



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

Cálculo estructural de una nave industrial de 2790 m<sup>2</sup>  
dedicada a la producción de horchata en Alboraya  
(Valencia).

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales

AUTOR/A: Hernández Peñas, Carla

Tutor/a: Ibáñez Usach, Carmen

CURSO ACADÉMICO: 2021/2022

## Resumen

El presente trabajo final de grado (TFG) desarrolla el diseño estructural de una nave industrial metálica de 2790 m<sup>2</sup> de superficie ubicada en el polígono industrial Camí del Mar en Alboraya, Valencia.

Esta nave se destinará a la producción de horchata y dispondrá además de oficinas, almacenes y de un espacio dedicado a la cata y venta minorista del producto. La tipología del edificio consistirá en una nave simple de pórticos rígidos a dos aguas adosada a otra de menor profundidad con pórticos a un agua. Además, incluirá un altillo que albergará las oficinas con el fin de separarlas del área de producción.

Se va a emplear el software CYPE Ingenieros -los módulos Generador de Pórticos y Cype3D para calcular la estructura y el programa Arquímedes para la elaboración del presupuesto- y finalmente AutoCAD para la edición de planos.

En el trabajo se recoge toda la documentación necesaria para la comprensión del proyecto, que estará regido por el Código Técnico de la Edificación, el Código Estructural y la Normativa Urbanística de la zona donde se ubica la nave.

**Palabras clave:** nave industrial; estructura; metálica; altillo; CYPE; producción; horchata; AutoCAD.

## Resum

El present treball final de grau (TFG) desenvolupa el disseny d'una nau industrial metàl·lica de 2790 m<sup>2</sup> de superfície ubicada dins del polígon industrial Camí del Mar a Alboraya, València.

Aquesta nau serà destinada a la producció d'orxata i disposarà també d'oficines, magatzems i d'un espai dedicat al tast i venda minorista del producte. La tipologia de l'edifici consistirà en una nau simple de pòrtics rígids a dos aigües adossada a una altra de menor profunditat amb pòrtics a un aigua. A més, inclourà un entresolat que albergarà l'oficina per tal que aquesta es trobe separada de l'àrea de producció.

Es va a emprar el software "CYPE Ingenieros"-les ferramentes "Generador de Pòrticos" i "Cype3D" per fer el càlcul de l'estructura i el programa "Arquímedes" per a l'elaboració del pressupost- i finalment AutoCAD per a l'edició dels plànols.

Al treball es recull tota la documentació necessària per a la comprensió del projecte, el qual estarà regit per el "Código Técnico de la Edificación", el "Código Estructural" i la Normativa Urbanística de la zona on es localitza la nau.

**Paraules clau:** nau industrial; estructura; metàl·lica; entresolat; CYPE; producció; orxata; AutoCAD.

## Abstract

The present Final Degree Project develops the design of a 2790 m<sup>2</sup> industrial building located in the industrial area known as Camí del Mar in Alboraya, Valencia.

This steel building is intended to the production of Valencian “horchata” and it includes some space for offices, storage and an area dedicated to the tasting and retail sale of the product as well. The typology of the building will consist of a simple warehouse made of pitched-roof symmetric portal frames attached to another one with lower depth and mono-pitched portal frames. It will also include a mezzanine to locate the offices in order to separate them from the production area.

It will be used the software “CYPE Ingenieros” -the modules “Generador de Pórticos” and “Cype3D” to calculate the structure and the software “Arquímedes” for budget calculation- and finally AutoCAD to create the plans.

This project collects all the necessary documentation for its understanding. The Project will meet the requirements established by the “Código Técnico de la Edificación”, the “Código Estructural” and the Urban Planning Regulations of application.

**Keywords:** industrial building; structure; steel; mezzanine; CYPE; production; “horchata”; AutoCAD.

## ÍNDICE DEL TRABAJO FINAL DE GRADO

<b>I.</b>	<b>MEMORIA DESCRIPTIVA</b> .....	<b>7</b>
I.1.	OBJETO DEL PROYECTO .....	8
I.2.	INTRODUCCIÓN .....	8
I.2.1.	Antecedentes.....	8
I.2.2.	Motivación.....	9
I.3.	NORMATIVA Y REFERENCIAS .....	9
I.3.1.	Normativa aplicada.....	9
I.3.2.	Programas de cálculo y diseño .....	10
I.3.3.	Bibliografía.....	10
I.4.	LOCALIZACIÓN .....	12
I.4.1.	Selección del municipio .....	12
I.4.2.	Características de la parcela .....	12
I.4.3.	Normativa urbanística .....	13
I.5.	REQUISITOS DE DISEÑO .....	15
I.5.1.	Producción de la horchata y sus necesidades.....	15
I.5.2.	Requisitos adicionales.....	17
I.5.3.	Tabla relacional.....	17
I.5.4.	Diagrama relacional .....	18
I.5.5.	Distribución en planta.....	19
I.6.	DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA METÁLICA .....	21
I.6.1.	Estructura metálica.....	21
I.6.2.	Materiales.....	22
I.6.3.	Pórticos de fachada .....	23
I.6.4.	Pórtico interior tipo .....	24
I.6.5.	Fachada lateral .....	25
I.6.6.	Vigas contraviento .....	27
I.6.7.	Altillo.....	27
I.6.8.	Correas .....	28
I.6.9.	Solera.....	30
I.6.10.	Placas de anclaje.....	30
I.6.11.	Cimentación.....	32
I.6.12.	Cerramientos .....	33
I.6.13.	Escalera de acero.....	34
I.6.14.	Carpintería y lucernarios.....	34
I.7.	RESUMEN DE PRESUPUESTO .....	35
<b>II.</b>	<b>ANEXO DE CÁLCULO</b> .....	<b>37</b>
II.1.	INTRODUCCIÓN AL ANEXO DE CÁLCULO .....	38

## Cálculo estructural de una nave industrial de 2790 m<sup>2</sup> dedicada a la producción de horchata en Alboraya (Valencia)

---

II.2.	ACCIONES SOBRE LA NAVE .....	38
II.2.1.	Acciones permanentes (G).....	38
II.2.2.	Sobrecarga de uso (Q) .....	39
II.2.3.	Viento (V).....	39
II.2.4.	Nieve (N).....	43
II.3.	ACCIONES COMBINADAS.....	45
II.4.	BASES DE CÁLCULO.....	46
II.4.1.	Seguridad estructural .....	46
II.4.2.	Estados Límite.....	46
II.4.2.1.	Combinación de acciones (ELU)- Capacidad portante .....	47
II.4.2.2.	Combinación de acciones (ELS)- Aptitud al servicio.....	48
II.5.	FORMACIÓN DE LA NAVE DE PLANTA EN L.....	49
II.6.	DEFINICIÓN DEL MODELO .....	49
II.6.1.	Predimensionado de los perfiles.....	50
II.6.2.	Condiciones de pandeo .....	51
II.6.3.	Límites de flecha.....	53
II.7.	RESULTADOS DE CÁLCULO .....	53
II.7.1.	Notación .....	54
II.7.2.	Correas .....	55
II.7.3.	Pórticos de fachada .....	61
II.7.4.	Pórticos interiores .....	63
II.7.5.	Viga contraviento.....	64
II.7.6.	Cruz de San Andrés.....	66
II.7.7.	Viga perimetral .....	67
II.7.8.	Altillo.....	69
II.7.9.	Placas de anclaje.....	71
II.7.10.	Cimentación.....	85
<b>III.</b>	<b>PRESUPUESTO.....</b>	<b>94</b>
III.1.	PRESUPUESTO .....	95
III.2.	CAPÍTULOS.....	95
<b>IV.</b>	<b>PLANOS.....</b>	<b>104</b>
1.	Ubicación de parcela I .....	105
2.	Ubicación de parcela II .....	106
3.	Ubicación de nave en parcela .....	107
4.	Vista 3D de las naves .....	108
5.	Cimentación .....	109

6. Detalle de placas de anclaje .....	110
7. Pórtico de fachada A y pórticos interiores B y E.....	111
8. Pórticos interiores C, D y desde G a O.....	112
9. Pórticos de fachada F y P.....	113
10. Fachadas laterales de las alineaciones 1, 3 y 7.....	114
11. Cubierta.....	115
12. Forjado del altillo.....	116
13. Detalles de uniones tipo de pórticos de fachada.....	117
14. Detalles de uniones tipo de pórticos interiores.....	118
15. Detalles de uniones tipo en el altillo.....	119
16. Cerramientos de fachadas frontales.....	120
17. Cerramientos laterales.....	121
18. Cerramiento de cubierta.....	122
19. Distribución en planta.....	123

# **I. MEMORIA DESCRIPTIVA**

## I.1. OBJETO DEL PROYECTO

El presente proyecto se centra en diseñar y calcular la estructura de una nave industrial de 2790 m<sup>2</sup> con altillo dedicada a la producción de horchata valenciana en el municipio de Alboraya en la Comunidad Valenciana.

Para ello se aplicarán los conocimientos adquiridos en materia de estructuras, edición de planos y cálculo de presupuestos durante el Grado de Ingeniería en Tecnologías Industriales.

Se utilizará el software CYPE Ingenieros, AutoCAD y el programa Arquímedes para la realización del trabajo final de grado, que recogerá toda la información en cuatro documentos: Memoria Descriptiva, Anexo de Cálculo, Presupuesto y Planos.

## I.2. INTRODUCCIÓN

### I.2.1. Antecedentes

La popularidad de la horchata ha crecido a lo largo de los últimos años tanto a nivel nacional como internacional debido a muchos factores, entre ellos su versatilidad en el mundo de la repostería y en la industria. Se ha comprobado que las empresas dedicadas a la producción de esta bebida han llegado incluso a crecer durante la pandemia gracias al incremento en su consumo (Inma Lidón, 2021). Aunque este proyecto se centra en el uso de la chufa para la producción de horchata, es conocida la versatilidad de este producto actualmente también usado para, por ejemplo, la fabricación de aceite en la industria cosmética, se utiliza como base para el chocolate, galletas e incluso para la cerveza.

Se ha podido comprobar que la horchata ha experimentado una gran acogida en todo el planeta y fuera de este, sobre todo en países como Estados Unidos, Japón o Alemania, donde se ha convertido en tendencia en el mundo de la gastronomía (Chufi, 2019). Este superalimento, denominado así por los beneficios que aporta a la salud, forma parte ya de la dieta de los astronautas de la agencia espacial estadounidense NASA como alimento regenerativo para sus viajes espaciales.

Estudios conducidos por el Centro Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y la Universidad de Valencia (UV) demuestran que la chufa, que es la base de esta bebida, es una planta de gran valor nutricional y altamente saludable debido a sus cualidades organolépticas y su contribución a la reducción del colesterol, lo que la convierte en un alimento muy valorado a causa del interés social actual en el consumo de productos naturales poco o nada procesados (Alberto Caparrós, 2019).

Dado el aumento de la popularidad de la horchata y el incremento asociado de su consumo, se va a implantar una nueva planta dedicada a la producción artesanal de horchata que además oferte de manera complementaria un servicio de venta al por menor y la organización de catas. Será necesario pues el diseño de la nave industrial que albergue dicha actividad y el cálculo de su estructura.

El emplazamiento de la nave estará situado en un polígono industrial de Alboraya ya que se trata de uno de los lugares donde más peso tiene este tipo de industria en toda la Comunidad Valenciana.

