinas y a los aseos para reducir el tiempo de recorrido de los operarios.

Por lo que respecta al almacén en sí, se diferencian dos zonas distintas, que dependen del tipo de rotación que siga la mercancía. La parte más próxima a la zona de prealmacenamiento (estanterías en color rosa en Ilustración 6) se utiliza para un nivel de alta rotación, es decir, que los palés se almacenan durante poco tiempo, como por ejemplo productos perecederos. Se ha escogido un tipo de estantería convencional porque permite almacenar cargas de diferentes medidas y pesos, son compatibles con los tipos de carretillas utilizados y pueden alcanzar grandes alturas (Ilustración 8).

Las dimensiones de los módulos de las estanterías son de 1,2 m de profundidad y teniendo en cuenta que el ancho de un palé europeo es de 0,8 m, que se colocan tres en cada módulo y que hay que dejar 75 mm de holgura entre palé y palé, se tiene una longitud de larguero de 2,7 m. Entonces, si se dispone de 13,5 m de profundidad y 55 m de anchura, se pueden colocar 5 módulos x 22 filas. El pasillo entre las estanterías es de 2,6 m ya que se utilizará una carretilla

## CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE LOGÍSTICA DE 4368 m<sup>2</sup> CON ALTILLO EN PUERTO DE SAGUNTO

---

retráctil para el cargamento de la mercancía (Ilustración 9) y necesita espacio para maniobrar. En cuanto a la altura, se estima que el producto mide 1,5 m y, dejando holgura de seguridad, se establece una altura de módulo de 1,9 m y un total de 6 alturas, por lo que la altura total de las estanterías es de 11,4 m (teniendo en cuenta que en el primer nivel los palés están al nivel del suelo). Por lo tanto, se tiene una capacidad de  $5 \times 3 \times 22 \times 6 = 1980$  palés para la zona de rotación alta.



*Ilustración 8. Detalle de las estanterías convencionales. Fuente: [www.mecalux.es](http://www.mecalux.es)*



*Ilustración 9. Detalle de carretillas retráctiles. Fuente: [www.mecalux.es](http://www.mecalux.es)*

Por otra parte, se plantea otra zona, un poco más alejada, que servirá para los artículos de rotación media y baja, los cuales podrán ser guardados durante mucho más tiempo (estanterías de color azul en Ilustración 6). Se utilizarán carretillas de tipo torre trilateral (Ilustración 10), ya que tiene una serie de ventajas que permiten optimizar el almacenaje. Estas carretillas trabajan dentro del pasillo y son capaces de coger y dejar los palés a ambas partes de las estanterías y también frontalmente, sin girar dentro del pasillo, de manera que las transpaletas dejarán la mercancía al inicio del pasillo y ésta será recogida y repartida en sus respectivos módulos por las carretillas. Este tipo de carretillas deben ir guiadas, generalmente por un sistema láser guiado, donde una serie de reflectores facilitan el recorrido a la carretilla.

Debido a las facilidades para maniobrar con estas carretillas, los pasillos pueden ser mucho más estrechos por lo que se establece un ancho de 1,9 m. Además, son capaces de alcanzar alturas de 14 m, suficiente para las estanterías de la nave. Las estanterías tendrán las mismas dimensiones que se han comentado anteriormente, por lo tanto, se disponen de 27 módulos de

profundidad y 12 filas. Con los 1,9 m de ancho de pasillo, esto supone una superficie de  $72,9 \times 25,8 = 1880,82$  m<sup>2</sup>. Además, considerando 1,9 m de altura y los 6 niveles, se calcula que puede guardar  $27 \times 3 \times 12 \times 6 = 5832$  palés para la zona de rotación baja.



Ilustración 10. Detalle de carretilla torre trilateral. Fuente: [www.mecalux.es](http://www.mecalux.es)

Por lo tanto, la capacidad de almacenaje de la nave asciende a 7812 palés en una superficie total de 2623,32 m<sup>2</sup>.

En resumen, se tendrán: 2.623,32 m<sup>2</sup> para el almacén, 168 m<sup>2</sup> para las oficinas, 60 m<sup>2</sup> para los aseos, 108 m<sup>2</sup> para la zona de carga de las carretillas y, por último, 324 m<sup>2</sup> para la zona de prealmacenamiento. En total, estas necesidades de espacio ascienden a 3.283,32 m<sup>2</sup> sin tener en cuenta servidumbres, o zonas de paso y conexión entre actividades.

## 6 DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

Después de lanzar el cálculo con las premisas explicadas en el Anexo de Cálculo, la solución obtenida para la estructura de la nave se presenta en la Ilustración 11. La estructura se define de la siguiente manera: consiste en dos naves a dos aguas adosadas con la misma profundidad de 78 m y la misma luz de 28 m, por lo que la superficie total del edificio es de 4.368 m<sup>2</sup>. La altura de los pilares es de 13,3 , con una inclinación de 5,71º y una altura de cumbrea de 14,7 m.

La nave dispone de 13 pórticos en paralelo, con una separación de 6 metros de longitud cada pórtico. Los pórticos de fachada cuentan con 9 pilares y una separación de 7 metros.

Se ha configurado un sistema de arriostramiento mediante Cruces de San Andrés y vigas contraviento tipo Pratt para garantizar la estabilidad de la nave frente a la acción del viento. Además, se han dispuesto estos sistemas de arriostramiento y juntas de dilatación por colisos en las correas en mitad de la nave para evitar tramos de la nave superiores a 40 m y así evitar los efectos térmicos en la nave.

Por otra parte, el altillo, situado en una de las esquinas de la nave, tiene unas dimensiones de 14 m de ancho, 12 m de profundidad y una altura de 4 m.

Se añade la Ilustración 12 para visualizar la disposición de las alineaciones de la nave para entender mejor los siguientes subapartados.

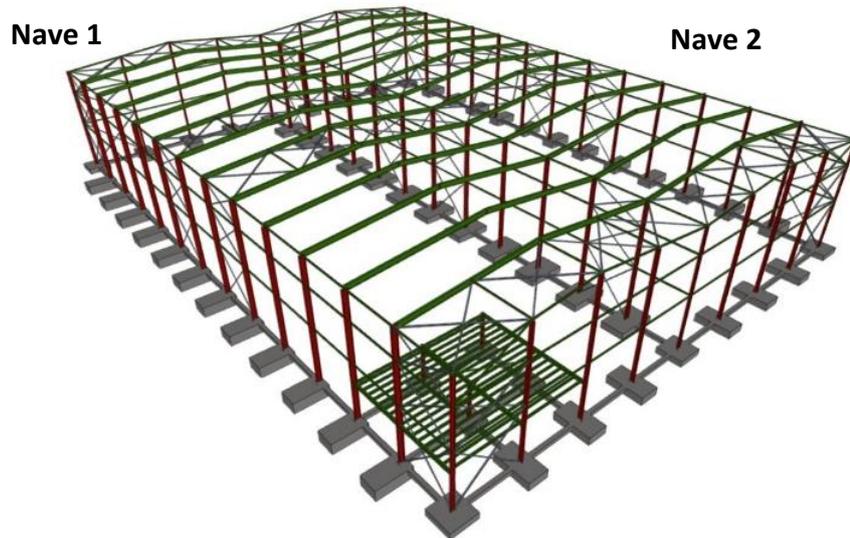


Ilustración 11. Vista 3D de la estructura. Fuente: CYPE 3D.

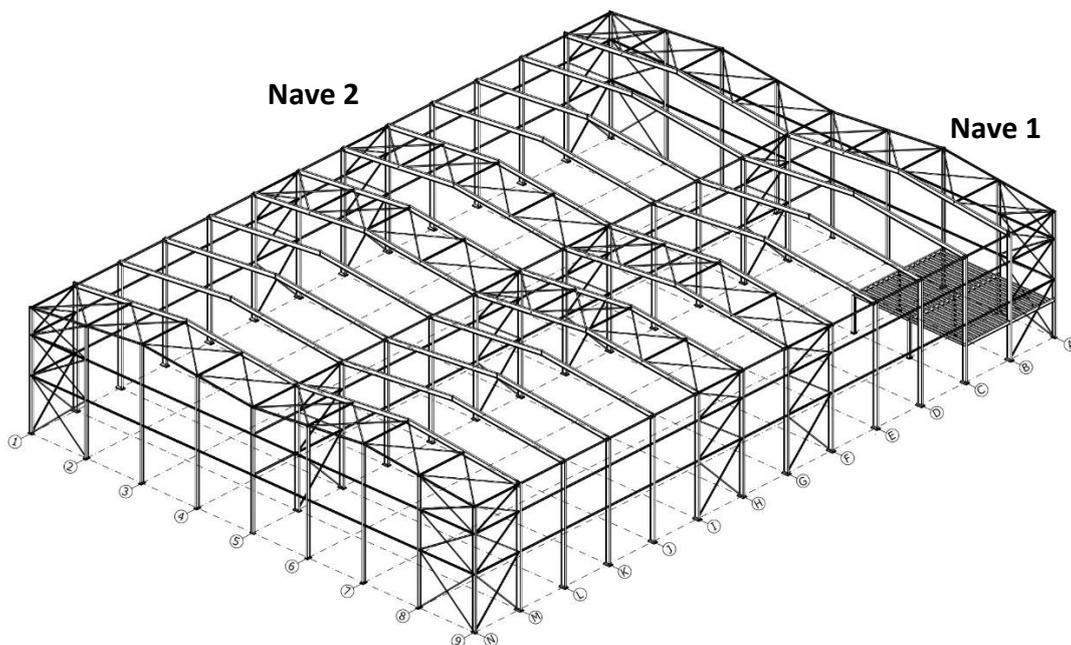


Ilustración 12. Vista 3D y numeración de las alineaciones. Fuente: CYPE 3D.

## 6.1 Actuaciones previas

Las actuaciones previas consisten en acondicionar el terreno de la parcela para dejarla preparada para la construcción de la nave. Las tareas que se realizan son el desbroce y limpieza del terreno (plantas, escombros, basuras...), la excavación de zanjas para la cimentación y luego transportar toda la tierra procedente de la excavación al vertedero.

## 6.2 Cimentación

La cimentación es la base de la estructura, sobre ella se apoyan los elementos estructurales que transmiten los esfuerzos a la cimentación y esta se encarga de transmitirlos al terreno, distribuyéndolos de forma que no superen su presión admisible.

El dimensionado de la cimentación debe cumplir, tal y como indica el CTE DB SE-C:

- Estados límite últimos (ELU): relacionados con el colapso total o parcial del terreno o con el fallo estructural de la cimentación.
- Estados límite de servicio (ELS): relacionados con las deformaciones del terreno por razones estéticas y de servicio.

Después de la excavación de las zanjas, se vierte una capa de 10 cm de hormigón de limpieza (HL-150/F/20) con el fin de evitar el contacto directo con el terreno.

En la Ilustración 13 se detalla la disposición de las zapatas aisladas junto a la viga de atado que constituyen el sistema de cimentación.

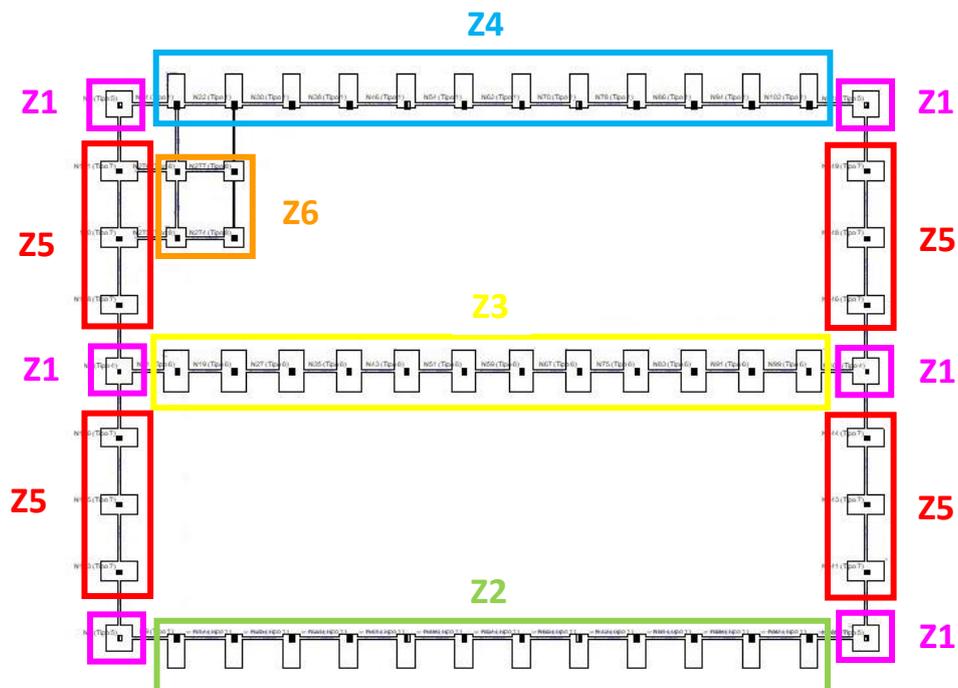


Ilustración 13. Disposición de las zapatas. Fuente: CYPE 3D.

Para las zapatas y vigas de atado se utiliza hormigón armado HA-25/F/20/XC2 y se usa acero corrugado B500S para el armado de estas.

A continuación, se presentan los detalles de los seis tipos de zapatas de las que está compuesta la cimentación en la Tabla 5 y su vista 3D en la Ilustración 14:

CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE LOGÍSTICA DE 4368 m<sup>2</sup> CON ALTILLO EN PUERTO DE SAGUNTO

Tabla 5. Características de las zapatas.

Tipo de zapata	Dimensiones (cm)	Canto (cm)	Armadura inferior X	Armadura inferior Y	Armadura superior X	Armadura superior Y
Z1	280x280	65	21Ø12c/13	21Ø12c/13	21Ø12c/13	21Ø12c/13
Z2	200x365	115	17Ø20c/21	9Ø20c/22	17Ø20c/21	9Ø20c/22
Z3	270x365	75	36Ø12c/12	13Ø16c/20	36Ø12c/12	13Ø16c/20
Z4	200x365	115	17Ø20c/21	9Ø20c/22	17Ø20c/21	9Ø20c/22
Z5	210x390	85	13Ø20c/30	7Ø20c/30	13Ø20c/30	7Ø20c/30
Z6	225x225	50	13Ø12c/17	13Ø12c/17	13Ø12c/17	13Ø12c/17

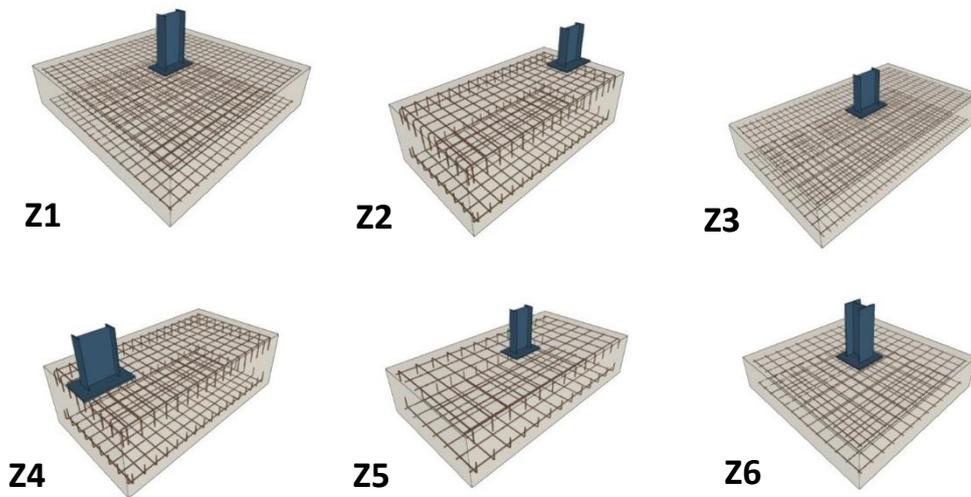


Ilustración 14. Vista 3D de las zapatas. Fuente: CYPE 3D.

Por otra parte, en la Ilustración 15 se presenta la vista 3D de las vigas de atado, cuya función es enlazar las zapatas y evitar sus desplazamientos horizontales. Tienen unas dimensiones de 40x40 cm<sup>2</sup> de sección, un armado superior e inferior 2Ø12 y estribos de 1xØ8c/25.

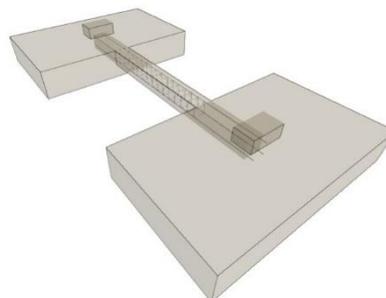


Ilustración 15. Vista 3D de la viga de atado. Fuente: CYPE 3D.

### 6.3 Placas de anclaje

Las placas de anclaje son los elementos de unión de la estructura metálica con los elementos de cimentación. Estas se encargan de transmitir los esfuerzos al cimiento y este al terreno. La placa de anclaje consta de tres elementos: la placa base, las cartelas de rigidez y los pernos, que se configuran con patillas a 90º para reducir la longitud de anclaje.

Para la placa base se utiliza acero S275, que permite soldarla al pilar. Las cartelas de rigidez aumentan la rigidez a flexión de la placa base y también serán de acero S275. En cuanto a los pernos, estos se encargan de transmitir los esfuerzos de tracción y se utiliza acero corrugado B500S.

También hay seis tipos de placas de anclaje, cuya disposición y características quedan detalladas en la Ilustración 16 y Tabla 6.

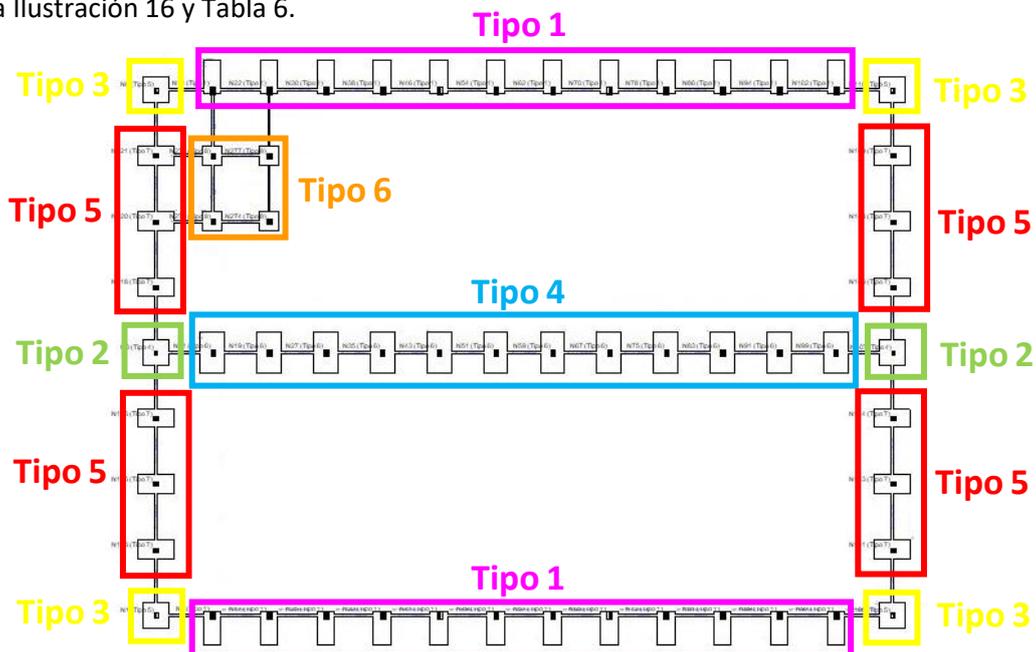


Ilustración 16. Disposición de las placas de anclaje. Fuente: CYPE 3D.

Tabla 6. Características de las placas de anclaje.

Tipo de placa de anclaje	Cantidad	Placa base	Cartelas de rigidez	Pernos
Tipo 1	2	300x500x18	-	4Ø16 mm L=30 cm
Tipo 2	4	350x550x20	-	4Ø20 mm L=40 cm
Tipo 3	4	450x450x20	X: 2x(100x0x5) Y: 2x(100x0x10)	8Ø20 mm L=40 cm
Tipo 4	24	500x800x30	X: 0 Y: 2x(200x55x9)	6Ø32 mm L=50 cm
Tipo 5	12	450x750x25	X: 0 Y: 2x(150x30x7)	4Ø32 mm L=50 cm
Tipo 6	12	400x600x22	X: 0 Y: 2x(150x35x7)	12Ø20 mm L=45 cm

Por último, se puede visualizar la vista 3D de cada tipo de placas de anclaje en la Ilustración 17.

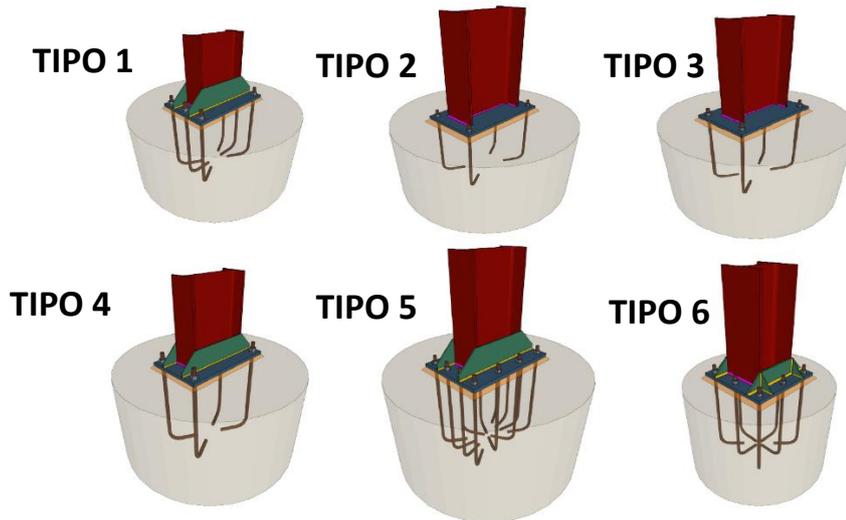


Ilustración 17. Vista 3D de las placas de anclaje. Fuente: CYPE 3D.

#### 6.4 Pórtico de fachada

Los pórticos de fachada corresponden a las alineaciones A y N. Se considerarán los dos pórticos de una misma alineación como un solo pórtico. Los dos comparten la misma configuración de perfiles, aunque hay que destacar que en la alineación A está montado el altillo, pero en la definición del modelo estructural, solo afecta a los coeficientes de pandeo, tal y como se puede consultar en el Anexo de Cálculo.

Los perfiles utilizados para las barras del pórtico (Ilustración 18) son:

- Pilares de fachada: los seis pilares interiores, dos exteriores y uno central se definen con un perfil IPE 360.
- Jácenas: las cuatro jácenas se han resuelto con un perfil IPE 160.
- Montantes: situados a 6,12 m la primera línea y a 10,41 m la segunda, constan un total de 16 montanten que se definen como perfiles tubulares SHS 120x5.0.
- Diagonales: formadas por un perfil L 100x6 ascienden a una cantidad de 12 por cada pórtico.

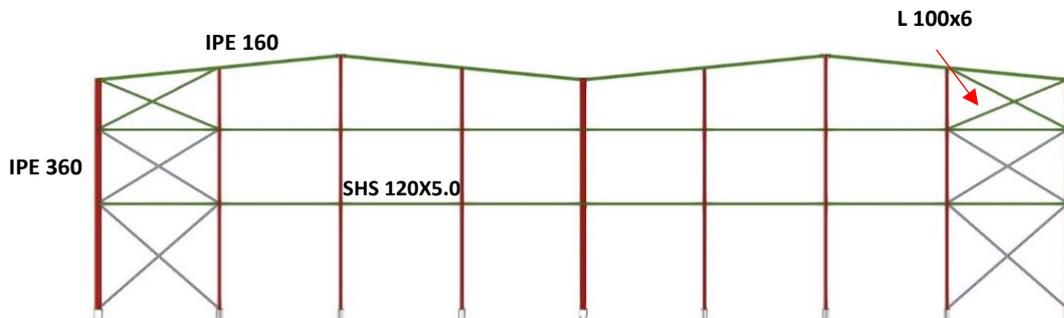


Ilustración 18. Pórtico de fachada. Fuente: CYPE 3D.

## 6.5 Pórtico interior

Los pórticos interiores corresponden de la alineación B a la M. Hay que destacar que las alineaciones B y C son distintas a las demás ya que en ellas se encuentra el altillo.

Los perfiles usados para el pórtico interior (Ilustración 19) son:

- Pilares: tanto el pilar interior como los dos exteriores son perfiles IPE 500.
- Jácenas: las cuatro jácenas también se solucionan con perfiles IPE 500.

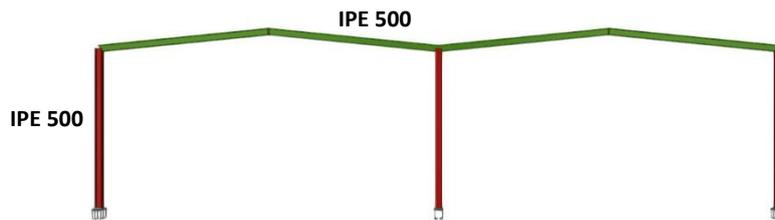


Ilustración 19. Pórtico interior. Fuente: CYPE 3D.

## 6.6 Pórticos laterales

Las fachadas laterales exteriores corresponden con las alineaciones 1 y 9, como se observa en la Ilustración 20 y la fachada lateral interior corresponde a la alineación 5 (Ilustración 21).

Estas se han resuelto con sistemas de arriostamiento con cruces de san Andrés, tal y como se ha comentado anteriormente, y con la viga perimetral que une todos los pilares. Además, se incluye la línea de juntas de correas con colisos en la alineación G.

Para los pórticos laterales se han resuelto los siguientes perfiles:

- Diagonales: las 24 diagonales forman las Cruces de San Andrés con un perfil L 100x6.
- Montantes: también se resuelven con un perfil SHS 120x5.0 y suman un total de 8 montantes.
- Viga perimetral: después del cálculo las 26 vigas perimetrales se definen con un perfil IPE 160.

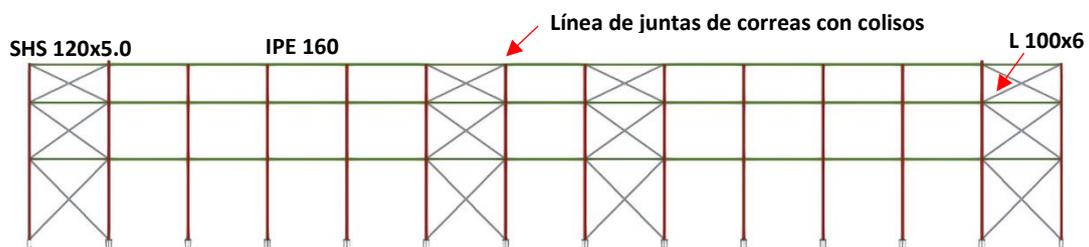


Ilustración 20. Pórtico de fachada lateral. Fuente: CYPE 3D.

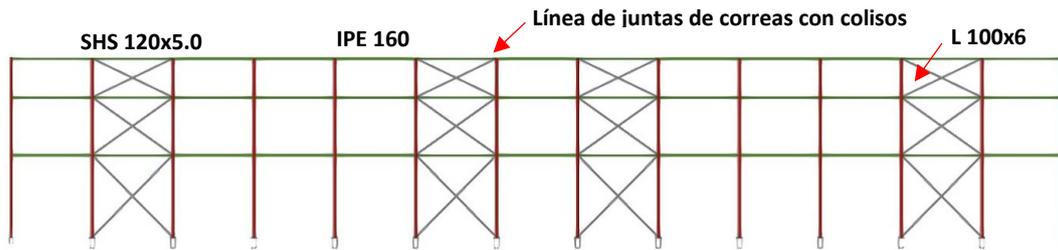


Ilustración 21. Pórtico lateral interior. Fuente: CYPE 3D.

## 6.7 Cubierta

La cubierta está formada por las jácenas de los pórticos interiores, las vigas perimetrales, por el sistema contraviento comentado anteriormente y las juntas de dilatación (Ilustración 22).

Los perfiles utilizados son los siguientes:

- Diagonales: se resuelven con un perfil L 100x6 los 64 tirantes del sistema contraviento.
- Montantes: hay un total de 28 montantes de perfil tubular SHS 120x5.0.
- Viga perimetral: el perfil utilizado para la viga perimetral es IPE 160

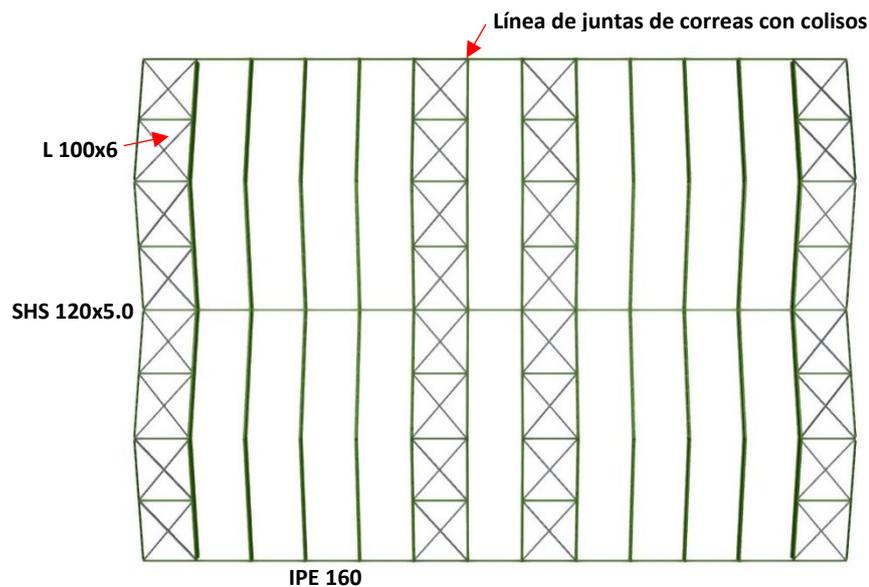


Ilustración 22. Cubierta. Fuente: CYPE 3D.

## 6.8 Altillo

Como se ha comentado anteriormente, el altillo se encuentra en las alineaciones B y C de la estructura a 4 m de altura con el fin de ubicar las oficinas. El forjado del altillo es un forjado unidireccional a base de vigueta metálica con piezas de entrevigado de hormigón.

El altillo es constituido por el forjado y los pilares (Ilustración 23 e Ilustración 24). En total se tiene:

- Pilares: la carga del altillo es soportado por 4 pilares de perfil HEB 260 con una altura de 4 m.

- Vigas: se disponen de 3 vigas paralelas, resueltas con un perfil IPE 400, quedan apoyadas sobre los pilares con el fin de transmitir la carga de las viguetas a los pilares.
- Viguetas: las viguetas unidireccionales separadas por un intereje de 70 cm, se disponen perpendiculares a las vigas con un perfil IPE 240.

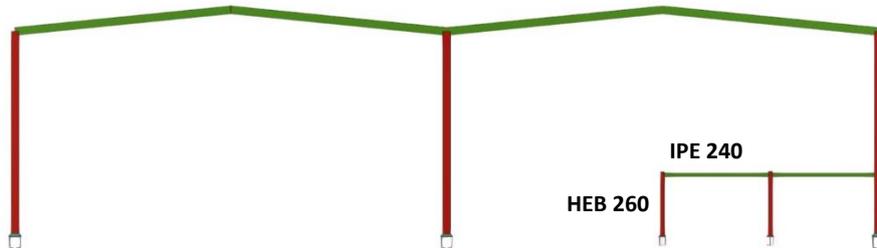


Ilustración 23. Pórtico interior con altillo. Fuente: CYPE 3D.

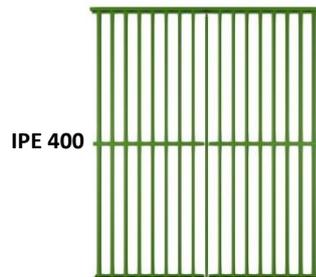


Ilustración 24. Forjado unidireccional con viguetas metálicas. Fuente: CYPE 3D.

## 6.9 Correas

Las correas se sitúan en la cubierta y en los laterales y se encargan de transmitir la carga de los cerramientos a la estructura. Estas han sido calculadas en el Generador de Pórticos y se solucionan de la siguiente manera (Ilustración 25):

- **Correas de cubierta:** se disponen de 32 correas en total con una separación de 1,91 m y un perfil CF-200x3.0. Se utiliza acero S235.
- **Correas laterales:** con una separación de 1,40 m el total de correas laterales asciende a 20, todas con perfil CF-200x3.0 y acero S235.

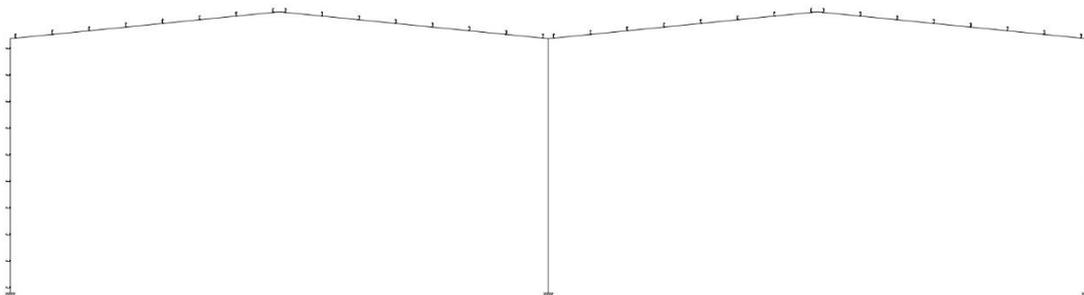


Ilustración 25. Detalle de las correas. Fuente: CYPE 3D.

### 6.10 Escalera

Se hace uso de una escalera metálica de acero S275, formada por piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie UPN. Ésta es colocada en el interior de la nave, al lado del altillo para dar acceso a los trabajadores a la planta de arriba, tal y como se puede observar en la Ilustración 26.



Ilustración 26. Escalera prefabricada. Fuente: Generador de Precios.

### 6.11 Cerramientos

Se disponen paneles tipo sándwich para los cerramientos de la estructura tal y como se puede observar en la Ilustración 27. El cerramiento de fachada consta de doble hoja, formada por hoja interior de bandeja lisa de acero galvanizado con aislamiento de manta ligera de lana de vidrio de 100 mm de espesor. Por otra parte, el cerramiento de cubierta está formado por paneles sándwich aislantes de acero, con la superficie exterior grecada y la superficie interior lisa y un aislante de lana de roca.

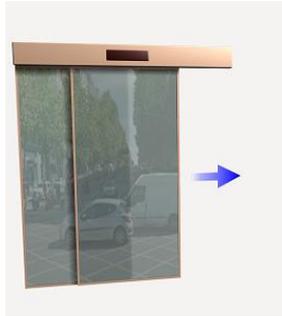


Ilustración 27. Cerramiento de la estructura. Fuente: Generador de Precios.

### 6.12 Carpintería

Se incluyen puertas correderas e industriales para dar acceso tanto a los trabajadores como a los camiones dentro de la nave. Además, se añaden ventanas y lucernarios para otorgar a la nave luz natural y así reducir el gasto eléctrico. Se definen a continuación los elementos elegidos:

- **Puerta corredera automática:** con sistema de apertura lateral, de una hoja deslizante de 100x210 cm y una hoja fija de 120x210 cm, de aluminio y vidrio (Ilustración 28). Se sitúa una en la zona de las oficinas para dar acceso a los trabajadores.



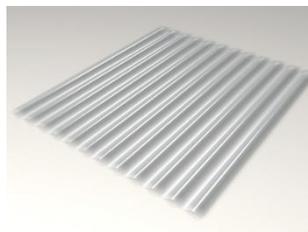
*Ilustración 28. Puerta corredera. Fuente: Generador de Precios.*

- **Puertas industriales:** se disponen de 7 puertas en la fachada lateral para permitir el proceso de carga y descarga de los camiones (Ilustración 29). Estas tienen unas dimensiones de 4x4 m.



*Ilustración 29. Puerta industrial. Fuente: Generador de Precios.*

- **Lucernario:** se trata de una cobertura de placas translúcidas de policarbonato con una transmisión de luminosidad del 90% (Ilustración 30).



*Ilustración 30. Placas translúcidas de policarbonato. Fuente: Generador de Precios.*

- **Ventanas:** se sitúan 12 ventanales fijos de aluminio en los pórticos laterales. Estos tienen unas dimensiones de 1,2x2,6 m con acabado lacado color blanco (Ilustración 31).



Ilustración 31. Ventanal fijo de aluminio. Fuente: Generador de Precios.

La disposición de las puertas y ventanas queda detallada en los Planos.

## 7 RESUMEN PRESUPUESTO

CAPÍTULOS	Importe (€)
1. Acondicionamiento del terreno	125.538,73
2. Cimentaciones	63.819,65
3. Estructuras	602.829,39
4. Fachadas	149.289,10
5. Cubierta	207.480,80
6. Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares	34.079,55
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (PEM)</b>	<b>1.183.037,22</b>
Gastos Generales 13%	153.794,84
Beneficio Industrial 6%	70.982,24
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA (PEC)</b>	<b>1.407.814,3</b>
IVA 21%	295.641,01
<b>PRESUPUESTO BASE LICITACIÓN (P.B.L)</b>	<b>1.703.455.31</b>

Asciende el presupuesto base licitación a la expresada cantidad de **UN MILLÓN SETECIENTOS TRES MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA Y CINCO EUROS CON TREINTA Y UN CÉNTIMOS**

A continuación se comentará la Ilustración 32, la cual presenta de manera visual el peso de cada parte del presupuesto.