### I.2.2. Motivación

El proyecto de cálculo de una nave industrial para producir horchata ha estado motivado por el interés de la estudiante en el ámbito de la construcción y el diseño industrial, adquirido a través de las asignaturas cursadas en el Grado, entre ellas Tecnología de la Construcción, Estructuras o CAD para el Cálculo de Estructuras Industriales.

Mediante el presente trabajo se pretende demostrar la obtención de los conocimientos necesarios para la obtención del Grado de Ingeniería en Tecnologías Industriales y conseguir acceder al correspondiente Máster en Ingeniería Industrial.

Por otra parte, y con la intención de aportar una parte más personal al proyecto, se ha decidido que la actividad a desarrollar en la nave girase en torno a la producción de horchata en Alboraya, lugar de procedencia de la alumna, ya que se trata de un producto que se ha cultivado desde hace siglos en sus huertas y representa la historia de este municipio.

## I.3. NORMATIVA Y REFERENCIAS

### I.3.1. Normativa aplicada

Durante el desarrollo de los diferentes apartados del proyecto se ha tenido en cuenta la normativa de aplicación obligatoria ante cualquier tipo de edificación:

En primer lugar, el **Código Técnico de la Edificación (CTE)** aprobado por el Real Decreto 413/2006 del 17 de marzo de 2006 puesto que comprende las exigencias básicas de seguridad y habitabilidad en relación a edificaciones establecidas por la Ley de Ordenación de la Edificación (LOE). Entre los documentos consultados destacan:

- Documento Básico de Seguridad Estructural (DB SE).
- Documento Básico de Seguridad Estructural Acciones en la Edificación (DB SE-AE).
- Documento Básico de Seguridad Estructural Acero (DB SE-A).
- Documento Básico de Seguridad Estructural Cimientos (DB SE-C).

En segundo lugar, será de aplicación para toda estructura o elemento estructural de acero, hormigón o mixto, el nuevo **Código Estructural** aprobado el 29 de junio por medio del Real Decreto 470/2021 publicado en el Boletín Oficial del estado (BOE).

Finalmente se ha consultado la **normativa urbanística** aplicable a la región donde se encuentra el polígono industrial seleccionado.

### I.3.2. Programas de cálculo y diseño

En la Tabla 1 se recogen todos los programas empleados en el desarrollo de este TFG acompañados de una breve descripción.

Tabla 1. Programas de cálculo.

Programa		Utilización
<b>Software CYPE Ingenieros</b>	Generador de Pórticos	Establecimiento de las dimensiones de los pórticos: luz, altura de cabeza de los pilares y altura de cumbrera de la nave, profundidad, separación entre pórticos.
	CYPE 3D	En este módulo se desarrolla el modelo de cálculo de la nave en 3D: Asignación de perfiles, diseño de arriostramientos, aplicación de cargas, creación de placas de anclaje y cimentación. Aplicación de límites de flechas y coeficientes de pandeo. Cálculo de la estructura, uniones y cimentación.
	CYPECAD	Cimentación de la estructura.
	Arquímedes	Gestión del presupuesto.
	Generador de precios	Base de datos usada para la selección de puertas, ventanas, lucernarios, cerramientos y demás elementos estructurales implicados en el proyecto.
<b>AutoCAD</b>		Edición de los planos del proyecto.

### I.3.3. Bibliografía

- Código Técnico de la Edificación:
  - DB SE-AE: <https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/SE/DBSE-AE.pdf>
  - DB SE-C: <https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/SE/DBSE-C.pdf>
  - DB SE-A: <https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/SE/DBSE-A.pdf>
  - DB SE: <https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/SE/DBSE.pdf>
- Código Estructural: <https://www.boe.es/boe/dias/2021/08/10/pdfs/BOE-A-2021-13681.pdf>
- Lecciones de Tecnología de la Construcción, asignatura de GITI 2021-2022.
- Manual CYPE3D de la asignatura CAD para Estructuras Industriales de GITI 2021-2022.
- Página web del Ayuntamiento de Alboraya: <https://www.alboraya.es/va/node/1522>
- Sede electrónica del catastro: <https://www.sedecatastro.gob.es/>
- Artículos de referencia sobre la horchata:
  - Fabricación:

- Página web de la horchatería Dolz (consultada a fecha de 28/04/2022): <https://horchateriadolz.es/proceso-de-fabricacion/#:~:text=PROCESO%20FABRICACI%C3%93N%20DE%20LA%20HORCHATA%20NATURAL&text=esencialmente%20consta%20de%20las%20siguientes,incorporaci%C3%B3n%20de%20az%C3%BAcares%20y%20enfriamiento.>
- Vídeo de youtube sobre el proceso de fabricación de la horchata (consultado a fecha de 28/04/2022): <https://youtu.be/ZMFA7sCzeF8>
- Popularidad de la horchata y utilización de la chufa (fecha de consulta de los artículos periodísticos: 10/05/2022):
  - Inma Lidón, 2021. “El precio de la chufa valenciana se dispara a máximos históricos”: <https://www.elmundo.es/comunidad-valenciana/2021/03/06/60422624fdddff388f8b4575.html>
  - Vicky Smith, 2022. “Spain’s ‘white gold’ super-drink”: <https://www.bbc.com/travel/article/20220224-spains-white-gold-super-drink>
  - Alberto Caparrós, 2019. “La NASA incluye la horchata de chufa entre los alimentos regenerativos para sus viajes al espacio”: [https://www.abc.es/espana/comunidad-valenciana/abci-efectos-regenerativos-horchata-chufa-ponen-rumbo-viajes-espacio-201907111648\\_noticia.html](https://www.abc.es/espana/comunidad-valenciana/abci-efectos-regenerativos-horchata-chufa-ponen-rumbo-viajes-espacio-201907111648_noticia.html)
  - Chufi, 2019. “Horchata, el ‘superalimento’ valenciano, a examen”: [https://elpais.com/elpais/2019/07/03/buenavida/1562161956\\_558146.html](https://elpais.com/elpais/2019/07/03/buenavida/1562161956_558146.html)
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo: <https://www.boe.es/buscar/pdf/1997/BOE-A-1997-8669-consolidado.pdf>

## I.4. LOCALIZACIÓN

### I.4.1. Selección del municipio

Alboraya es un municipio reconocido por sus huertas de chufa, en las cuales se cultiva gran parte de esta materia prima empleada en la elaboración de la horchata.

Debido a las adecuadas condiciones climáticas, de terreno y de disponibilidad de agua, la calidad del producto es tal que otorga a su chufa la denominación de origen, siendo este el principal motivo por el que se selecciona este municipio como emplazamiento para la nave industrial. De esta manera el acceso a material de buena calidad será más sencillo y los costes de transporte serán menores puesto que en Valencia se da el mayor consumo de horchata en todo el país.

### I.4.2. Características de la parcela

En cuanto a la selección de la parcela donde ubicar la nave, se ha tenido en cuenta tanto el espacio como la facilidad de acceso.

En Alboraya existe un polígono conocido por el nombre de Camí del Mar, destinado al sector terciario pero compatible con el uso industrial, del cual se ha seleccionado una parcela cuya superficie es de 5602 m<sup>2</sup>, situada en el número 15 del Carrer dels Vimeters y cuya referencia catastral es 8557302YJ2785N0001YO. Esta parcela se muestra en el documento a continuación (ver Ilustración 1).



Ilustración 1. Parcela seleccionada en el polígono industrial. Fuente: Sede Electrónica del Catastro.

Una gran ventaja con la que cuenta la parcela consiste en que existen dos accesos posibles por dos calles diferentes, Carrer dels Vimeters y Carrer dels Seders, permitiendo separar la entrada del personal de producción, venta y transporte de la de los visitantes o turistas que accedan a la nave para catar la horchata e incluso comprar productos.

La parcela ofrece espacio más que suficiente para albergar todos los elementos que integran la estructura diseñada en este proyecto y se encuentra situada a sólo unos minutos a pie del centro de Alboraya favoreciendo así el turismo y la distribución a las posibles horchaterías que deseen comprar esta horchata. Tal y como se observa en la imagen siguiente (ver Ilustración 2) sólo se requiere de 12 minutos a pie para llegar a la parcela elegida desde la avenida más transitada del pueblo.

## Cálculo estructural de una nave industrial de 2790 m<sup>2</sup> dedicada a la producción de horchata en Alboraya (Valencia)

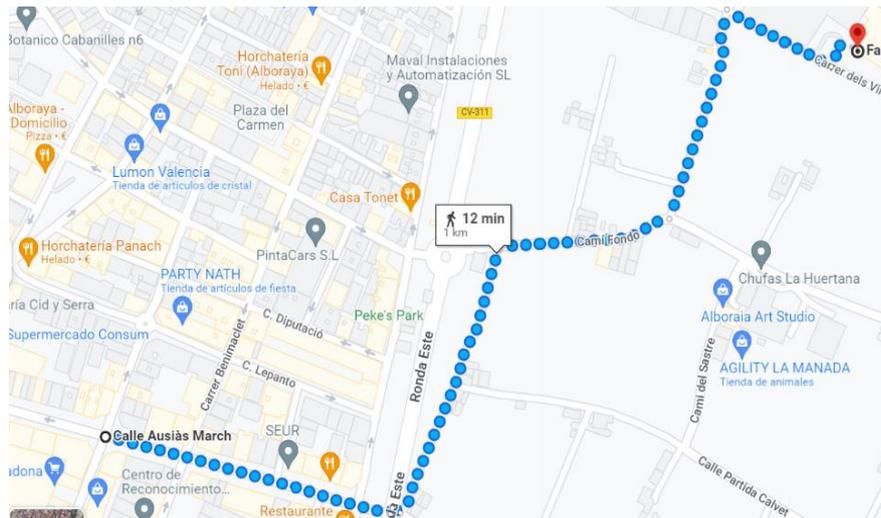


Ilustración 2. Recorrido desde Avenida Ausiàs March hasta la parcela. Fuente: Google Maps.

### I.4.3. Normativa urbanística

Consultando la normativa urbanística en la página web del Ayuntamiento de Alboraya se han obtenido los siguientes parámetros a tener en cuenta para establecer las dimensiones y situación de la nave en la parcela (ver Tabla 2):

Tabla 2. Parámetros indicados por la normativa urbanística.

Parámetro	Valor de referencia	Valor final
Coefficiente de ocupación (%)	80	49.8
Índice de edificabilidad (%)	65	49.8
Retranqueo mínimo a lindes frontales (m <sup>2</sup> )	5	El mínimo retranqueo es de 6.83 m.
Mínima superficie de parcela edificable (m <sup>2</sup> )	300	2790
Altura máxima total (m)	12	10.35
Aparcamientos (m <sup>2</sup> )	Área mínima= 4.5 x 2.2 x (nº plazas mínimo*) = 138.6	234

En la imagen inferior (ver Ilustración 3) se muestran los retranqueos que finalmente existen en la parcela, acotando en ella la distancia desde cada punto de la nave perpendicularmente hasta el linde que corresponda.

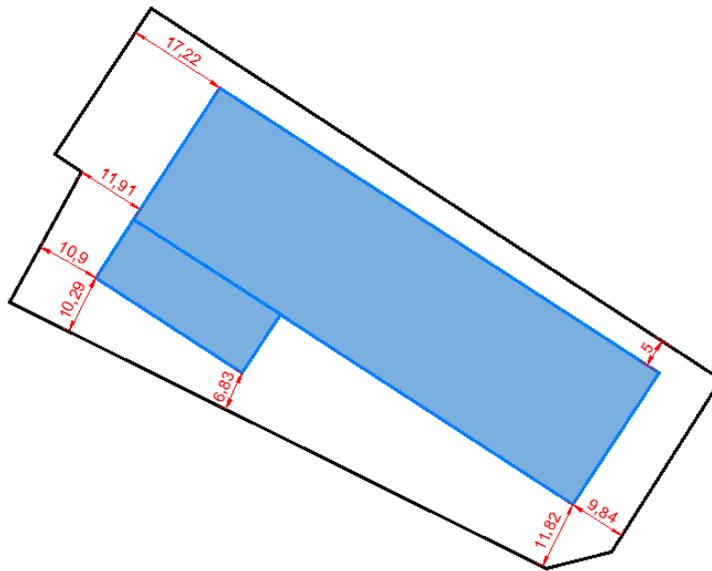


Ilustración 3. Retranqueos en parcela (cotas en m).

Cabe destacar algunos matices en relación a los parámetros mencionados:

- Los espacios no edificados situados en el frente de parcela en contacto con la vía pública deberán estar dedicados a jardines y aparcamientos.
- Cualquier altillo que se construya deberá tener una superficie útil máxima equivalente al 25% de la superficie del local al que esté adscrito. El altillo que se ha diseñado en este trabajo posee una superficie de 121.5 m<sup>2</sup>, de manera que sólo representa un 5% de la superficie total de la nave principal de 2430 m<sup>2</sup>.
- Número mínimo de plazas de aparcamiento\*:
  - Para procesos productivos/almacén: una plaza/200 m<sup>2</sup> de almacenes/producción. En este caso se tomará un valor de superficie de 2000 m<sup>2</sup> en previsión de futuras ampliaciones del proceso productivo o bien de almacenes, de manera que se reservarán 10 plazas.
  - Para uso comercial (360 m<sup>2</sup>): una plaza/100 m<sup>2</sup> de zona comercial. Por tanto, se reservarán tres plazas.
  - Para oficina (121.5 m<sup>2</sup>): una plaza/100 m<sup>2</sup> de oficina. Por lo que se reservará una plaza.

En conclusión, se incluirán 14 plazas de dimensiones 5x3 m<sup>2</sup> y una plaza de dimensiones 6x4 m<sup>2</sup> para bicicletas.

## I.5. REQUISITOS DE DISEÑO

### I.5.1. Producción de la horchata y sus necesidades

El proceso productivo de la elaboración de la horchata es bastante sencillo y, sin embargo, todas las etapas deben realizarse en altas condiciones de higiene y respetando los tiempos asignados, de lo contrario el producto se vería perjudicado en cuanto a calidad. Por tanto, las necesidades de las etapas de producción influirán en gran medida en la distribución en planta de las diferentes zonas en que se va a dividir el espacio de la nave.

Antes de proceder a asignar áreas a las diferentes operaciones se va a explicar con detalle cuáles son las etapas que componen el proceso de elaboración de la horchata y cuáles son sus necesidades más relevantes, mostrando en primer lugar un diagrama del proceso productivo en la Ilustración 4.

La Tabla 3 expone la simbología utilizada en el diagrama de proceso:

Tabla 3. Simbología del diagrama de procesos.

Símbolo	Significado
	Proceso productivo
	Etapas de control o selección
	Etapas de almacenaje
	Etapas de transporte

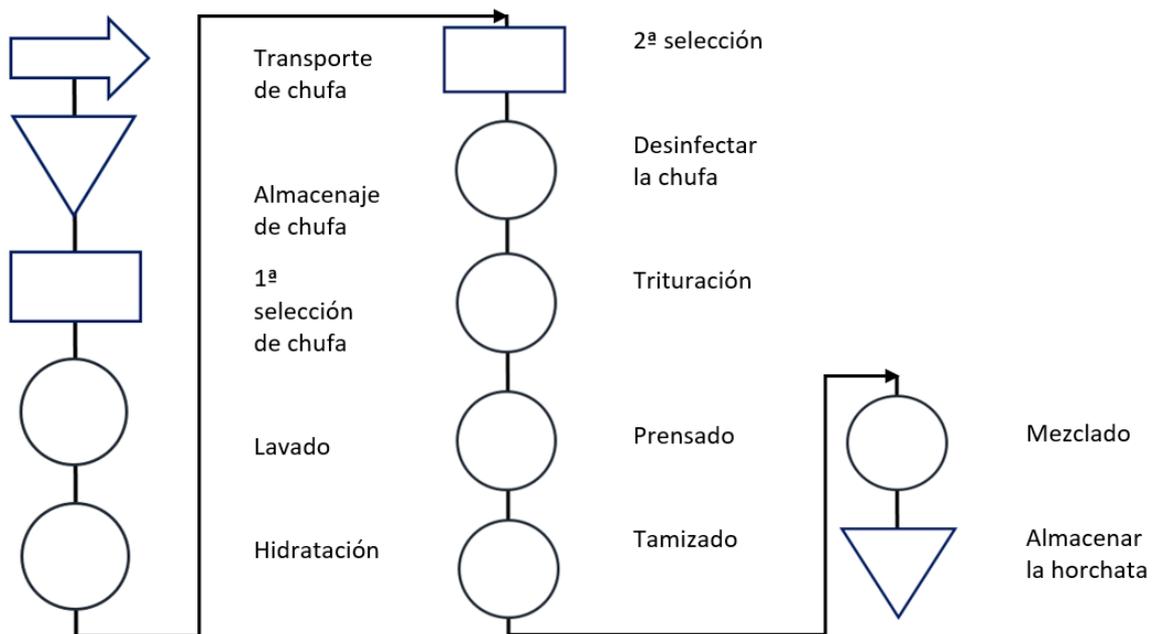


Ilustración 4. Diagrama de procesos productivos.

### 1. Selección inicial

Inicialmente se lleva a cabo una selección de chufas para la elaboración de la horchata ya que siempre pueden quedar algunas imperfecciones en el producto proporcionado y así se consigue que este tenga mayor calidad.

#### Necesidades

Para este proceso se requiere de un espacio de una profundidad considerable, ya que se va a llevar a cabo en línea, debiendo estar cercano al almacén de chufa para evitar retrocesos de materia prima y movimientos de personal innecesarios.

### 2. Lavado e hidratación

Tras la fase 1, las chufas se lavan con agua potable aplicando agitación para eliminar los restos de tierra e impurezas finales. Entonces mediante inmersión en agua potable se hidratan, es decir, absorben agua y se hinchan, reduciendo así su rugosidad y consiguiendo un aspecto turgente.

#### Necesidades

En este caso no existen importantes exigencias con respecto al espacio.

### 3. Selección y desinfección

De nuevo se somete a la chufa hidratada a una etapa de selección para eliminar los tubérculos defectuosos a través de un proceso de flotación en salmuera. Resulta esencial desinfectar el producto con relativa frecuencia para obtener una horchata rica y saludable, así que se somete a lavados mecánicos con una solución de agua con un mínimo de cloro activo del 1% durante un mínimo de 30 minutos y posteriormente se enjuaga para eliminar los restos.

#### Necesidades

De la misma forma que el primer proceso, la segunda selección se llevará a cabo en un área de bastante profundidad situándose la zona de desinfección al final de la línea de selección.

Es importante que el almacén de productos de higiene y desinfección se encuentre próximo a esta área para realizar los procesos con las adecuadas medidas sanitarias en todo momento.

### 4. Trituración y prensado

El siguiente paso consiste en triturar la chufa en un molino, añadiendo agua para evitar que se apelmace y facilitar así el proceso de prensado que le sucede. En el prensado se separa la pulpa no soluble y el extracto de líquido de la chufa.

#### Necesidades

Para garantizar la continuidad del proceso sin pérdidas de tiempo debido a desplazamientos largos, las etapas de trituración y prensado se situarán contiguas entre sí y también serán cercanas a las etapas del punto 5.

## 5. Tamizado, mezclado y refrigeración

El líquido extraído en el paso anterior debe tamizarse de forma que las partículas gruesas queden retenidas y la sustancia homogénea se recoja en una bañera de acero inoxidable desinfectada. Esta sustancia se va a mezclar con azúcar y agua mediante una pala con la que se agita todo el contenido, consiguiendo un alto nivel de disolución.

La horchata se almacena siempre refrigerada a baja temperatura.

### Necesidades

Las zonas de mezclado y tamizado se situarán cercanas a los almacenes de producto acabado puesto que la horchata ha de mantenerse constantemente fría para conservar sus propiedades y ser apta para el consumo, no pudiendo quedar a temperatura ambiente durante largos periodos de tiempo.

Dejando a un lado el área de producción, se van a incluir también una serie de zonas de servicios auxiliares: oficinas, necesarias para llevar a cabo las tareas administrativas; vestuarios y aseos para hombres y mujeres; una zona de descanso para los trabajadores; y finalmente, una zona de catas con tienda para la venta de producto.

### 1.5.2. Requisitos adicionales

Algunas consideraciones que no se han tenido en cuenta en la explicación del proceso productivo son las siguientes:

- Con el objetivo de evitar que el ruido, suciedad y demás molestias ocasionadas por los procesos directamente implicados en la fabricación de horchata lleguen hasta las oficinas y perjudiquen a sus trabajadores, se ha intentado alejar estas oficinas de las zonas de triturado, mezclado, tamizado y prensado.
- Se han situado los almacenes de forma que tengan salida al exterior, permitiendo así la entrada/salida de vehículos de transporte tanto en el caso de materia prima como producto acabado.
- El almacén de horchata de menor tamaño se ubica cercano a la nave de cata y venta de manera que el producto resulte accesible.

### 1.5.3. Tabla relacional

Se ha construido una tabla relacional que resume toda la información de los apartados 1.5.1 y 1.5.2 forma rápida y visual.

Según lo indicado en las dos leyendas personalizadas para este proyecto, Tabla 4 y

Tabla 5, cada color representa la importancia de la conexión, o bien de la desconexión entre dos áreas y cada número representa un motivo diferente. Con todo esto se puede interpretar la tabla relacional (Tabla 6).

*Tabla 4. Leyenda de importancia.*

	Absolutamente necesario
	Especialmente importante
	Favorable
	Indiferente
	No deseable

Tabla 5. Leyenda para las razones de conexión.

<b>1</b>	—————	Flujo de material
<b>2</b>	~~~~~	Acceso fácil y rápido
<b>3</b>	- - - - -	Ruido, suciedad, molestias, etc.
		Otros motivos

Tabla 6. Tabla relacional.