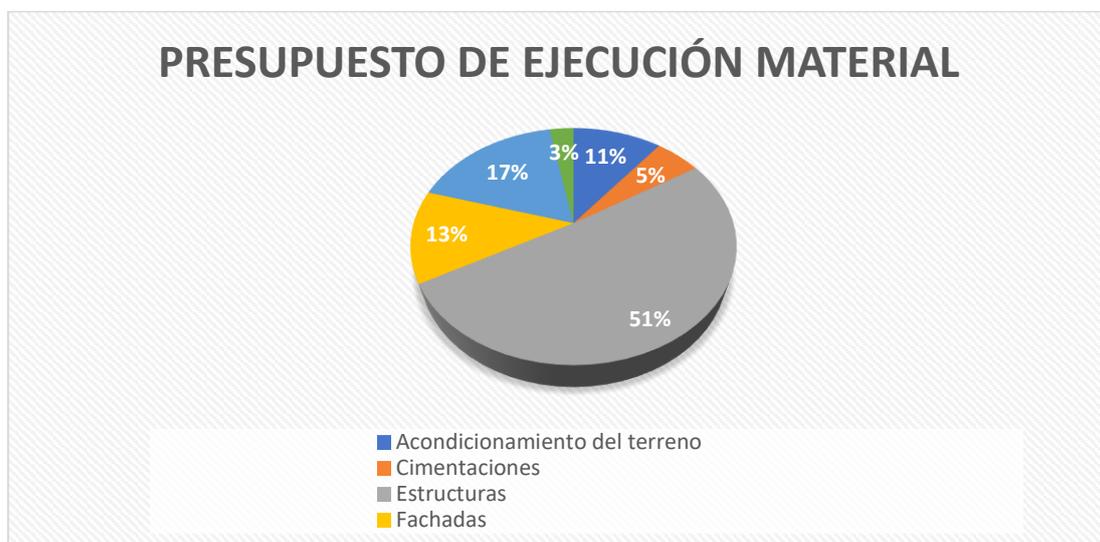


Ilustración 32. Gráfico con porcentajes del presupuesto.

Como se observa en el gráfico, la mayor parte del presupuesto está destinado a la parte de la estructura, con un 51% del total. Esto es de esperar por la gran cantidad de acero que es usada para conformarla. Seguidamente se encuentran las cubiertas y las fachadas, con un 17% y un 13%, respectivamente, que en total suponen un 30%, segundo porcentaje más alto ya que se trata de recubrir toda la envolvente de la nave. El resto corresponde al acondicionamiento del terreno, las cimentaciones y la carpintería y protecciones solares, que tienen un impacto menor en el presupuesto.

## 8 BIBLIOGRAFÍA

Para la elaboración del TFG se han consultado las siguientes fuentes:

- Código Técnico de la Edificación, Real Decreto 314/2006 del 17 de marzo.
- Código Estructural, Real Decreto 470/2021 del 29 de junio.
- Normativa urbanística de “Parc Sagunt I” ([Documentación de comercialización - Bienvenidos a la Web de Parc Sagunt](#)).
- Sede electrónica del catastro ([Sede Electrónica del Catastro - Inicio \(sedecatastro.gob.es\)](#))
- Google maps ([Google Maps](#))
- Curso Básico CYPE 3D, de Héctor Saura Arnau.
- Apuntes de Tecnología de la Construcción, GITI.
- Apuntes de Proyectos, GITI.
- Mecalux ([Mecalux España | Soluciones de Almacenaje - Mecalux.es](#))

DOCUMENTO II:  
ANEXO DE CÁLCULO

## Índice del Anexo de Cálculo

1	ACCIONES SOBRE EL EDIFICIO .....	1
1.1	Acciones permanentes (G) .....	1
1.2	Acciones variables (Q) .....	1
1.2.1	Sobrecarga de uso .....	1
1.2.2	Acciones climáticas.....	2
1.2.3	Acciones térmicas.....	5
2	MATERIALES .....	5
2.1	Acero .....	5
2.2	Hormigón.....	6
3	COMBINACIONES DE ACCIONES.....	6
4	COMPROBACIÓN DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES .....	9
4.1	Correas .....	10
4.1.1	Correas de cubierta .....	10
4.1.2	Correas laterales.....	14
4.2	Cimentación .....	17
4.2.1	Zapata tipo 1 .....	18
4.2.2	Zapata tipo 2 .....	20
4.2.3	Zapata tipo 5 .....	22
4.2.4	Viga de atado.....	25
4.3	Placas de anclaje .....	25
4.3.1	Placa de anclaje tipo 3.....	26
4.3.2	Placa de anclaje tipo 5.....	28
4.3.3	Placa de anclaje tipo 6.....	32
4.4	Estructura metálica .....	36
4.4.1	Cálculos previos.....	36
4.4.2	Pórtico de fachada .....	43
4.4.3	Pórtico interior .....	46
4.4.4	Pórtico de fachada lateral .....	47
4.4.5	Pórtico lateral interior .....	49
4.4.6	Cubierta.....	50
4.4.7	Altillo .....	52

## 1 ACCIONES SOBRE EL EDIFICIO

### 1.1 Acciones permanentes (G)

Las acciones permanentes (G) son aquellas que actúan en todo instante sobre el edificio con posición constante. Entre estas destacan:

- Cerramiento en fachada lateral: peso total 0,15 kN/m<sup>2</sup> del panel sándwich.
- Cerramiento en cubierta: 0,15 kN/m<sup>2</sup> corresponden al peso del panel sándwich y
- Peso de paneles solares situados en la cubierta: 0,15 kN/m<sup>2</sup>.
- Peso propio de las correas:
  - correas en cubierta CF-200x3.0: 0,04 kN/m<sup>2</sup>
  - correas laterales CF-200x3.0: 0,03 kN/m<sup>2</sup>
- Peso propio del forjado unidireccional de viguetas metálicas se estima en: 4 kN/m<sup>2</sup>.
- Peso propio de la estructura que es calculado automáticamente por el programa.

### 1.2 Acciones variables (Q)

Las acciones variables (Q) se definen como aquellas que pueden o no actuar sobre la estructura y pueden cambiar de posición a lo largo de la vida útil de la misma. Se clasifican en sobrecarga de uso y acciones climáticas.

#### 1.2.1 Sobrecarga de uso

La sobrecarga de uso es el peso de todo lo que puede gravitar sobre el edificio por razón de su uso (CTE DB SE-AE 3.1). En la nave se tiene:

- Sobrecarga de Uso en el cerramiento: 0,40 kN/m<sup>2</sup>, que pertenece a la categoría de uso G1 (Cubierta accesible únicamente para mantenimiento. No concomitante con el resto de acciones variables, ver tabla en Ilustración 33).
- Sobrecarga de Uso en el forjado del altillo: 2 kN/m<sup>2</sup>, que pertenece a la categoría de uso D (Zona administrativa, ver tabla en Ilustración 33).

CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE LOGÍSTICA DE 4368 m<sup>2</sup> CON ALTILLO EN PUERTO DE SAGUNTO

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m <sup>2</sup> ]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 <sup>(1)</sup>
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente <sup>(2)</sup>			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación <sup>(3)</sup>	G1 <sup>(7)</sup>	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 <sup>(4)(8)</sup>	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) <sup>(5)</sup>	0,4 <sup>(4)</sup>	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

Ilustración 33. Valores característicos de las sobrecargas de uso. Fuente: CTE DB-SE-AE.

## 1.2.2 Acciones climáticas

### 1.2.2.1 Viento

Según el CTE DB-AE 3.3, “La distribución y el valor de las presiones que ejerce el viento sobre un edificio y las fuerzas resultantes dependen de la forma y de las dimensiones de la construcción, de las características y de la permeabilidad de su superficie, así como de la dirección, de la intensidad y del racheo del viento”.

La acción de viento puede expresarse como:

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p \quad (1)$$

Donde :

- $q_b$  es el valor de la presión dinámica del viento que depende del emplazamiento geográfico de la nave, que se sitúa en Sagunto, es decir, que pertenece a la zona A como se puede observar en la Ilustración 34 y por lo tanto su valor es de 0,42 kN/m<sup>2</sup>.

## CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE LOGÍSTICA DE 4368 m<sup>2</sup> CON ALTILLO EN PUERTO DE SAGUNTO



Ilustración 34. Valor básico de la velocidad del viento,  $v_b$ . Fuente: CTE DB SE-AE.

- $C_e$  es el coeficiente de exposición que varía con la altura y es función del grado de aspereza del entorno. En este caso el grado de aspereza es IV (Zona urbana en general, industrial o forestal), por lo que se puede obtener de la siguiente tabla (Ilustración 35) los siguientes parámetros:

Grado de aspereza del entorno	Parámetro		
	k	L (m)	Z (m)
I Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	0,156	0,003	1,0
II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	0,17	0,01	1,0
III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	0,19	0,05	2,0
<b>IV Zona urbana en general, industrial o forestal</b>	<b>0,22</b>	<b>0,3</b>	<b>5,0</b>
V Centro de negocios de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	0,24	1,0	10,0

Ilustración 35. Coeficientes para tipo de entorno. Fuente: CTE DB SE-AE.

Con las expresiones utilizadas para calcular el coeficiente  $c_e = F \cdot (F + 7k)$  y  $F = k \ln(\max(z, Z) / L)$  y los parámetros  $k=0,22$ ,  $L=0,3$  m,  $Z=5$  m y  $z=14,7$  m (altura cumbre), se obtiene que el coeficiente de exposición es  $c_e=2,05$ .

- $c_p$  es el coeficiente eólico, el cual depende de la forma y orientación de la superficie respecto al viento. Este se obtiene a partir de las tablas del anejo D del CTE DB-SE-AE.

El CTE DB SE-AE indica que hay que comprobar los edificios frente a la acción de viento considerando las diferentes posibles direcciones de incidencia, pero que generalmente basta con

CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE LOGÍSTICA DE 4368 m<sup>2</sup> CON ALTILLO EN PUERTO DE SAGUNTO

---

comprobar dos direcciones perpendiculares. Teniendo en cuenta esto, las diferentes hipótesis de viento consideradas son las siguientes:

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

1.2.2.2 Nieve

Según el CTE DB SE-AE 3.5, “La distribución y la intensidad de la carga de nieve sobre un edificio, o en particular sobre una cubierta, depende del clima del lugar, del tipo de precipitación, del relieve del entorno, de la forma del edificio o de la cubierta, de los efectos del viento, y de los intercambios térmicos en los paramentos exteriores”.

Para determinar el valor de carga de nieve por unidad de superficie, se utiliza la ecuación (2):

$$q_n = \mu \cdot s_k \tag{2}$$

siendo:

- $\mu$  coeficiente de forma de la cubierta.
- $s_k$  el valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal.

Tal y como indica el CTE DB SE-AE 3.5.3, si un faldón limita inferiormente con una limahoya, lo que supone un impedimento al deslizamiento de la nieve y además está inclinado en sentido contrario se deberá tener en cuenta que si la semisuma de las inclinaciones  $\beta$  es mayor de 30°, el factor de forma de ambos faldones será de 2.0; en otro caso será  $\mu = 1 + \beta/30^\circ$ . En el caso de la nave, se tiene una  $\beta=5.71^\circ$ , por lo que se obtiene un factor de forma de  $\mu= 1.19$ .

Además, la nave se sitúa en una zona de clima invernal 5 y una altura topográfica de 49 m, por lo que el valor característico tomará un valor de  $s_k= 0.2 \text{ kN/m}^2$ , tal y como se puede observar en la tabla de la Ilustración 36:

Altitud (m)	Zona de clima invernal, (según figura E.2)						
	1	2	3	4	5	6	7
0	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
200	0,5	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2
400	0,6	0,6	0,2	0,3	0,4	0,2	0,2
500	0,7	0,7	0,3	0,4	0,4	0,3	0,2
600	0,9	0,9	0,3	0,5	0,5	0,4	0,2
700	1,0	1,0	0,4	0,6	0,6	0,5	0,2
800	1,2	1,1	0,5	0,8	0,7	0,7	0,2
900	1,4	1,3	0,6	1,0	0,8	0,9	0,2
1.000	1,7	1,5	0,7	1,2	0,9	1,2	0,2
1.200	2,3	2,0	1,1	1,9	1,3	2,0	0,2
1.400	3,2	2,6	1,7	3,0	1,8	3,3	0,2
1.600	4,3	3,5	2,6	4,6	2,5	5,5	0,2
1.800	-	4,6	4,0	-	-	9,3	0,2
2.200	-	8,0	-	-	-	-	-

Ilustración 36. Sobrecarga de nieve en un terreno horizontal (kN/m<sup>2</sup>). Fuente: CTE DB SE-AE.

Se tendrán en cuenta las posibles distribuciones asimétricas de nieve, ya que el viento origina que la nieve se deposite de manera irregular en los faldones de la nave. Se considerarán tres situaciones diferentes de la carga de la nieve:

- 1 – **Nieve (estado inicial):** distribución simétrica
- 2 – **Nieve (redistribución) 1:** distribución asimétrica
- 3 – **Nieve (redistribución) 2:** distribución asimétrica

### 1.2.3 Acciones térmicas

No se calcularán explícitamente los efectos de las acciones térmicas, tal y como se indica en el CTE DB-AE 3.4.1: “En edificios habituales con elementos estructurales de hormigón o acero, pueden no considerarse las acciones térmicas cuando se dispongan juntas de dilatación de forma que no existan elementos continuos de más de 40 metros de longitud”. En este caso se disponen de juntas de dilatación mediante correas con colisos en la alineación G, tal y como se indica en los planos.

## 2 MATERIALES

### 2.1 Acero

Los tipos de acero utilizados en el diseño de la nave han sido los siguientes:

- Acero laminado S275: es utilizado para los perfiles IPE, HEB, SHS y L.
- Acero conformado S235: es utilizado para las correas laterales y de cubierta.
- Acero corrugado B500S: es utilizado para el armado de las zapatas y de los pernos de las placas de anclaje

En las siguientes tablas (Tabla 7 y Tabla 8) se muestran las características de los materiales:

*Tabla 7. Características de acero S275 y S235. Fuente: CYPE 3D.*

<b>Materiales utilizados</b>							
Material		E (MPa)	ν	G (MPa)	f <sub>y</sub> (MPa)	α <sub>t</sub> (m/m°C)	γ (kN/m <sup>3</sup> )
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01
Acero conformado	S235	210000.00	0.300	81000.00	235.00	0.000012	77.01
Notación: <i>E: Módulo de elasticidad</i> <i>ν: Módulo de Poisson</i> <i>G: Módulo de cortadura</i> <i>f<sub>y</sub>: Límite elástico</i> <i>α<sub>t</sub>: Coeficiente de dilatación</i> <i>γ: Peso específico</i>							

*Tabla 8. Características de acero B500S. Fuente: CYPE 3D.*

<b>Materiales utilizados</b>							
Material		E (MPa)	ν	G (MPa)	f <sub>y</sub> (MPa)	f <sub>s</sub> (MPa)	A <sub>s</sub> (%)
Tipo	Designación						
Acero corrugado	B500S	206000.00	0.300	81000.00	500	575	16

**CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE LOGÍSTICA DE 4368 m<sup>2</sup> CON ALTILLO EN PUERTO DE SAGUNTO**

<b>Materiales utilizados</b>							
Material		E (MPa)	ν	G (MPa)	f <sub>y</sub> (MPa)	f <sub>s</sub> (MPa)	A <sub>s</sub> (%)
Tipo	Designación						
<i>Notación:</i> E: Módulo de elasticidad ν: Módulo de Poisson G: Módulo de cortadura f <sub>y</sub> : Límite elástico f <sub>s</sub> : Tensión de rotura A <sub>s</sub> : Alargamiento de rotura							

## 2.2 Hormigón

En la siguiente tabla se muestran las características de los hormigones utilizados para la cimentación de la obra:

*Tabla 9. Características de los tipos de hormigón. Fuente: CYPE 3D.*

	Designación	Resistencia característica	Consistencia	Tamaño máximo de árido	Clase de exposición	Mínima dosificación
Hormigón armado	HA-25/F/20/XC2	25 kN/m <sup>2</sup>	Fluida	20 mm	XC2	-
Hormigón de limpieza	HL-150/F/20	-	Fluida	20 mm	-	150 kg/m <sup>3</sup>

## 3 COMBINACIONES DE ACCIONES

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

- **Con coeficientes de combinación**

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki} \quad (3)$$

- **Sin coeficientes de combinación**

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki} \quad (4)$$

donde:

G<sub>k</sub> Acción permanente

P<sub>k</sub> Acción de pretensado

Q<sub>k</sub> Acción variable

g<sub>G</sub> Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE LOGÍSTICA DE 4368 m<sup>2</sup> CON ALTILLO EN PUERTO DE SAGUNTO

- $g_p$  Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado  
 $g_{Q,1}$  Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal  
 $g_{Q,i}$  Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento  
 $\gamma_{p,1}$  Coeficiente de combinación de la acción variable principal  
 $\gamma_{a,i}$  Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

En la Tabla 10 y Tabla 11 se muestran las situaciones y coeficientes pertenecientes a la cimentación.

*Tabla 10. E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: Código estructural / CTE DB-SE*

<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	1.350	-	-
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.500	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.500	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500

*Tabla 11. E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: Código estructural / CTE DB-SE*

<b>Persistente o transitoria (G1)</b>				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.500	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.500	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000

En la Tabla 12 y en la Tabla 13 se presentan los coeficientes de las situaciones E.L.U de rotura del acero laminado de la estructura.

*Tabla 12. 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 - Uso B)	0.000	1.500	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.500	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500

**CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE LOGÍSTICA DE 4368 m<sup>2</sup> CON ALTILLO EN PUERTO DE SAGUNTO**

*Tabla 13. E.L.U. de rotura. Acero laminado: CTE DB SE-A.*

<b>Persistente o transitoria (G1)</b>				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.500	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.500	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000

Los coeficientes de los estados último de las tensiones sobre el terreno se resumen en la Tabla 14 y Tabla 15.

*Tabla 14. 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 - Uso B)	0.000	1.000	1.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

*Tabla 15. 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 - Uso B)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	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

Finalmente, en la Tabla 16, Tabla 17 y Tabla 18 se presentan los coeficientes de las situaciones de desplazamientos de la nave.

*Tabla 16. Desplazamientos.*

<b>Integridad -G1</b>				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	0.001	0.001	-	-
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.000	1.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	0.500

CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE LOGÍSTICA DE 4368 m<sup>2</sup> CON ALTILLO EN PUERTO DE SAGUNTO

Tabla 17. Desplazamientos.

<b>Integridad +G1</b>				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	0.001	0.001	-	-
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000

Tabla 18. Desplazamientos.

<b>Apariencia</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 - Uso B)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000

## 4 COMPROBACIÓN DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Para entender la documentación relativa a las comprobaciones de los distintos elementos de la estructura se seguirá la notación que se recopila a continuación:

**Notación de los resultados E.L.U:**

*b / t: Relación anchura / espesor*

*$\lambda$ : Limitación de esbeltez*

*$l_w$ : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida*

*$N_t$ : Resistencia a tracción*

*$N_c$ : Resistencia a compresión*

*$M_y$ : Resistencia a flexión eje Y*

*$M_z$ : Resistencia a flexión eje Z*

*$V_z$ : Resistencia a corte Z*

*$V_y$ : Resistencia a corte Y*

*$M_yV_z$ : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados*

*$M_zV_y$ : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados*

*$NM_yM_z$ : Resistencia a flexión y axil combinados*

*$NM_yM_zV_yV_z$ : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados*

*$M_t$ : Resistencia a torsión*

*$M_tV_z$ : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados*

*$M_tV_y$ : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados*

*x: Distancia al origen de la barra*

*h: Coeficiente de aprovechamiento (%)*

N.P.: No procede

**Notación de la descripción de los materiales:**

Ni: Nudo inicial

Nf: Nudo final

$b_{xy}$ : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'

$b_{xz}$ : 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

**Referencias en la comprobación de la flecha:**

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

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

## 4.1 Correas

El cálculo de las correas se ha realizado en el “Generador de pórticos”, donde se han introducido los siguientes datos para los dos tipos de correas.

### 4.1.1 Correas de cubierta

Para las correas de cubierta se ha establecido un límite de flecha  $L/300$ , 3 vanos y fijación rígida. Con ello se obtiene un perfil CF-200x3.0 con 1,91 m de separación. Queda resumido en la Tabla 19.

Tabla 19. Datos de correas de cubierta. Fuente: CYPE 3D.

Datos de correas de cubierta	
Descripción de correas	Parámetros de cálculo
Tipo de perfil: CF-200x3.0	Límite flecha: $L / 300$
Separación: 1.91 m	Número de vanos: Tres vanos
Tipo de Acero: S235	Tipo de fijación: Fijación rígida

#### 4.1.1.1 Comprobación de resistencia

El perfil seleccionado, Tabla 20, cumple todas las comprobaciones como se puede ver en la Tabla 21.

Aprovechamiento: 89,60%.

Barra pésima en cubierta

**CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE LOGÍSTICA DE 4368 m<sup>2</sup> CON ALTILLO EN PUERTO DE SAGUNTO**

*Tabla 20. Características perfil correas de cubierta. Fuente: CYPE 3D.*

<b>Perfil: CF-200x3.0</b>										
<b>Material: S235</b>										
	Nudos		Longitud d (m)	Características mecánicas						
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	y <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	z <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	
		0.950, 6.000, 13.395	0.950, 0.000, 13.395	6.000	10.2 0	588.2 9	45.9 0	0.31	- 13.41	0.00
	<b>Notas:</b> <sup>(1)</sup> Inercia respecto al eje indicado <sup>(2)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme <sup>(3)</sup> Coordenadas del centro de gravedad									
	Pandeo		Pandeo lateral							
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.						
	β	1.00	0.00	0.00						
	L <sub>k</sub>	6.000	0.000	0.000						
	C <sub>1</sub>	-	1.000							
<b>Notación:</b> β: Coeficiente de pandeo L <sub>k</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico										

*Tabla 21. Comprobaciones perfil correas de cubierta. Fuente: CYPE 3D.*

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)											Estado		
	b / t	$\bar{\lambda}$	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	M <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	V <sub>z</sub>	N <sub>t</sub> M <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	N <sub>c</sub> M <sub>y</sub> M <sub>z</sub>		N <sub>t</sub> M <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub> N <sub>t</sub> M <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>
pésima en cubierta	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx.</sub> Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	x: 0 m η = 89.6	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0 m η = 16.7	N.P. <sup>(7)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	N.P. <sup>(10)</sup>	<b>CUMPLE η = 89.6</b>
<b>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</b> <sup>(1)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción. <sup>(2)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción. <sup>(3)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión. <sup>(4)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. <sup>(5)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay flexión biaxial para ninguna combinación. <sup>(6)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. <sup>(7)</sup> No hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. <sup>(8)</sup> No hay interacción entre axil de compresión y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. <sup>(9)</sup> No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. <sup>(10)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.														

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

Se debe satisfacer:

$$h/t \leq 250$$

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

$$b/t \leq 90$$

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

$$c/t \leq 30$$

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

Los rigidizadores proporcionan suficiente rigidez, ya que se cumple:

$$0.2 \leq c/b \leq 0.6$$

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

Donde:

**h**: Altura del alma.

$$h : \underline{188.00} \text{ mm}$$

**b**: Ancho de las alas.

$$b : \underline{48.00} \text{ mm}$$

**c**: Altura de los rigidizadores.

$$c : \underline{14.00} \text{ mm}$$

**t**: Espesor.

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

Nota: Las dimensiones no incluyen el acuerdo entre elementos.

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.896} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.950, 6.000, 13.395, para la combinación de acciones 0.80\*G1 + 0.80\*G2 + 1.50\*V(0°) H1.

**M<sub>y,Ed</sub>**: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{y,Ed^+} : \underline{11.80} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

**M<sub>y,Ed</sub>**: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

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

La resistencia de cálculo a flexión **M<sub>c,Rd</sub>** viene dada por:

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{el} \cdot f_{yb}}{\gamma_{M0}}$$

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

Donde:

**W<sub>el</sub>**: Módulo resistente elástico correspondiente a la fibra de mayor tensión.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.167} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.950, 6.000, 13.395, para la combinación de acciones 0.80\*G1 + 0.80\*G2 + 1.50\*V(0°) H1.

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

$$V_{Ed} : \underline{12.65} \text{ kN}$$

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

$$V_{b,Rd} = \frac{\frac{h_w \cdot t \cdot f_{bv}}{\sin \phi}}{\gamma_{M0}}$$

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

Donde:

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

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

**t**: Espesor.

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

**φ**: Ángulo que forma el alma con la horizontal.

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

**f<sub>bv</sub>**: Resistencia a cortante, teniendo en cuenta el pandeo.

$$\bar{\lambda}_w \leq 0.83 \rightarrow f_{bv} = 0.58 \cdot f_{yb}$$

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

Siendo:

**λ<sub>w</sub>**: Esbeltez relativa del alma.

$$\bar{\lambda}_w = 0.346 \cdot \frac{h_w}{t} \cdot \sqrt{\frac{f_{yb}}{E}}$$

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

Donde:

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

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

**E**: Módulo de elasticidad.

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

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

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

#### 4.1.1.2 Comprobación de flecha

El perfil seleccionado cumple la comprobación de flecha

Porcentajes de aprovechamiento:

- Flecha: 79,82%

Coordenadas del nudo inicial: 55.050, 72.000, 13.395

Coordenadas del nudo final: 55.050, 78.000, 13.395

El aprovechamiento pésimo se produce para la combinación de hipótesis 1.00\*G1 + 1.00\*G2 + 1.00\*V(180°) H1 a una distancia 3.000 m del origen en el tercer vano de la correa.

(I<sub>y</sub> = 588 cm<sup>4</sup>) (I<sub>z</sub> = 46 cm<sup>4</sup>)

**CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE LOGÍSTICA DE 4368 m<sup>2</sup> CON ALTILLO EN PUERTO DE SAGUNTO**

4.1.2 Correas laterales

Para las correas laterales se ha establecido un límite de flecha L/300, 1 vano y fijación rígida. Se escoge el perfil de las correas de cubierta (CF-200x3.0) y con ello se obtiene una separación de 1,40m. Queda resumido en la Tabla 22.

Tabla 22. Datos de correas laterales. Fuente: CYPE 3D.

<b>Datos de correas laterales</b>	
Descripción de correas	Parámetros de cálculo
Tipo de perfil: CF-200x3.0	Límite flecha: L / 300
Separación: 1.40 m	Número de vanos: Un vano
Tipo de Acero: S235	Tipo de fijación: Fijación rígida

4.1.2.1 Comprobación de resistencia

El perfil seleccionado, ver Tabla 23, cumple todas las comprobaciones, que se recogen en la Tabla 24.

Aprovechamiento: 74,64%.

Barra pésima en lateral

Tabla 23. Características perfil correas laterales. Fuente: CYPE 3D.

Perfil: CF-200x3.0 Material: S235									
	Nudos			Longitud d (m)	Características mecánicas				
	Inicial	Final	Área (cm <sup>2</sup> )		I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	y <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	z <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)
	0.000, 6.000, 0.700	0.000, 0.000, 0.700	6.000	10.20	588.29	45.90	0.31	-	13.41
<b>Notas:</b> <sup>(1)</sup> Inercia respecto al eje indicado <sup>(2)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme <sup>(3)</sup> Coordenadas del centro de gravedad									
	Pandeo			Pandeo lateral					
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.					
β	0.00	1.00	0.00	0.00					
L <sub>k</sub>	0.000	6.000	0.000	0.000					
C <sub>1</sub>	-			1.000					
<b>Notación:</b> β: Coeficiente de pandeo L <sub>k</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico									

Tabla 24. Comprobaciones perfil correas laterales. Fuente: CYPE 3D.

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)												Estado	
	b / t	λ̄	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	M <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	V <sub>z</sub>	N <sub>t</sub> M <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	N <sub>c</sub> M <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	N <sub>M<sub>y</sub>M<sub>z</sub>V<sub>y</sub></sub>		M <sub>t</sub> N <sub>M<sub>y</sub>M<sub>z</sub>V<sub>y</sub></sub>
pésima en lateral	b / t ≤ (b / t) <sub>máx.</sub> Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	x: 3 m η = 74.6	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	x: 6 m η = 8.7	N.P. <sup>(7)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	N.P. <sup>(10)</sup>	<b>CUMPL E</b> <b>η = 74.6</b>

**CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE LOGÍSTICA DE 4368 m<sup>2</sup> CON ALTILLO EN PUERTO DE SAGUNTO**

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)											Estado
	b / t	$\bar{\lambda}$	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	M <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	V <sub>z</sub>	N <sub>t</sub> M <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	N <sub>c</sub> M <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	
Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción. (2) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción. (3) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión. (4) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. (5) La comprobación no procede, ya que no hay flexión biaxial para ninguna combinación. (6) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. (7) No hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (8) No hay interacción entre axil de compresión y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (9) No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (10) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.												

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

Se debe satisfacer:

$$h/t \leq 250$$

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

$$b/t \leq 90$$

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

$$c/t \leq 30$$

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

Los rigidizadores proporcionan suficiente rigidez, ya que se cumple:

$$0.2 \leq c/b \leq 0.6$$

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

Donde:

**h**: Altura del alma.

$$h : \underline{188.00} \text{ mm}$$

**b**: Ancho de las alas.

$$b : \underline{48.00} \text{ mm}$$

**c**: Altura de los rigidizadores.

$$c : \underline{14.00} \text{ mm}$$

**t**: Espesor.

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

Nota: Las dimensiones no incluyen el acuerdo entre elementos.

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.746} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

**M<sub>y,Ed</sub>**: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

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

Para flexión negativa:

CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE LOGÍSTICA DE 4368 m<sup>2</sup> CON ALTILLO EN PUERTO DE SAGUNTO

---

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.000 m del nudo 0.000, 6.000, 0.700, para la combinación de acciones 0.80\*G1 + 0.80\*G2 + 1.50\*V(270°) H1.

**M<sub>y,Ed</sub>**: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

**M<sub>y,Ed</sub>** : 9.83 kN·m

La resistencia de cálculo a flexión **M<sub>c,Rd</sub>** viene dada por:

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{el} \cdot f_{yb}}{\gamma_{M0}}$$

**M<sub>c,Rd</sub>** : 13.17 kN·m

Donde:

**W<sub>el</sub>**: Módulo resistente elástico correspondiente a la fibra de mayor tensión.

**W<sub>el</sub>** : 58.83 cm<sup>3</sup>

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

**f<sub>yb</sub>** : 235.00 MPa

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

**γ<sub>M0</sub>** : 1.05

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

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

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

**η** : 0.087 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.000, 0.000, 0.700, para la combinación de acciones 0.80\*G1 + 0.80\*G2 + 1.50\*V(270°) H1.

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

**V<sub>Ed</sub>** : 6.55 kN

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

$$V_{b,Rd} = \frac{\frac{h_w}{\sin \phi} \cdot t \cdot f_{bv}}{\gamma_{M0}}$$

**V<sub>b,Rd</sub>** : 75.69 kN

Donde:

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

**h<sub>w</sub>** : 194.36 mm

**t**: Espesor.

**t** : 3.00 mm

**φ**: Ángulo que forma el alma con la horizontal.

**φ** : 90.0 grados

**f<sub>bv</sub>**: Resistencia a cortante, teniendo en cuenta el pandeo.

$$\bar{\lambda}_w \leq 0.83 \rightarrow f_{bv} = 0.58 \cdot f_{yb}$$

**f<sub>bv</sub>** : 136.30 MPa

Siendo:

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

$$\bar{\lambda}_w = 0.346 \cdot \frac{h_w}{t} \cdot \sqrt{\frac{f_{yb}}{E}} \quad \bar{\lambda}_w : \underline{0.75}$$

Donde:

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

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

$E$ : Módulo de elasticidad.

$E : \underline{210000.00}$  MPa

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

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

#### 4.1.2.2 Comprobación de flecha

El perfil seleccionado cumple la comprobación de flecha.

Porcentajes de aprovechamiento:

- Flecha: 99.43%

Coordenadas del nudo inicial: 0.000, 6.000, 0.700

Coordenadas del nudo final: 0.000, 0.000, 0.700

El aprovechamiento pésimo se produce para la combinación de hipótesis 1.00\*G1 + 1.00\*G2 + 1.00\*V(270°) H1 a una distancia 3.000 m del origen en el primer vano de la correa.

(I<sub>y</sub> = 588 cm<sup>4</sup>) (I<sub>z</sub> = 46 cm<sup>4</sup>)

Finalmente, la nave se resuelve con un total de 32 correas en cubierta y 20 correas laterales. La medición final queda resumida en la Tabla 25.

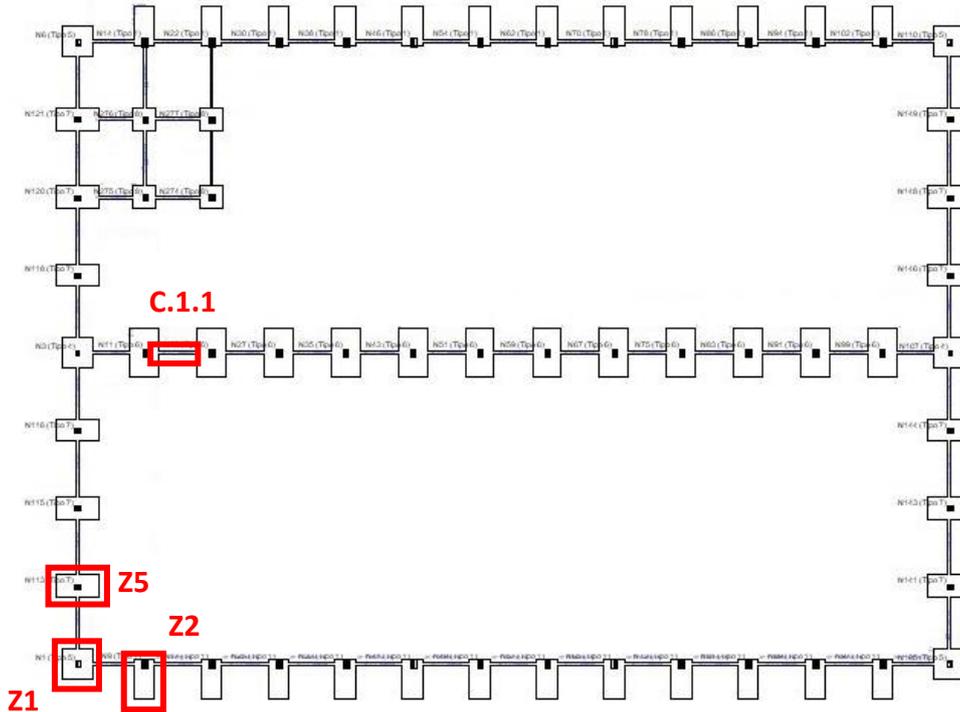
Tabla 25. Medición de las correas. Fuente: CYPE 3D.

Medición de correas			
Tipo de correas	Nº de correas	Peso lineal kg/m	Peso superficial kN/m <sup>2</sup>
Correas de cubierta	32	256.29	0.04
Correas laterales	20	160.18	0.03

## 4.2 Cimentación

La cimentación está formada por un sistema de zapatas unidas por vigas de atado. Su funcionalidad es sustentar y anclar la estructura superior y transmitir las cargas al suelo. Se muestran las comprobaciones de tres tipos de zapatas diferentes: una cuadrada, una rectangular excéntrica y otra rectangular centrada. Además, se incluye la comprobación de la viga de atado. Los elementos seleccionados quedan remarcados en la Ilustración 37.

## CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE LOGÍSTICA DE 4368 m<sup>2</sup> CON ALTILLO EN PUERTO DE SAGUNTO



*Ilustración 37. Selección de las zapatas y viga de atado.*

### 4.2.1 Zapata tipo 1

Se adjunta la comprobación para la zapata correspondiente al nudo N1 y que pertenece al grupo de zapatas cuadradas de las esquinas. (Tabla 26).

*Tabla 26. Comprobaciones zapata N1. Fuente: CYPE 3D.*

Referencia: N1		
Dimensiones: 280 x 280 x 65		
Armados: Xi:Ø12c/13 Yi:Ø12c/13 Xs:Ø12c/13 Ys:Ø12c/13		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0361008 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.032373 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0419868 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		
<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 50.6 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 116.9 %	Cumple
Flexión en la zapata:		

CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE LOGÍSTICA DE 4368 m<sup>2</sup> CON ALTILLO EN PUERTO DE SAGUNTO

Referencia: N1		
Dimensiones: 280 x 280 x 65		
Armados: Xi:Ø12c/13 Yi:Ø12c/13 Xs:Ø12c/13 Ys:Ø12c/13		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección X:	Momento: 52.05 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 46.51 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 44.44 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 40.12 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup>	
<i>Criterio de CYPE</i>	Calculado: 175.6 kN/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo:		
<i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 15 cm	
	Calculado: 65 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N1:	Mínimo: 40 cm	
	Calculado: 58 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima:		
<i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1</i>	Mínimo: 0.0012	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0013	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0013	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0013	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0013	Cumple
Diámetro mínimo de las barras:		
<i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras:		
<i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 13 cm	Cumple
Separación mínima entre barras:		
<i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 13 cm	Cumple
Longitud de anclaje:		
49.5	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 66 cm	Cumple

CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE LOGÍSTICA DE 4368 m<sup>2</sup> CON ALTILLO EN PUERTO DE SAGUNTO

Referencia: N1		
Dimensiones: 280 x 280 x 65		
Armados: Xi:Ø12c/13 Yi:Ø12c/13 Xs:Ø12c/13 Ys:Ø12c/13		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 66 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 56 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 56 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 66 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 66 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 56 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 56 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.11		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.10		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 573.98 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 573.98 kN		

#### 4.2.2 Zapata tipo 2

A continuación, se incluye la comprobación para la zapata correspondiente al nudo N9 y que pertenece al grupo de zapatas rectangulares excéntricas del pórtico de fachada lateral inferior. (Tabla 27).

*Tabla 27. Comprobaciones zapata N9. Fuente: CYPE 3D.*

Referencia: N9		
Dimensiones: 200 x 365 x 115		
Armados: Xi:Ø20c/21 Yi:Ø20c/22 Xs:Ø20c/21 Ys:Ø20c/22		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0414963 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0562113 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0739674 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		
<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 414.5 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 35.1 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 19.83 kN·m	Cumple

CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE LOGÍSTICA DE 4368 m<sup>2</sup> CON ALTILLO EN PUERTO DE SAGUNTO

Referencia: N9		
Dimensiones: 200 x 365 x 115		
Armados: Xi:Ø20c/21 Yi:Ø20c/22 Xs:Ø20c/21 Ys:Ø20c/22		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección Y:	Momento: -232.18 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 104.08 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 64.1 kN/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo: <i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 115 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N9:	Mínimo: 50 cm Calculado: 106 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0012 Calculado: 0.0013	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0012 Calculado: 0.0013	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.00123 Calculado: 0.00123	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.00123 Calculado: 0.00123	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1</i>		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 20 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 20 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 22 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 22 cm	Cumple
Longitud de anclaje: 49.5		

CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE LOGÍSTICA DE 4368 m<sup>2</sup> CON ALTILLO EN PUERTO DE SAGUNTO

Referencia: N9		
Dimensiones: 200 x 365 x 115		
Armados: Xi:Ø20c/21 Yi:Ø20c/22 Xs:Ø20c/21 Ys:Ø20c/22		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm Calculado: 211 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 28 cm Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 28 cm Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 28 cm Calculado: 219 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 20 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 28 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo flexible		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.01		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.22		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 0.00 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 646.68 kN		

#### 4.2.3 Zapata tipo 5

En la Tabla 28 queda resumida la comprobación para la zapata correspondiente al nudo N113 y que pertenece al grupo de zapatas rectangulares centradas del pórtico de fachada.

**CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE LOGÍSTICA DE 4368 m<sup>2</sup> CON ALTILLO EN PUERTO DE SAGUNTO**

*Tabla 28. Comprobaciones zapata N113. Fuente: CYPE 3D.*

Referencia: N113		
Dimensiones: 210 x 390 x 85		
Armados: Xi:Ø20c/30 Yi:Ø20c/30 Xs:Ø20c/30 Ys:Ø20c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0315882 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0242307 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0672966 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 552.8 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 71.0 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 30.99 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 151.78 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 10.50 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 102.32 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: <i>Criterio de CYPE</i>		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 85.7 kN/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo: <i>Criterio de CYPE</i>		
	Mínimo: 15 cm Calculado: 85 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N113:	Mínimo: 44 cm Calculado: 76 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.00123 Calculado: 0.00123	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.00123	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.00123	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.00123	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1</i>		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 20 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 20 mm	Cumple

CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE LOGÍSTICA DE 4368 m<sup>2</sup> CON ALTILLO EN PUERTO DE SAGUNTO

Referencia: N113		
Dimensiones: 210 x 390 x 85		
Armados: Xi:Ø20c/30 Yi:Ø20c/30 Xs:Ø20c/30 Ys:Ø20c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Separación máxima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>49.5</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 33 cm Calculado: 34 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 33 cm Calculado: 34 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 20 cm Calculado: 94 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm Calculado: 94 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 33 cm Calculado: 34 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 33 cm Calculado: 34 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 28 cm Calculado: 94 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 28 cm Calculado: 94 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 20 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 20 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.03		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.25		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 984.24 kN		

**CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE LOGÍSTICA DE 4368 m<sup>2</sup> CON ALTILLO EN PUERTO DE SAGUNTO**

Referencia: N113		
Dimensiones: 210 x 390 x 85		
Armados: Xi:Ø20c/30 Yi:Ø20c/30 Xs:Ø20c/30 Ys:Ø20c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 530.03 kN		

#### 4.2.4 Viga de atado

Se añade la comprobación de la viga de atado que une los nudos N11-N19 en la Tabla 29.

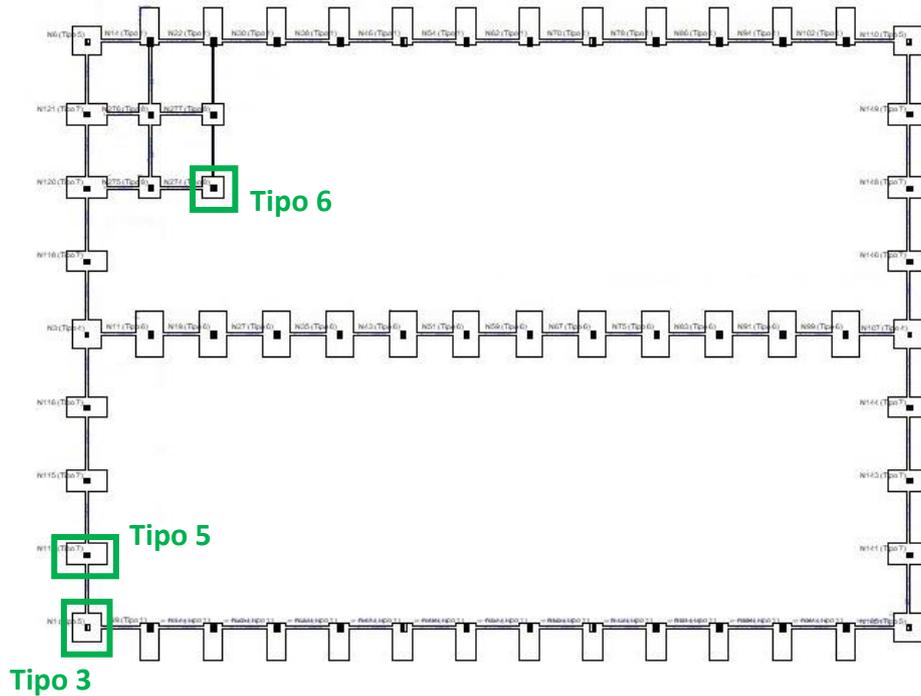
*Tabla 29. Comprobación viga de atado.*

Referencia: C.1.1 [N11-N19] (Viga de atado)		
-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm		
-Armadura superior: 2Ø12		
-Armadura inferior: 2Ø12		
-Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)</i>	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)</i>	Mínimo: 3.5 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos:		
- Sin cortantes: <i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.2 (6)</i>	Máximo: 25.2 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.3): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)		
- No llegan estados de carga a la cimentación.		

#### 4.3 Placas de anclaje

Las placas de anclaje son los elementos de unión de los pilares con las zapatas. En la Ilustración 38 están marcadas los tipos de placas de anclaje de la nave industrial que han sido seleccionadas para la comprobación de: E.L.U. Agotamiento del apoyo, E.L.U. Agotamiento de la placa a flexión, E.L.U. Agotamiento de los pernos y E.L.U. Anclaje de los pernos.

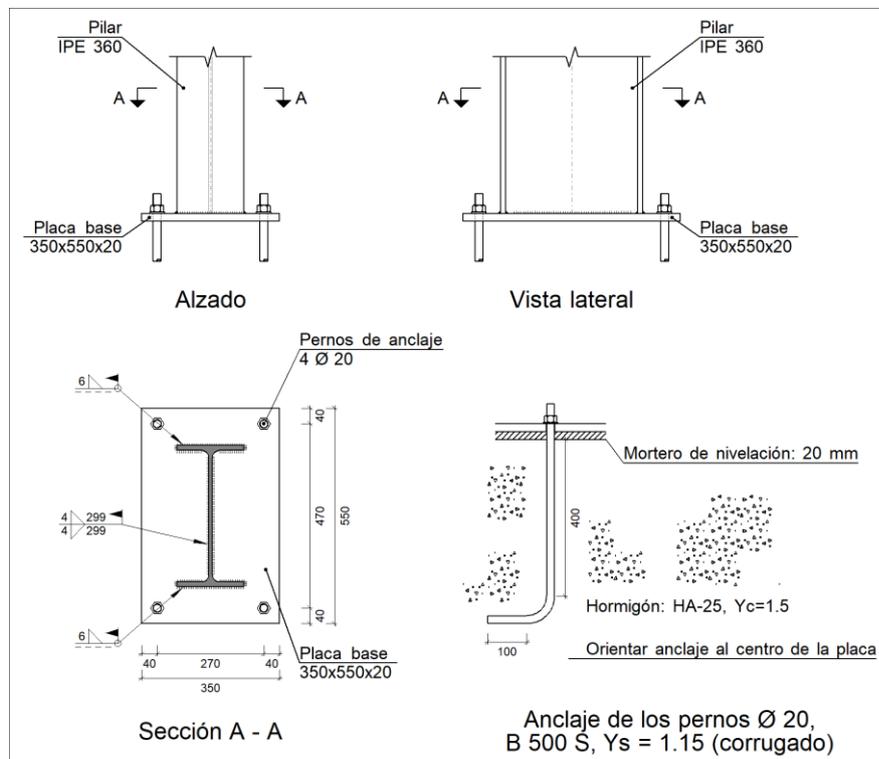
# CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE LOGÍSTICA DE 4368 m<sup>2</sup> CON ALTILLO EN PUERTO DE SAGUNTO



*Ilustración 38. Selección de las placas de anclaje.*

### 4.3.1 Placa de anclaje tipo 3

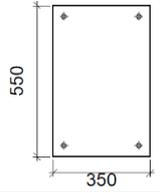
En la Ilustración 39 y la Tabla 30 quedan presentados los detalles de los elementos de la placa de anclaje tipo 3, que pertenece al grupo de placas de las esquinas de la nave.



*Ilustración 39. Detalle placa de anclaje tipo 3. Fuente: CYPE 3D.*

**CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE LOGÍSTICA DE 4368 m<sup>2</sup> CON ALTILLO EN PUERTO DE SAGUNTO**

*Tabla 30. Descripción de los componentes de la unión. Fuente: CYPE 3D.*

<b>Elementos complementarios</b>									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f <sub>y</sub> (MPa)	f <sub>u</sub> (MPa)
Placa base		350	550	20	4	20	S275	275.0	410.0

Las comprobaciones geométricas y de resistencia de los cordones de soldadura con el pilar IPE 360 se adjuntan en la Tabla 31 y en la Tabla 32.

**Cordones de soldadura**

*Tabla 31. Comprobaciones geométricas placa de anclaje tipo 3. Fuente: CYPE 3D.*

<b>Comprobaciones geométricas</b>					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	6	170	12.7	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	4	299	8.0	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	6	170	12.7	90.00

*a: Espesor garganta  
l: Longitud efectiva  
t: Espesor de piezas*

*Tabla 32. Comprobaciones de resistencia placa de anclaje tipo 3. Fuente: CYPE 3D.*

<b>Comprobación de resistencia</b>									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	β <sub>w</sub>
	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>  </sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	139.5	139.5	4.9	279.2	72.35	139.5	42.54	410.0	0.85
Soldadura del alma	40.7	40.7	2.6	81.4	21.11	40.7	12.40	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	140.0	140.0	4.9	280.2	72.61	140.0	42.69	410.0	0.85

Las comprobaciones han resultado favorables para la placa de anclaje tipo 3, tal y como se observa en la Tabla 33.

*Tabla 33. Comprobaciones placa de anclaje tipo 3. Fuente: CYPE 3D.*

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 60 mm Calculado: 270 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 30 mm Calculado: 75 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 30 mm Calculado: 40 mm	Cumple

**CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE LOGÍSTICA DE 4368 m<sup>2</sup> CON ALTILLO EN PUERTO DE SAGUNTO**

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 22 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
- Tracción:	Máximo: 88.9 kN Calculado: 57.58 kN	Cumple
- Cortante:	Máximo: 62.23 kN Calculado: 14.5 kN	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 88.9 kN Calculado: 78.28 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 99.86 kN Calculado: 61.6 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 476.19 MPa Calculado: 210.421 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 209.52 kN Calculado: 14.7 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 261.905 MPa	
- Derecha:	Calculado: 126.574 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 126.31 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 212.466 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 213.716 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 1290.47	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 1294.37	Cumple
- Arriba:	Calculado: 692.086	Cumple
- Abajo:	Calculado: 687.751	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.106		

#### 4.3.2 Placa de anclaje tipo 5

Las placas de anclaje tipo 5 son aquellas que se encargan de unir los pilares interiores de los pórticos de fachada con la cimentación. Los detalles de estas se visualizan en la Ilustración 40 y en la Tabla 34.

**CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE LOGÍSTICA DE 4368 m<sup>2</sup> CON ALTILLO EN PUERTO DE SAGUNTO**

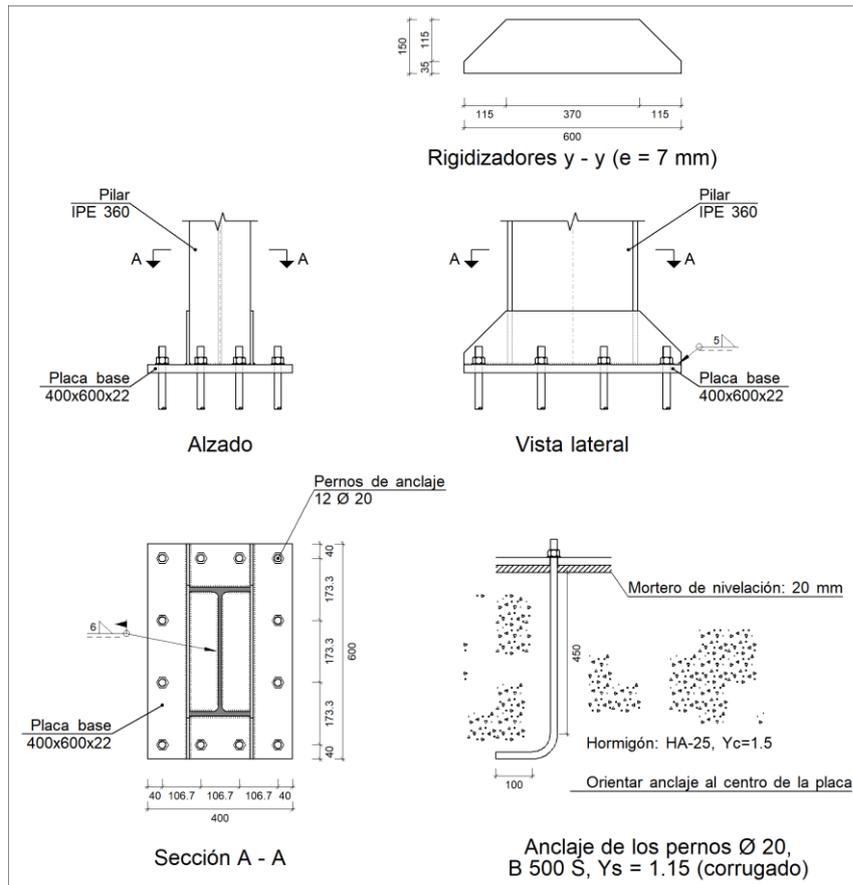
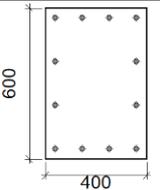


Ilustración 40. Detalle placa de anclaje tipo 5. Fuente: CYPE 3D.

Tabla 34. Descripción de los componentes de la unión. Fuente: CYPE 3D.

<b>Elementos complementarios</b>									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f <sub>y</sub> (MPa)	f <sub>u</sub> (MPa)
Placa base		400	600	22	12	20	S275	275.0	410.0
Rigidizador		600	150	7	-	-	S275	275.0	410.0

La comprobación de los cordones de soldadura con el pilar IPE 360 queda resumido en la Tabla 35 y en la Tabla 36.

**Cordones de soldadura**

**CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE LOGÍSTICA DE 4368 m<sup>2</sup> CON ALTILLO EN PUERTO DE SAGUNTO**

*Tabla 35. Comprobaciones geométricas placa de anclaje tipo 5. Fuente: CYPE 3D.*

<b>Comprobaciones geométricas</b>					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	6	1189	8.0	90.00
<i>a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas</i>					

*Tabla 36. Comprobaciones de resistencia placa de anclaje tipo 5. Fuente: CYPE 3D.*

<b>Comprobación de resistencia</b>									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	β <sub>w</sub>
	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>∥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.							410.0	0.85

Se resuelve de manera favorable la comprobación de las placas de anclaje tipo 5, tal y como queda resumido en la Tabla 37.

*Tabla 37. Comprobaciones placa de anclaje tipo 5. Fuente: CYPE 3D.*

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 60 mm Calculado: 107 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 30 mm Calculado: 32 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 30 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: -Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 47.5	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 22 cm Calculado: 45 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: -Tracción: -Cortante: -Tracción + Cortante:	Máximo: 100.01 kN Calculado: 90 kN Máximo: 70.01 kN Calculado: 6.23 kN Máximo: 100.01 kN Calculado: 98.9 kN	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 99.86 kN Calculado: 91.07 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 476.19 MPa Calculado: 292.149 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 230.48 kN Calculado: 6.24 kN	Cumple

**CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE LOGÍSTICA DE 4368 m<sup>2</sup> CON ALTILLO EN PUERTO DE SAGUNTO**

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 261.905 MPa	
- Derecha:	Calculado: 82.8677 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 90.7747 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 258.152 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 258.243 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 1987.21	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 2163.45	Cumple
- Arriba:	Calculado: 3826.13	Cumple
- Abajo:	Calculado: 3824.81	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 185.466 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.242		
- Punto de tensión local máxima: (0.085, -0.156)		

Además, se adjunta la comprobación realizada de los cordones de soldadura y los rigidizadores en la Tabla 38 y Tabla 39.

### Cordones de soldadura

*Tabla 38. Comprobaciones geométricas rigidizador. Fuente: CYPE 3D.*

<b>Comprobaciones geométricas</b>					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Rigidizador y-y (x = -89): Soldadura a la placa base	En ángulo	5	600	7.0	90.00
Rigidizador y-y (x = 89): Soldadura a la placa base	En ángulo	5	600	7.0	90.00
<i>a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas</i>					

*Tabla 39. Comprobaciones de resistencia rigidizador. Fuente: CYPE 3D.*

<b>Comprobación de resistencia</b>									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	β <sub>w</sub>
	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>  </sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = -89): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 89): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85

4.3.3 Placa de anclaje tipo 6

El último tipo de placa de anclaje pertenece al grupo de placas que conectan con los pilares del altillo. Su detalle visual y descripción se observan en la Ilustración 41 y en la Tabla 40.

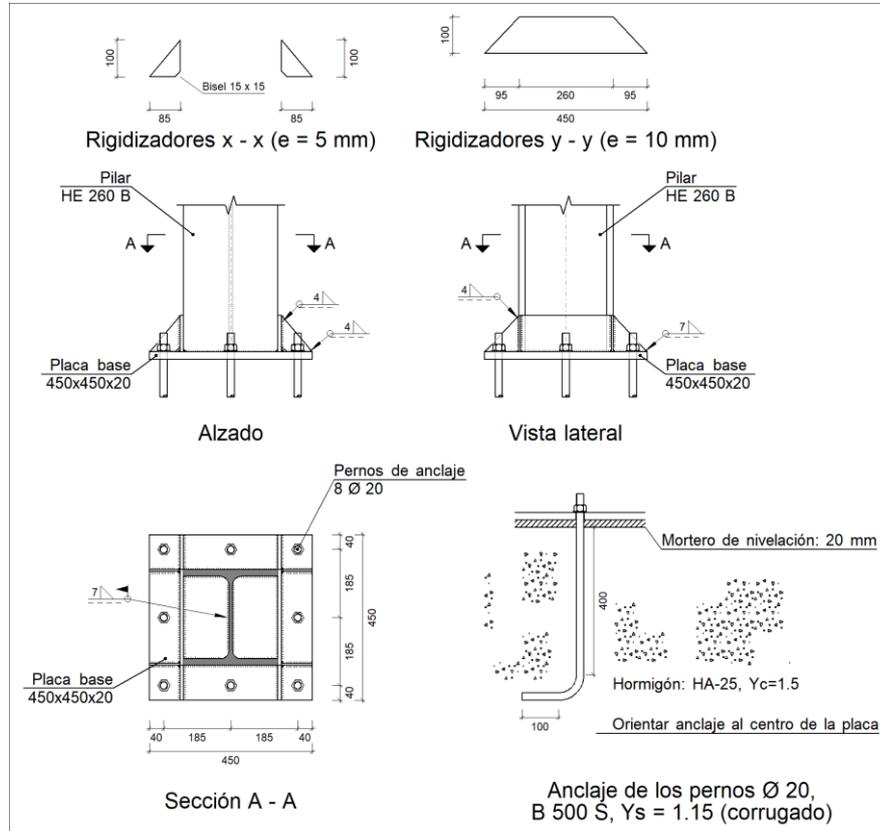


Ilustración 41. Detalle placa de anclaje tipo 6. Fuente: CYPE 3D.

Tabla 40. Descripción de los componentes de la unión. Fuente: CYPE 3D.

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f <sub>y</sub> (MPa)	f <sub>u</sub> (MPa)
Placa base		450	450	20	8	20	S275	275.0	410.0
Rigidizador		85	100	5	-	-	S275	275.0	410.0

CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE LOGÍSTICA DE 4368 m<sup>2</sup> CON ALTILLO EN PUERTO DE SAGUNTO

<b>Elementos complementarios</b>									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f <sub>y</sub> (MPa)	f <sub>u</sub> (MPa)
Rigidizador		450	100	10	-	-	S275	275.0	410.0

A continuación, se presentan las comprobaciones geométricas y de resistencia de los cordones de soldadura con el pilar HE 260 B en la Tabla 41 y Tabla 42.

**Cordones de soldadura**

*Tabla 41. Comprobaciones geométricas placa de anclaje tipo 6. Fuente: CYPE 3D.*

<b>Comprobaciones geométricas</b>					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	7	1278	10.0	90.00

*a: Espesor garganta  
l: Longitud efectiva  
t: Espesor de piezas*

*Tabla 42. Comprobaciones de resistencia placa de anclaje tipo 6. Fuente: CYPE 3D.*

<b>Comprobación de resistencia</b>									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	β <sub>w</sub>
	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>  </sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.							410.0	0.85

Seguidamente, en la Tabla 43, se adjuntan las comprobaciones de la placa de anclaje seleccionada.

*Tabla 43. Comprobaciones placa de anclaje tipo 6. Fuente: CYPE 3D.*

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 60 mm Calculado: 185 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 30 mm Calculado: 45 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 30 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a X:	Máximo: 50 Calculado: 47.8	Cumple

**CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE LOGÍSTICA DE 4368 m<sup>2</sup> CON ALTILLO EN PUERTO DE SAGUNTO**

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
- Paralelos a Y:	Calculado: 23.9	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 22 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
- Tracción:	Máximo: 88.9 kN Calculado: 73.06 kN	Cumple
- Cortante:	Máximo: 62.23 kN Calculado: 5.61 kN	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 88.9 kN Calculado: 81.07 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 99.86 kN Calculado: 76.17 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 476.19 MPa Calculado: 243.527 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 209.52 kN Calculado: 5.61 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 261.905 MPa	
- Derecha:	Calculado: 155.403 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 142.203 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 143.683 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 234.591 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 6983.34	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 8403.92	Cumple
- Arriba:	Calculado: 6755.62	Cumple
- Abajo:	Calculado: 4261.59	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 220.76 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.25		
- Punto de tensión local máxima: (0.14, 0.13)		

Por último, se añaden en la Tabla 44 y en la Tabla 45 las comprobaciones geométricas y de resistencia de los rigidizadores.

**Cordones de soldadura**

**CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE LOGÍSTICA DE 4368 m<sup>2</sup> CON ALTILLO EN PUERTO DE SAGUNTO**

*Tabla 44. Comprobaciones geométricas rigidizador. Fuente: CYPE 3D.*

<b>Comprobaciones geométricas</b>					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Rigidizador x-x (y = -128): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	85	5.0	90.00
Rigidizador x-x (y = -128): Soldadura al rigidizador en el extremo	En ángulo	4	85	5.0	90.00
Rigidizador x-x (y = -128): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	85	5.0	90.00
Rigidizador x-x (y = -128): Soldadura al rigidizador en el extremo	En ángulo	4	85	5.0	90.00
Rigidizador x-x (y = 128): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	85	5.0	90.00
Rigidizador x-x (y = 128): Soldadura al rigidizador en el extremo	En ángulo	4	85	5.0	90.00
Rigidizador x-x (y = 128): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	85	5.0	90.00
Rigidizador x-x (y = 128): Soldadura al rigidizador en el extremo	En ángulo	4	85	5.0	90.00
Rigidizador y-y (x = -135): Soldadura a la placa base	En ángulo	7	450	10.0	90.00
Rigidizador y-y (x = 135): Soldadura a la placa base	En ángulo	7	450	10.0	90.00
<i>a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas</i>					

*Tabla 45. Comprobaciones de resistencia rigidizador. Fuente: CYPE 3D,*

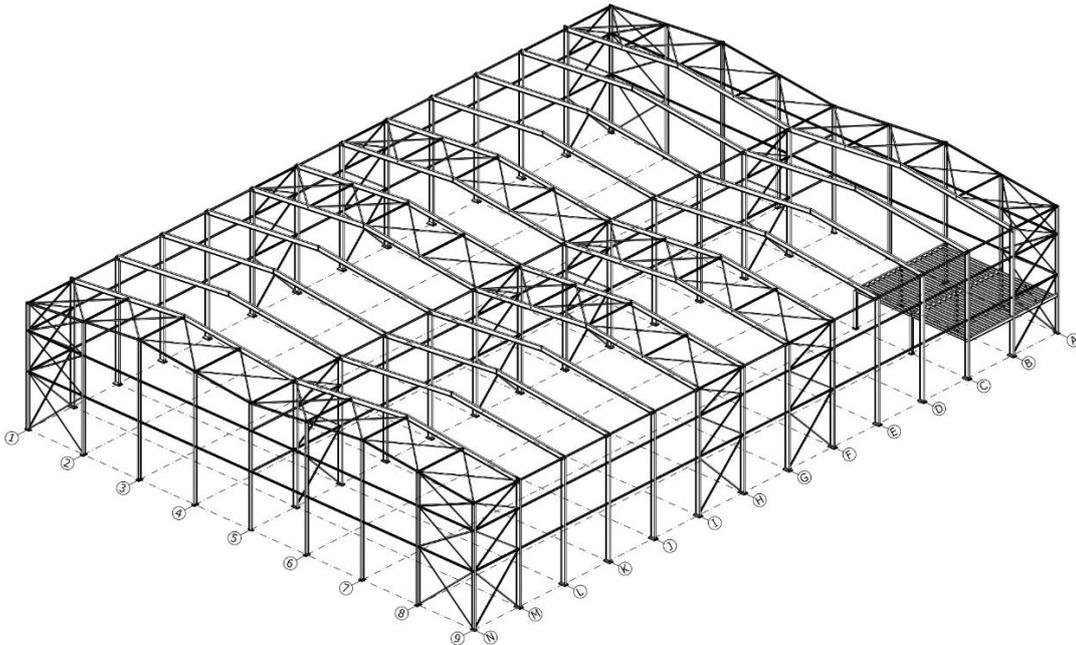
<b>Comprobación de resistencia</b>									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	β <sub>w</sub>
	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>∥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Rigidizador x-x (y = -128): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = -128): Soldadura al rigidizador en el extremo	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = -128): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = -128): Soldadura al rigidizador en el extremo	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = 128): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = 128): Soldadura al rigidizador en el extremo	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = 128): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = 128): Soldadura al rigidizador en el extremo	La comprobación no procede.							410.0	0.85

CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE LOGÍSTICA DE 4368 m<sup>2</sup> CON ALTILLO EN PUERTO DE SAGUNTO

<b>Comprobación de resistencia</b>									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	β <sub>w</sub>
	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>  </sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = -135): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 135): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85

#### 4.4 Estructura metálica

La estructura metálica es el esqueleto de la nave industrial. Está formada por dos naves adosadas y en una de ellas se encuentra un altillo de 4 m de altura. La constituyen 2 pórticos de fachada y 12 pórticos interiores, donde cada alineación queda definida, tal y como se observa en la Ilustración 42, con letras de la A a la N. Además, los pórticos laterales quedan numerados desde la alineación 1 a la 9.



*Ilustración 42. Vista 3D con detalle de alineaciones. Fuente: CYPE 3D.*

##### 4.4.1 Cálculos previos

###### 4.4.1.1 Sistema arriostramiento

En primer lugar, se realiza el cálculo del sistema de arriostramiento de fachada para poder dividir los pilares y así poder cumplir la esbeltez máxima de las barras. Al tratarse de una nave de gran altura, se decide dividir los pilares en tres tramos, tal y como se muestra en la siguiente imagen (Ilustración 43).

CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE LOGÍSTICA DE 4368 m<sup>2</sup> CON ALTILLO EN PUERTO DE SAGUNTO

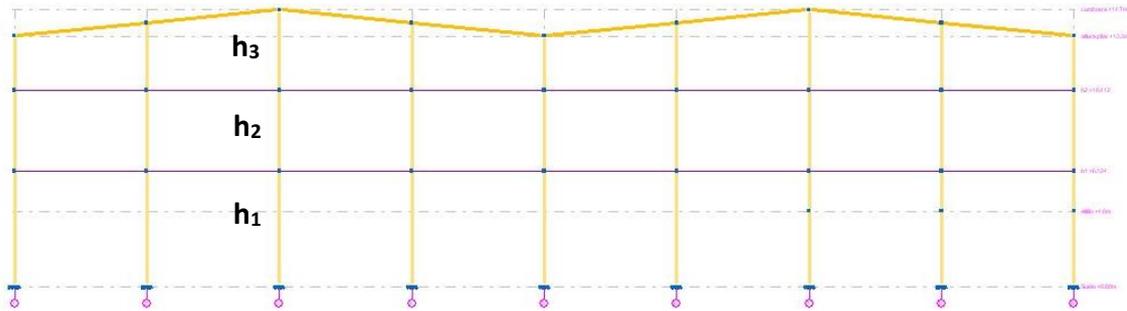


Ilustración 43. Sistema de arriostramiento del pórtico de fachada. CYPE 3D.

Para calcular cada tramo, estos deberán cumplir que:

$$h = h_1 + h_2 + h_3 \quad (5)$$

$$\beta_1 h_1 = \beta_2 h_2 = \beta_3 h_3 \quad (6)$$

donde  $h=14.7$ ,  $\beta_1=0.7$ ,  $\beta_2=1$  y  $\beta_3=1$ .

Resolviendo se obtienen los siguientes resultados:

$h_1 = 6.124 \text{ m}$	$h_2 = 4.288 \text{ m}$	$h_3 = 4.288 \text{ m}$
-------------------------	-------------------------	-------------------------

#### 4.4.1.2 Esbeltez máxima y predimensionado

Para el predimensionado de las barras se lleva a cabo la comprobación de la esbeltez reducida máxima, que dependerá de cada barra estudiada.

La esbeltez reducida se calcula con la expresión (7):

$$\bar{\lambda} = \frac{\lambda_k}{\lambda_{lim}} \quad (7)$$

donde:

$$\lambda_k = \frac{L_k}{i_y} \quad (8)$$

$$\lambda_{lim} = \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot E}{f_y}} \quad (9)$$

siendo:

- $L_k$  la longitud de pandeo en dicho plano, que viene dada por la beta de pandeo y la longitud de cada barra:

$$L_k = \beta \cdot L \quad (10)$$

CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE LOGÍSTICA DE 4368 m<sup>2</sup> CON ALTILLO EN PUERTO DE SAGUNTO

- $i_y$  el radio de giro de la sección bruta de la pieza respecto al eje de inercia considerado.
- $E$  el módulo de elasticidad del material.
- $f_y$  la tensión del límite elástico del material.
- $\lambda_{lim} = 86.814$  para acero S275

Sustituyendo las ecuaciones (7), (8) y (9), se despeja el radio de giro mínimo que debe cumplir una barra (11):

$$i \geq \frac{\beta \cdot L}{\bar{\lambda} \cdot 86.814} \quad (11)$$

Aplicando la expresión (11) tanto para el plano XY como para el XZ con sus respectivas betas de pandeo, se logra encontrar el primer perfil que cumple el radio de giro mínimo para cada una de las barras. Se muestra el resultado obtenido con el eje más desfavorable de cada caso en la Tabla 46.

*Tabla 46. Perfil mínimo necesario y su comprobación.*

BARRAS	ESBELTEZ REDUCIDA MÁXIMA	COMPROBACIÓN	PRIMER PERFIL QUE CUMPLE
Pilar pórtico de fachada	$\bar{\lambda} \leq 2$	$i_y \geq \frac{\beta_y \cdot h}{\bar{\lambda} \cdot 86.814} = \frac{0,7 \cdot 14700}{2 \cdot 86,814} = 59,26 \text{ mm}$	IPE 240
Jácena pórtico de fachada	$\bar{\lambda} \leq 2$	$i_y \geq \frac{\beta_y \cdot s_f}{\bar{\lambda} \cdot 86.814} = \frac{1 \cdot 7000}{2 \cdot 86,814} = 40,31 \text{ mm}$	IPE 120
Pilar y jácena pórtico interior	$\bar{\lambda} \leq 2$	$i_y \geq \frac{\beta_y \cdot Luz}{\bar{\lambda} \cdot 86.814} = \frac{1 \cdot 28000}{2 \cdot 86,814} = 161,26 \text{ mm}$	IPE 450
Viga perimetral	$\bar{\lambda} \leq 4$	$i \geq \frac{\beta \cdot L}{\bar{\lambda} \cdot 86.814} = \frac{1 \cdot 6000}{4 \cdot 86,814} = 17,27 \text{ mm}$	IPE 160
Montantes	$\bar{\lambda} \leq 2$	$i_{min} \geq \frac{\beta \cdot s_f}{\bar{\lambda} \cdot 86.814} = \frac{1 \cdot 7000}{2 \cdot 86,814} = 40,31 \text{ mm}$	SHS 110.3
Diagonales	$\bar{\lambda} \leq 3$	$i_{min\_vv} \geq \frac{\beta \cdot \frac{L}{2}}{\bar{\lambda} \cdot 86.814} = \frac{1 \cdot \frac{9300}{2}}{3 \cdot 86,814} = 17,85 \text{ mm}$	Lx100x100x6

#### 4.4.1.3 Modelo de pandeo

Se establecen en este apartado los coeficientes de pandeo  $\beta$  de los distintos elementos de la estructura. Para ello se hará uso de las siguientes variables:

- Coeficiente de distribución  $\eta$ : es una medida de la libertad de giro del extremo de una barra ( $\eta_i=0$  si se trata de un empotramiento y  $\eta_i=1$  si es una articulación).

- GT: Grado de Traslacionalidad (GT=0 para modo de pandeo intraslacional y GT=1 para modo de pandeo traslacional)

Se estudiará el caso más desfavorable, es decir, para pandeo traslacional, con lo que el coeficiente de pandeo  $\beta$  se calculará con la ecuación (12):

$$\beta = \frac{L_k}{L} = \sqrt{\frac{1 - 0,2 \cdot (\eta_1 + \eta_2) - 0,12 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2}{1 - 0,8 \cdot (\eta_1 + \eta_2) + 0,6 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2}} \quad (12)$$

siendo:

- $\eta_1$  el coeficiente de distribución del nudo superior
- $\eta_2$  el coeficiente de distribución del nudo inferior

- **Pilares exteriores del pórtico interior**

- $\eta_1$  se calcula con la expresión simplificada siguiente, teniendo el mismo perfil para pilar y jácena:

$$\eta_1 = \frac{L}{L + 1,5 \cdot h} = \frac{28}{28 + 1,5 \cdot 13,3} = 0,5839 \quad (13)$$

donde L es la luz del pórtico de la nave y h es la altura del pilar.

- $\eta_2$  tendrá el valor de 0 por ser empotrado.
- Sustituyendo en la ecuación (12) se obtiene un coeficiente de pandeo  $\beta=1,28$ .

- **Pilar central del pórtico interior**

- $\eta_1$  se calcula de forma similar a la anterior, pero hay que tener en cuenta que en los pilares interiores se juntan dos jácenas, por lo que la expresión quedará:

$$\eta_1 = \frac{L}{L + 3 \cdot h} = \frac{28}{28 + 3 \cdot 13,3} = 0,4123 \quad (14)$$

- $\eta_2$  tendrá el valor de 0 por ser empotrado.
- Sustituyendo en la ecuación (12) se obtiene un coeficiente de pandeo  $\beta=1,17$ .