NAVE PRINCIPAL	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
Almacén de chufa (A)		1															
Selección inicial (B)			1														
Lavado (C)				1													
Hidratación (D)					1												
Segunda selección y desinfección (E)						3											
Almacén de productos de desinfección (F)							2	2	2	2							
Triturado (G)								1					3	3			3
Prensado (H)									1	1			3	3			3
Tamizado (I)										1			3	3			3
Mezclado (J)											1	1	3	3			3
Almacén de horchata para venta externa (K)																	
Almacén de horchata para venta en nave (L)																	1
Oficinas (M)																	
Zona de descanso (N)																	
Vestuarios (O)																	
Aseos (P)																	
Áreas de la nave de cata y venta (Q)																	

#### I.5.4. Diagrama relacional

En la Ilustración 5 se muestra el diagrama relacional. En aras de la claridad de la imagen, no se van a representar las relaciones favorables (marcadas en azul en la Tabla 6) entre las áreas O y P y el resto de zonas para evitar sobrecargar el diagrama relacional. Esto se justifica debido a que se trata de información irrelevante al mantener O y P dicha relación con todas o con la mayoría de las áreas o, en caso de no ser así, mantener una relación de indiferencia.

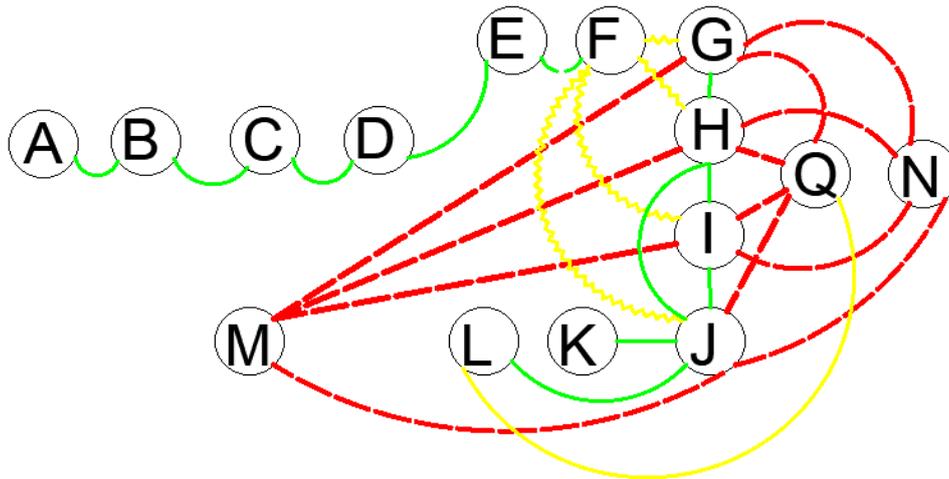


Ilustración 5. Diagrama relacional.

### I.5.5. Distribución en planta

Como se ha podido comprobar, en la nave no se llevarán a cabo únicamente labores de producción, sino que se pretende destinar un espacio para una zona de venta al público y celebración de catas. Por ello, se cree conveniente plantear el diseño de una nave en forma de L, donde se distinguirá una nave principal que albergará el proceso de producción propiamente dicho (Nave 1) y una nave de menores dimensiones adosada a la primera en uno de sus laterales que acogerá las actividades más propias del sector terciario (Nave 2). De esta manera se consigue una clara diferenciación de las zonas, pero se sigue garantizando una fácil comunicación entre ambas.

La distribución de las zonas dedicadas a la fabricación de la horchata y a servicios auxiliares (ver Ilustración 6 e Ilustración 7) se ha realizado por medio de un proceso iterativo, partiendo de algunas zonas a las que se les ha asignado un tamaño fijo mínimo que se ha supuesto que requieren a partir de información obtenida de la bibliografía consultada. Es el caso de los almacenes de chufa y horchata y de las oficinas. En la Tabla 7 se recoge el listado de áreas para las diferentes actividades y su ubicación.

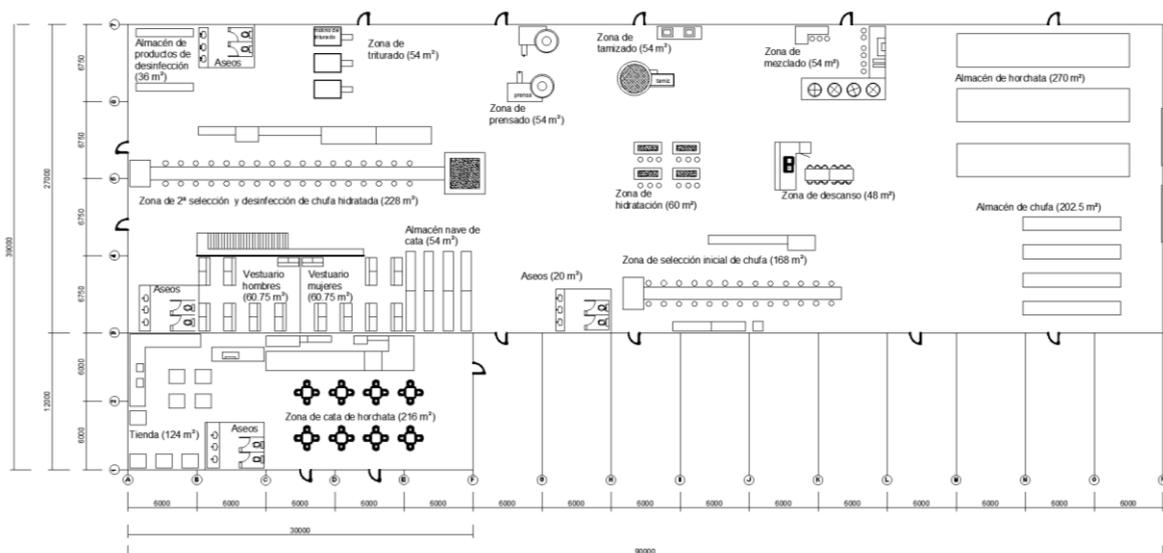


Ilustración 6. Distribución en planta (cotas en mm).

Bajo el altillo se encuentran ubicados los dos vestuarios y en él, las oficinas:

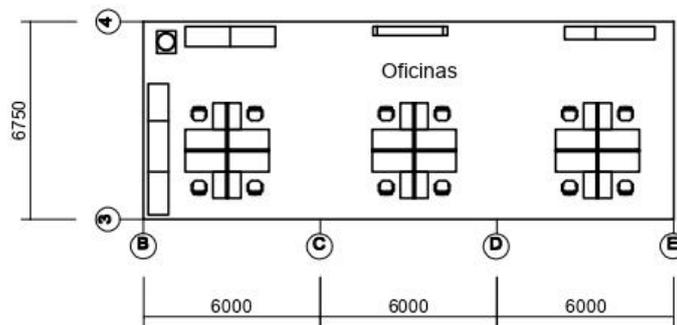


Ilustración 7. Oficinas en el altillo (cotas en mm).

Tabla 7. Superficies asignadas a cada zona de la nave.

ACTIVIDAD	Superficie (m <sup>2</sup> )	Nave donde se ubica
Almacén de materia prima (chufa)	202.5	1
Almacén de producto acabado (horchata)	270	1
Línea de selección inicial de chufa	168	1
Zona de lavado e hidratación	60	1
Zona de 2ª selección y desinfección	228	1
Zona de triturado	54	1
Zona de prensado	54	1
Zona de tamizado	54	1
Zona de mezclado	54	1
Aseos	20	1 y 2
Vestuario mujeres	60.75	1
Vestuario hombres	60.75	1
Almacén cata y venta	54	1
Zona de descanso	48	1
Almacén de productos de desinfección	36	1
Oficinas	121.5	1
Tienda para venta de horchata y chufa	124	2
Zona de cata de horchata	216	2

Siguiendo las indicaciones del Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, publicado en el Boletín Oficial del Estado (BOE), se ha incluido un par de vestuarios de iguales dimensiones. Teniendo en cuenta las preferencias establecidas en el Real Decreto, se han dispuesto aseos directamente en contacto con estas áreas, además de estar distribuidos por la nave de forma que sean fácilmente accesibles desde cualquier localización.

Finalmente, el espacio que rodea a las diferentes zonas en que se ha dividido la nave, dota a esta de flexibilidad para adaptarse a posibles ampliaciones futuras o cambios en la distribución.

## I.6. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA METÁLICA

### I.6.1. Estructura metálica

Tal y como se muestra en la Ilustración 8, en este trabajo se ha proyectado un conjunto de dos naves adosadas cuya superficie en común es de 2790 m<sup>2</sup>.

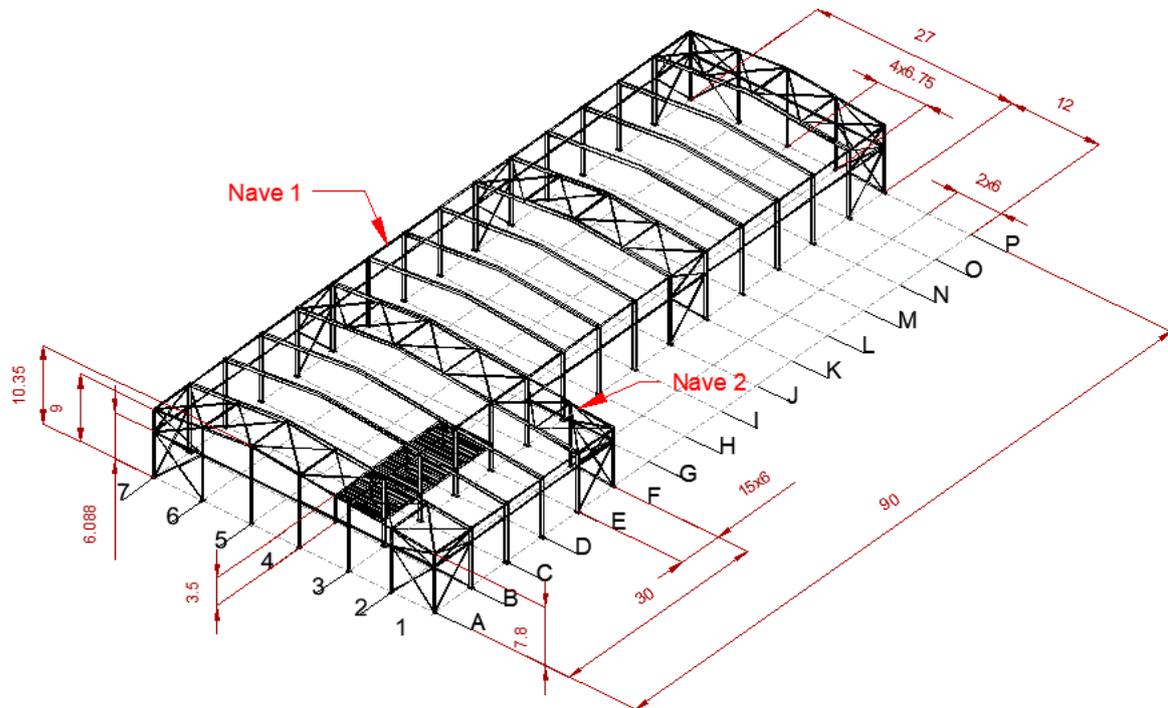


Ilustración 8. Dimensiones de la estructura metálica 3D.

En primer lugar, se ha diseñado una nave de mayor tamaño a base de pórticos rígidos simétricos a dos aguas que cuenta con una superficie de 2430 m<sup>2</sup>, una profundidad de 90 m y una luz de 27 m. En cada uno de los pórticos interiores se ha establecido un 10% de pendiente en cubierta y una altura de los dos pilares que los soportan de 9 m, mientras que en los pórticos de fachada se han creado cinco pilares separados entre sí 6.75 m y de nuevo una pendiente del 10% que, debido a la altura de los pilares extremos de 9 m, genera una altura en cumbrera máxima en la nave de 10.35 m. Todos los pórticos presentan una separación de 6 m.