A continuación, se resumen todos los coeficientes de pandeo y los coeficientes de momento uniforme equivalente ( $c_m$ ) de todas las barras de la estructura (Tabla 47). En aquellas barras en las que no se introduce el coeficiente de pandeo beta si no directamente la longitud de pandeo  $L_k$ , se especifica este valor en la tabla.

CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE LOGÍSTICA DE 4368 m<sup>2</sup> CON ALTILLO EN PUERTO DE SAGUNTO

Tabla 47. Coeficientes de Pandeo y de Momento introducidos en CYPE 3D.

		PLANO	$\beta$	$C_{m,i}$	$L_k$ (m)	
PÓRTICO INTERIOR	PILARES EXTERNOS TRAMO INFERIOR	XY	0,7	1	-	
		XZ	-	0,9	$\beta=1,28$ para toda la longitud $13,3 \times 1,28=17,12$	
	PILARES EXTERNOS TRAMO SUPERIOR	XY	1	1	-	
		XZ	-	0,9	$\beta=1,28$ para toda la longitud $13,3 \times 1,28=17,12$	
	PILAR CENTRAL TRAMO INFERIOR	XY	0,7	1	-	
		XZ	-	0,9	$\beta=1,17$ para toda la longitud $13,3 \times 1,17=15,56$	
	PILAR CENTRAL TRAMO SUPERIOR	XY	1	1	-	
		XZ	-	0,9	$\beta=1,17$ para toda la longitud $13,3 \times 1,17=15,56$	
	JÁCENAS	XY	-	1	1,91	
		XZ	-	0,65	28	
	PÓRTICO DE FACHADA	PILARES EXTERNOS TRAMO INFERIOR	XY	0,7	1	-
			XZ	0,7	1	-
PILARES EXTERNOS TRAMO SUPERIOR		XY	1	1	-	
		XZ	1	1	-	
PILARES INTERNOS TRAMO INFERIOR		XY	0,7	1	-	
		XZ	-	0,55	$\beta=0,7$ para toda la longitud $14,7 \times 0,7=10,29$	
PILARES INTERNOS TRAMO SUPERIOR		XY	1	1	-	
		XZ	-	0,55	$\beta=0,7$ para toda la longitud $14,7 \times 0,7=10,29$	
PILAR CENTRAL INFERIOR		XY	-	0,55	$\beta=0,7$ para toda la longitud $13,3 \times 0,7=9,31$	
		XZ	0,7	1	-	
PILAR CENTRAL SUPERIOR		XY	-	0,55	$\beta=0,7$ para toda la longitud $13,3 \times 0,7=9,31$	
		XZ	1	1	-	
JÁCENA		XY	-	1	1,91	
		XZ	1	0,5	-	

CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE LOGÍSTICA DE 4368 m<sup>2</sup> CON ALTILLO EN PUERTO DE SAGUNTO

ALTILLO	VIGAS	XY	0	1	-
		XZ	1	1	-
	VIGUETAS	XY	0	1	-
		XZ	1	1	-
	PILARES	XY	2	1	-
		XZ	2	1	-
MONTANTES		XY	1	1	-
		XZ	1	1	-
DIAGONALES		XY	0	1	-
		XZ	0	1	-
VIGA PERIMETRAL		XY	0	1	-
		XZ	0	1	-

Hay que tener en cuenta que al colocar el altillo, las vigas separan los pilares del pórtico de fachada y del pórtico lateral en otros dos tramos, tal y como se puede observar en la Ilustración 44 y en la Ilustración 45, algo que no se había tenido en cuenta en los primeros cálculos, por lo que los coeficientes de pandeo deben ser actualizados. Estos nuevos valores quedan resumidos en la Tabla 48.

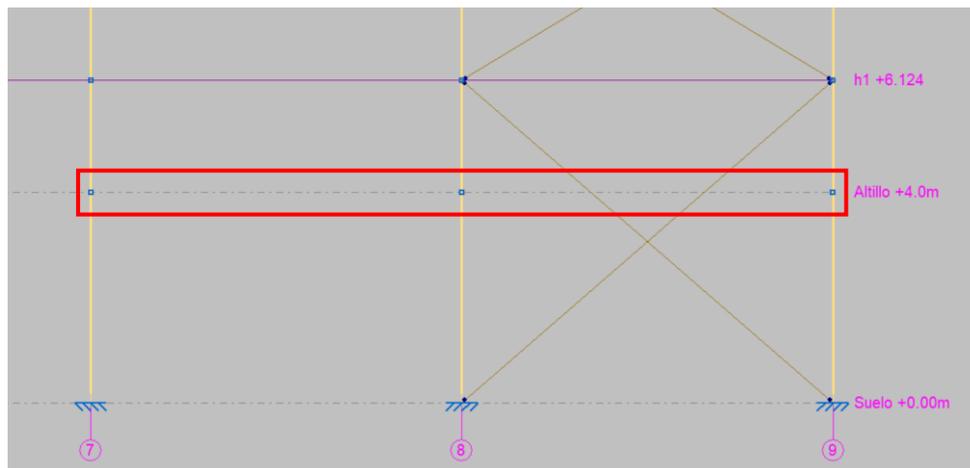


Ilustración 44. División de pilar en el pórtico de fachada. Fuente: CYPE 3D.

CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE LOGÍSTICA DE 4368 m<sup>2</sup> CON ALTILLO EN PUERTO DE SAGUNTO

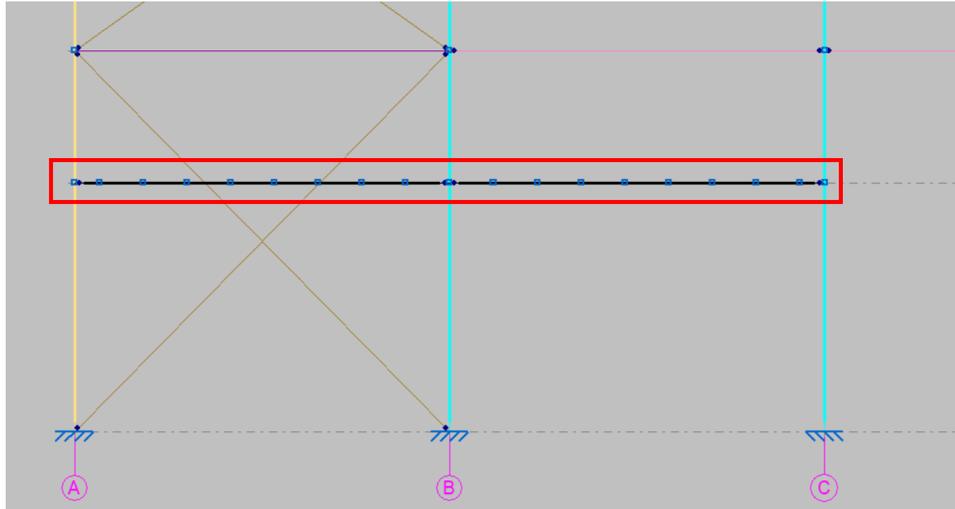


Ilustración 45. División de pilares en el pórtico lateral. Fuente: CYPE 3D.

Tabla 48. Nuevos coeficientes de Pandeo y de Momento

		PLANO	$\beta$	$C_{m,i}$	$L_k$ (m)
PÓRTICO DE FACHADA	TRAMO SUPERIOR	XY	-	1	6,12×0,7=4,28
		XZ	-	0,55	14,7×0,7=10,29
	TRAMO INFERIOR	XY	-	1	6,12×0,7=4,28
		XZ	-	0,55	14,7×0,7=10,29
PÓRTICO LATERAL	TRAMO SUPERIOR	XY	-	1	6,12×0,7=4,28
		XZ	-	0,9	13,3×1,28=17,12
	TRAMO INFERIOR	XY	-	1	6,12×0,7=4,28
		XZ	-	0,9	13,3×1,28=17,12
PILAR ESQUINA	TRAMO SUPERIOR	XY	-	1	6,12×0,7=4,28
		XZ	-	1	6,12×0,7=4,28
	TRAMO INFERIOR	XY	-	1	6,12×0,7=4,28
		XZ	-	1	6,12×0,7=4,28

Finalmente, se considera que no existe la posibilidad de pandeo lateral, por lo que se asignan a todas las barras de la estructura  $\beta_v=0$ .

#### 4.4.1.4 Modelo de flechas

Se procede a establecer el modelo de deformaciones de los elementos de la estructura. En la Tabla 49 se hace un resumen de las flechas límite de la nave.

**CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE LOGÍSTICA DE 4368 m<sup>2</sup> CON ALTILLO EN PUERTO DE SAGUNTO**

*Tabla 49. Límites de flecha y grupos de flecha introducidos en CYPE 3D.*

		PLANO	Flecha máxima relativa	Flecha activa relativa	Grupo de flecha
PÓRTICO DE FACHADA	PILARES INTERIORES	XY	L/300	L/300	Secante
		XZ	L/300	L/300	Secante
	PILARES EXTERIORES	XY	L/300	L/300	Secante
		XZ	L/300	L/300	Secante
	JÁCENA	XY	L/300	L/300	Secante
		XZ	L/300	L/300	Secante
PÓRTICO INTERIOR	PILARES INTERIORES	XY	L/300	L/300	Secante
		XZ	L/250	L/250	Tangente a nudo 1
	PILARES EXTERIORES	XY	L/300	L/300	Secante
		XZ	L/250	L/250	Tangente a nudo 1
	JÁCENA	XY	L/300	L/300	Secante
		XZ	L/300	L/300	Secante
ALTILLO	VIGAS	XY	-	-	-
		XZ	L/400	L/400	Secante
	VIGUETAS	XY	-	-	-
		XZ	L/400	L/400	Secante
	PILARES	XY	L/250	L/250	Tangente a nudo 1
		XZ	L/250	L/250	Tangente a nudo 1
MONTANTES		XY	L/300	L/300	Secante
		XZ	L/300	L/300	Secante
DIAGONALES		XY	L/300	L/300	Secante
		XZ	L/300	L/300	Secante
VIGA PERIMETRAL		XY	L/300	L/300	Secante
		XZ	L/300	L/300	Secante

Una vez establecidos todos los valores necesarios se procede al cálculo de la estructura completa. En los siguientes apartados se mostrarán las comprobaciones realizadas para demostrar el cumplimiento de la misma.

#### 4.4.2 Pórtico de fachada

##### 4.4.2.1 Descripción

Se presentan las barras (pilares, jácenas, montantes y diagonales) para la comprobación del pórtico de fachada en la Ilustración 46, marcadas en rojo y resaltando los nudos de los extremos. Queda resumida la descripción de las barras en la posterior tabla (Tabla 50):

CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE LOGÍSTICA DE 4368 m<sup>2</sup> CON ALTILLO EN PUERTO DE SAGUNTO

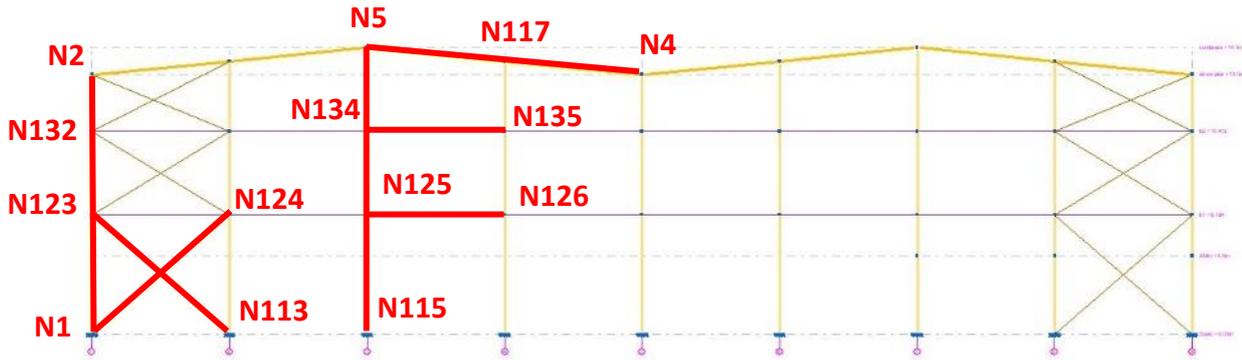


Ilustración 46. Selección de barras del pórtico de fachada. Fuente: CYPE 3D.

Tabla 50. Descripción de las barras seleccionadas pórtico de fachada. Fuente: CYPE 3D.

Descripción							
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275	N1/N123	N1/N2	IPE 360 (IPE)	6.124	0.70	0.70
		N123/N132	N1/N2	IPE 360 (IPE)	4.288	1.00	1.00
		N132/N2	N1/N2	IPE 360 (IPE)	2.888	1.00	1.00
		N4/N117	N4/N5	IPE 160 (IPE)	7.035	0.27	1.00
		N117/N5	N4/N5	IPE 160 (IPE)	7.035	0.27	1.00
		N115/N125	N115/N5	IPE 360 (IPE)	6.124	0.70	1.68
		N125/N134	N115/N5	IPE 360 (IPE)	4.288	1.00	2.40
		N134/N5	N115/N5	IPE 360 (IPE)	4.288	1.00	2.40
		N125/N126	N125/N126	SHS 120x5.0 (Hot Finished SHS)	7.000	1.00	1.00
		N134/N135	N134/N135	SHS 120x5.0 (Hot Finished SHS)	7.000	1.00	1.00
		N1/N124	N1/N124	L 100 x 100 x 6 (L)	9.301	0.00	0.00
		N113/N123	N113/N123	L 100 x 100 x 6 (L)	9.301	0.00	0.00

En los siguientes apartados se adjuntan las comprobaciones a flecha y las comprobaciones de los Estados Límite Últimos de las piezas seleccionadas en el apartado anterior. Estas quedan resumidas en la Tabla 51 y Tabla 52, respectivamente.

#### 4.4.2.2 Comprobación Flechas

Tabla 51. Comprobación flechas barras pórtico de fachada. Fuente: CYPE 3D.

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)						
N1/N2	3.062	7.20	4.210	1.12	3.062	11.07	8.000	1.51
	3.062	L/(>1000)	4.210	L/(>1000)	3.062	L/(>1000)	4.210	L/(>1000)

**CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE LOGÍSTICA DE 4368 m<sup>2</sup> CON ALTILLO EN PUERTO DE SAGUNTO**

<b>Flechas</b>								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)						
N4/N5	3.517	6.17	10.904	12.94	10.201	11.86	10.904	19.09
	10.552	L/(>1000)	10.552	L/699.7	10.552	L/(>1000)	10.552	L/699.9
N115/N5	9.608	0.90	8.536	34.26	9.608	1.40	8.536	66.19
	9.608	L/(>1000)	8.536	L/416.3	9.608	L/(>1000)	8.536	L/416.3
N125/N126	4.375	2.95	3.500	1.05	4.375	5.61	3.500	1.07
	4.375	L/(>1000)	3.500	L/(>1000)	4.375	L/(>1000)	3.500	L/(>1000)
N134/N135	3.938	3.77	3.500	1.06	3.938	6.53	3.938	1.18
	3.938	L/(>1000)	3.500	L/(>1000)	3.938	L/(>1000)	3.500	L/(>1000)
N1/N124	8.719	0.00	8.138	0.00	8.719	0.00	8.138	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N113/N123	8.138	0.00	8.719	0.00	8.719	0.00	5.813	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)

4.4.2.3 Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Tabla 52. Comprobación ELU barras pórtico de fachada. Fuente: CYPE 3D.

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_w$	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>z</sub>		M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>
N1/N123	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 6.124 m $\eta = 3.5$	x: 0 m $\eta = 20.0$	x: 0 m $\eta = 7.2$	x: 0 m $\eta = 37.7$	x: 0 m $\eta = 3.0$	x: 0 m $\eta = 2.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 55.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta = 3.0$	x: 0 m $\eta = 2.5$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 55.6$
N123/N132	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 4.288 m $\eta = 2.5$	x: 0 m $\eta = 14.2$	x: 0 m $\eta = 3.6$	x: 0 m $\eta = 25.2$	x: 0 m $\eta = 2.2$	x: 0 m $\eta = 1.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 47.8$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 2.2$	x: 0 m $\eta = 1.9$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 47.8$
N132/N2	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 2.888 m $\eta = 1.4$	x: 0 m $\eta = 4.4$	x: 2.888 m $\eta = 6.8$	x: 0 m $\eta = 13.7$	x: 2.888 m $\eta = 2.3$	x: 0 m $\eta = 1.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 24.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.6$	x: 2.888 m $\eta = 2.3$	x: 0 m $\eta = 1.5$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 24.6$
	N4/N117	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 7.035 m $\eta = 23.8$	x: 0 m $\eta = 33.0$	x: 7.035 m $\eta = 45.1$	x: 0 m $\eta = 13.9$	x: 7.035 m $\eta = 8.5$	x: 0 m $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 7.035 m $\eta = 69.9$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.6$	x: 7.035 m $\eta = 8.5$	x: 0 m $\eta = 0.5$
N117/N5	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 7.035 m $\eta = 14.4$	x: 0 m $\eta = 19.9$	x: 0 m $\eta = 44.5$	x: 0 m $\eta = 14.1$	x: 0 m $\eta = 8.4$	x: 0 m $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 65.2$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.5$	x: 0 m $\eta = 8.4$	x: 0 m $\eta = 0.5$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 65.2$
N115/N125	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 6.124 m $\eta = 1.0$	x: 0 m $\eta = 9.7$	x: 0 m $\eta = 80.4$	x: 0 m $\eta = 1.6$	x: 0 m $\eta = 12.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 83.9$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 12.9$	$\eta < 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 83.9$
	N125/N134	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 4.288 m $\eta = 1.4$	x: 0 m $\eta = 7.4$	x: 3.216 m $\eta = 41.2$	x: 4.288 m $\eta = 1.1$	x: 0 m $\eta = 4.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.216 m $\eta = 43.6$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 43.6$
N134/N5	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 4.288 m $\eta = 1.8$	x: 0 m $\eta = 5.8$	x: 0 m $\eta = 39.3$	x: 0 m $\eta = 0.9$	x: 4.288 m $\eta = 7.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 41.2$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 41.2$
	N125/N126	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 3.3$	$\eta = 2.7$	x: 0 m $\eta = 5.4$	x: 7 m $\eta = 7.3$	x: 0 m $\eta = 0.6$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 7 m $\eta = 12.8$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.1$	x: 0 m $\eta = 0.6$	$\eta = 0.2$
N134/N135	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 9.4$	$\eta = 10.8$	x: 7 m $\eta = 5.1$	x: 7 m $\eta = 6.1$	x: 7 m $\eta = 0.5$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 7 m $\eta = 18.2$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.5$	x: 7 m $\eta = 0.5$	$\eta = 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 18.2$

## CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE LOGÍSTICA DE 4368 m<sup>2</sup> CON ALTILLO EN PUERTO DE SAGUNTO

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado	
	$\bar{\lambda}$	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>z</sub>		M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>
N1/N124	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumpl e	$\eta = 19.3$	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(5)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(7)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 19.3$
N113/N123	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumpl e	$\eta = 19.7$	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(5)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(7)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 19.7$

Comprobaciones que no proceden (N.P.):

- (1) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
- (2) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
- (3) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.
- (4) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.
- (5) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.
- (6) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
- (7) No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
- (8) No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

### 4.4.3 Pórtico interior

#### 4.4.3.1 Descripción

A continuación, se muestran en la Ilustración 47 las barras (pilar y jácena) y los nudos elegidos para la comprobación del pórtico interior. Seguidamente, se adjunta la Tabla 53 donde se muestra la descripción de estas piezas:

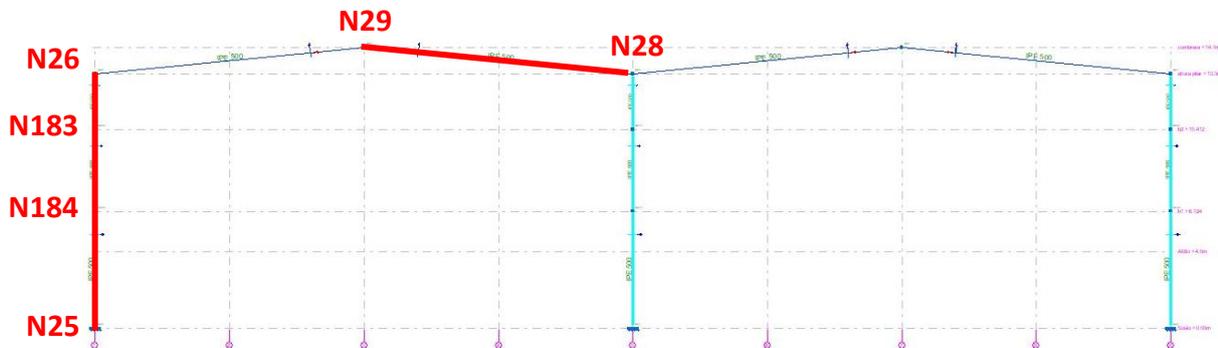


Ilustración 47. Selección de barras del pórtico interior. Fuente: CYPE 3D.

Tabla 53. Descripción barras seleccionadas pórtico interior. CYPE 3D.

Descripción							
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275	N25/N184	N25/N26	IPE 500 (IPE)	6.124	0.70	2.80
		N184/N183	N25/N26	IPE 500 (IPE)	4.288	1.00	3.99
		N183/N26	N25/N26	IPE 500 (IPE)	2.888	1.00	5.93
		N28/N29	N28/N29	IPE 500 (IPE)	14.070	0.14	1.99

## CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE LOGÍSTICA DE 4368 m<sup>2</sup> CON ALTILLO EN PUERTO DE SAGUNTO

En la Tabla 54 y Tabla 55 quedan detalladas las comprobaciones a flecha y E.L.U que ha realizado el programa sobre las barras marcadas anteriormente.

### 4.4.3.2 Comprobación flechas

Tabla 54. Comprobación flechas barras pórtico interior. Fuente: CYPE 3D.

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)						
N25/N26	7.732	0.35	13.300	49.65	8.000	0.51	13.300	85.13
	2.297	L/(>1000)	13.300	L/267.9	2.297	L/(>1000)	13.300	L/267.9
N28/N29	6.331	0.21	8.442	15.95	6.331	0.31	7.738	30.73
	6.331	L/(>1000)	8.442	L/881.8	6.331	L/(>1000)	8.442	L/882.2

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

Tabla 55. Comprobación ELU barras pórtico interior. Fuente: CYPE 3D.

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_w$	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>v</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>v</sub>	M <sub>v</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>v</sub>	NM <sub>v</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>v</sub> M <sub>z</sub> V <sub>v</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>v</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>v</sub>	
N25/N184	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 6.124 m $\eta = 1.0$	x: 0 m $\eta = 9.4$	x: 0 m $\eta = 53.3$	x: 0 m $\eta = 1.4$	x: 0 m $\eta = 8.0$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 54.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 4.1$	$\eta < 0.1$	<b>CUMPL E</b> $\eta = 54.5$
N184/N183	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 4.288 m $\eta = 1.3$	x: 0 m $\eta = 8.2$	x: 4.288 m $\eta = 39.0$	x: 0 m $\eta = 0.5$	$\eta = 4.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.288 m $\eta = 42.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 2.5$	$\eta < 0.1$	<b>CUMPL E</b> $\eta = 42.9$
N183/N26	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 2.888 m $\eta = 1.5$	x: 0 m $\eta = 5.4$	x: 2.888 m $\eta = 60.3$	x: 0 m $\eta = 0.3$	x: 2.888 m $\eta = 5.0$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.888 m $\eta = 63.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.888 m $\eta = 3.6$	$\eta < 0.1$	<b>CUMPL E</b> $\eta = 63.7$
N28/N29	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 14.07 m $\eta = 1.7$	x: 0 m $\eta = 5.2$	x: 0 m $\eta = 91.6$	x: 0 m $\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 11.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 93.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 5.2$	$\eta < 0.1$	<b>CUMPL E</b> $\eta = 93.5$

## 4.4.4 Pórtico de fachada lateral

### 4.4.4.1 Descripción

Para el pórtico de fachada lateral, se han escogido como elementos representativos las piezas marcadas en rojo (montante, viga perimetral y diagonal) con sus respectivos nudos (Ilustración 48) con la descripción de estas en la tabla siguiente (Tabla 56):

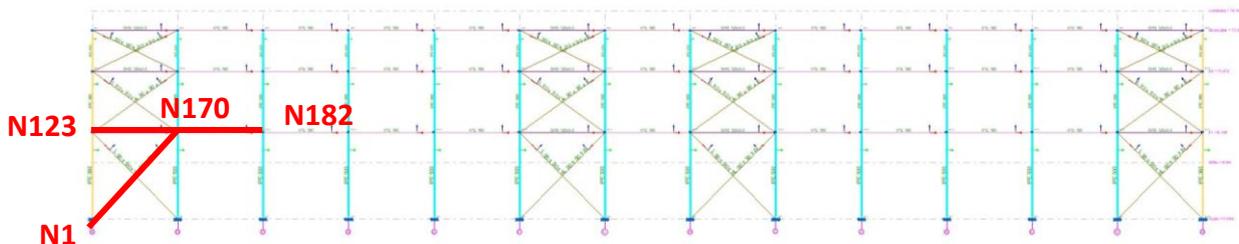


Ilustración 48. Selección de barras del pórtico de fachada lateral. Fuente: CYPE 3D.

**CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE LOGÍSTICA DE 4368 m<sup>2</sup> CON ALTILLO EN PUERTO DE SAGUNTO**

*Tabla 56. Descripción barras seleccionadas pórtico fachada lateral. Fuente: CYPE 3D.*

<b>Descripción</b>							
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil (Serie)	Longitud (m)	$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275	N123/N170	N123/N170	SHS 120x5.0 (Hot Finished SHS)	6.000	1.00	1.00
		N1/N170	N1/N170	L 90 x 90 x 6 (L)	8.573	0.00	0.00
		N170/N182	N170/N182	IPE 160 (IPE)	6.000	0.00	0.00

Las comprobaciones a flecha y E.L.U han sido favorables para las barras seleccionadas, tal y como se puede observar en la Tabla 57, Tabla 58 y Tabla 59.

#### 4.4.4.2 Comprobación Flechas

*Tabla 57. Comprobación flechas barras pórtico fachada lateral. Fuente: CYPE 3D.*

<b>Flechas</b>								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)						
N123/N170	2.625	2.48	2.250	1.06	2.625	4.69	2.250	1.61
	2.625	L/(>1000)	2.250	L/(>1000)	2.625	L/(>1000)	2.250	L/(>1000)
N1/N170	4.823	0.00	8.038	0.00	4.823	0.00	8.038	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N170/N182	3.375	0.00	3.000	1.44	3.375	0.00	3.000	1.44
	-	L/(>1000)	3.000	L/(>1000)	-	L/(>1000)	3.000	L/(>1000)

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

*Tabla 58. Comprobación ELU barras pórtico fachada lateral. Fuente: CYPE 3D.*

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_w$	$N_t$	$N_c$	$M_y$	$M_z$	$V_z$	$V_y$	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	$M_t$	$M_t V_z$		$M_t V_y$
N123/N170	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$\eta = 1.8$	$\eta = 25.8$	x: 6 m $\eta = 4.2$	x: 0 m $\eta = 8.0$	x: 6 m $\eta = 0.6$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 33.8$	$\eta < 0.1$	$\eta = 2.0$	x: 6 m $\eta = 0.6$	$\eta = 0.2$	<b>CUMPL E</b> $\eta = 33.8$
N170/N182	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.375 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$\eta = 4.1$	$\eta = 2.1$	x: 3 m $\eta = 2.9$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(3)</sup>	x: 3 m $\eta = 7.0$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	<b>CUMPL E</b> $\eta = 7.0$

*Tabla 59. Comprobación ELU barras pórtico fachada lateral. Fuente: CYPE 3D.*

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	$\bar{\lambda}$	$N_t$	$N_c$	$M_y$	$M_z$	$V_z$	$V_y$	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	$M_t$	$M_t V_z$	$M_t V_y$	
N1/N170	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 19.0$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(6)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(7)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	<b>CUMPL E</b> $\eta = 19.0$

## CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE LOGÍSTICA DE 4368 m<sup>2</sup> CON ALTILLO EN PUERTO DE SAGUNTO

Comprobaciones que no proceden (N.P.):

- (1) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.
- (2) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.
- (3) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
- (4) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
- (5) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
- (6) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.
- (7) No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
- (8) No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

### 4.4.5 Pórtico lateral interior

#### 4.4.5.1 Descripción

Se adjunta la Ilustración 49 con las barras marcadas (pilar y montantes) y sus respectivos nudos como representación del pórtico lateral interior. Su descripción queda resumida en la Tabla 60.

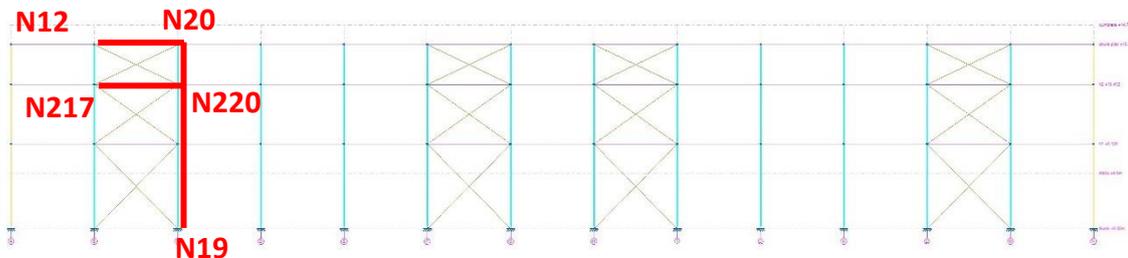


Ilustración 49. Selección de barras del pórtico lateral interior. Fuente: CYPE 3D.

Tabla 60. Descripción barras seleccionadas pórtico lateral interior. Fuente: CYPE 3D.

Descripción							
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275	N19/N220	N19/N20	IPE 500 (IPE)	6.124	0.70	2.54
		N220/N219	N19/N20	IPE 500 (IPE)	4.288	1.00	3.63
		N219/N20	N19/N20	IPE 500 (IPE)	2.888	1.00	5.39
		N12/N20	N12/N20	SHS 120x5.0 (Hot Finished SHS)	6.000	1.00	1.00
		N217/N219	N217/N219	SHS 120x5.0 (Hot Finished SHS)	6.000	1.00	1.00

En los siguientes puntos, se resumen en la Tabla 61 y la Tabla 62 las comprobaciones a flecha y E.L.U, respectivamente, que ha realizado el programa de las piezas representativas.

# CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE LOGÍSTICA DE 4368 m<sup>2</sup> CON ALTILLO EN PUERTO DE SAGUNTO

## 4.4.5.2 Comprobación Flechas

Tabla 61. Comprobación flechas barras pórtico lateral interior. Fuente: CYPE 3D.

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)						
	N19/N20	7.196	0.72	13.300	40.50	7.464	1.13	13.300
1.531		L/(>1000)	13.300	L/328.4	1.531	L/(>1000)	13.300	L/328.4
N12/N20	1.875	4.17	2.625	0.73	1.875	8.13	2.250	1.12
	1.875	L/(>1000)	1.500	L/(>1000)	1.875	L/(>1000)	1.500	L/(>1000)
N217/N219	2.250	0.21	2.625	0.71	2.250	0.41	2.250	0.93
	2.250	L/(>1000)	2.625	L/(>1000)	2.250	L/(>1000)	2.625	L/(>1000)

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

Tabla 62. Comprobación ELU barras pórtico lateral interior. Fuente: CYPE 3D.

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_w$	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>		M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>
N19/N220	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumplido	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 6.124 m $\eta = 3.9$	x: 0 m $\eta = 19.7$	x: 0 m $\eta = 27.9$	x: 0 m $\eta = 3.0$	$\eta = 2.3$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 30.7$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.5$	$\eta = 2.3$	$\eta = 0.1$	<b>CUMPL E</b> $\eta = 30.7$
N220/N219	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumplido	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 4.288 m $\eta = 2.9$	x: 0 m $\eta = 18.5$	x: 4.288 m $\eta = 14.6$	x: 0 m $\eta = 0.9$	$\eta = 2.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 19.8$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.8$	$\eta = 2.3$	$\eta < 0.1$	<b>CUMPL E</b> $\eta = 19.8$
N219/N20	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumplido	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 2.888 m $\eta = 2.3$	x: 0 m $\eta = 11.9$	x: 2.888 m $\eta = 20.2$	x: 0 m $\eta = 1.5$	$\eta = 2.3$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.888 m $\eta = 21.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.3$	$\eta = 2.3$	$\eta = 0.1$	<b>CUMPL E</b> $\eta = 21.5$
N12/N20	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumplido	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$\eta = 13.9$	$\eta = 61.8$	x: 0 m $\eta = 5.2$	x: 0 m $\eta = 25.2$	x: 6 m $\eta = 0.5$	$\eta = 1.0$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 6 m $\eta = 69.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.0$	x: 6 m $\eta = 0.5$	$\eta = 1.0$	<b>CUMPL E</b> $\eta = 69.6$
N217/N219	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumplido	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$\eta = 2.4$	$\eta = 45.5$	x: 6 m $\eta = 5.2$	x: 0 m $\eta = 0.9$	x: 6 m $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 6 m $\eta = 52.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 2.4$	x: 6 m $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	<b>CUMPL E</b> $\eta = 52.6$

## 4.4.6 Cubierta

### 4.4.6.1 Descripción

Se han seleccionado para la comprobación del sistema de contraviento de la cubierta las barras marcadas en la Ilustración 50. Además, queda definida su descripción en la tabla que se encuentra a continuación (Tabla 63).

**CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE LOGÍSTICA DE 4368 m<sup>2</sup> CON ALTILLO EN PUERTO DE SAGUNTO**



*Ilustración 50. Selección de barras de la cubierta. Fuente: CYPE 3D.*

*Tabla 63. Descripción barras seleccionadas cubierta. Fuente: CYPE 3D.*

<b>Descripción</b>							
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275	N114/N247	N114/N247	SHS 120x5.0 (Hot Finished SHS)	6.000	1.00	1.00
		N114/N13	N114/N13	L 100 x 100 x 6 (L)	9.246	0.00	0.00

Una vez conocidas las barras representativas, se adjunta a continuación la comprobación a flecha en la Tabla 64 y la comprobación E.L.U en la Tabla 65 y en la Tabla 66.

#### 4.4.6.2 Comprobación Flechas

*Tabla 64. Comprobación flechas barras cubierta. Fuente: CYPE 3D.*

<b>Flechas</b>									
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz		
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz		
	Pos. (m)	Flecha (mm)							
N114/N247	4.125	0.41	3.000	2.90	4.125	0.62	3.000	3.00	
	4.125	L/(>1000)	3.000	L/(>1000)	4.125	L/(>1000)	3.000	L/(>1000)	
N114/N13	7.512	0.00	8.668	0.00	7.512	0.00	8.668	0.00	
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	

# CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE LOGÍSTICA DE 4368 m<sup>2</sup> CON ALTILLO EN PUERTO DE SAGUNTO

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

Tabla 65. Comprobación ELU barras cubierta. Fuente: CYPE 3D.

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_w$	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>z</sub>		M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>
N114/N247	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$\eta < 0.1$	$\eta = 33.6$	x: 3 m $\eta = 4.3$	x: 6 m $\eta = 2.1$	x: 0 m $\eta = 0.4$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.375 m $\eta = 37.8$	$\eta < 0.1$	$\eta = 5.1$	x: 0 m $\eta = 0.5$	$\eta = 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 37.8$

Tabla 66. Comprobación ELU barras cubierta. Fuente: CYPE 3D.

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	$\bar{\lambda}$	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>	
N114/N13	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 15.0$	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(7)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 15.0$

Comprobaciones que no proceden (N.P.):

- (1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.
- (2) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.
- (3) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.
- (4) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
- (5) No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
- (6) No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
- (7) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
- (8) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

## 4.4.7 Altillo

### 4.4.7.1 Descripción

A modo de representación del cumplimiento de los diferentes elementos del forjado, se incluyen las comprobaciones del pilar y las viguetas del altillo marcadas en la Ilustración 51 y la Ilustración 52, con sus respectivos nudos. La descripción de estas está resumida en las Tabla 67.