Dentro de esta estructura se colocará un altillo que se elevará hasta los 3.5 m de altura, atravesando tres vanos, cuyo ancho ocupará 6.75 m de la luz total de un pórtico. Albergará las oficinas, consiguiendo alejarlas de la zona de producción para que el ruido y/o la suciedad que pueda producirse no afecte a los trabajadores administrativos.

La nave principal se ha concebido con el propósito de producir horchata artesanal, por lo que la mayor parte de su superficie está dedicada a este objetivo. Debe tenerse en cuenta que algunos procesos productivos se llevarán a cabo en línea, por ejemplo, los procesos de selección inicial e intermedia de chufa. Por este motivo la profundidad de la nave debe ser elevada, decidiéndose un valor total de 90 m.

En segundo lugar, se ha creado una nave de menor superficie, 360 m<sup>2</sup>, adosada a la anterior y con una tipología basada en pórticos a un agua que mantendrán la pendiente del 10% y la longitud de vano existente en la nave principal de 6 m. Sus dimensiones serán de 30 m

de profundidad, 12 m de luz y sus pilares tendrán una altura de 9 m en uno de los laterales, el que las dos naves comparten, y de 7.8 m en el lateral que da al exterior en la parcela.

La función de esta segunda edificación será la de ofrecer un espacio a los visitantes donde poder realizar una cata del producto e incluso venderlo en pequeñas cantidades a modo de comercio minorista.

La solución que se ha adoptado con el objetivo de garantizar la intraslacionalidad de la estructura en los diferentes planos consiste en utilizar los siguientes sistemas de arriostramiento: cruces de San Andrés (CSA) en pórticos y en fachadas laterales separadas convenientemente y vigas contraviento (VCV) tipo Pratt en cubierta. De esta manera se consigue absorber la acción del viento sobre la estructura de la nave.

Teniendo en cuenta la profundidad de la primera nave, es necesario colocar varios sistemas de arriostramiento y juntas de dilatación con colisos en correas de forma que no existan tramos cuya longitud supere los 40 m para evitar problemas derivados de los efectos térmicos sobre las barras de acero.

En las fachadas frontales de la nave principal se ha definido un gálibo a una altura de 6.088 m tal como se puede apreciar en la Ilustración 8, que separa las cruces superiores de las inferiores y permite el paso de vehículos que transporten producto hacia el interior o el exterior de la nave. Debido a que la nave de menor tamaño está constituida por pórticos a un agua, solo es necesario colocar un par de cruces separadas por el mismo gálibo en la fachada localizada en la alineación F.

## 1.6.2. Materiales

### 1.6.2.1. Acero

En función de las características del perfil al que se aplica este material se ha seleccionado un tipo de acero diferente como se recoge en la Tabla 8:

Tabla 8. Tipos de acero utilizados en la nave.

Acero	Características	Perfiles
<b>S275 Laminado en caliente</b>	Límite elástico ( $f_y$ ): 275 MPa Módulo elástico (E): 210 000 GPa	<u>IPE</u> (pilares, viga perimetral, jácenas...), <u>SHS</u> (montantes), <u>placas de anclaje</u> .
<b>S235 Conformado en frío</b>	Límite elástico ( $f_y$ ): 235 MPa Módulo elástico (E): 210 000 GPa	<u>CF</u> de correas de cubierta y laterales, perfil <u>L</u> de las diagonales.
<b>B500S Acero corrugado para hormigón</b>	Límite elástico ( $f_y$ ): 500 MPa Módulo elástico (E): 206 000 GPa	<u>Armado</u> de la cimentación, <u>pernos</u> .

Los perfiles seleccionados para cada elemento de la estructura cumplen unas funciones específicas. Por ejemplo, el perfil de tipo CF utilizado en las correas incorpora dos labios rigidizadores que ayudan a evitar el alabeo del perfil. Por otra parte, el perfil SHS cuadrado y hueco es especialmente adecuado para elementos que trabajan a compresión, como es el caso de los montantes de las vigas contraviento y de las Cruces de San Andrés.

### 1.6.2.2. Hormigón

En las naves adosadas del proyecto se han utilizado dos tipos diferentes de hormigón que realizan unas funciones determinadas según explica la Tabla 9:

Tabla 9. Tipos de hormigón utilizados en la nave.

Hormigón	Nombre	Características	Función
Hormigón estructural	<b>HA-25/F/20/XC2</b>	El <u>XC2</u> es un tipo de ambiente que hace referencia a elementos de hormigón armado o pretensado, como las cimentaciones, en suelos no agresivos o permanentemente en contacto con agua.	Material que conforma las zapatas, las vigas de atado y la solera.
Hormigón no estructural (hormigón de limpieza)	<b>HL-150/F/20</b>	La dosificación mínima de cemento es de <u>150 kg/m<sup>3</sup></u> para hormigones de limpieza. No hay exigencias relativas a la <u>consistencia</u> o al <u>tamaño máximo de árido</u> , aunque este último se recomienda que sea inferior a 30 mm.	Material que se aplica con anterioridad al hormigón estructural para protegerlo de la contaminación, desecación, corrosión y multitud de otros factores ambientales.

### 1.6.3. Pórticos de fachada

En el conjunto de las dos naves que conforman la solución existen tres pórticos de fachada diferentes.

El pórtico de fachada que corresponde únicamente a la nave principal, y se trata por tanto de un pórtico simétrico a dos aguas, se puede localizar en la alineación P (ver Ilustración 9) y tiene tres pilares intermedios con perfil IPE240 girados a 90º respecto a los pilares extremos, que están constituidos por un perfil IPE270. Todos ellos soportan una jácena de perfil IPE160 que se extiende a lo largo de 27 m de luz.

En este pórtico se han dispuesto simétricamente dos pares de cruces como arriostramiento de fachada con tirantes de perfil L90x90x6, separadas por cuatro montantes SHS120x5 situados a la altura de 6.088 m.

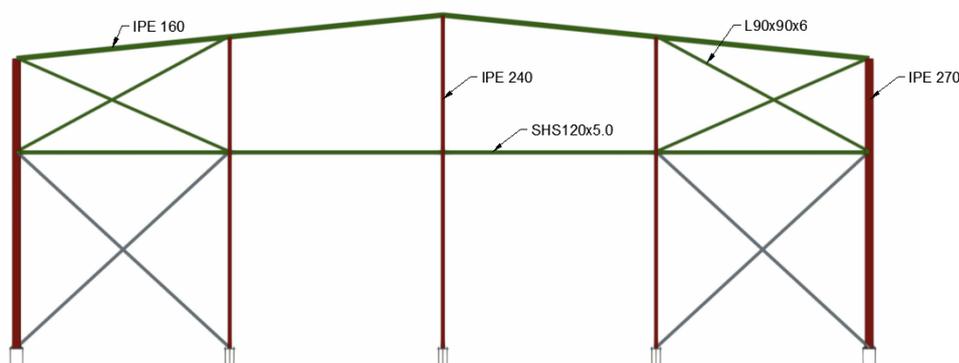


Ilustración 9. Pórtico de fachada, alineación P.

En la alineación F se encuentra el segundo tipo de pórtico de fachada, mostrado en la Ilustración 10. En este caso se trata de un pórtico a un agua cuya luz es de 12 m, soportado por un pilar extremo de perfil IPE270 y un pilar intermedio de perfil IPE240, aunque también comparte el pilar extremo derecho con uno de los pórticos interiores de la nave principal cuyo perfil es IPE450. La jácena está constituida por un IPE160 y también en este caso se han dispuesto cruces y montantes del mismo perfil que en el pórtico anteriormente descrito, pero con el formato que muestra la Ilustración 10.

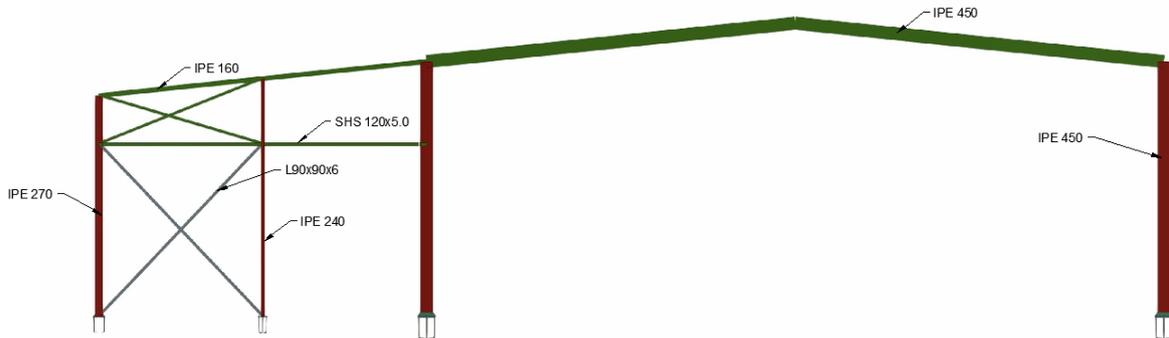


Ilustración 10. Pórtico de fachada, alineación F.

Finalmente, en la alineación A se sitúa el pórtico de fachada donde se produce una unión de ambas naves (Ilustración 11), con jácena de perfil IPE160 de nuevo y pilares IPE270 en las esquinas e IPE240 los intermedios. El arriostramiento se mantiene idéntico en perfiles al del resto de pórticos de fachada.

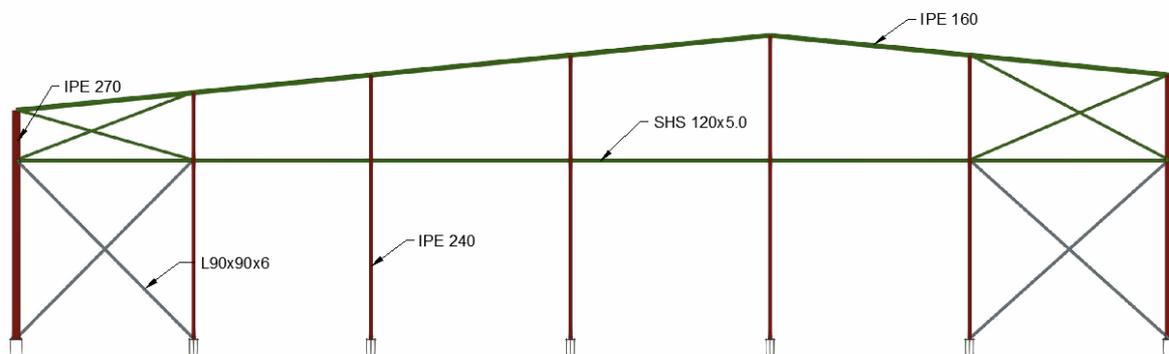


Ilustración 11. Pórtico de fachada, alineación A.

#### 1.6.4. Pórtico interior tipo

Las alineaciones desde B hasta E y desde G hasta O se corresponden con los pórticos interiores en ambas naves, todos compuestos por pilares y jácenas de perfil IPE450 y unidos entre sí por medio de vigas perimetrales de perfil IPE140.

Por un lado, las alineaciones B, C, D y E contienen tres pilares ya que se produce la unión entre la nave a dos aguas y la nave a un agua. En cualquiera de ellas se pueden observar también elementos del atillo, Ilustración 12.