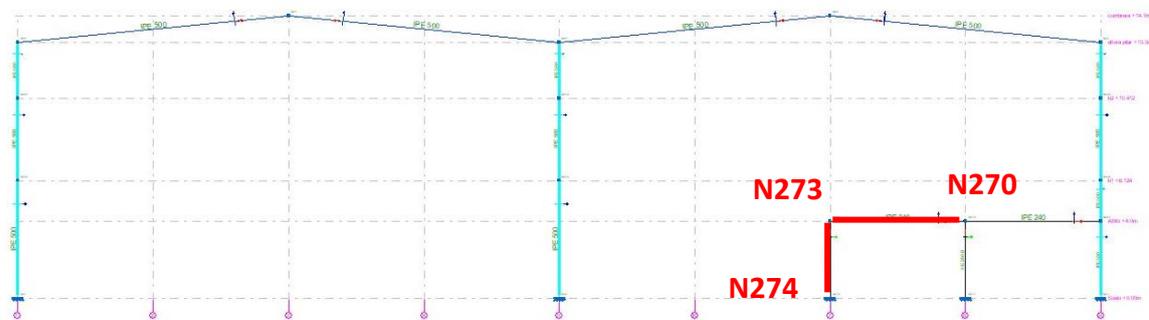
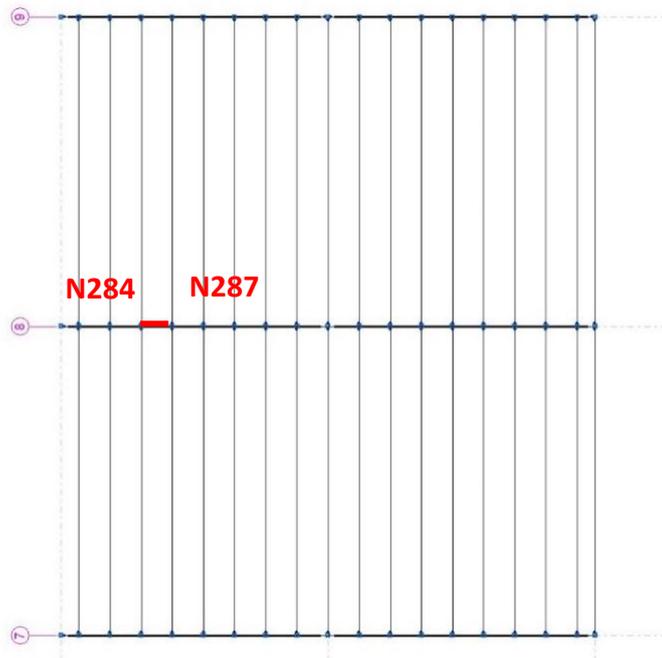


Ilustración 51. Selección de barras del altillo. Fuente: CYPE 3D.

**CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE LOGÍSTICA DE 4368 m<sup>2</sup> CON ALTILLO EN PUERTO DE SAGUNTO**



*Ilustración 52. Selección de barras del altillo. Fuente: CYPE 3D.*

*Tabla 67. Descripción barras seleccionadas del altillo. Fuente: CYPE 3D.*

<b>Descripción</b>							
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275	N274/N273	N274/N273	HE 260 B (HEB)	4.000	2.00	2.00
		N273/N270	N273/N270	IPE 240 (IPE)	7.000	0.00	1.00
		N284/N287	N268/N269	IPE 400 (IPE)	0.700	0.00	1.00

Finalmente, se adjuntan la Tabla 68 y la Tabla 69 para resumir las comprobaciones a flecha y se adjuntan la Tabla 70 y la Tabla 71 con las comprobaciones E.L.U. de los elementos del altillo.

#### 4.4.7.2 Comprobación Flechas

*Tabla 68. Comprobación flechas barras altillo. Fuente: CYPE 3D.*

<b>Flechas</b>								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N274/N273	4.000	12.70	4.000	6.99	4.000	18.58	4.000	12.11
	4.000	L/314.9	4.000	L/572.6	4.000	L/315.0	4.000	L/572.6
N273/N270	3.063	0.00	3.500	4.28	5.688	0.00	3.500	4.28
	-	L/(>1000)	3.500	L/(>1000)	-	L/(>1000)	3.500	L/(>1000)

# CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE LOGÍSTICA DE 4368 m<sup>2</sup> CON ALTILLO EN PUERTO DE SAGUNTO

Tabla 69. Comprobación flechas barras altillo. Fuente: CYPE 3D.

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)						
N268/N269	3.550	0.57	2.675	5.79	3.375	0.82	2.675	6.24
	3.550	L(>1000)	2.675	L(>1000)	3.550	L(>1000)	2.675	L(>1000)

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

Tabla 70. Comprobación ELU barras altillo. Fuente: CYPE 3D.

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_w$	$N_t$	$N_c$	$M_y$	$M_z$	$V_z$	$V_y$	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y$	$M_t$	$M_t V_z$		$M_t V_y$
N274/N273	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumplido	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	$x: 0$ $m$ $\eta = 8.9$	$x: 4$ $m$ $\eta = 24.1$	$x: 0$ $m$ $\eta = 20.5$	$\eta = 6.7$	$\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$x: 0$ $m$ $\eta = 44.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.3$	$\eta = 6.7$	$\eta = 0.6$	<b>CUMPL E</b> $\eta = 44.3$
N273/N270	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumplido	$x: 0.438$ $m$ $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$\eta = 0.6$	$\eta = 0.8$	$x: 3.5$ $m$ $\eta = 13.3$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	$x: 0$ $m$ $\eta = 2.5$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	$x: 0.438$ $m$ $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(4)</sup>	$x: 3.5$ $m$ $\eta = 13.8$	$x: 0.438$ $m$ $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	<b>CUMPL E</b> $\eta = 13.8$

Comprobaciones que no proceden (N.P.):  
<sup>(1)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.  
<sup>(2)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.  
<sup>(3)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.  
<sup>(4)</sup> No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.  
<sup>(5)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.  
<sup>(6)</sup> No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Tabla 71. Comprobación ELU barras altillo. Fuente: CYPE 3D.

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_w$	$N_t$	$N_c$	$M_y$	$M_z$	$V_z$	$V_y$	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y$	$M_t$	$M_t V_z$		$M_t V_y$
N284/N287	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumplido	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$\eta = 3.0$	$\eta = 2.8$	$x: 0.7$ $m$ $\eta = 52.5$	$x: 0.7$ $m$ $\eta = 0.6$	$x: 0$ $m$ $\eta = 2.0$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$x: 0.7$ $m$ $\eta = 54.0$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPL E</b> $\eta = 54.0$

Comprobaciones que no proceden (N.P.):  
<sup>(1)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.  
<sup>(2)</sup> No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

DOCUMENTO III:  
PRESUPUESTO

## Índice del presupuesto

1 PRESUPUESTO .....	1
1.1 Acondicionamiento del terreno.....	1
1.2 Cimentaciones .....	2
1.3 Estructuras .....	3
1.4 Fachadas .....	5
1.5 Cubierta .....	6
1.6 Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares .....	7
2 RESUMEN PRESUPUESTO .....	8

CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE LOGÍSTICA DE 4368 m<sup>2</sup> CON ALTILLO EN PUERTO DE SAGUNTO

## 1 PRESUPUESTO

Capítulo 1 Acondicionamiento del terreno					
Subcapítulo 1.1 Movimiento de tierras en edificación					
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
1.1.1 ADL005	m <sup>2</sup>	Desbroce y limpieza del terreno de topografía con desniveles mínimos, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: pequeñas plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como mínima 25 cm; y carga a camión. Criterio de valoración económica: El precio no incluye la tala de árboles ni el transporte de los materiales retirados. Incluye: Replanteo en el terreno. Remoción mecánica de los materiales de desbroce. Retirada y disposición mecánica de los materiales objeto de desbroce. Carga a camión.	12.957	1,04	13.475,28
1.1.2 ADE010	m <sup>3</sup>	Excavación de zanjas para cimentaciones hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, y carga a camión. Criterio de valoración económica: El precio no incluye el transporte de los materiales excavados. Incluye: Replanteo general y fijación de los puntos y niveles de referencia. Colocación de las camillas en las esquinas y extremos de las alineaciones. Excavación en sucesivas franjas horizontales y extracción de tierras. Refinado de fondos y laterales a mano, con extracción de las tierras. Carga a camión de los materiales excavados.	1.058,574	24,29	25.712,76
1.1.3 GTB020	m <sup>3</sup>	Canon de vertido por entrega de tierras procedentes de la excavación, en vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos.	1.058,574	2,10	2.223,01
<b>Total subcapítulo 1.1 Movimiento de tierras en edificación</b>			<b>41.411,05</b>		
Subcapítulo 1.2 Nivelación					
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
1.2.1 ANS010	m <sup>2</sup>	Solera de hormigón armado de 10 cm de espesor, realizada con hormigón HA-30/F/20/XC2+XM2 fabricado en central, y vertido desde camión, y malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080 como armadura de reparto, colocada sobre separadores homologados, extendido y vibrado manual mediante regla vibrante, sin tratamiento de su superficie; con juntas de retracción de 5 mm de espesor, mediante corte con disco de diamante. Incluso panel de poliestireno expandido de 3 cm de espesor, para la ejecución de juntas de dilatación.	4.368	19,26	84.127,68
<b>Total subcapítulo 1.2 Nivelación</b>			<b>84.127,68</b>		
<b>Total Capítulo 1 Acondicionamiento del terreno</b>			<b>125.538,73</b>		

CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE LOGÍSTICA DE 4368 m<sup>2</sup> CON ALTILLO EN PUERTO DE SAGUNTO

<b>Capítulo 2 Cimentaciones</b>					
<b>Subcapítulo 2.1 Regularización</b>					
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
2.1.1 CRL030	m <sup>2</sup>	Capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, de 10 cm de espesor, de hormigón HL-150/F/20, fabricado en central y vertido desde camión, en el fondo de la excavación previamente realizada. Incluye: Replanteo. Colocación de toques y/o formación de maestras. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase del hormigón.	585,160	8,44	4.938,75
<b>Total subcapítulo 2.1 Regularización</b>			<b>4.938,75</b>		
<b>Subcapítulo 2.2 Superficiales</b>					
2.2.1 CSZ030	m <sup>3</sup>	Zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/F/20/XC2 fabricado en central, y vertido con cubilote, y acero, UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 4 kg/m <sup>3</sup> . Incluso armaduras de espera del pilar, alambre de atar y separadores.	432,644	116,49	50.398,70
<b>Total subcapítulo 2.2 Superficiales</b>			<b>50.398,70</b>		
<b>Subcapítulo 2.3 Arriostramientos</b>					
2.3.1 CAV030	m <sup>3</sup>	Viga de atado de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/F/20/XC2 fabricado en central, y vertido con cubilote, y acero, UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 54,8 kg/m <sup>3</sup> . Incluso alambre de atar y separadores.	40,770	208,05	8.482,20
<b>Total subcapítulo 2.3 Arriostramientos</b>			<b>8.482,20</b>		
<b>Total Capítulo 2 Cimentaciones</b>			<b>63.819,65</b>		

CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE LOGÍSTICA DE 4368 m<sup>2</sup> CON ALTILLO EN PUERTO DE SAGUNTO

Capítulo 3 Estructuras					
Subcapítulo 3.1 Acero					
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
3.1.1 EAM040	kg	Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie HEB, colocado con uniones soldadas en obra.	1.487,120	2,65	3.940,87
3.1.2 EAM040b	kg	Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie Hot Finished SHS, colocado con uniones soldadas en obra.	10.452,580	2,65	27.699,34
3.1.3 EAM040c	kg	Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie IPE, colocado con uniones soldadas en obra.	138.101,090	2,65	365.967,89
3.1.4 EAM040d	kg	Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie L, colocado con uniones soldadas en obra.	11.924,200	2,65	31.599,13
<b>Total subcapítulo 3.1 Acero</b>			<b>429.207,23</b>		
Subcapítulo 3.2 Placas de anclaje					
3.2.1 EAS006	Ud	Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con taladro central, de 300x500 mm y espesor 20 mm, y montaje sobre 4 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 16 mm de diámetro y 30 cm de longitud total, embutidos en el hormigón fresco, y atornillados con arandelas, tuerca y contratuerca una vez endurecido el hormigón del cimiento. Incluso mortero autonivelante expansivo para relleno del espacio resultante entre el hormigón endurecido y la placa y protección anticorrosiva aplicada a las tuercas y extremos de los pernos.	2	104,96	209,92
3.2.2 EAS006b	Ud	Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con taladro central, de 350x550 mm y espesor 20 mm, y montaje sobre 4 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 20 mm de diámetro y 40 cm de longitud total, embutidos en el hormigón fresco, y atornillados con arandelas, tuerca y contratuerca una vez endurecido el hormigón del cimiento. Incluso mortero autonivelante expansivo para relleno del espacio resultante entre el hormigón endurecido y la placa y protección anticorrosiva aplicada a las tuercas y extremos de los pernos.	4	134,33	537,32
3.2.3 EAS006c	Ud	Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central, de 450x450 mm y espesor 20 mm, y montaje sobre 8 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 20 mm de diámetro y 40 cm de longitud total, embutidos en el hormigón fresco, y atornillados con arandelas, tuerca y contratuerca una vez endurecido el hormigón del cimiento. Incluso mortero autonivelante expansivo para relleno del espacio resultante entre el hormigón endurecido y la placa y protección anticorrosiva aplicada a las tuercas y extremos de los pernos.	4	181,98	727,92
3.2.4 EAS006d	Ud	Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central, de 500x800 mm y espesor 25 mm, y montaje sobre 6 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 25 mm de diámetro y 50 cm de longitud total, embutidos en el hormigón fresco, y atornillados con arandelas, tuerca y contratuerca una vez endurecido el hormigón del cimiento. Incluso mortero autonivelante expansivo para relleno del espacio resultante entre el hormigón endurecido y la placa y protección anticorrosiva aplicada a las tuercas y extremos de los pernos.	24	412,02	9.888,48

CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE LOGÍSTICA DE 4368 m<sup>2</sup> CON ALTILLO EN PUERTO DE SAGUNTO

Capítulo 3 Estructuras					
Subcapítulo 3.2 Placas de anclaje					
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
3.2.5 EAS006e	Ud	Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central, de 450x750 mm y espesor 25 mm, y montaje sobre 4 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 25 mm de diámetro y 50 cm de longitud total, embutidos en el hormigón fresco, y atornillados con arandelas, tuerca y contratuerca una vez endurecido el hormigón del cimiento. Incluso mortero autonivelante expansivo para relleno del espacio resultante entre el hormigón endurecido y la placa y protección anticorrosiva aplicada a las tuercas y extremos de los pernos.	12	317,45	3.809,40
3.2.6 EAS006f	Ud	Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central, de 400x600 mm y espesor 25 mm, y montaje sobre 8 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 20 mm de diámetro y 45 cm de longitud total, embutidos en el hormigón fresco, y atornillados con arandelas, tuerca y contratuerca una vez endurecido el hormigón del cimiento. Incluso mortero autonivelante expansivo para relleno del espacio resultante entre el hormigón endurecido y la placa y protección anticorrosiva aplicada a las tuercas y extremos de los pernos.	12	246,15	2.953,80
<b>Total subcapítulo 3.2 Placas de anclaje</b>			<b>18.126,84</b>		
Subcapítulo 3.3 Acero en correas					
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
3.3.1 EAT030	kg	Acero UNE-EN 10162 S235JRC, en correas metálicas en cubierta formadas por piezas simples de perfiles conformados en frío de las series omega, L, U, C o Z, acabado galvanizado, fijadas a las cerchas con uniones soldadas en obra.	19.990,620	3,51	70.167,08
3.3.2 EAT030b	kg	Acero UNE-EN 10162 S235JRC, en correas metálicas laterales formadas por piezas simples de perfiles conformados en frío de las series omega, L, U, C o Z, acabado galvanizado, fijadas a las cerchas con uniones soldadas en obra.	21.464,120	3,51	75.339,06
<b>Total subcapítulo 3.3 Acero en correas</b>			<b>145.506,14</b>		
Subcapítulo 3.4 Escalera					
3.4.1 EAE010	kg	Acero en estructura de escaleras y rampas. Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura de escalera compuesta de zancas y mesetas, formada por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM, acabado con imprimación antioxidante, con uniones soldadas en obra.	427,570	8,42	3.600,14
<b>Total subcapítulo 3.4 Escalera</b>			<b>3.600,14</b>		
Subcapítulo 3.5 Forjado					
3.5.1 EAF010	m <sup>2</sup>	Forjado de 30 = 25+5 cm de canto; bovedilla cerámica, 60x25x26 cm; capa de compresión de hormigón armado de 4 cm de espesor, realizada con hormigón HA-25/F/20/XC2 fabricado en central, y vertido con cubilote, volumen de hormigón 0,08 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> , acero UNE-EN 10080 B 500 S en zona de refuerzo de negativos, cuantía 1,8 kg/m <sup>3</sup> , y malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080, como armadura de reparto; montaje y desmontaje del sistema de encofrado.	168	38,03	6.389,04
<b>Total subcapítulo 3.5 Forjado</b>			<b>6.389,04</b>		
<b>Total Capítulo 3 Estructura</b>			<b>602.829,39</b>		

CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE LOGÍSTICA DE 4368 m<sup>2</sup> CON ALTILLO EN PUERTO DE SAGUNTO

<b>Capítulo 4 Fachadas</b>					
<b>Subcapítulo 4.1 Fachadas ligeras</b>					
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
4.1.1 FLA020	m <sup>2</sup>	Fachada de doble hoja, formada por hoja interior de bandeja lisa de acero galvanizado, con solape simétrico, de 82 mm de altura y 0,6 mm de espesor, colocada en posición horizontal y fijada mecánicamente a una estructura portante o auxiliar, aislamiento de manta ligera de lana de vidrio, de 100 mm de espesor, según UNE-EN 13162, resistencia térmica 2,25 m <sup>2</sup> K/W, conductividad térmica 0,044 W/(mK) y hoja exterior de chapa perfilada de acero galvanizado, de 0,6 mm de espesor, con nervios de entre 40 y 50 mm de altura de cresta, a una separación de entre 250 y 270 mm, colocada en posición vertical con un solape de la chapa superior de 70 mm y un solape lateral de un trapecio y fijada mecánicamente a las bandejas. Incluso accesorios de fijación de las chapas.	3.485,620	42,83	149.289,10
<b>Total subcapítulo 4.1 Fachadas ligeras</b>			<b>149.289,10</b>		
<b>Total Capítulo 4 Fachada</b>			<b>149.289,10</b>		

CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE LOGÍSTICA DE 4368 m<sup>2</sup> CON ALTILLO EN PUERTO DE SAGUNTO

<b>Capítulo 5 Cubierta</b>					
<b>Subcapítulo 5.1 Cerramiento</b>					
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
<b>5.1.1 QUM020</b>	m <sup>2</sup>	Cobertura de paneles sándwich aislantes de acero, con la superficie exterior grecada y la superficie interior lisa, de 30 mm de espesor y 1150 mm de anchura, formados por doble cara metálica de chapa estándar de acero, acabado prelacado, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de lana de roca de densidad media 145 kg/m <sup>3</sup> , y accesorios, colocados con un solape del panel superior de 200 mm y fijados mecánicamente sobre entramado ligero metálico, en cubierta inclinada, con una pendiente mayor del 10%. Incluso accesorios de fijación de los paneles sándwich, cinta flexible de butilo, adhesiva por ambas caras, para el sellado de estanqueidad de los solapes entre paneles sándwich y pintura antioxidante de secado rápido, para la protección de los solapes entre paneles sándwich.	3.921,780	49,53	194.245,76
<b>5.1.2 QUP010</b>	m <sup>2</sup>	Cobertura de placas translúcidas de policarbonato, de perfil mini onda, de 10 mm de espesor, con una transmisión de luminosidad del 90%, colocadas con un solape de la placa superior de 130 mm y un solape lateral de dos ondas y fijadas mecánicamente sobre entramado ligero metálico o de madera, en cubierta inclinada, con una pendiente mayor del 10%. Incluso accesorios de fijación de las placas.	468	28,28	13.235,04
<b>Total subcapítulo 5.1 Cerramiento</b>			<b>207.480,80</b>		
<b>Total Capítulo 5 Cubierta</b>			<b>207.480,80</b>		

CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE LOGÍSTICA DE 4368 m<sup>2</sup> CON ALTILLO EN PUERTO DE SAGUNTO

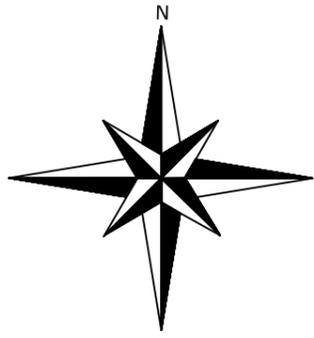
Capítulo 6 Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares					
Subcapítulo 6.1 Puertas					
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
6.1.1 LIM010	Ud	Puerta seccional industrial, de 4x4 m, formada por panel sándwich, de 45 mm de espesor, de doble chapa de acero cincado con núcleo aislante de espuma de poliuretano, acabado lacado de color RAL 9016 en la cara exterior y de color RAL 9002 en la cara interior, con mirilla central de 610x180 mm, formada por marco de material sintético y acristalamiento de polimetilmetacrilato (PMMA). Totalmente montada, conexionada y puesta en marcha por la empresa instaladora para la comprobación de su correcto funcionamiento.	7	3.990,08	27.930,56
6.1.2 LBL020	Ud	Puerta corredera automática, de aluminio y vidrio, para acceso peatonal, con sistema de apertura lateral, de una hoja deslizante de 100x210 cm y una hoja fija de 120x210 cm, compuesta por: cajón superior con mecanismos, equipo de motorización y batería de emergencia para apertura y cierre automático en caso de corte del suministro eléctrico, de aluminio lacado, color blanco, dos detectores de presencia por radiofrecuencia, célula fotoeléctrica de seguridad y panel de control con cuatro modos de funcionamiento seleccionables; dos hojas de vidrio laminar de seguridad 5+5, incoloro, 1B1 según UNE-EN 12600 con perfiles de aluminio lacado, color blanco, fijadas sobre los perfiles con perfil continuo de neopreno. Totalmente montada, conexionada y puesta en marcha por la empresa instaladora para la comprobación de su correcto funcionamiento.	1	2.307,31	2.307,31
<b>Total subcapítulo 6.1 Puertas</b>				<b>30.237,87</b>	
Subcapítulo 6.2 Carpintería					
6.2.1 LCL060	Ud	Ventanal fijo de aluminio, gama media, con rotura de puente térmico, dimensiones 1300x2600 mm, acabado lacado color blanco, con el sello QUALICOAT, que garantiza el espesor y la calidad del proceso de lacado, perfiles de 60 mm soldados a inglete y junquillos, según UNE-EN 14351-1; transmitancia térmica del marco: U <sub>f,m</sub> = desde 2,8 W/(m <sup>2</sup> K); espesor máximo del acristalamiento: 46 mm, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase E1650, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C5, según UNE-EN 12210, sin premarco y sin persiana. Incluso patillas de anclaje para la fijación de la carpintería, silicona para sellado perimetral de la junta entre la carpintería exterior y el paramento.	12	320,14	3.841,68
<b>Total subcapítulo 6.2 Carpintería</b>				<b>3.841,68</b>	
<b>Total Capítulo 6 Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares</b>				<b>34.079,55</b>	
<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>				<b>1,183,037,22</b>	

## 2 RESUMEN PRESUPUESTO

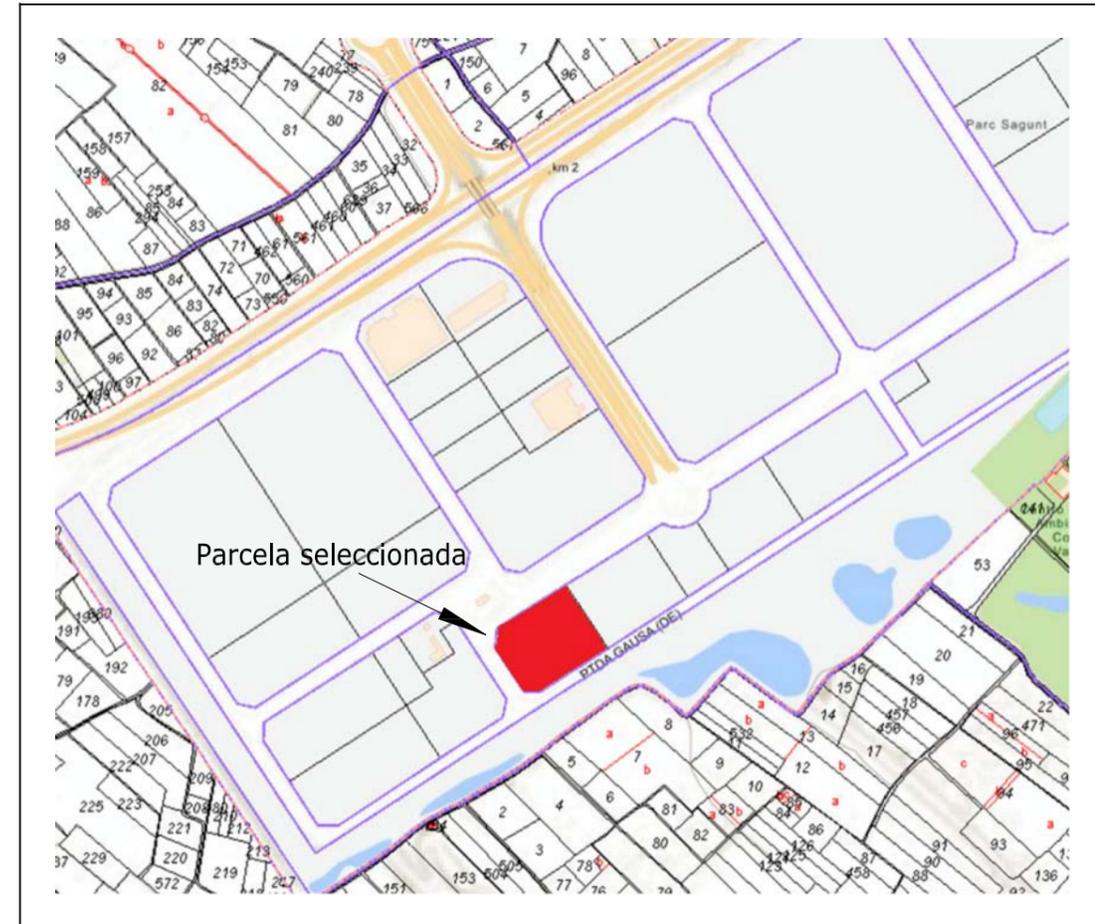
<b>CAPÍTULOS</b>	<b>Importe (€)</b>
1. Acondicionamiento del terreno	125.538,73
2. Cimentaciones	63.819,65
3. Estructuras	602.829,39
4. Fachadas	149.289,10
5. Cubierta	207.480,80
6. Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares	34.079,55
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (PEM)</b>	<b>1.183.037,22</b>
Gastos Generales 13%	153.794,84
Beneficio Industrial 6%	70.982,24
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA (PEC)</b>	<b>1.407.814,3</b>
IVA 21%	295.641,01
<b>PRESUPUESTO BASE LICITACIÓN (P.B.L)</b>	<b>1.703.455.31</b>

Asciende el presupuesto base licitación a la expresada cantidad de **UN MILLÓN SETECIENTOS TRES MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA Y CINCO EUROS CON TREINTA Y UN CÉNTIMOS**

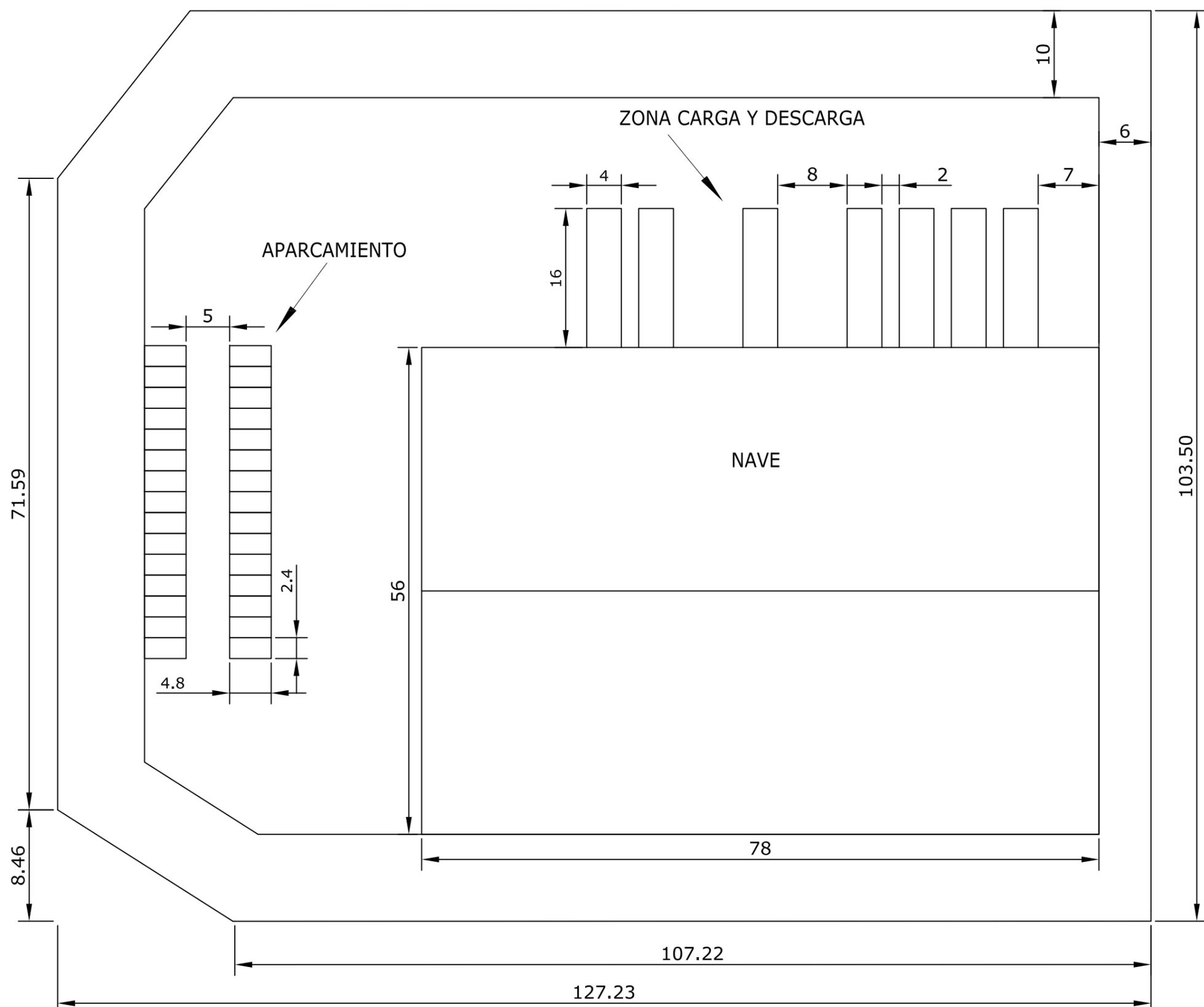
DOCUMENTO IV:  
PLANOS



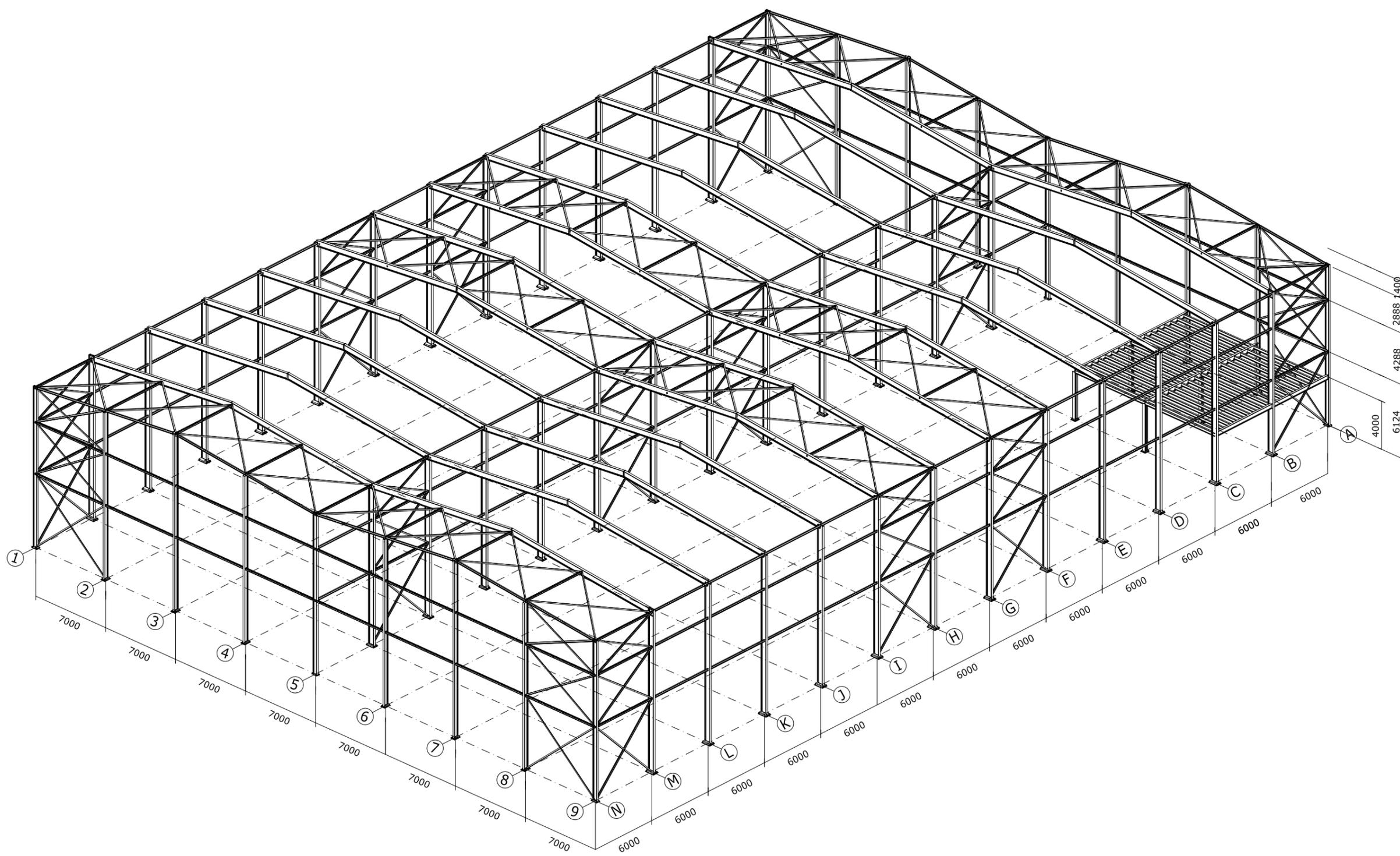
Puerto de Sagunto, Sagunto



Polígono Industrial Parc Sagunt

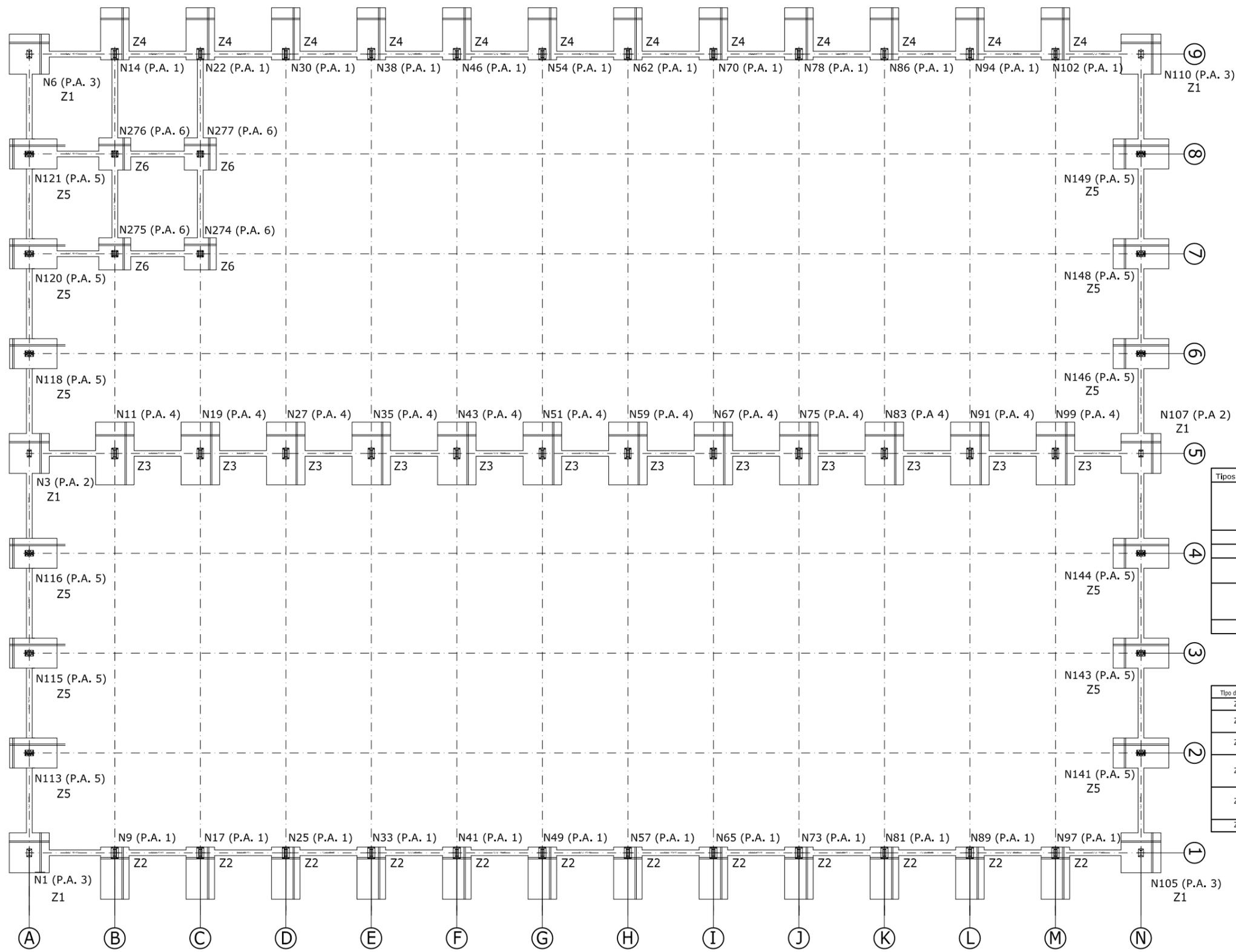


(Cotas en m)



CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA			
ACERO EN ESTRUCTURA METÁLICA ( CE Capitulo 18, Artículo 83,Tabla 83.1.d)		$\gamma_{M0}$	$\gamma_{M1}$
Perfiles laminados en caliente	S 275 - L.E. 275 N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{M0}=1,05$	$\gamma_{M1}=1,05$
Perfiles conformados en frío	S 235 - L.E. 235 N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{M0}=1,05$	$\gamma_{M1}=1,05$

# CIMENTACIÓN



**CUADRO DE VIGAS DE ATADO**

40	C.1.1
40	Arm. sup.: 2Ø12
	Arm. inf.: 2Ø12
	Estribos: 1xØ8c/25

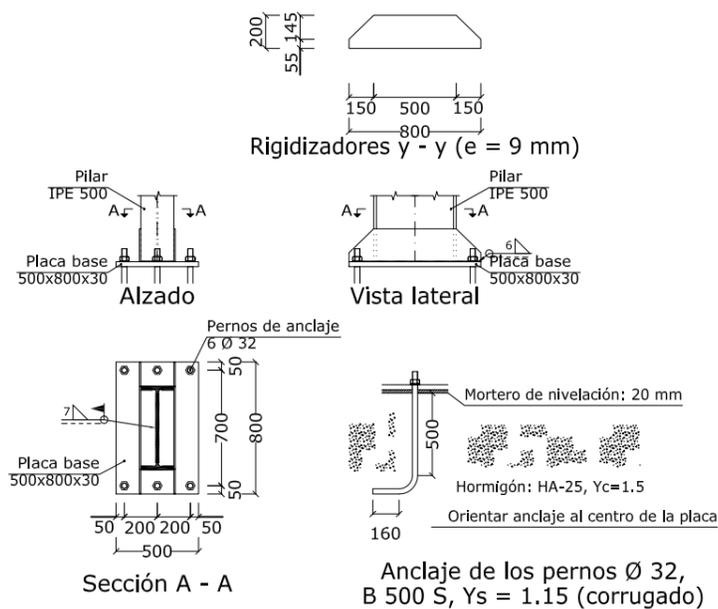
**CUADRO DE ARRANQUES**

Tipos de Placas de Anclaje	Referencias	Pernos de Placas de Anclaje	Dimensión de Placas de Anclaje
Placa Anclaje 1	N14, N22, N30, N38, N46, N54, N62, N70, N78, N86, N94, N102, N9, N17, N25, N33, N41, N49, N57, N65, N73, N81, N89 y N97	6 Pernos Ø 32	Placa base (500x800x30)
Placa Anclaje 2	N107 y N3	4 Pernos Ø 16	Placa base (300x500x18)
Placa Anclaje 3	N6, N10, N1 y N105	4 Pernos Ø 20	Placa base (350x550x20)
Placa Anclaje 4	N11, N19, N27, N35, N43, N51, N59, N67, N75, N83, N91 y N99	4 Pernos Ø 32	Placa base (450x750x25)
Placa Anclaje 5	N141, N143, N144, N146, N148, N149, N121, N120, N118, N116, N115 y N113	12 Pernos Ø 20	Placa base (400x600x22)
Placa Anclaje 6	N276, N277, N274 y N275	8 Pernos Ø 20	Placa base (450x450x20)

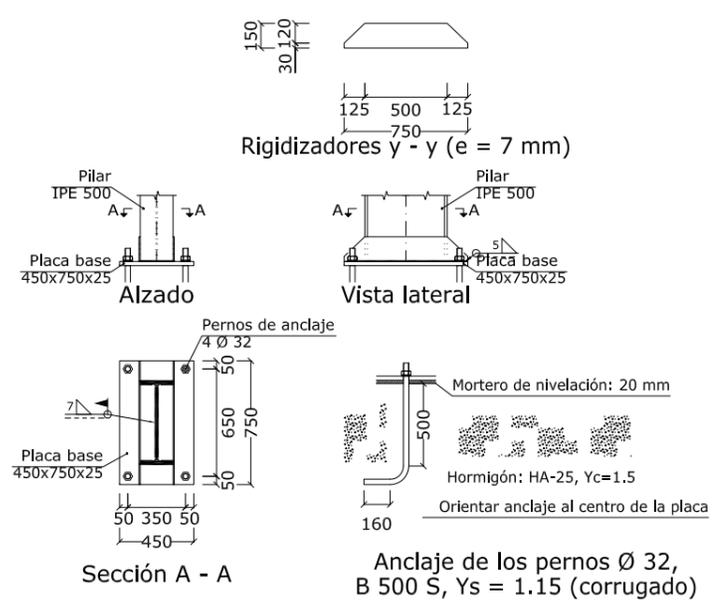
**CUADRO DE ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN**

Tipo de zapata	Referencias	Dimensiones (cm)	Canto (cm)	Armado Inf. X	Armado Inf. Y	Armado sup. X	Armado sup. Y
Z1	N1, N3, N6, N105, N107 y N110	280x280	65	21Ø12c/13	21Ø12c/13	21Ø12c/13	21Ø12c/13
Z2	N9, N17, N25, N33, N41, N49, N57, N65, N73, N81, N89 y N97	200x365	115	17Ø20c/21	9Ø20c/22	17Ø20c/21	9Ø20c/22
Z3	N11, N19, N27, N35, N43, N51, N59, N67, N75, N83, N91 y N99	270x440	75	36Ø12c/12	13Ø16c/20	36Ø12c/12	13Ø16c/20
Z4	N14, N22, N30, N38, N46, N54, N62, N70, N78, N86, N94 y N102	200x365	115	17Ø20c/21	9Ø20c/22	17Ø20c/21	9Ø20c/22
Z5	N113, N115, N116, N118, N120, N121, N141, N143, N144, N146, N148 y N149	210x390	85	13Ø20c/30	7Ø20c/30	13Ø20c/30	7Ø20c/30
Z6	N274, N275, N276 y N277	225x225	50	13Ø12c/17	13Ø12c/17	13Ø12c/17	13Ø12c/17

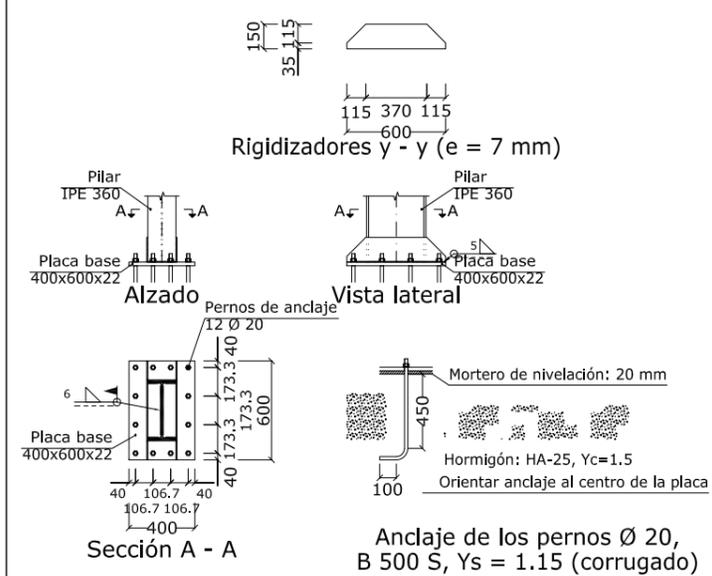
### Tipo 1



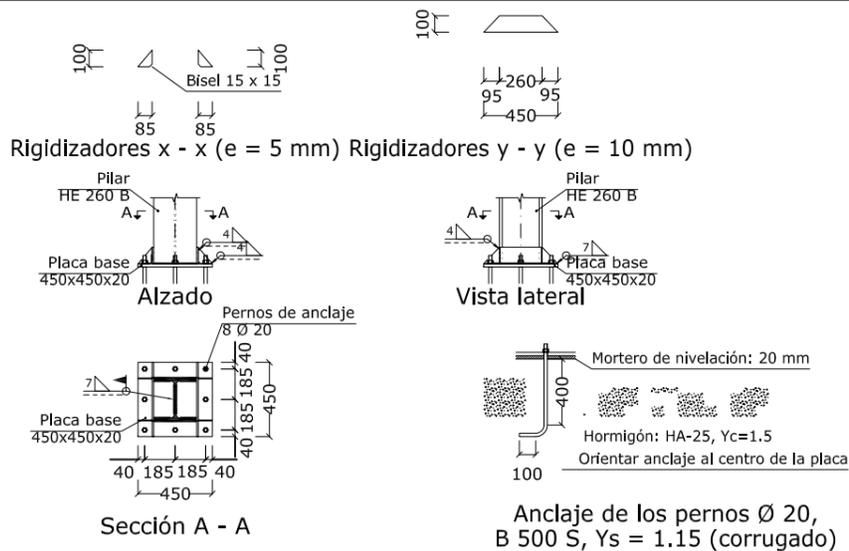
### Tipo 6



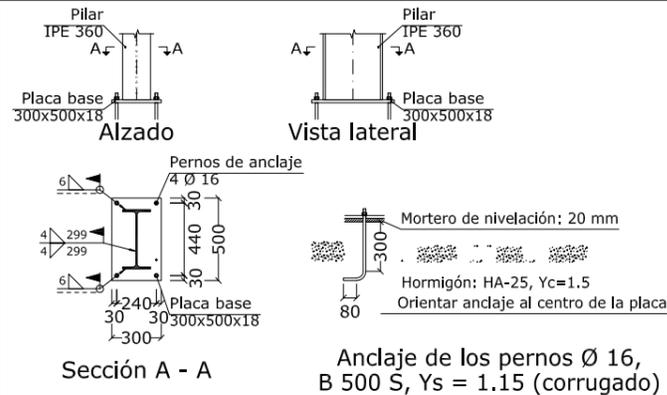
### Tipo 7



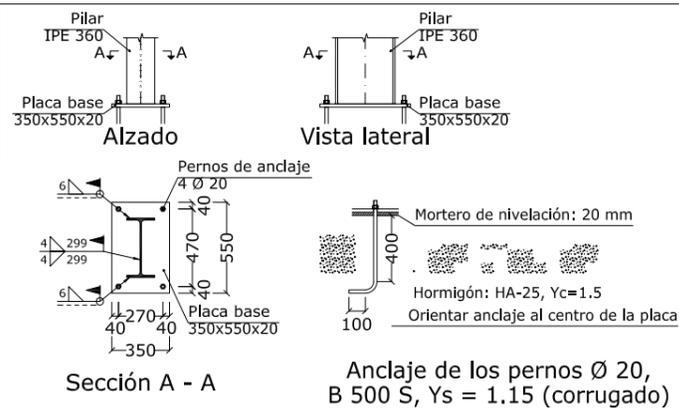
### Tipo 8



### Tipo 4



### Tipo 5



#### Características de los materiales - Zapatas de cimentación

Materiales	Hormigón				Acero			
	Control		Características		Control	Características		
Elemento Zona/Planta	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo	Consistencia	Tamaño máx. árido	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo
Zapatas	Estadístico	$\gamma_c=1.50$	HA-25/B/20/XC2	Plástica a blanda (9-15 cm)	20/30 mm	Normal	$\gamma_s=1.15$	B500S
Vigas de atado	Estadístico	$\gamma_c=1.50$	HA-25/B/20/XC2	Plástica a blanda (9-15 cm)	20/30 mm	Normal	$\gamma_s=1.15$	B500S
Ejecución (Acciones)	Normal	$\gamma_Q=1.35$ $\gamma_Q=1.50$	Adaptado a la Instrucción CTE Db-Cimientos					
Exposición/ambiente	Terreno	Terreno protegido u hormigón de limpieza	X0	XC1	XC2	XC3		
Recubrimientos nominales (mm)	80	Ver Exposición/Ambiente	30	35	35	35		

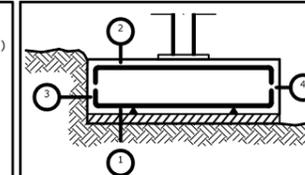
#### Notas

- Control Estadístico en CE
- Solapes según CE
- El acero utilizado deberá estar garantizado con un distintivo reconocido: Sello CIETSID, CC-EHE, ...

#### Datos geotécnicos

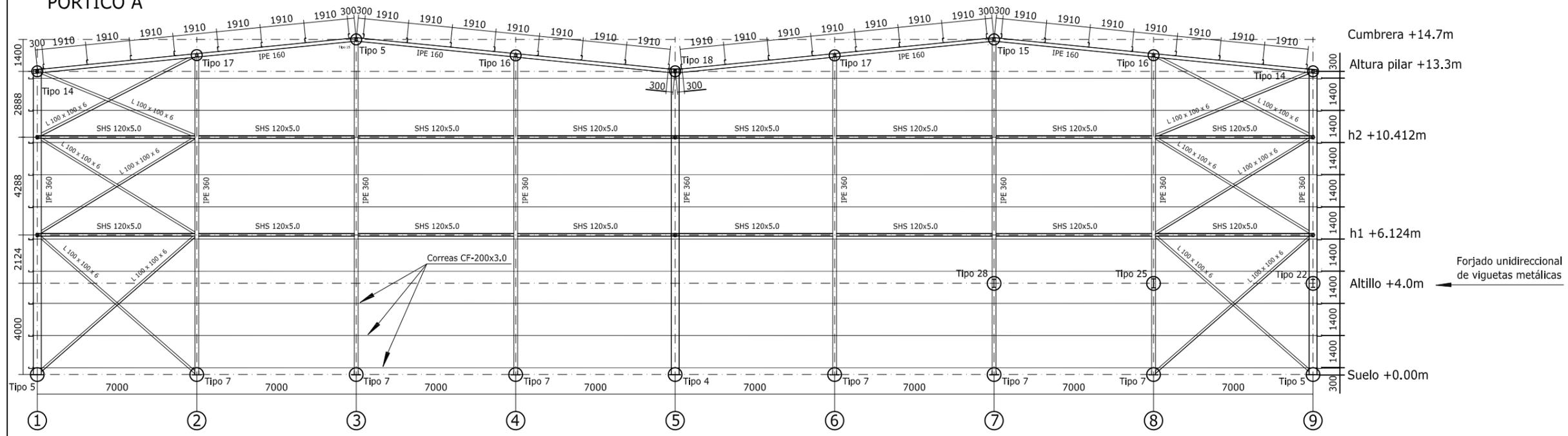
- Tensión admisible del terreno considerada = 0.20 MPa (2.00 Kg/cm<sup>2</sup>)

#### Recubrimientos nominales

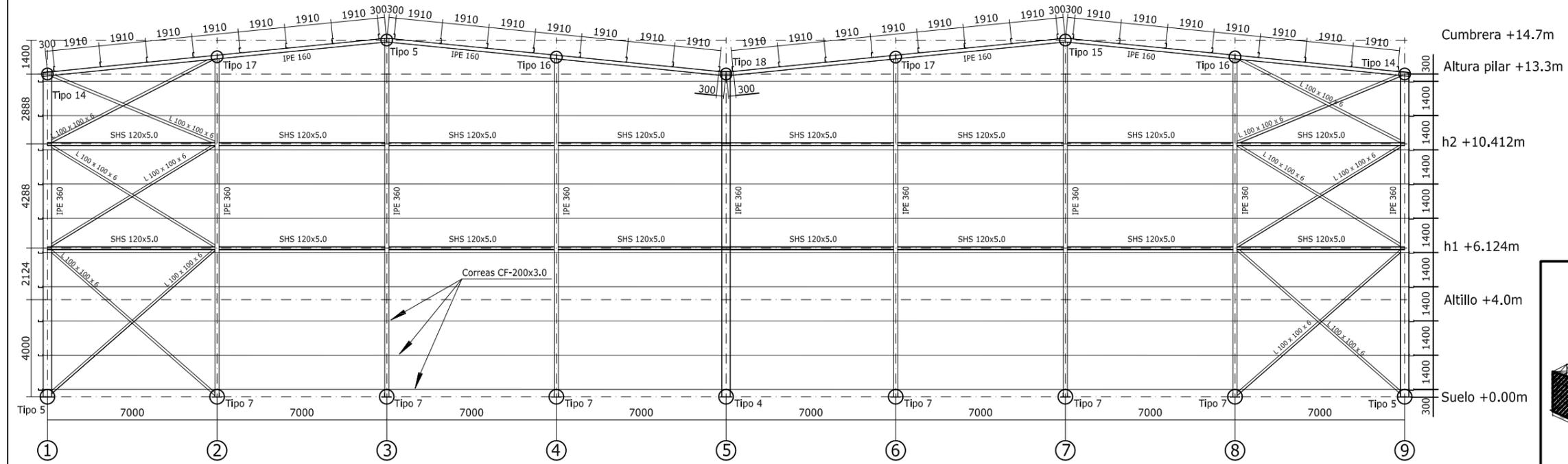


- 1.- Recubrimiento con hormigón de limpieza 4 cm.
- 2.- Recubrimiento superior libre 4/5 cm.
- 3.- Recubrimiento lateral contacto terreno  $\geq$  8 cm.
- 4.- Recubrimiento lateral libre 4/5 cm.

### PÓRTICO A

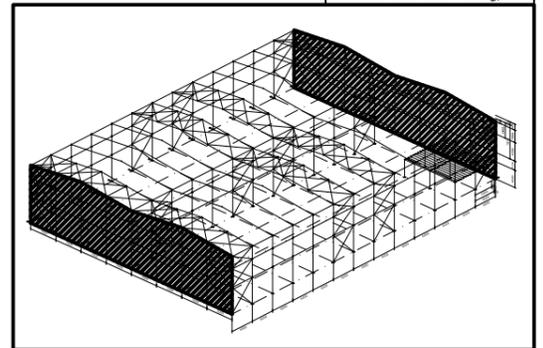


### PÓRTICO N

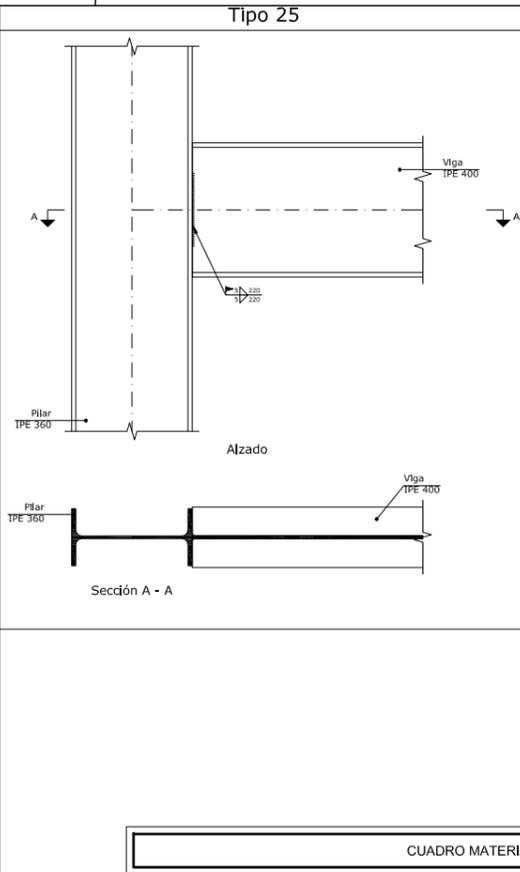
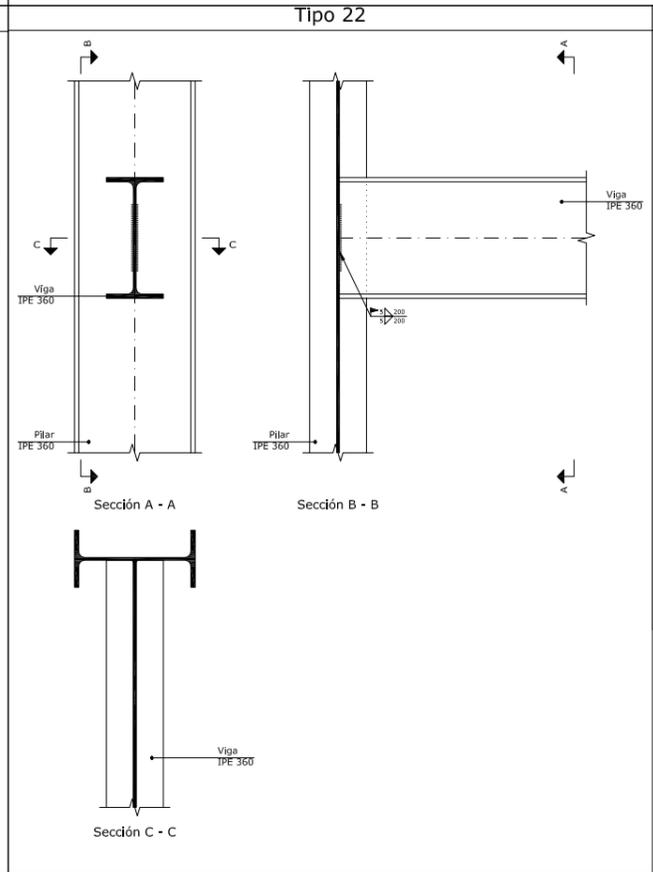
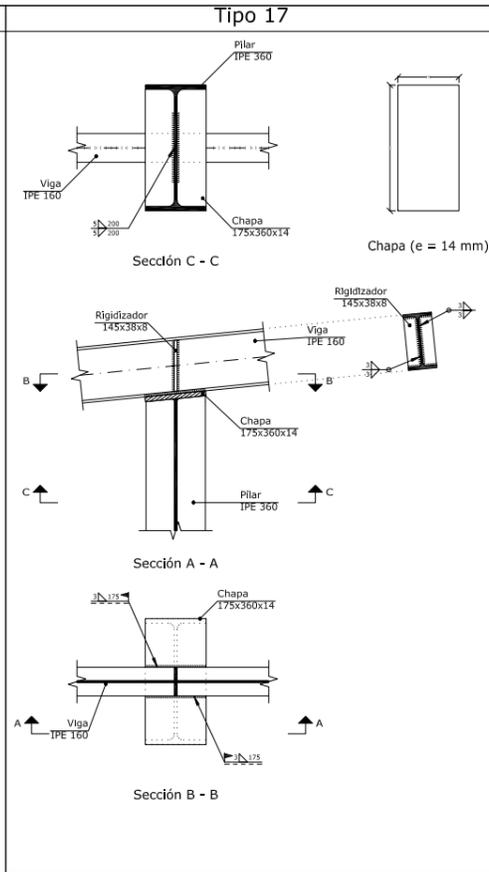
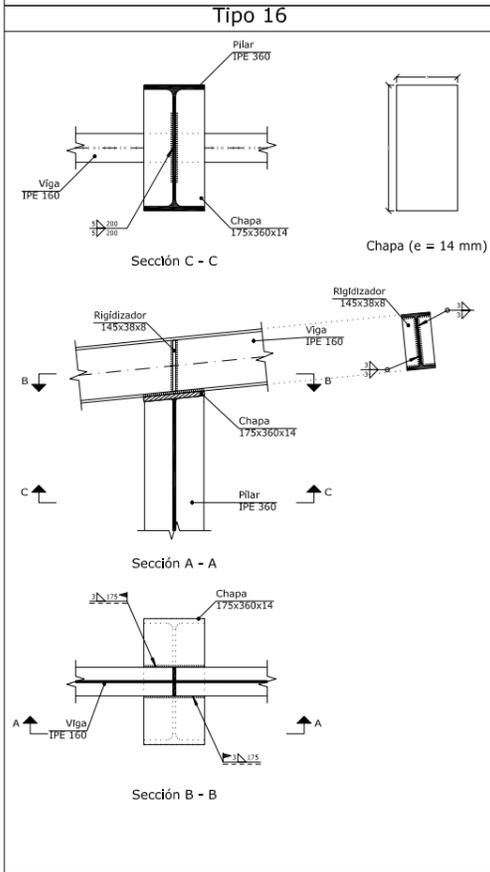
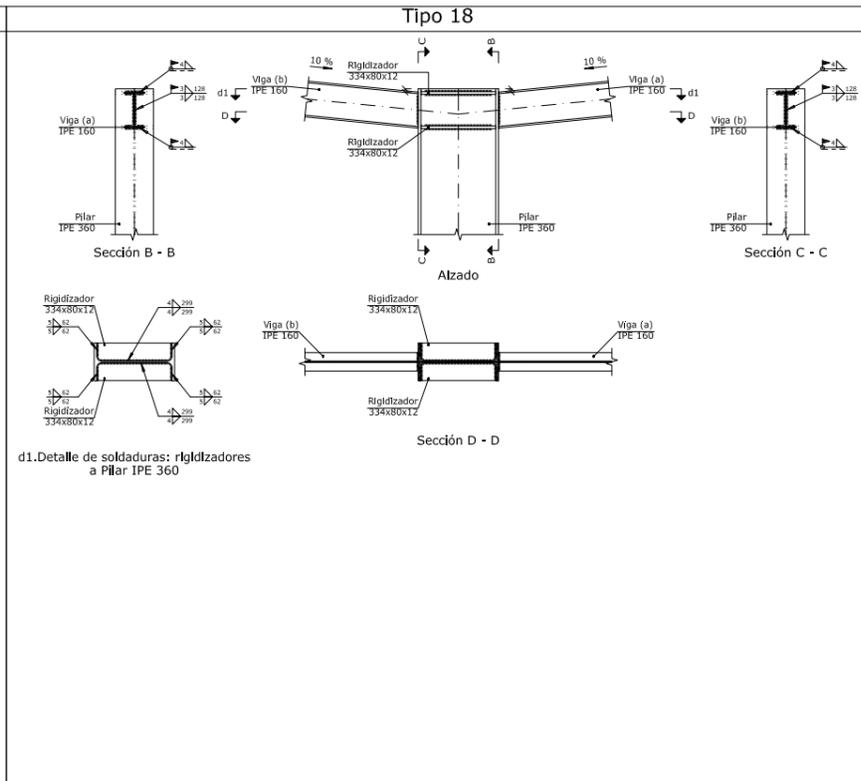
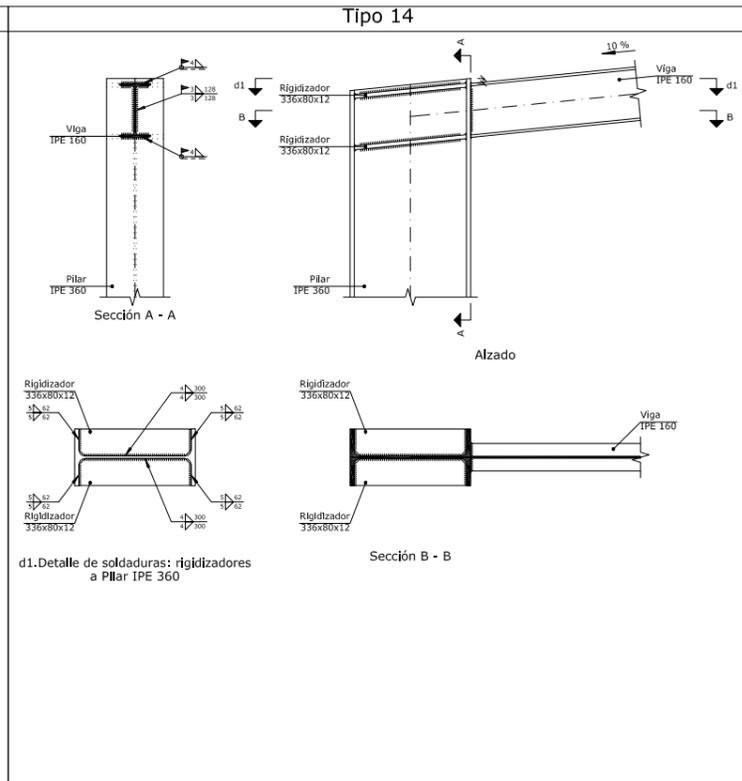
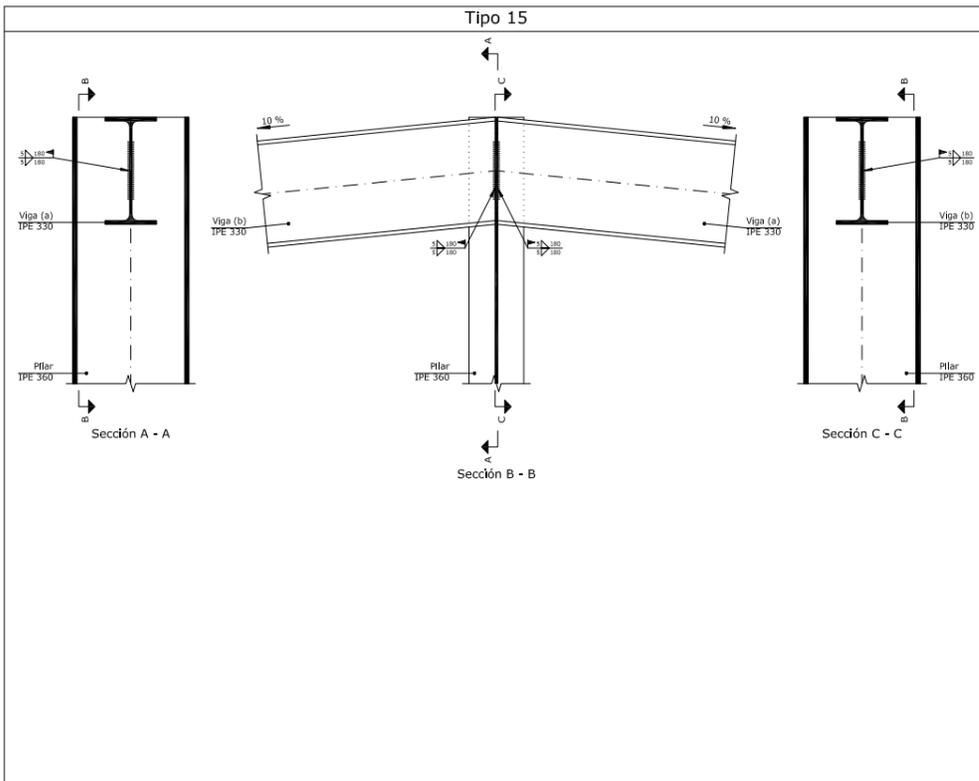


Correas en cubiertas  
 Tipo de Acero: S235  
 Tipo de perfil: CF-200x3.0  
 Separación: 1.91 m.  
 Número de correas: 32  
 Peso lineal: 256.29 kg/m

Correas en laterales  
 Tipo de Acero: S235  
 Tipo de perfil: CF-200x3.0  
 Separación: 1.40 m.  
 Número de correas: 20  
 Peso lineal: 160.18 kg/m

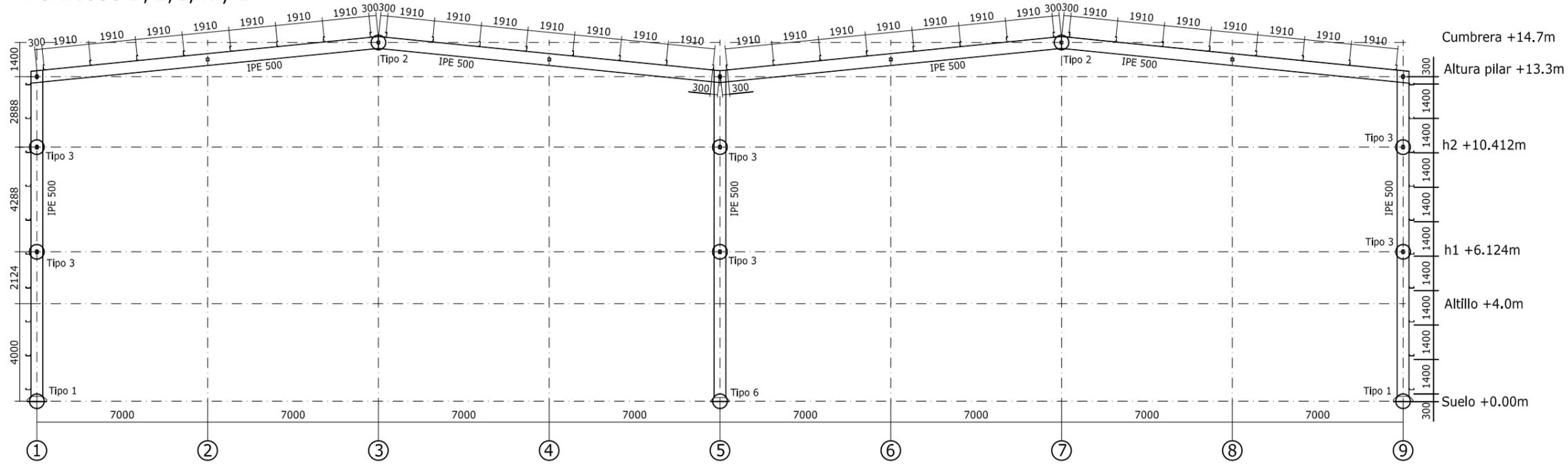


CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA			
ACERO EN ESTRUCTURA METÁLICA ( CE Capítulo 18, Artículo 83, Tabla 83.1.d)			
		$\gamma_{M0}$	$\gamma_{M1}$
Perfiles laminados en caliente	S 275 - L.E. 275 N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{M0}=1.05$	$\gamma_{M1}=1.05$
Perfiles conformados en frío	S 235 - L.E. 235 N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{M0}=1.05$	$\gamma_{M1}=1.05$

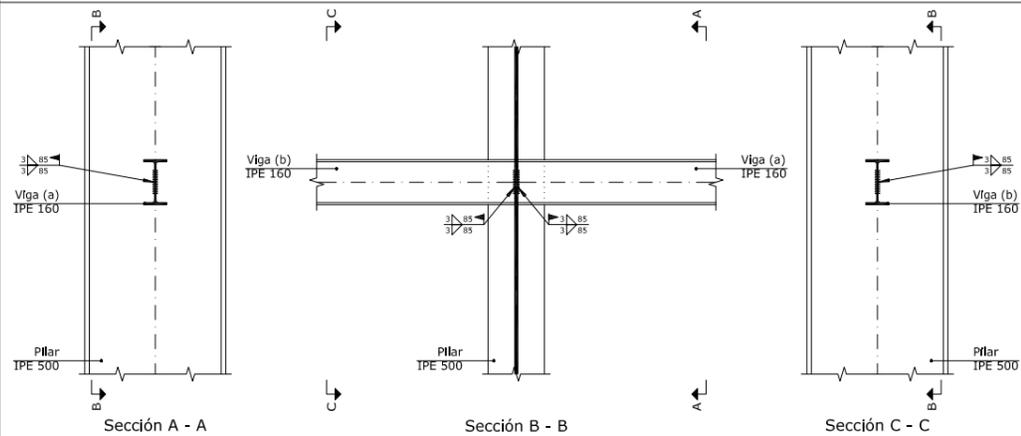


CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA			
ACERO EN ESTRUCTURA METÁLICA ( CE Capitulo 18, Artículo 83,Tabla 83.1.d)			
Perfiles laminados en caliente	S 275 - L.E. 275 N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{M0}$	$\gamma_{M1}$
Perfiles conformados en frío	S 235 - L.E. 235 N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{M0}=1.05$	$\gamma_{M1}=1.05$

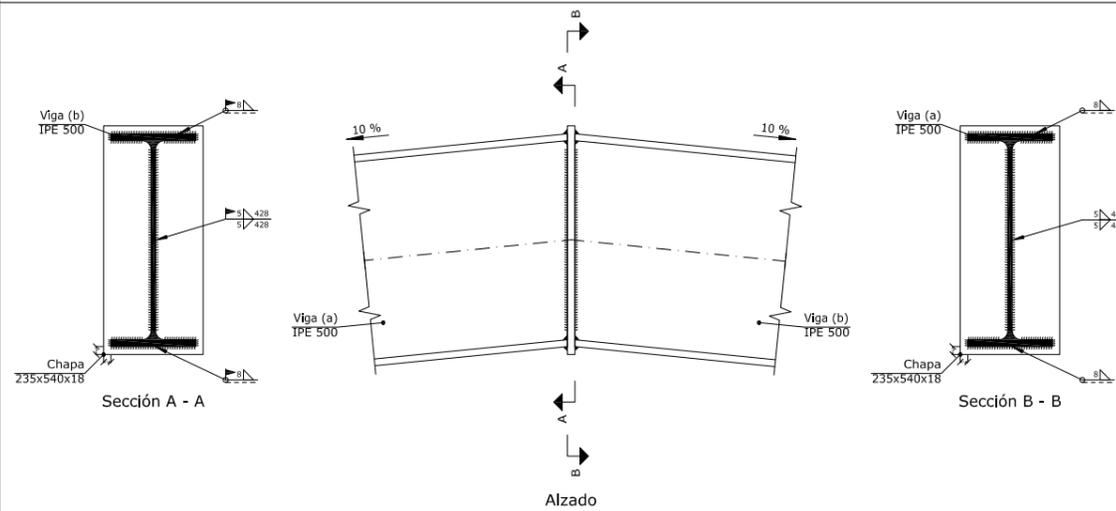
# PÓRTICOS D, E, J, K y L



Tipo 3

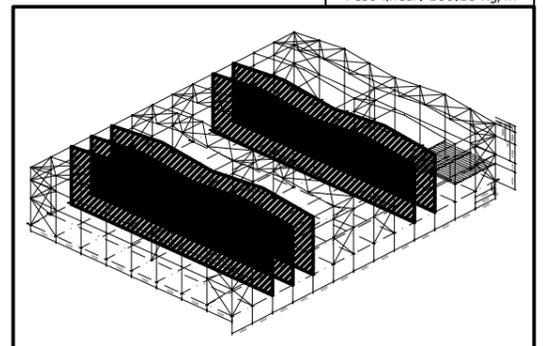


Tipo 2



Correas en cubiertas  
 Tipo de Acero: S235  
 Tipo de perfil: CF-200x3.0  
 Separación: 1.91 m.  
 Número de correas: 32  
 Peso lineal: 256.29 kg/m