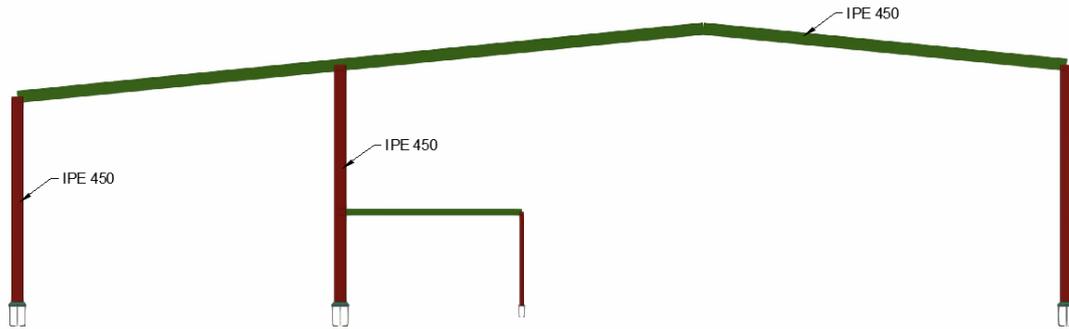


Ilustración 12. Pórtico interior, alineación B.

Por otro lado, el resto de las alineaciones contienen sólo los dos pilares del pórtico a dos aguas (ver Ilustración 13), exceptuando la alineación F que, como se ha comentado, es donde se produce la unión de un pórtico interior de la nave principal y un pórtico de fachada de la nave secundaria.

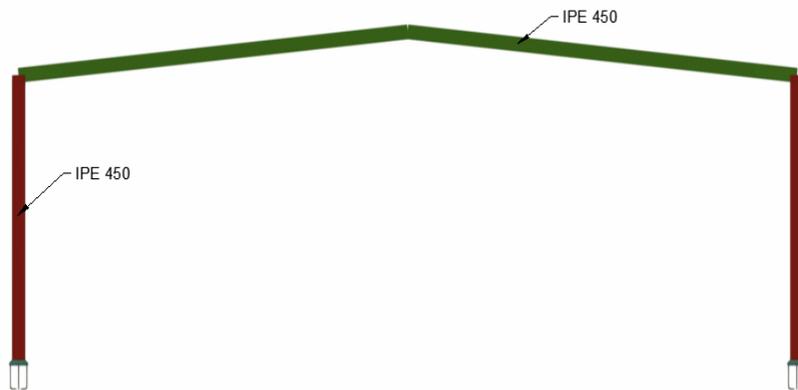


Ilustración 13. Pórtico interior, alineación L.

#### 1.6.5. Fachada lateral

Las dos naves que dan lugar a este proyecto están constituidas por tres tipos de fachada lateral que se van a describir a continuación.

La alineación 1 (ver Ilustración 14) corresponde a la fachada lateral de la nave secundaria dedicada a la cata y venta. Su longitud es de 30 m y la altura de los seis pilares que la conforman es de 7.8 m. Sus pilares extremos presentan perfiles IPE270 y los intermedios, IPE450.

Como se ha indicado en el apartado 1.6.1 es necesario arriostrar la nave utilizando en este caso dos Cruces de San Andrés, las cuáles han sido dispuestas en los dos extremos de la fachada. Estas cruces se crean a partir de dos pares de diagonales de distinto tamaño, de perfil L90x90x6, separadas por montantes colocados a los 6.088 m definidos por el gálibo. En todos los vanos en los que no existe arriostramiento se dispone en el lugar de los montantes la viga perimetral cuyo perfil es un IPE140.

## Cálculo estructural de una nave industrial de 2790 m<sup>2</sup> dedicada a la producción de horchata en Alboraya (Valencia)

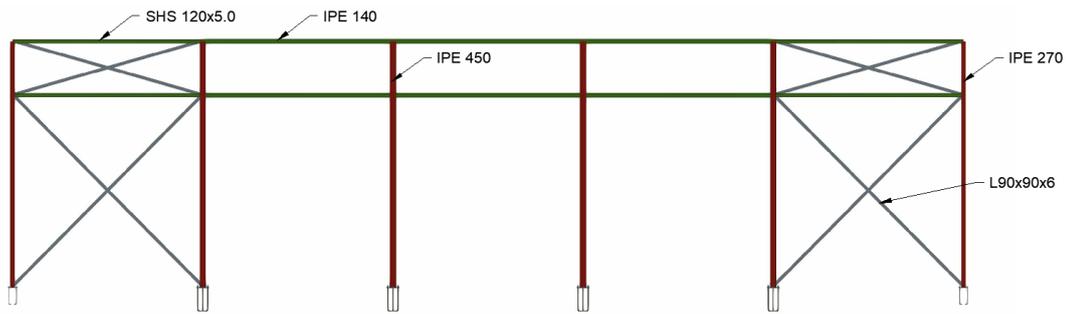


Ilustración 14. Fachada lateral, alineación 1.

La alineación 3 (ver Ilustración 15) está conformada por los 10 pilares exteriores de la nave principal y los seis pilares compartidos por las dos naves. De los 16 pilares, el extremo izquierdo pertenece a un pórtico de fachada por lo que tiene perfil IPE240 al ser pilar intermedio y el extremo derecho, IPE270 al tratarse de un pilar de esquina de pórtico de fachada (Ilustración 9). Los 14 restantes están compuestos por perfiles IPE450.

Los pilares de las alineaciones B, C, D y E permiten la colocación de un atillo a una altura de 3.5 m. En las alineaciones desde F hasta O se disponen vigas perimetrales que atan a los pilares a 6.088 m y a la altura de su cabeza, equivalente a 9 m.

Entre las alineaciones J y K y entre O y P se disponen CSA de forma simétrica con respecto a la fachada lateral de la alineación 7. La localización de estas cruces, tanto en la fachada 7 como en la 3, permite evitar los efectos de la dilatación térmica, interrumpiendo cualquier longitud de barra antes de alcanzar el límite de 40 m. De este modo, al independizar dos partes de la estructura se asegura la libre dilatación de las mismas. Para ello, se dispone una línea de juntas en correas con colisos en el séptimo pórtico desde la izquierda, que se corresponde con la alineación G (ver más adelante la Ilustración 23).

También en esta alineación se pueden ver algunas vigas del atillo.



Ilustración 15. Fachada lateral, alineación 3.

La última de las fachadas laterales es la 7 (ver Ilustración 16), cuya estructura es similar a la de la alineación 1 pero incluye cuatro Cruces de San Andrés de características idénticas a las del resto de fachadas. Se ha comentado en apartados anteriores que su longitud es de 90 m y la altura de sus pilares intermedios IPE450 y extremos IPE270, de 9 m.



Ilustración 16. Fachada lateral, alineación 7.

### I.6.6. Vigas contraviento

En cubierta se han dispuesto cuatro vigas contraviento de tipo Pratt (ver Ilustración 17), con diagonales cruzadas en dos sentidos para hacer frente a los cambios de dirección del viento.

Estas vigas están formadas por cuatro cruces en la nave de mayor superficie y cada cruz está compuesta por dos diagonales con perfil L90x90x6. Las cruces están separadas por cinco montantes cuyo perfil es un SHS120x5 y de longitud equivalente a la separación entre pórticos, de valor 6 m. Teniendo en cuenta que la separación de pilares de fachada en la nave principal es de 6.75 m, se puede calcular fácilmente una longitud de diagonales de 9 m.

En la nave de menor tamaño se disponen dos cruces en la VCV con los mismos perfiles que en el caso anterior, pero de distintas dimensiones. Los montantes mantienen su longitud de 6 m, pero la separación de pilares de fachada es ahora de 6 m también, por lo que las diagonales miden 8.49 m.

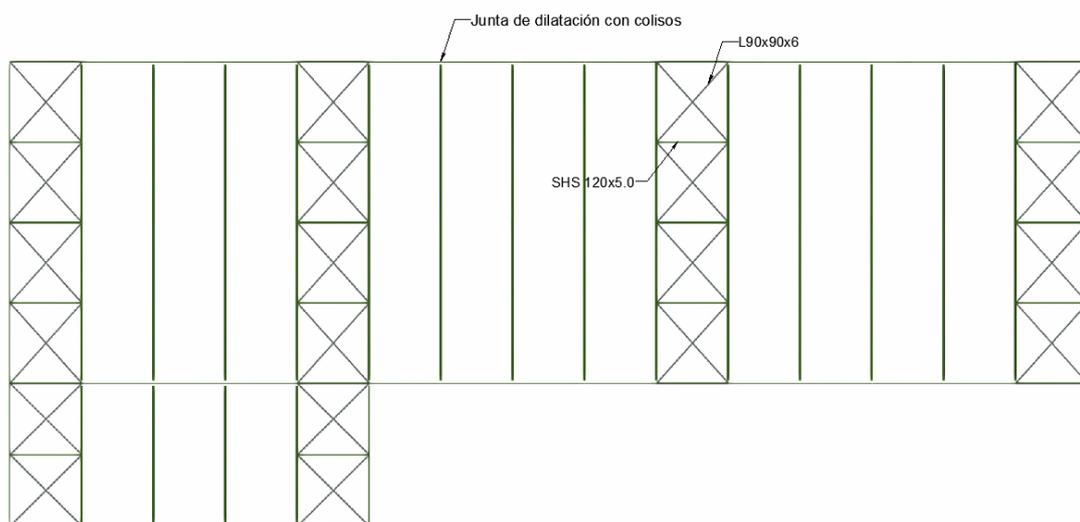


Ilustración 17. Viga contraviento tipo Pratt.

### I.6.7. Altillo

El uso previsto para el altillo que se ha incluido en la nave de mayor tamaño es el de acoger las oficinas donde se llevarán a cabo los procesos administrativos. Por esta razón y debido a que no está planteado para un gran número de trabajadores sus dimensiones son de 3.5 m de altura, 18 m de profundidad y un ancho de 6.75 m, coincidiendo con la separación entre dos pilares de fachada (ver Ilustración 18 e Ilustración 19).

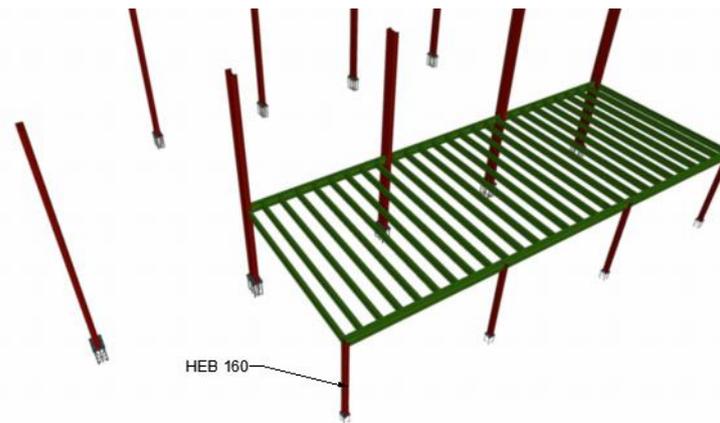


Ilustración 18. Vista 3D del altillo.