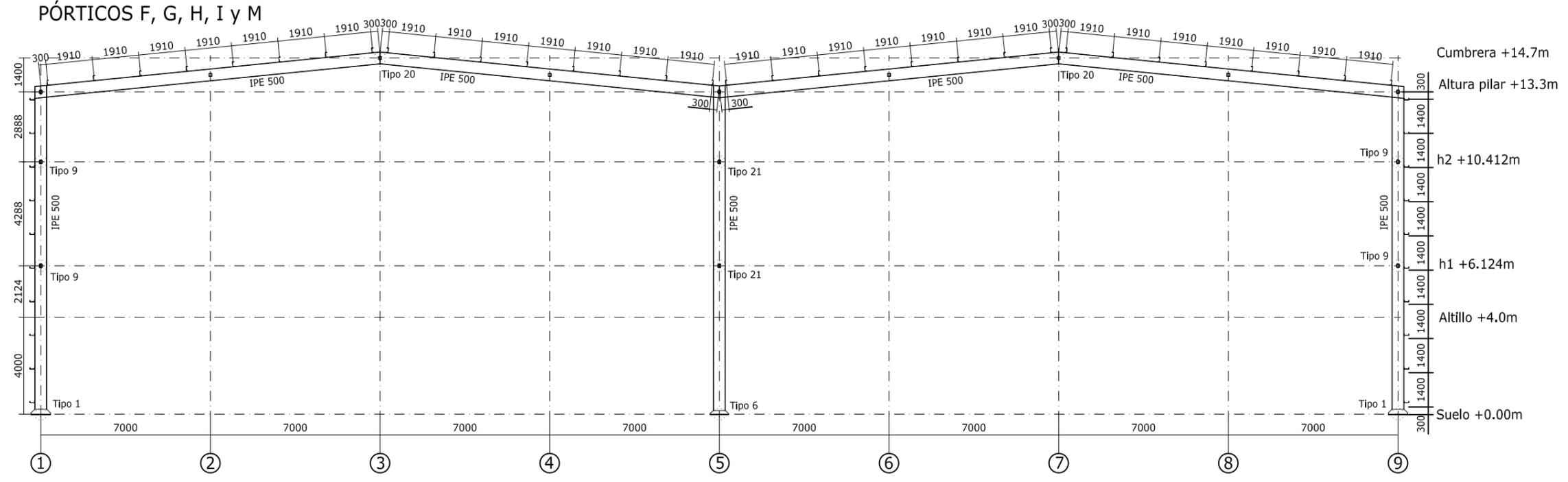
Correas en laterales  
 Tipo de Acero: S235  
 Tipo de perfil: CF-200x3.0  
 Separación: 1.40 m.  
 Número de correas: 20  
 Peso lineal: 160.18 kg/m



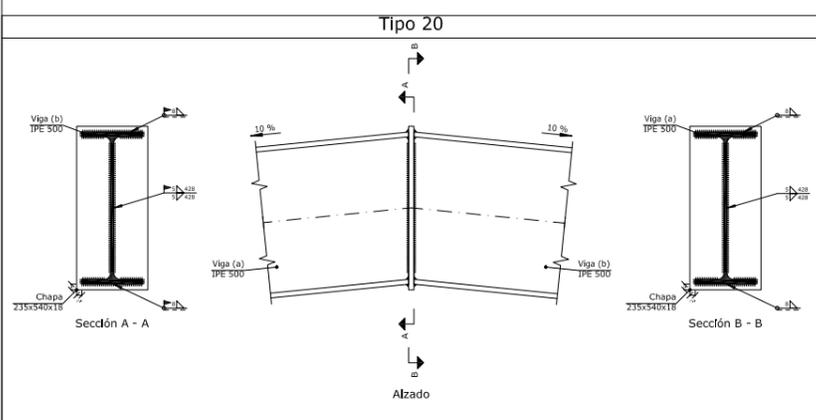
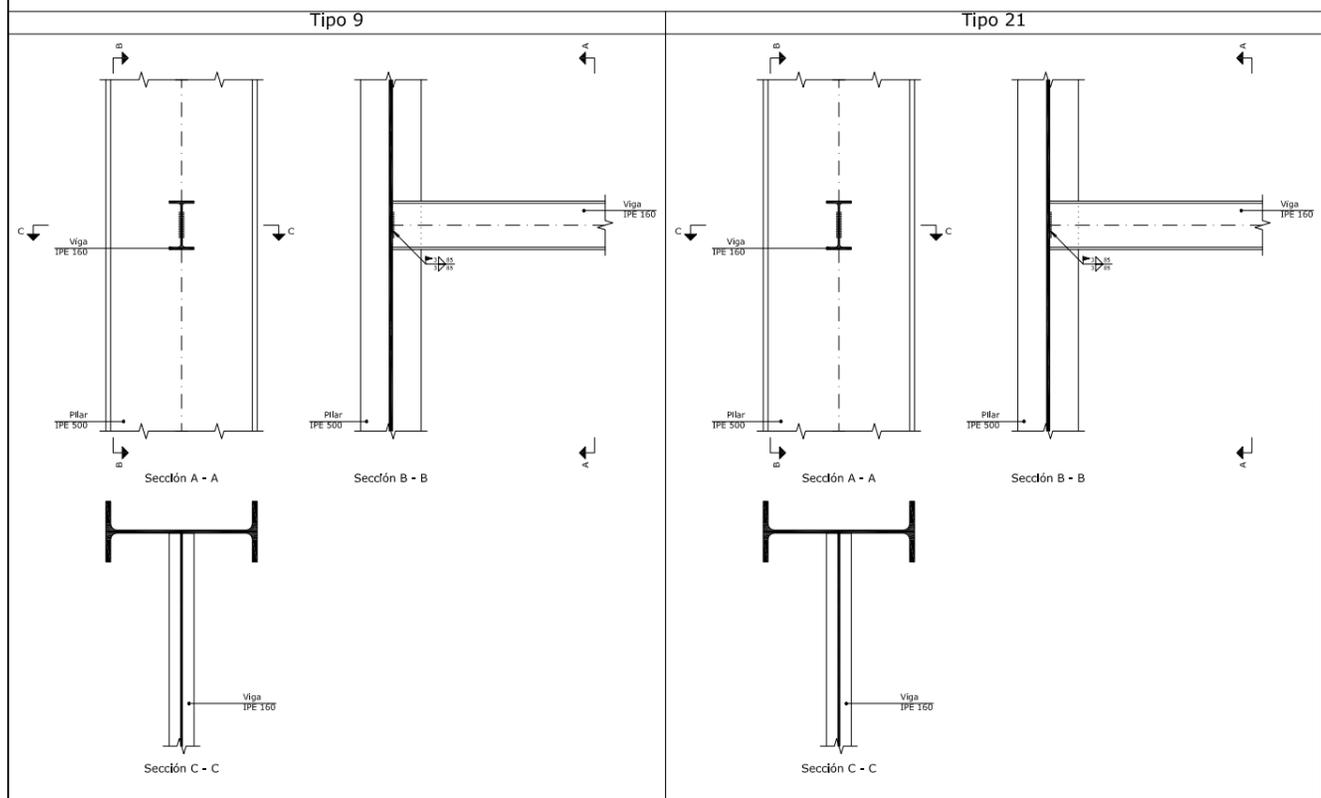
CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA

ACERO EN ESTRUCTURA METÁLICA ( CE Capítulo 18, Artículo 83, Tabla 83.1.d)		$\gamma_{M0}$	$\gamma_{M1}$
Perfiles laminados en caliente	S 275 - L.E. 275 N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{M0}=1.05$	$\gamma_{M1}=1.05$
Perfiles conformados en frío	S 235 - L.E. 235 N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{M0}=1.05$	$\gamma_{M1}=1.05$

# PÓRTICOS F, G, H, I y M

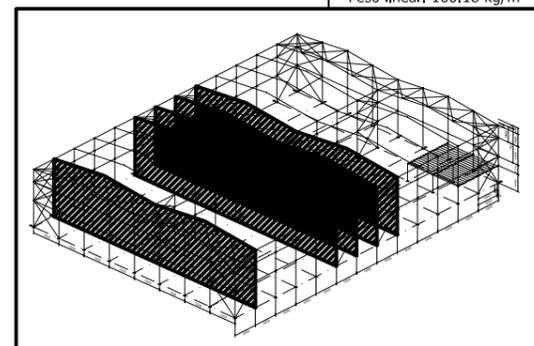


Cumbrera +14.7m  
 Altura pilar +13.3m  
 h2 +10.412m  
 h1 +6.124m  
 Altillo +4.0m  
 Suelo +0.00m



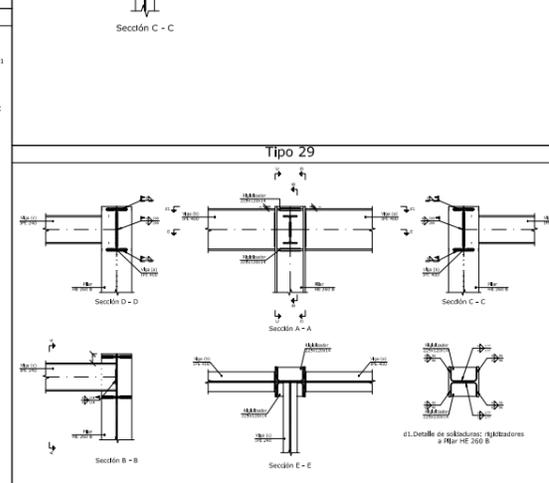
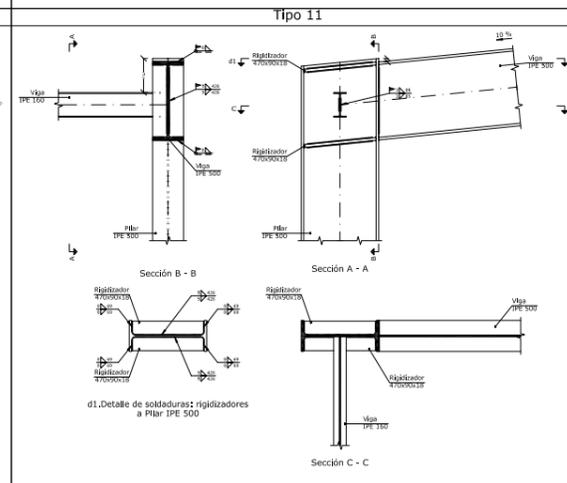
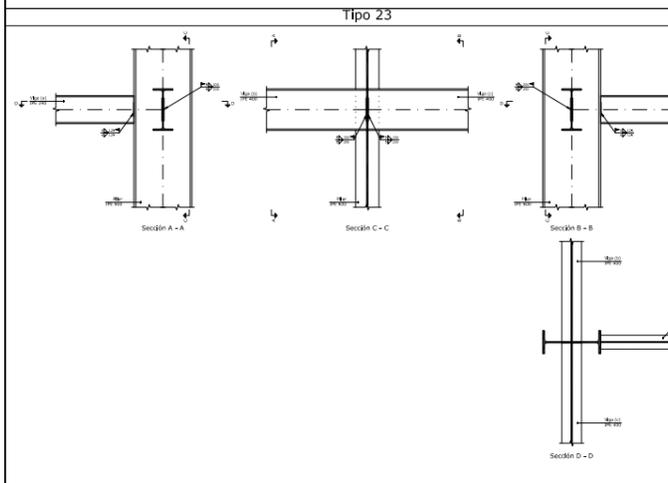
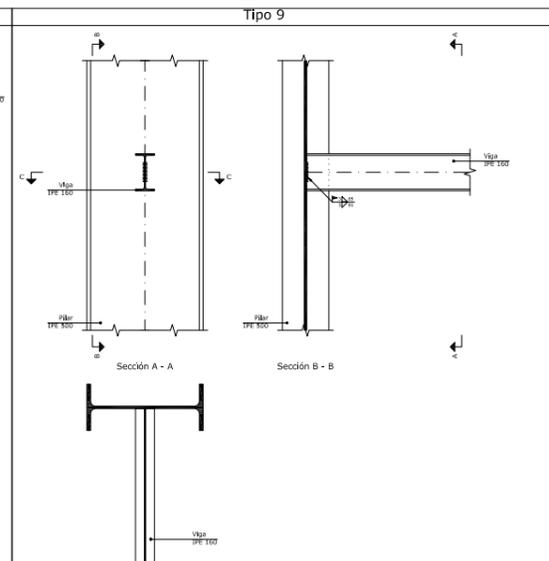
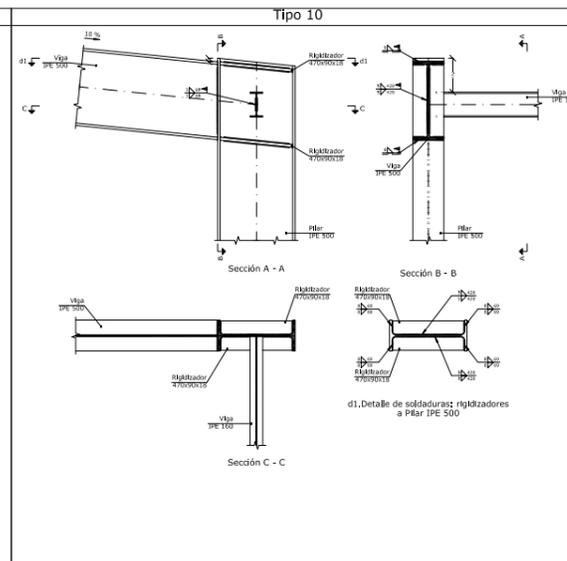
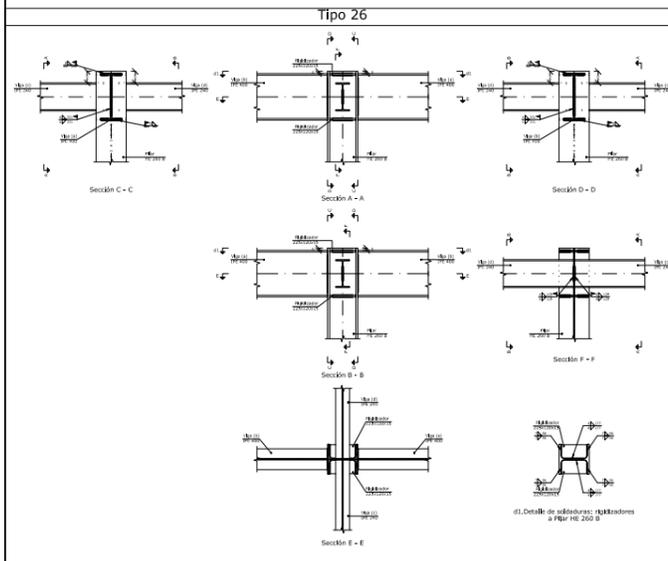
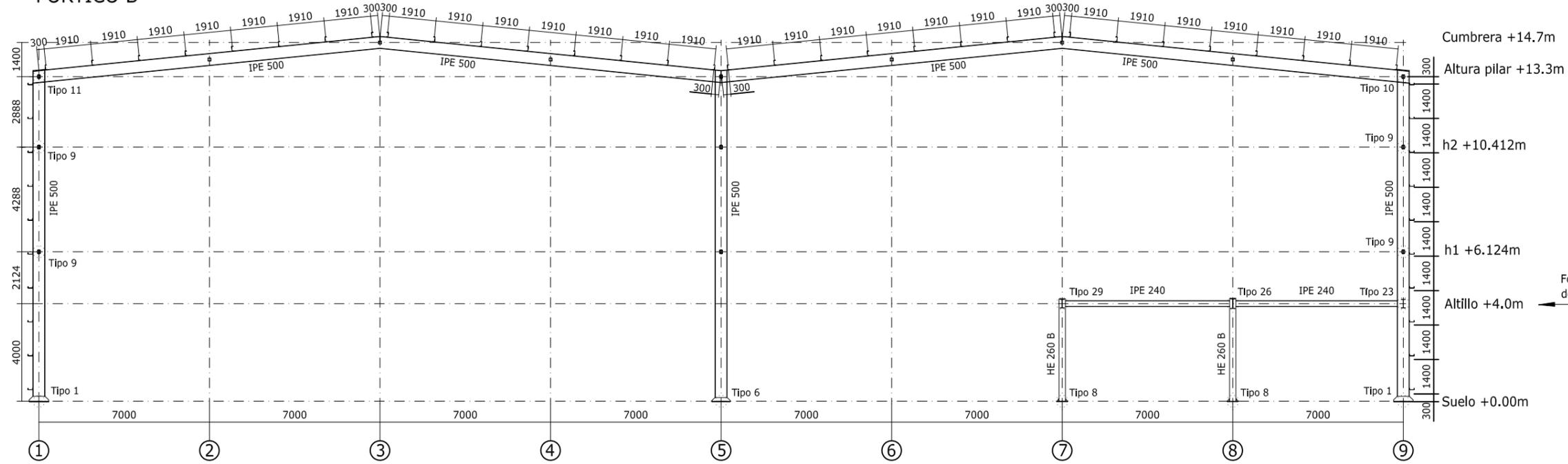
**Correas en cubiertas**  
 Tipo de Acero: S235  
 Tipo de perfil: CF-200x3.0  
 Separación: 1.91 m.  
 Número de correas: 32  
 Peso lineal: 256.29 kg/m

**Correas en laterales**  
 Tipo de Acero: S235  
 Tipo de perfil: CF-200x3.0  
 Separación: 1.40 m.  
 Número de correas: 20  
 Peso lineal: 160.18 kg/m



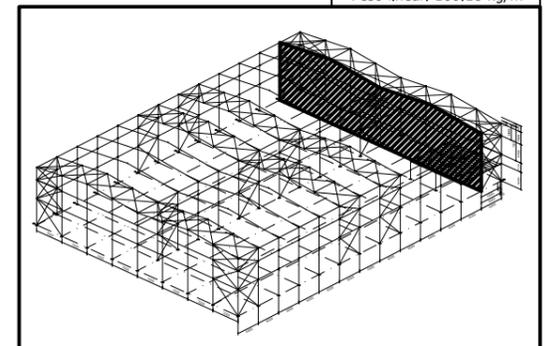
CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA			
ACERO EN ESTRUCTURA METÁLICA ( CE Capítulo 18, Artículo 83, Tabla 83.1.d)			
		$\gamma_{M0}$	$\gamma_{M1}$
Perfiles laminados en caliente	S 275 - L.E. 275 N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{M0}=1.05$	$\gamma_{M1}=1.05$
Perfiles conformados en frío	S 235 - L.E. 235 N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{M0}=1.05$	$\gamma_{M1}=1.05$

# PÓRTICO B



Correas en cubiertas  
 Tipo de Acero: S235  
 Tipo de perfil: CF-200x3.0  
 Separación: 1.91 m.  
 Número de correas: 32  
 Peso lineal: 256.29 kg/m

Correas en laterales  
 Tipo de Acero: S235  
 Tipo de perfil: CF-200x3.0  
 Separación: 1.40 m.  
 Número de correas: 20  
 Peso lineal: 160.18 kg/m



CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA			
ACERO EN ESTRUCTURA METÁLICA ( CE Capítulo 18, Artículo 83, Tabla 83.1.d)			
		$\gamma_{M0}$	$\gamma_{M1}$
Perfiles laminados en caliente	S 275 - L.E. 275 N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{M0}=1.05$	$\gamma_{M1}=1.05$
Perfiles conformados en frío	S 235 - L.E. 235 N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{M0}=1.05$	$\gamma_{M1}=1.05$

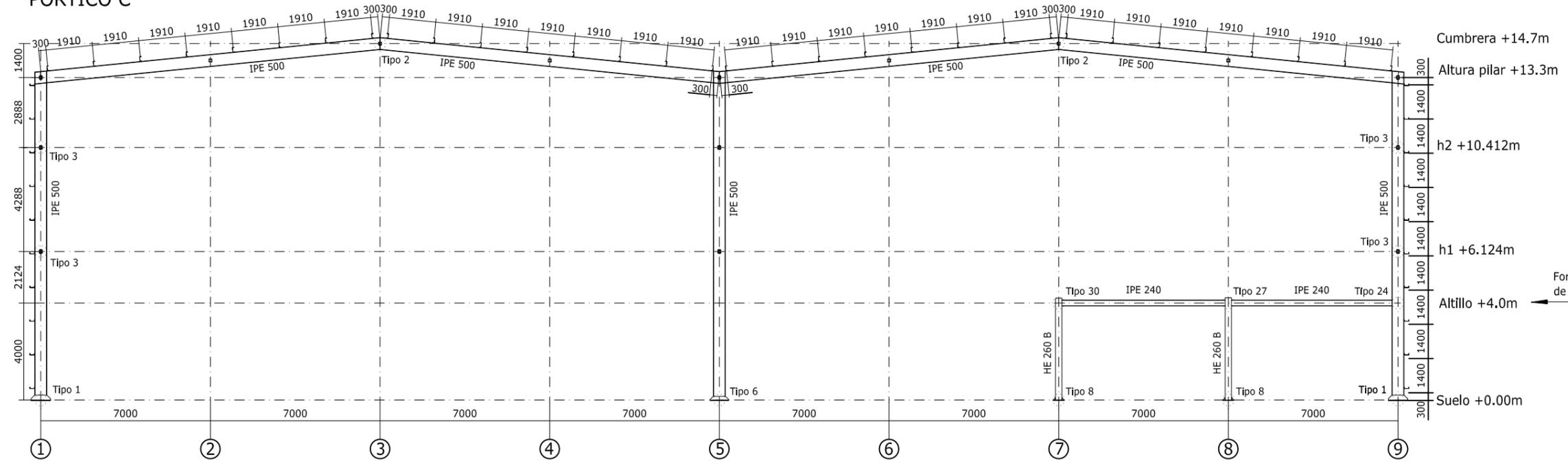
TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

Proyecto: **CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE LOGÍSTICA DE 4368 m<sup>2</sup> CON ALTILLO EN PUERTO DE SAGUNTO**

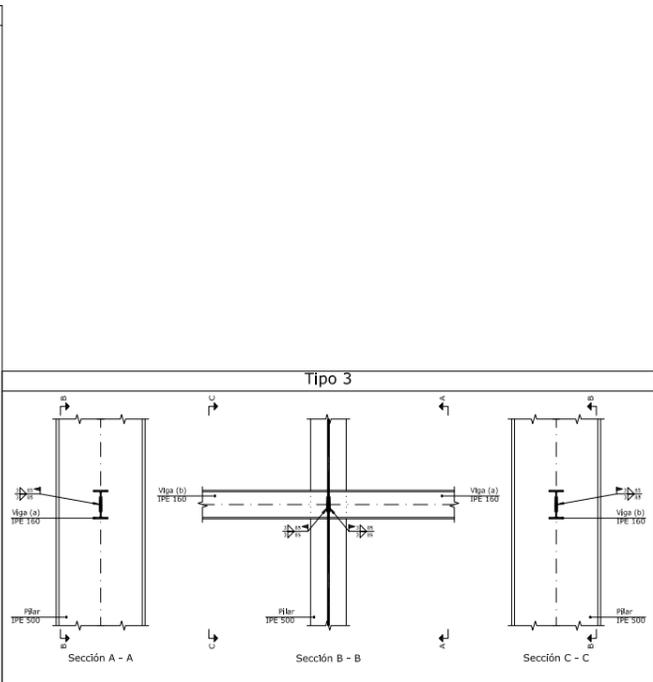
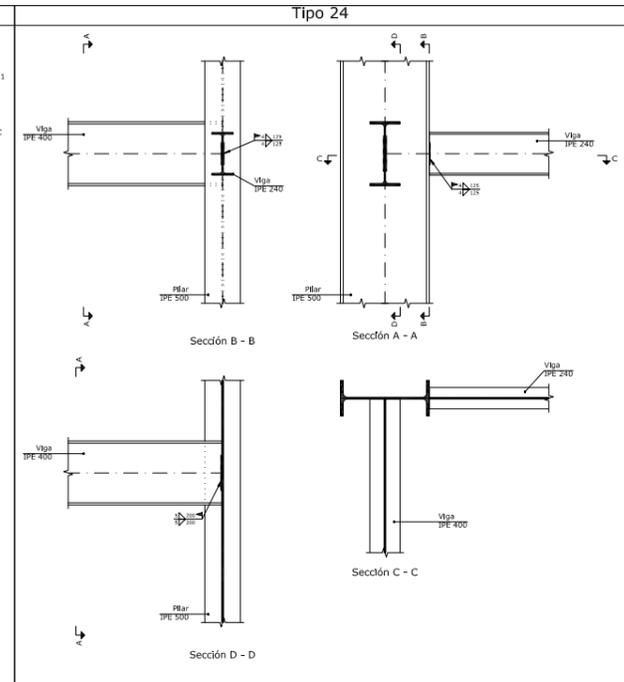
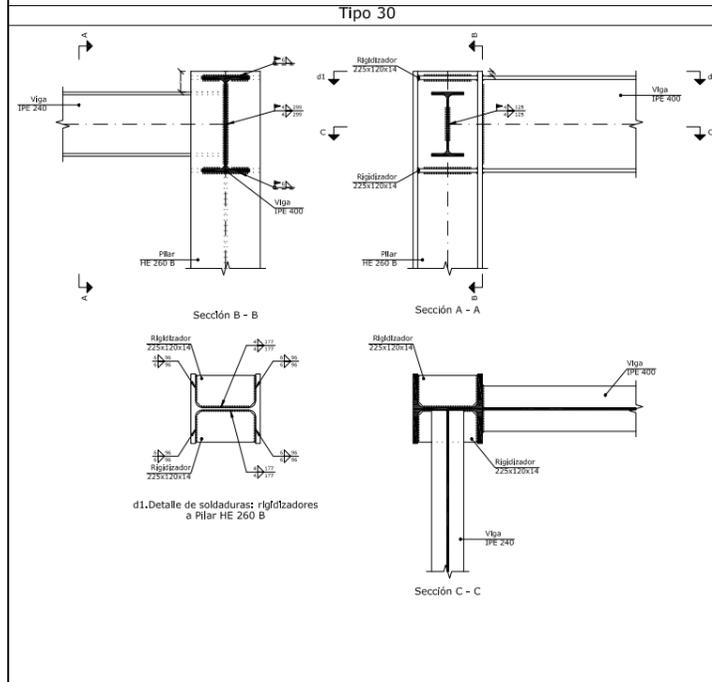
Plano: **Pórtico interior: alineación B**  
 Autor: **Marc Jornet Martínez**

Fecha: **Julio 2022**  
 Escala: **1:200**  
 Nº Plano: **10**

# PÓRTICO C

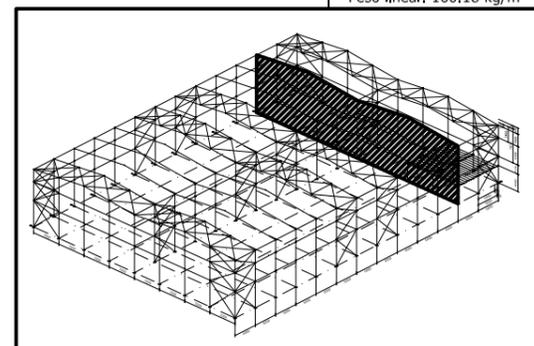


Forjado unidireccional de viguetas metálicas



Correas en cubiertas  
 Tipo de Acero: S235  
 Tipo de perfil: CF-200x3.0  
 Separación: 1.91 m.  
 Número de correas: 32  
 Peso lineal: 256.29 kg/m

Correas en laterales  
 Tipo de Acero: S235  
 Tipo de perfil: CF-200x3.0  
 Separación: 1.40 m.  
 Número de correas: 20  
 Peso lineal: 160.18 kg/m



CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA			
ACERO EN ESTRUCTURA METÁLICA ( CE Capitulo 18, Artículo 83,Tabla 83.1.d)			
		$\gamma_{M0}$	$\gamma_{M1}$
Perfiles laminados en caliente	S 275 - L.E. 275 N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{M0}=1.05$	$\gamma_{M1}=1.05$
Perfiles conformados en frío	S 235 - L.E. 235 N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{M0}=1.05$	$\gamma_{M1}=1.05$

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

Proyecto: **CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE LOGÍSTICA DE 4368 m<sup>2</sup> CON ALTILLO EN PUERTO DE SAGUNTO**

Plano: **Pórtico interior: alineación C**

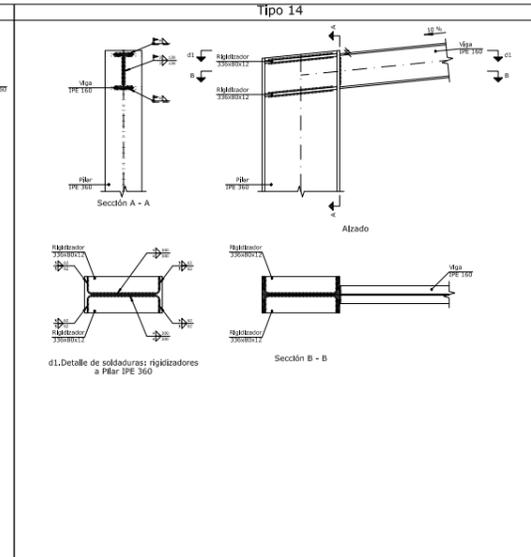
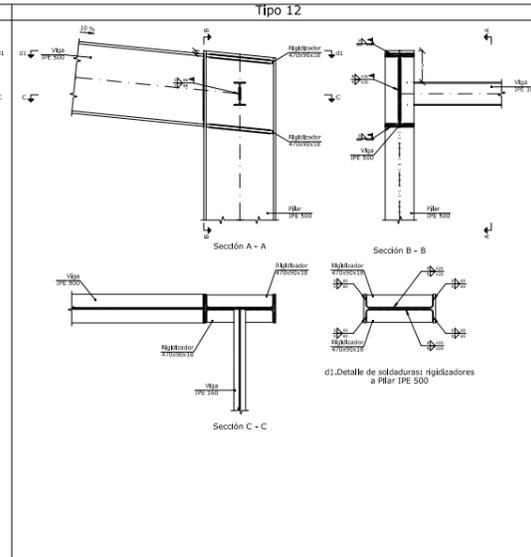
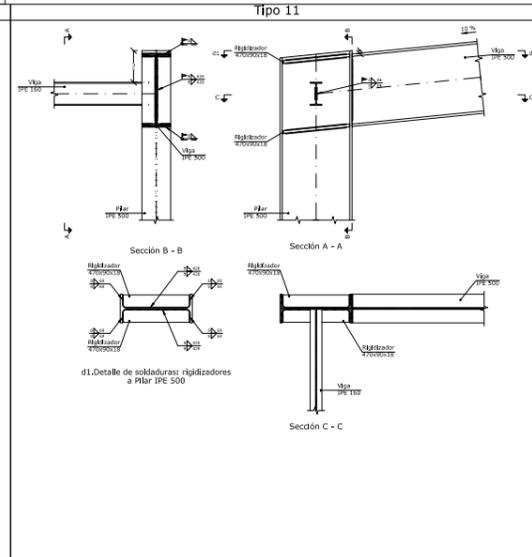
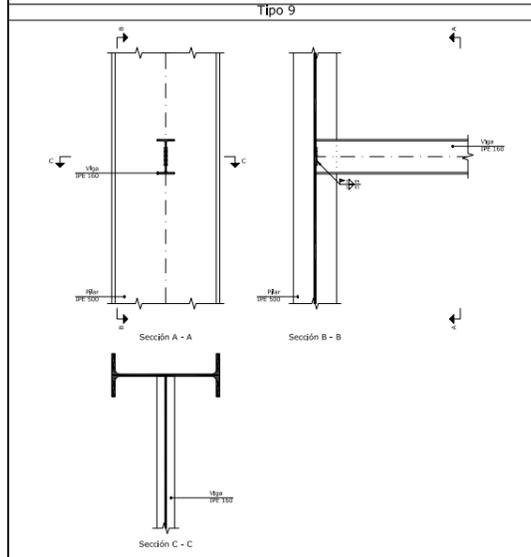
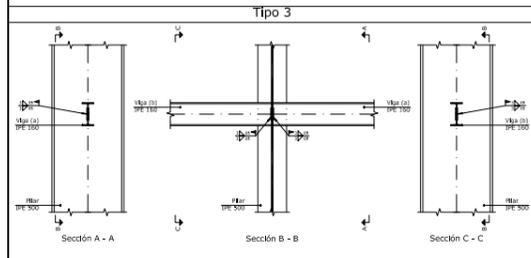
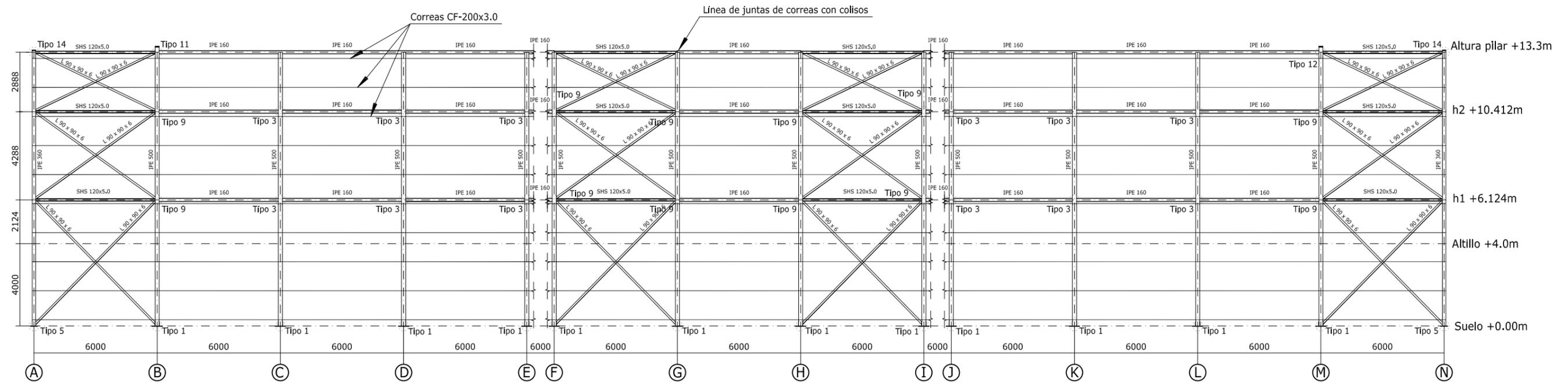
Autor: **Marc Jornet Martínez**

Fecha: **Julio 2022**

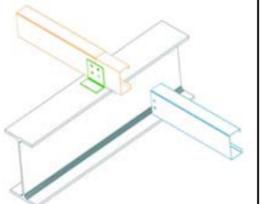
Escala: **1:200**

Nº Plano: **11**

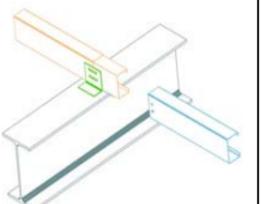
# PÓRTICO FACHADA LATERAL 1



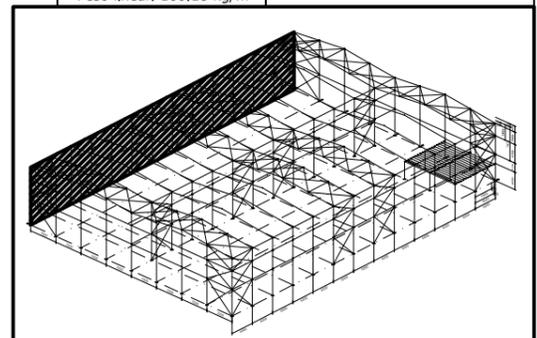
Detalle junta estándar de correas CF-200x3.0