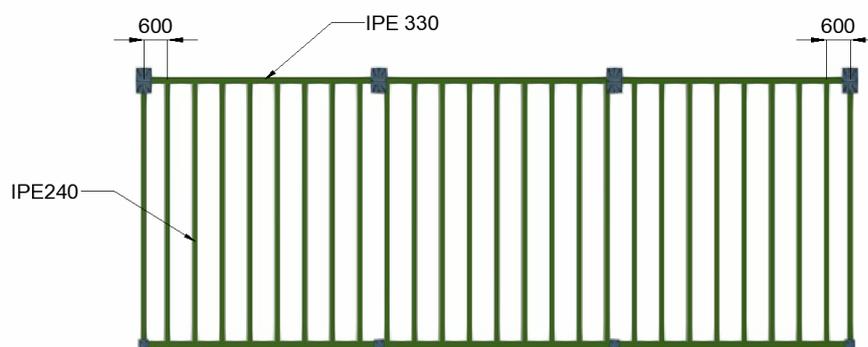


Ilustración 19. Vigas y viguetas (cotas en mm).

Este altillo está compuesto por seis vigas con perfil IPE330 cuya longitud es la separación entre pórticos, 6 m, y se resuelve con un forjado unidireccional de vigueta metálica con un total de 27 viguetas con perfil IPE240 que miden 6.75 m. Su estructura será sustentada por cuatro de los pilares que las dos naves adosadas comparten y que ya se han descrito en el apartado I.6.4 por un lado, mientras por el otro lado se apoya en cuatro pilares de altura 3.5 m y perfil HEB160.

Tal y como se puede observar en la Ilustración 19 las viguetas de los extremos y las que se encuentran a continuación mantienen entre sí una separación de 600 mm. A partir de ahí el intereje de las viguetas es de 700 mm.

#### I.6.8. Correas

Las correas son elementos fundamentales en cubierta y en los laterales de una estructura ya que contribuyen a unir los pórticos, soportan el cerramiento de la nave y absorben las cargas que puedan estar aplicadas sobre este para transmitirlas a la estructura.

Se ha utilizado el programa Generador de Pórticos del software CYPE Ingenieros para modelarlas, aplicando una separación de 1.788 m en cubierta y de 1.2 m en las fachadas laterales y utilizando como material en todas las correas de la nave el acero S235JR, ver Ilustración 20. Para poder unir las correas a las jácenas se utilizan ejiones (ver Ilustración 21 e Ilustración 22).

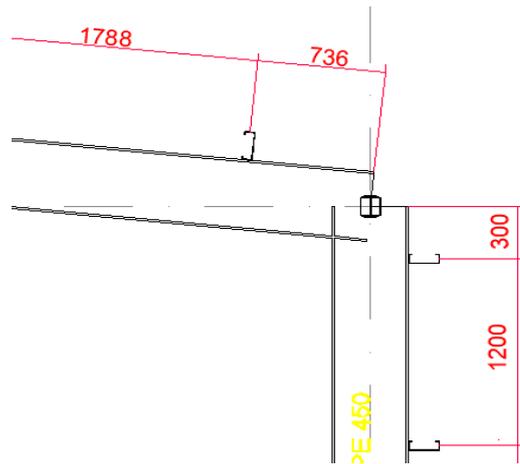


Ilustración 20. Separación de correas de cubierta y laterales.

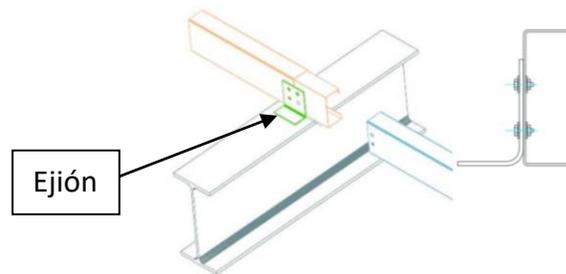


Ilustración 21. Detalle de unión estándar en correa.

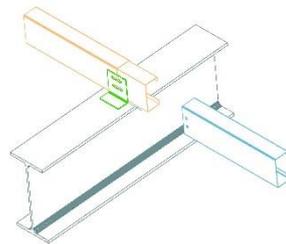


Ilustración 22. Detalle de unión con colisos en correa.

Finalmente, el resultado se compone de 23 correas en cubierta en alineaciones desde A hasta F y sólo 16 desde G hasta P, ocho correas en las fachadas laterales de 9 m de altura y siete correas en las de 7.8 m de altura. En todos los casos se ha seleccionado un perfil CF-180x3 acorde a la separación entre correas necesaria y a las características de estas.

Se emplearán dos tipos de uniones en las correas: la unión estándar (Ilustración 21) y la unión para la junta de dilatación (Ilustración 22). La unión estándar se utiliza en general en todos los pórticos y por otro lado, se utilizan las uniones con agujeros colisos en la línea de juntas de correas, exclusivamente en la alineación G, lugar donde se produce la división de la nave en dos para evitar los efectos de la dilatación térmica permitiendo algo de juego a las barras que experimentan esta dilatación gracias a la forma de los agujeros. Esto puede observarse en la Ilustración 23.

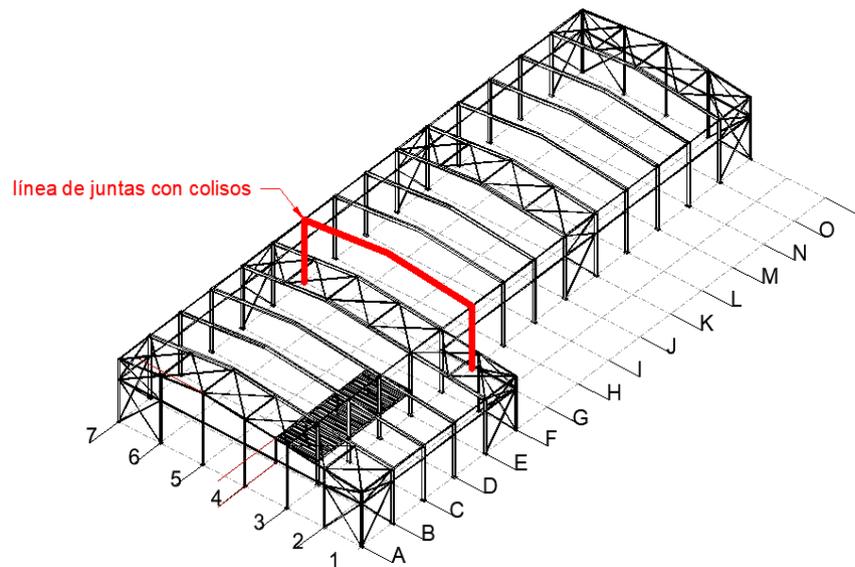


Ilustración 23. Línea de juntas con colisos en alineación G.

#### I.6.9. Solera

La solera de hormigón es un elemento indispensable sobre el que se asienta la estructura de la nave y permite nivelar el terreno durante el proceso inicial de acondicionamiento.

Se ha dispuesto una solera de hormigón armado de 15 cm de espesor realizada con hormigón HA-25/F/20/XC2, que incluye malla electrosoldada ME 20x20 Ø5-5 B 500 T 6x2.20 UNE-EN 10080 con armadura de reparto, colocada sobre separadores homologados. Utilizar una malla electrosoldada permite reforzar el hormigón, mejorando su resistencia a tracción en la superficie.

#### I.6.10. Placas de anclaje

En la Ilustración 24 se muestra la distribución de los distintos tipos de placas de anclaje.

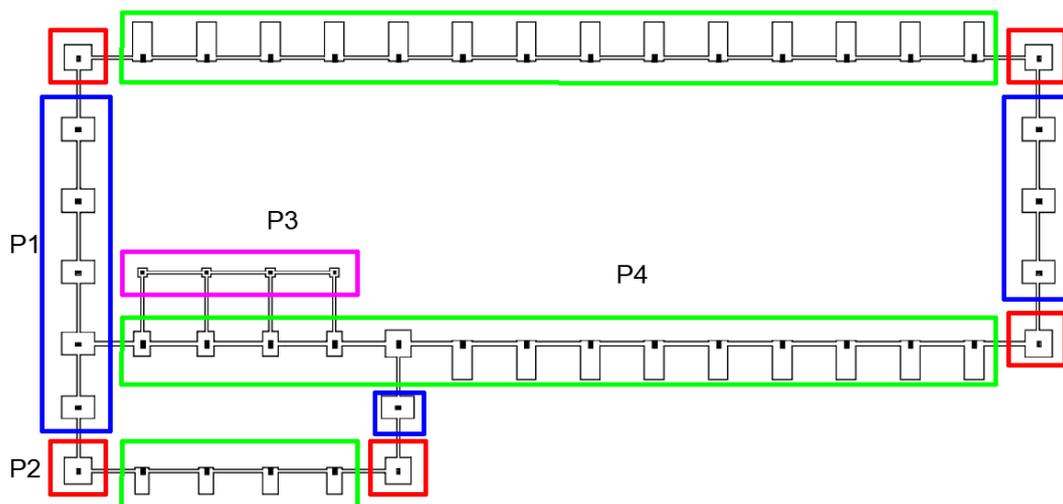


Ilustración 24. Distribución de las placas de anclaje.

La función de una placa de anclaje es la de unir un pilar a su cimentación y transmitir los esfuerzos existentes a esta para que sean dirigidos al terreno, además de posicionar y

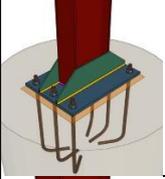
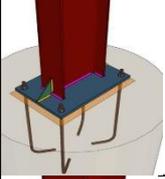
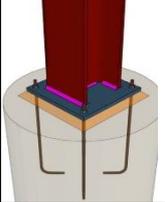
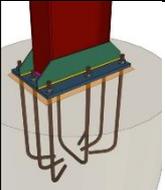
nivelar los pilares, por lo que son elementos muy necesarios para garantizar la seguridad en la edificación.

En el proyecto se han dispuestos placas de anclaje formadas por chapas rectangulares de acero S275, algunas con cartelas metálicas, y pernos de acero B500S. En cada tipo de placa se atornilla un número distinto de pernos con patilla a 90°. Esto último asegura el agarre y crea una unión más resistente, permitiendo reducir la longitud del anclaje de los pernos y por ende la cantidad de material necesario, influyendo en el presupuesto final.

Se han creado cuatro tipos de placas de anclaje en función de las necesidades de la estructura, de las cuales el primer tipo corresponde a pilares intermedios de fachada, el segundo a pilares extremos de fachada, el tercero a los pilares del altillo con perfil HEB y finalmente el último tipo para pilares de pórticos interiores. Es decir, para cada perfil IPE diferente se ha creado una placa de anclaje diferente.

Las características de las placas diseñadas son las que se muestran en la Tabla 10.

Tabla 10. Características de las placas de anclaje.

Tipo de placa	Perfil	Cartelas (mm)	Dimensiones de placa (mm)	Nº y diámetro de pernos	Longitud de pernos (cm)	
<b>Tipo 1</b>	IPE240	2x(150x25x7)	350x500x18	6Ø20	40	
<b>Tipo 2</b>	IPE270	1x(100x0x5)	300x450x18	4Ø16	40	
<b>Tipo 3</b>	HEB160	-	250x250x14	4Ø10	30	
<b>Tipo 4</b>	IPE 450	2x(150x50x7)	400x650x22	8Ø25	55	

### I.6.11. Cimentación

Es importante llevar a cabo un correcto dimensionado de la cimentación de una estructura puesto que estos elementos serán los que la sustenten en el terreno a lo largo de su vida útil.