Detalle junta con colisos de correas CF-200x3.0



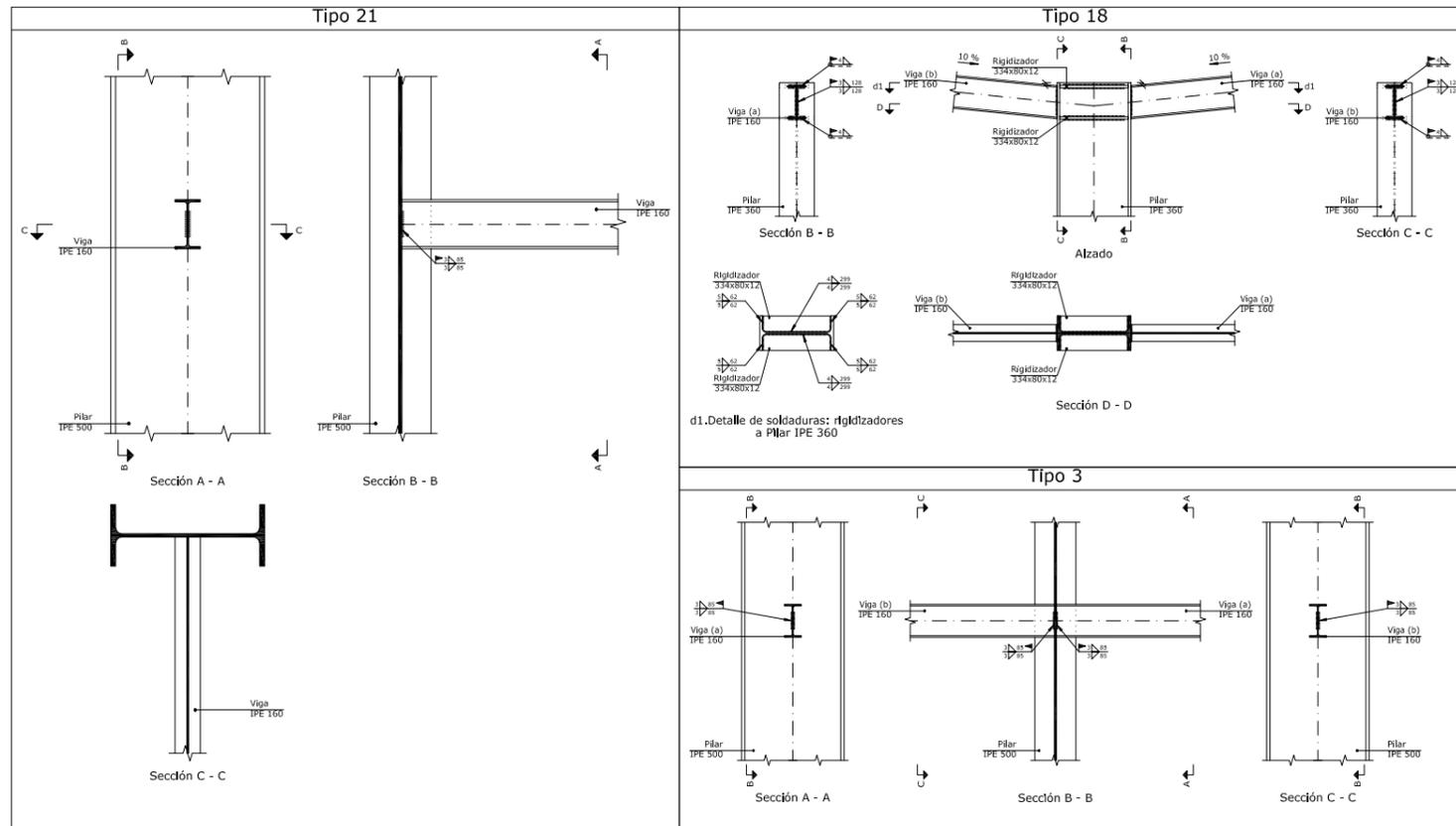
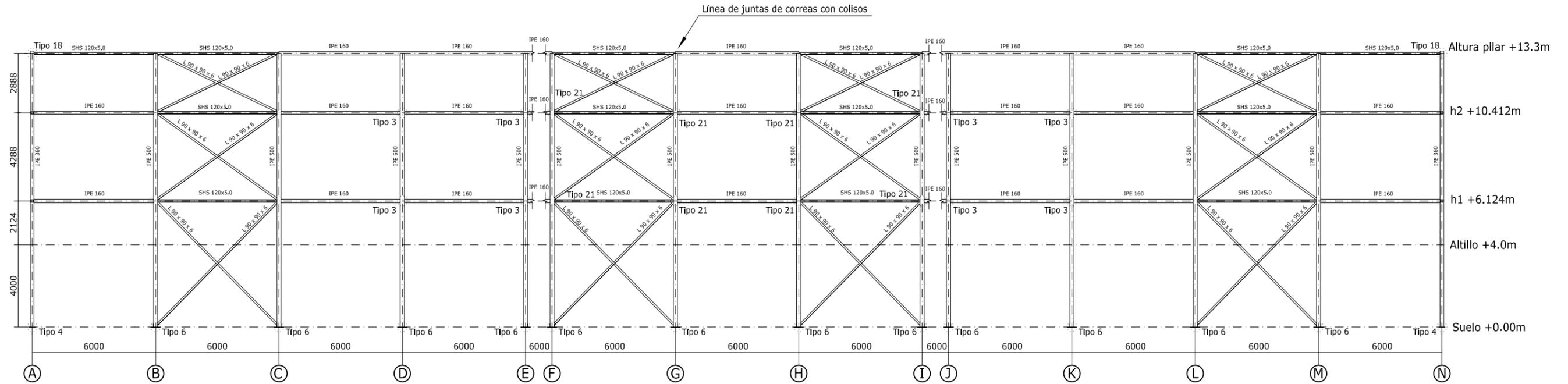
Correas en laterales  
 Tipo de Acero: S235  
 Tipo de perfil: CF-200x3.0  
 Separación: 1.40 m.  
 Número de correas: 20  
 Peso lineal: 160,18 kg/m



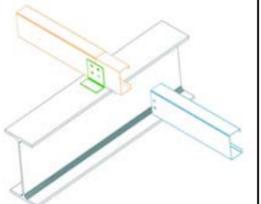
CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA

ACERO EN ESTRUCTURA METÁLICA ( CE Capítulo 18, Artículo 83, Tabla 83.1.d)		$\gamma_{M0}$	$\gamma_{M1}$
Perfiles laminados en caliente	S 275 - L.E. 275 N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{M0}=1.05$	$\gamma_{M1}=1.05$
Perfiles conformados en frío	S 235 - L.E. 235 N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{M0}=1.05$	$\gamma_{M1}=1.05$

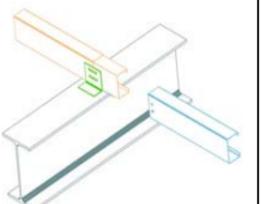
# PÓRTICO INTERIOR LATERAL 5



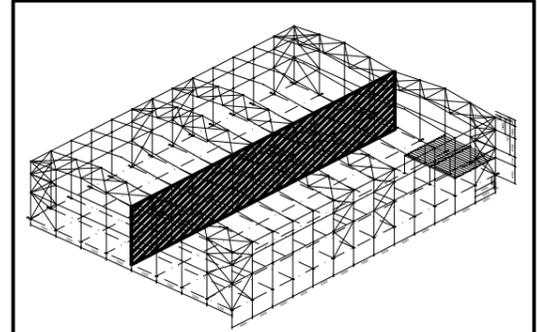
Detalle junta estándar de correas CF-200x3.0



Detalle junta con colisos de correas CF-200x3.0



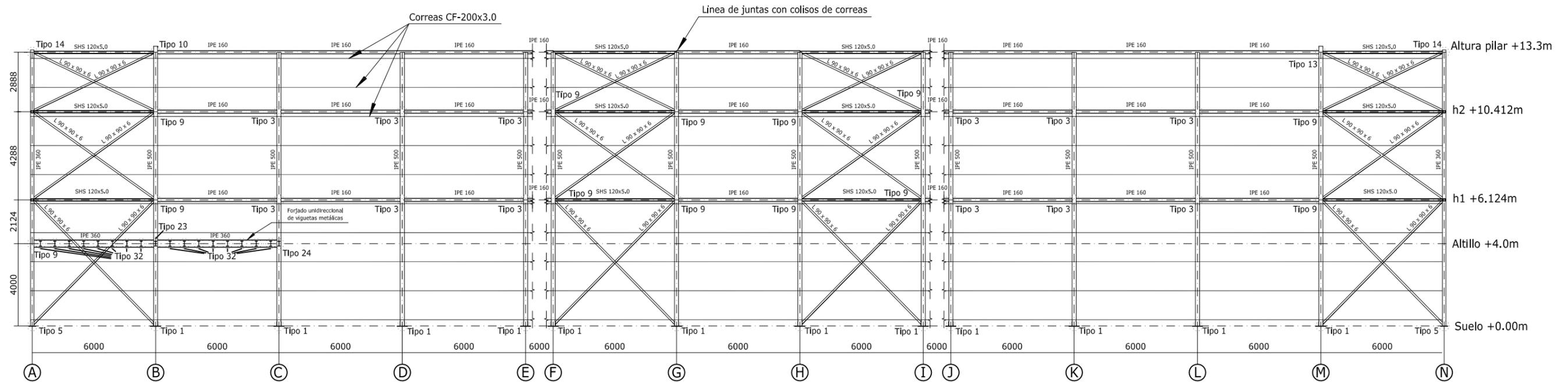
Correas en laterales  
 Tipo de Acero: S235  
 Tipo de perfil: CF-200x3.0  
 Separación: 1.40 m.  
 Número de correas: 20  
 Peso lineal: 160.18 kg/m



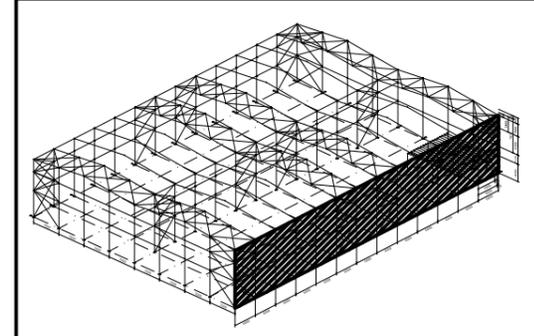
CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA

ACERO EN ESTRUCTURA METÁLICA ( CE Capítulo 18, Artículo 83, Tabla 83.1.d)		$\gamma_{M0}$	$\gamma_{M1}$
Perfiles laminados en caliente	S 275 - L.E. 275 N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{M0}=1.05$	$\gamma_{M1}=1.05$
Perfiles conformados en frío	S 235 - L.E. 235 N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{M0}=1.05$	$\gamma_{M1}=1.05$

# PÓRTICO FACHADA LATERAL 9



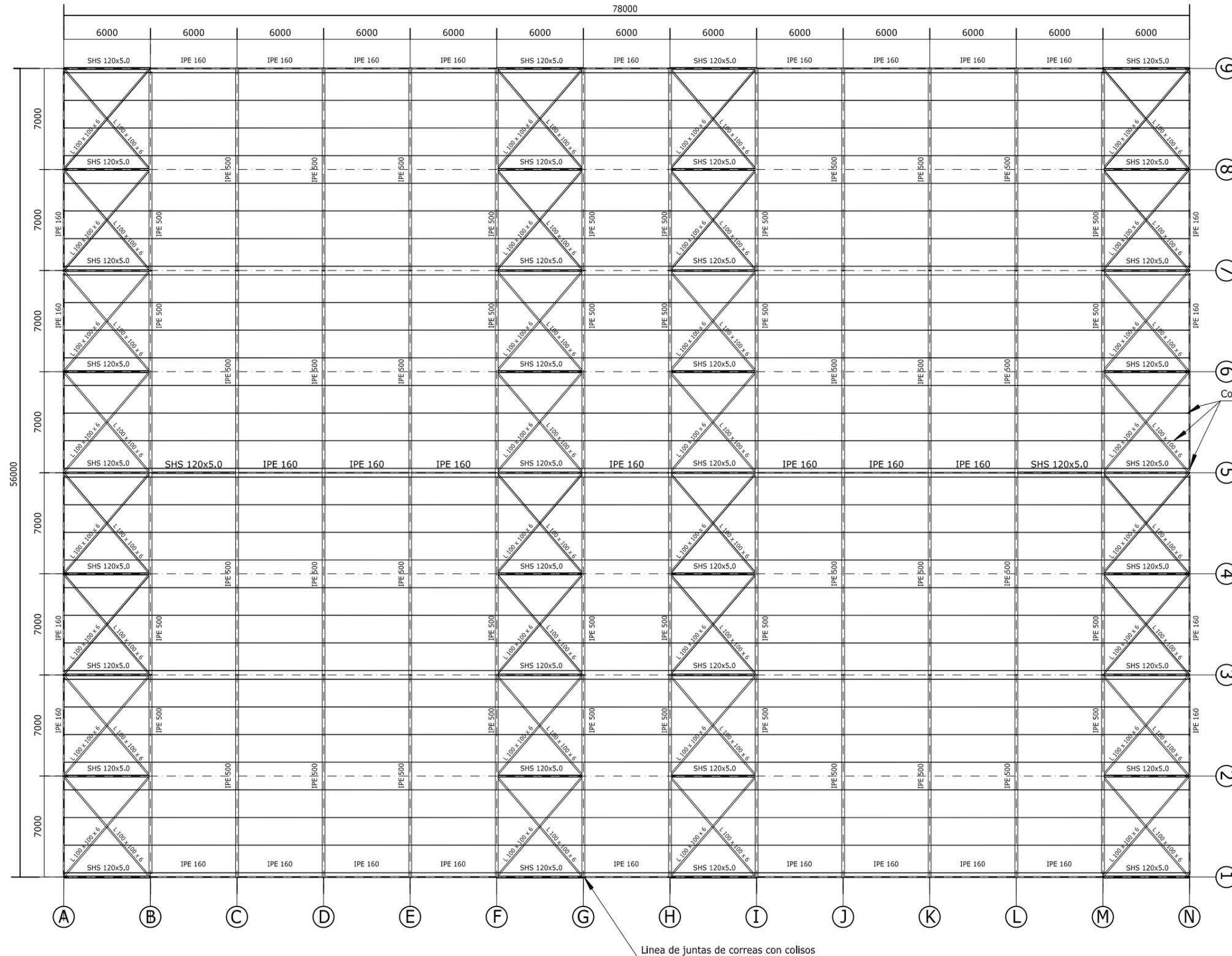
Correas en laterales  
 Tipo de Acero: S235  
 Tipo de perfil: CF-200x3.0  
 Separación: 1.40 m.  
 Número de correas: 20  
 Peso lineal: 160.18 kg/m



**CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA**

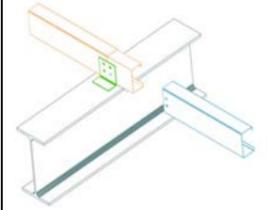
ACERO EN ESTRUCTURA METÁLICA ( CE Capitulo 18, Artículo 83,Tabla 83.1.d)		γ <sub>M0</sub>	γ <sub>M1</sub>
Perfiles laminados en caliente	S 275 - L.E. 275 N/mm <sup>2</sup>	γ <sub>M0</sub> =1.05	γ <sub>M1</sub> =1.05
Perfiles conformados en frío	S 235 - L.E. 235 N/mm <sup>2</sup>	γ <sub>M0</sub> =1.05	γ <sub>M1</sub> =1.05

CUBIERTA

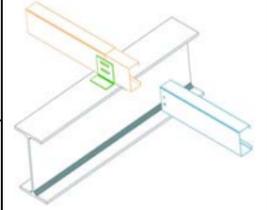


Correas CF-200x3.0

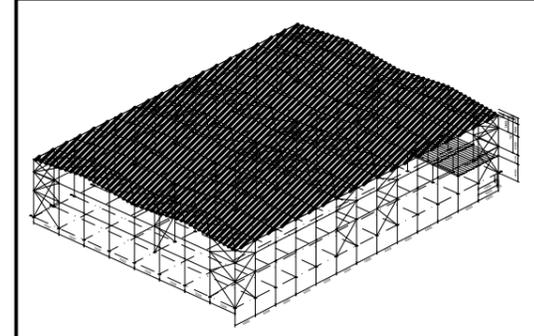
Detalle junta estándar de correas CF-200x3.0



Detalle junta con colisos de correas CF-200x3.0

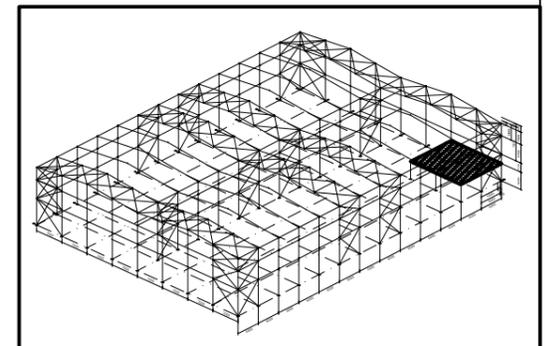
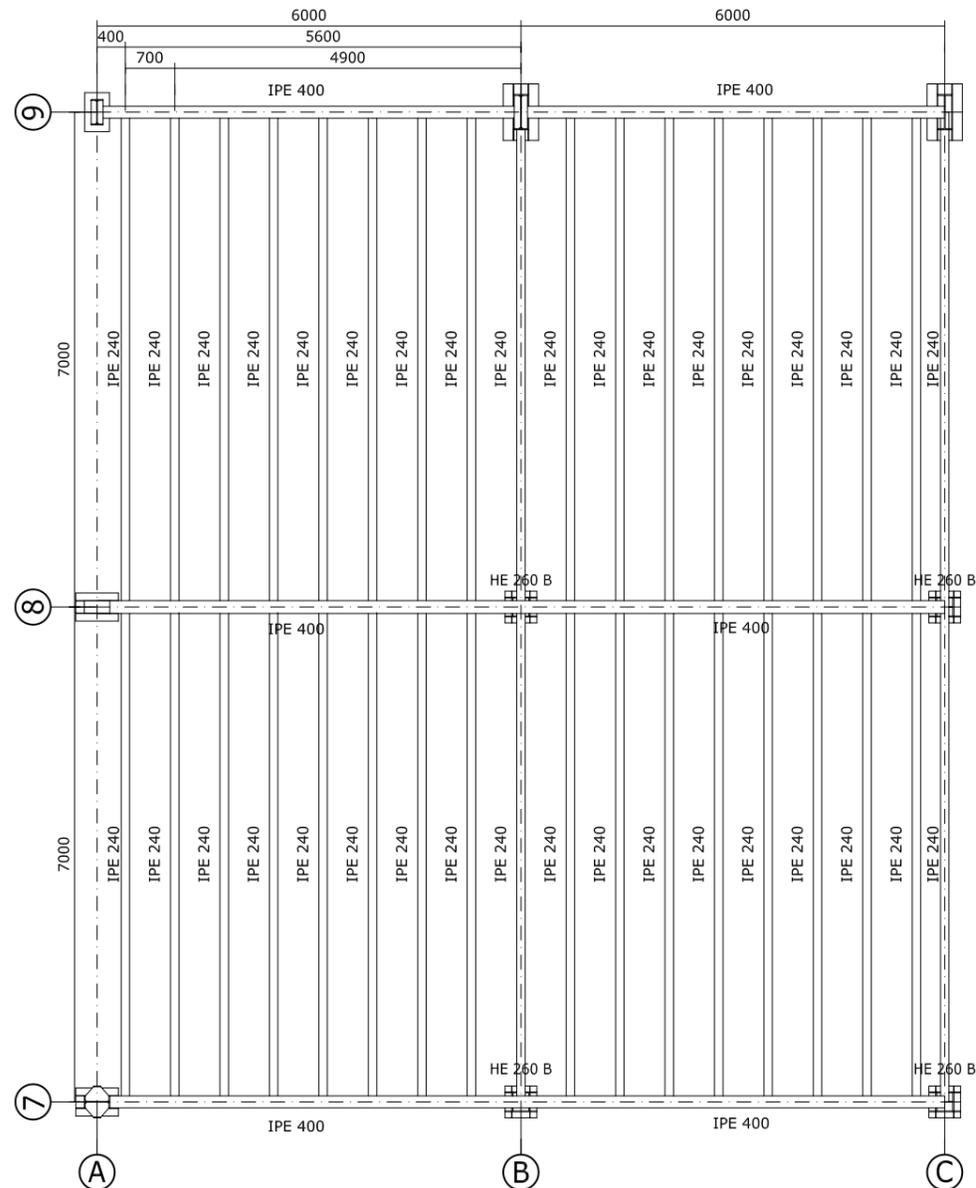


Correas en cubiertas  
 Tipo de Acero: S235  
 Tipo de perfil: CF-200x3.0  
 Separación: 1.91 m.  
 Número de correas: 32  
 Peso lineal: 256.29 kg/m



CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA			
ACERO EN ESTRUCTURA METÁLICA ( CE Capítulo 18, Artículo 83, Tabla 83.1.d)		$\gamma_{M0}$	$\gamma_{M1}$
Perfiles laminados en caliente	S 275 - L.E. 275 N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{M0}=1.05$	$\gamma_{M1}=1.05$
Perfiles conformados en frío	S 235 - L.E. 235 N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{M0}=1.05$	$\gamma_{M1}=1.05$

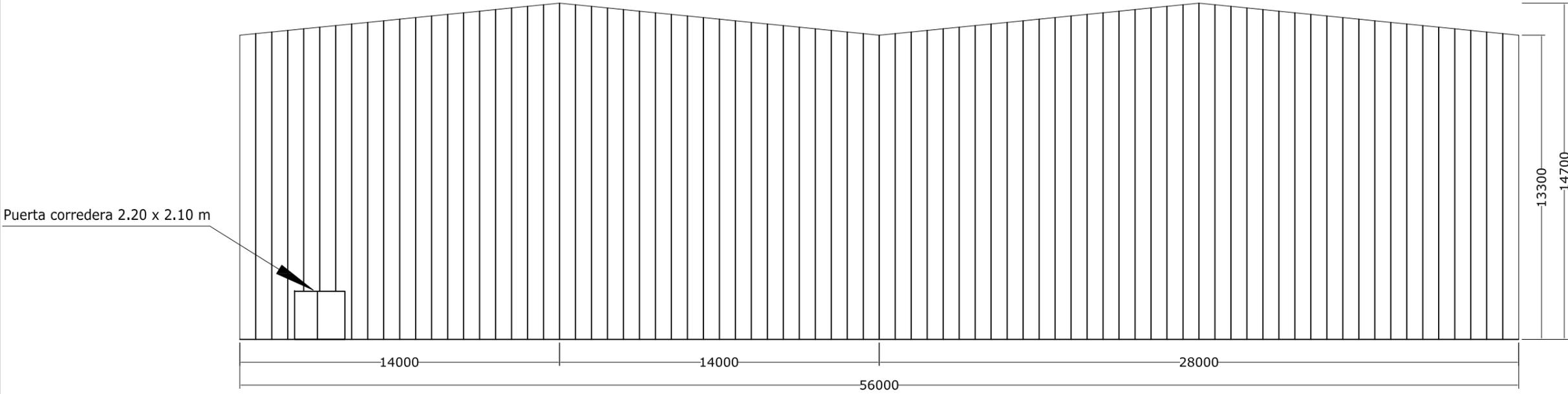
# FORJADO ALTILLO



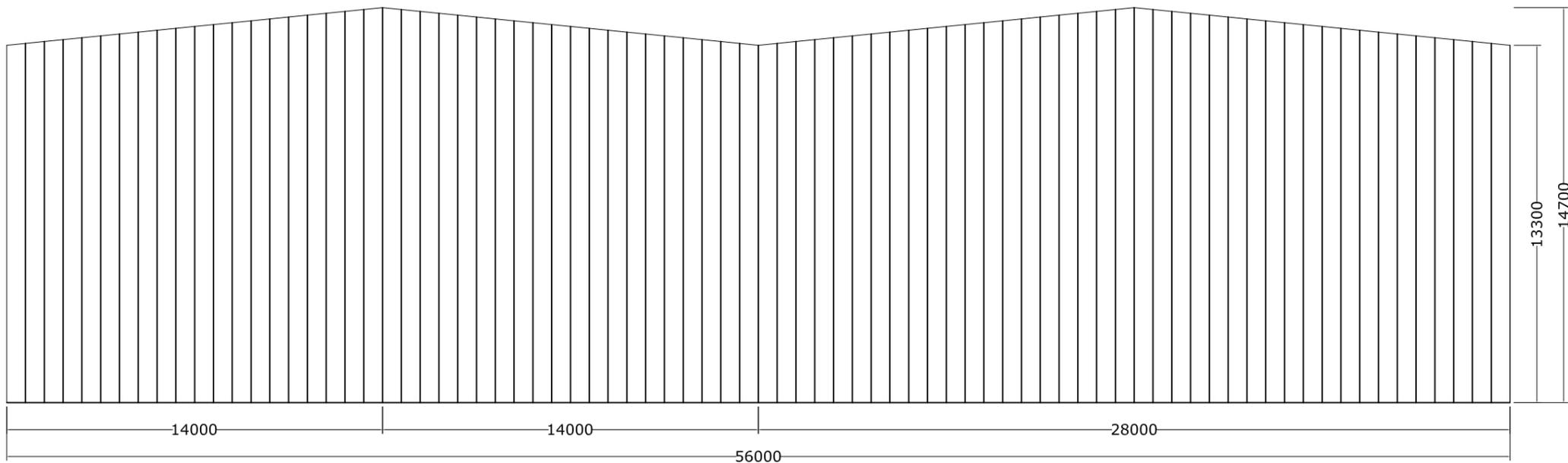
Datos del Forjado - Planta Altillo	
<b>Cargas</b>  Peso propio Zona aligerada: 4 kN/m <sup>2</sup>  Sobrecarga de uso: 2 kN/m <sup>2</sup>	<b>Sección tipo del forjado</b>  

CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA			
ACERO EN ESTRUCTURA METÁLICA ( CE Capítulo 18, Artículo 83,Tabla 83.1.d)		$\gamma_{M0}$	$\gamma_{M1}$
Perfiles laminados en caliente	S 275 - L.E. 275 N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{M0}=1.05$	$\gamma_{M1}=1.05$
Perfiles conformados en frío	S 235 - L.E. 235 N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{M0}=1.05$	$\gamma_{M1}=1.05$

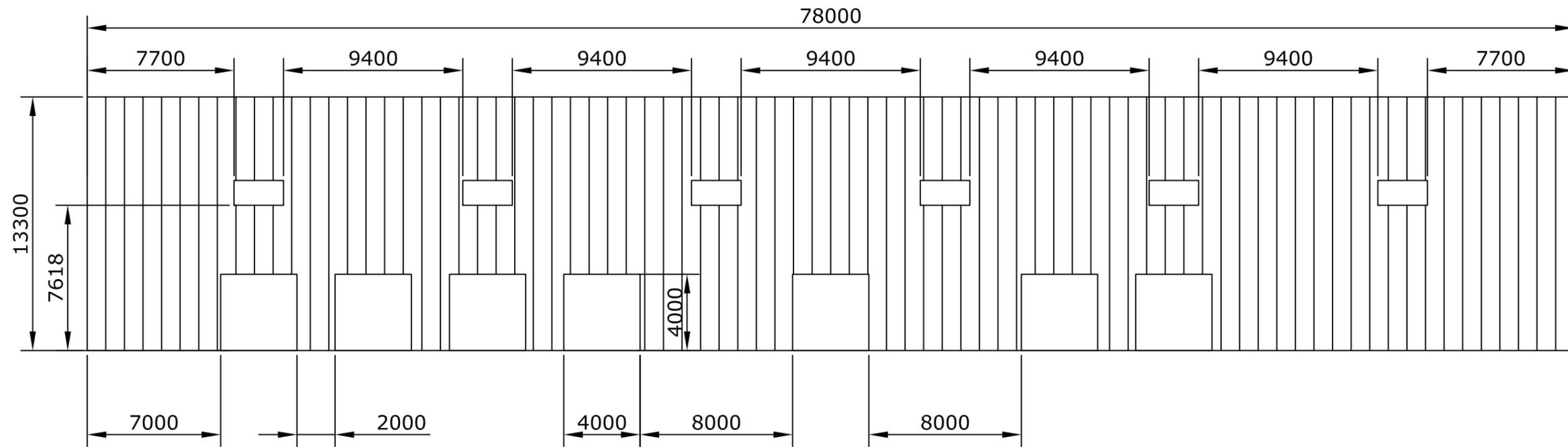
CERRAMIENTO FACHADA FRONTAL A



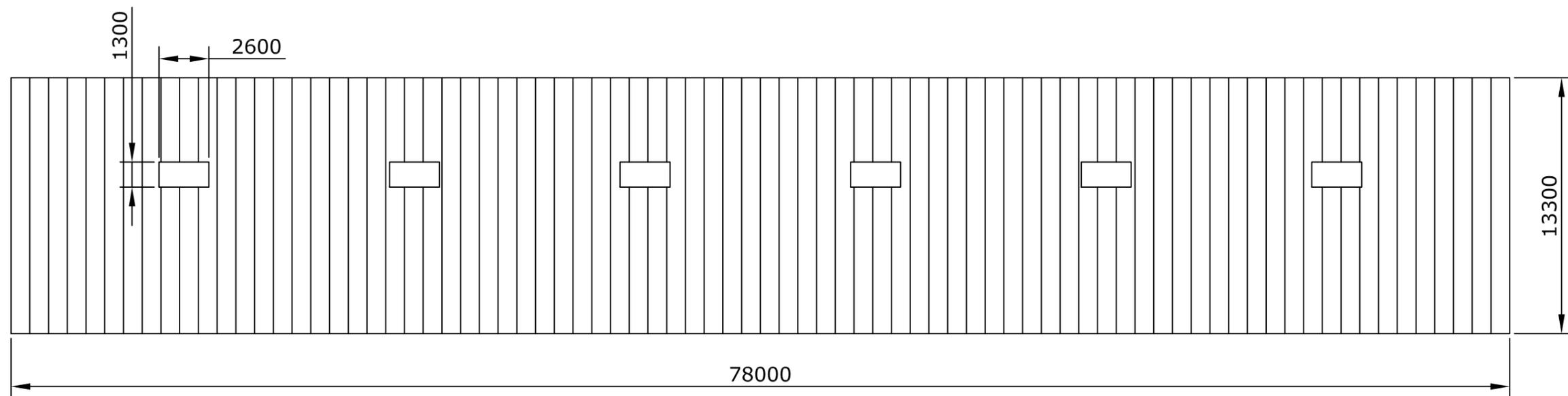
CERRAMIENTO FACHADA FRONTAL N



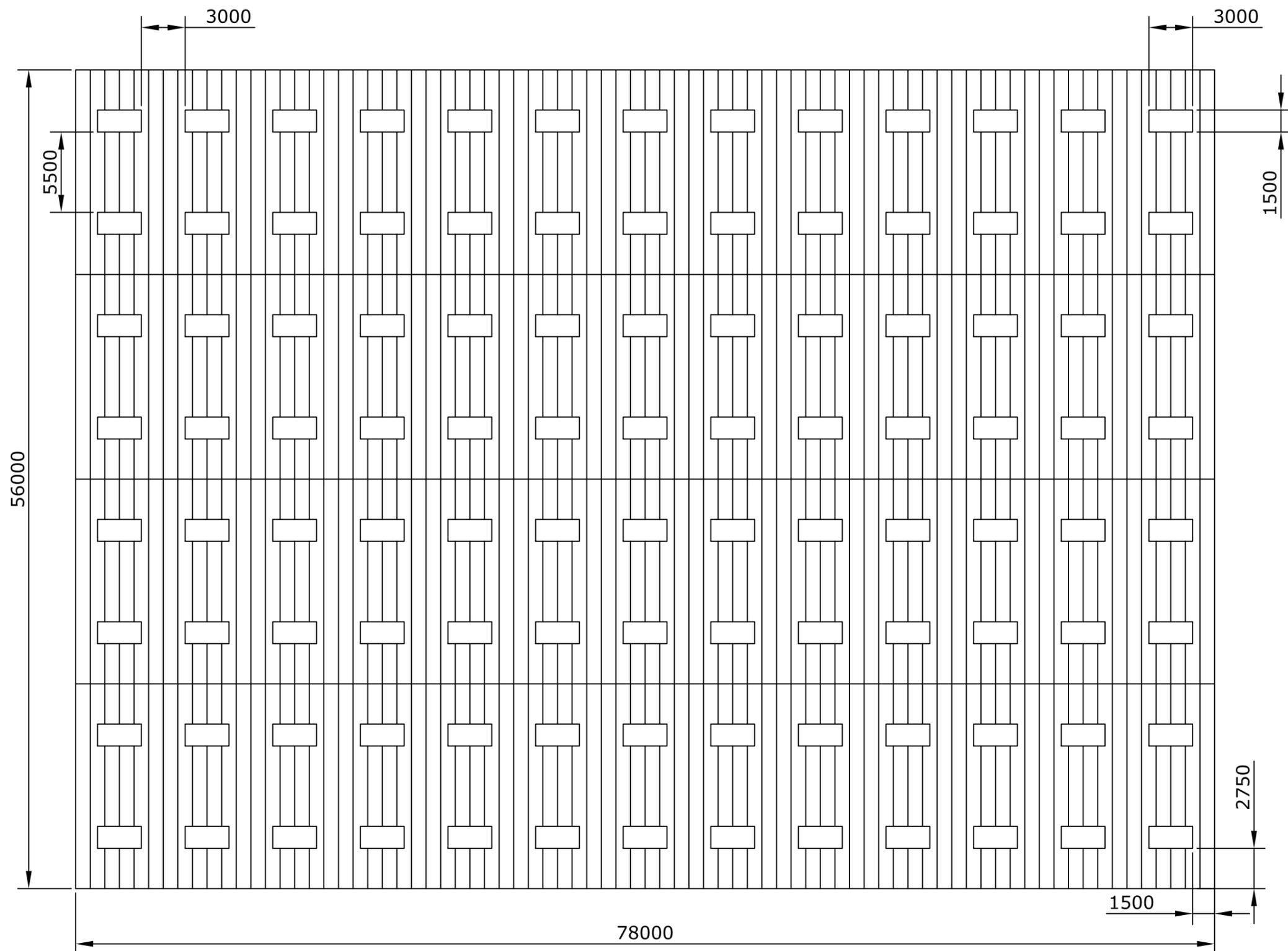
CERRAMIENTO FACHADA LATERAL 9

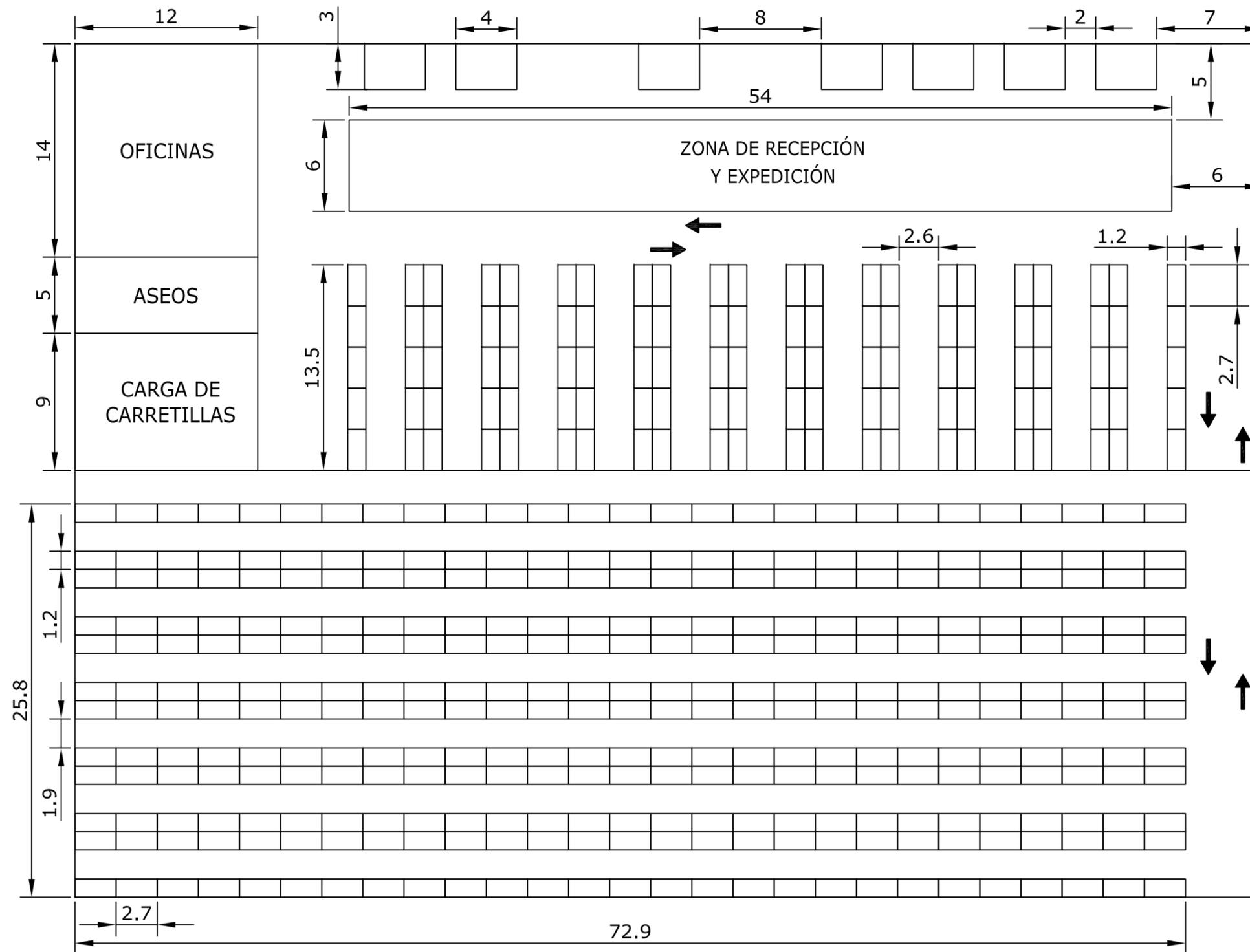


CERRAMIENTO FACHADA LATERAL 1



CERRAMIENTO DE CUBIERTA





(Cotas en m)