Los elementos que forman parte de la cimentación de las naves adosadas son una serie de zapatas de hormigón armado y las vigas de atado que permiten unir las (ver Ilustración 25). Con el objetivo de garantizar que estas zapatas y vigas cumplan con los requisitos de seguridad y estabilidad y al mismo tiempo maximizar la simplificación en la solución se ha decidido distribuirlas de la siguiente manera:

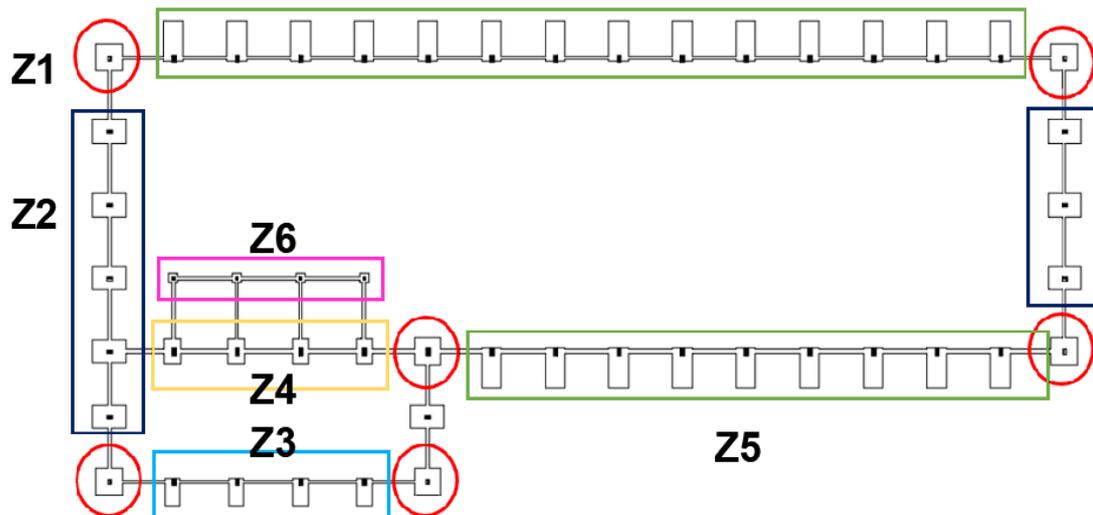


Ilustración 25. Distribución de zapatas.

No obstante, el primer paso a seguir tras haber retirado toda la materia vegetal y haber excavado el terreno consiste en aplicar una capa de hormigón de limpieza. Se trata de un hormigón no estructural que posee la función de evitar la pérdida de agua por parte del hormigón estructural hacia el terreno. Otras de sus funciones incluyen evitar la contaminación del hormigón de vigas y zapatas en las primeras horas una vez distribuido o también crear superficies lisas donde poder aplicar el hormigón estructural sin encontrar irregularidades. El hormigón de limpieza que se va a emplear en este proyecto es el HL-150/F/20 de acuerdo con el Código Estructural vigente.

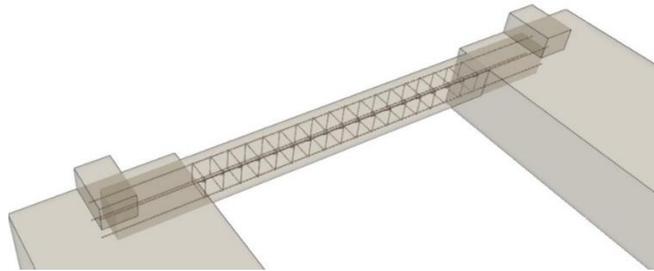
Las características de las zapatas de hormigón son las que se expresan en la Tabla 11:

Tabla 11. características de las zapatas.

Tipo de zapata	Dimensiones (cm)	Canto (cm)	Armadura superior X	Armadura superior Y	Armadura inferior X	Armadura inferior Y
ZP1	255x255	70	11Ø16c/23	11Ø16c/23	11Ø16c/23	11Ø16c/23
ZP2	225x320	70	14Ø16c/23	10Ø16c/22	14Ø16c/23	10Ø16c/22
ZP3	150x260	90	15Ø16c/17	9Ø16c/16	15Ø16c/17	9Ø16c/16
ZP4	160x235	70	18Ø12c/12.5	7Ø16c/23	18Ø12c/12.5	7Ø16c/23
ZP5	190x375	90	14Ø20c/27	7Ø20c/28	14Ø20c/27	7Ø20c/28
ZP6	95x95	40	-	-	5Ø12c/19	5Ø12c/19

Una zapata de hormigón armado está compuesta también por una armadura de acero corrugado B500S a la que se le deben aplicar unos valores de recubrimientos que permitan garantizar la durabilidad de la cimentación y su protección contra factores ambientales que causen su degradación. Un recubrimiento de hormigón llenará la distancia entre la superficie exterior de la armadura y la superficie de hormigón más cercana, debiéndose aplicar 5 cm de recubrimiento inferior y superior y 8 cm de recubrimiento lateral por tratarse las zapatas de piezas hormigonadas directamente contra el terreno.

El último elemento de cimentación es la viga de atado (ver Ilustración 26):



*Ilustración 26. Viga de atado.*

Las vigas atan a modo de arriostramiento todas las zapatas para evitar corrimientos entre ellas y absorben cargas horizontales. En este proyecto se han utilizado vigas de atado cuadradas de 40 cm de lado. El hormigón de limpieza también deberá extenderse en ellas al igual que en las zapatas.

#### **I.6.12. Cerramientos**

Las correas de las naves soportan cerramientos tanto en cubierta como en los laterales de la estructura. Estos cerramientos son esenciales en las edificaciones si se quieren proteger contra agentes externos como la suciedad, la humedad, la acción del viento o el sol y también del ruido o para ganar seguridad, protección y privacidad.

Para el proyecto se ha decidido utilizar como cerramiento los paneles de tipo sándwich, compuestos por dos capas metálicas exteriores y un núcleo de espuma aislante formado por poliuretano/lana de roca, ver ejemplo en la Ilustración 27. Estos materiales provocan que los paneles sean de gran resistencia y ligereza al mismo tiempo, además de proporcionar un buen aislamiento térmico e impermeabilidad en comparación con otros paneles similares en el mercado.



*Ilustración 27. Cerramiento de paneles sándwich.*

#### I.6.13. Escalera de acero

La Ilustración 28 muestra la escalera prefabricada de acero que se ha seleccionado en el Generador de Precios con el objetivo de servir como medio de acceso a la parte superior del atillo donde se encuentran las oficinas, a 3.5 m de altura respecto del suelo.

Esta escalera de acero UNE-EN 10025 S275JR está formada por piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie UPN y presenta un acabado con imprimación antioxidante, con uniones soldadas en obra. La dimensión de los dos perfiles colocados en diagonal es de 7.054 m, siendo la altura de la escalera 3.5 m y el ancho de esta de 6.125 m.



Ilustración 28. Escalera de acero. Fuente: Generador de Precios.

#### I.6.14. Carpintería y lucernarios

En las dos naves que conforman el proyecto se han dispuesto puertas, ventanas y lucernarios acordes a los requerimientos de cada zona. La Nave 1, dedicada a la producción de horchata, se diferencia por sus puertas industriales de gran tamaño con entrada a los almacenes, que facilitan la entrada y salida de camiones de transporte tanto para la chufa como para la horchata. En el caso de la Nave 2, zona de catas y venta, se han colocado ventanas tipo 1 (ver Tabla 12) de gran tamaño que permiten a los visitantes y clientes disfrutar de las vistas a la huerta valenciana.

Por otra parte, el diseño incluye puertas y ventanas de dimensiones más reducidas, ubicadas a lo largo de las distintas fachadas de las naves que están pensadas para servir de acceso al personal de producción en el caso de las puertas y permitir la entrada de luz natural por los laterales, en el caso de las ventanas. En cubierta se han colocado lucernarios de forma que la iluminación natural en la nave sea lo más homogénea posible y no existan zonas oscuras.

En la Tabla 12 se resumen las soluciones para los diferentes huecos de las naves.

Tabla 12. Huecos en la nave.

Hueco	Localización	Dimensiones (m)	Cantidad
<b>Placas de policarbonato</b>	En cubierta	1.92x3.6	35
<b>Ventana tipo 1</b>	En fachada frontal F y A	1.3x2.2	10
<b>Ventana tipo 2</b>	En fachada lateral 1, 3 y 7	1.9x1.9	12
<b>Puertas para vehículos de transporte</b>	En fachada frontal P	5x5	2
<b>Puertas para personas</b>	En fachadas laterales y fachadas frontales F y A	1.2x2.2	14

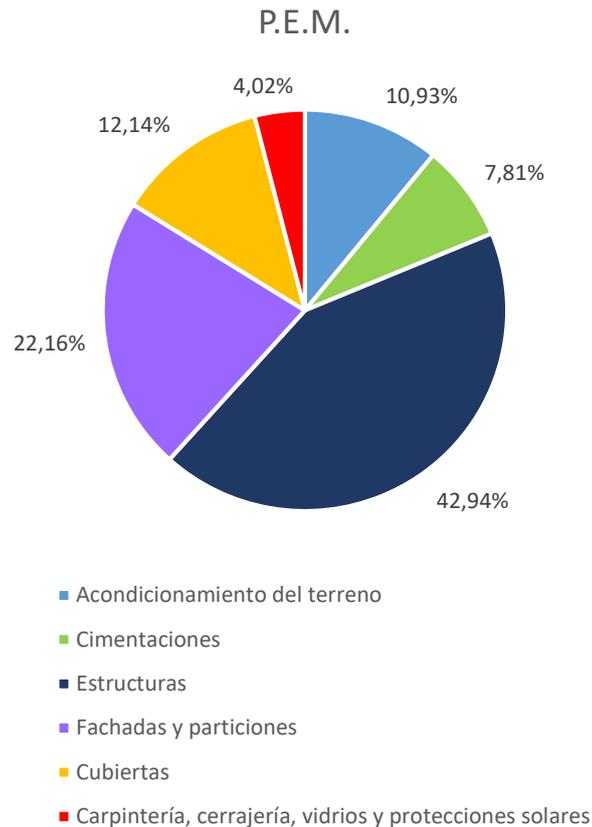
## I.7. RESUMEN DE PRESUPUESTO

En la Tabla 13 se muestra un resumen del presupuesto de ejecución material que incluye los seis capítulos en que se divide y su importe total, además del cálculo del presupuesto de ejecución por contrata.

Tabla 13. Resumen del presupuesto.

Capítulos	Importe (€)
Acondicionamiento del terreno	81.918,27
Cimentaciones	58.520,58
Estructuras	321.880,45
Fachadas y particiones	166.130,84
Cubiertas	91.001,94
Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares	30.129,42
<b>Presupuesto de ejecución material (PEM)</b>	<b>749.581,50</b>
13% de Gastos Generales	97.445,60
6% de Beneficio Industrial	44.974,89
<b>Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI)</b>	<b>892.001,99</b>
21% IVA	187.320,42
<b>Presupuesto de ejecución por contrata con IVA (PEC = PEM + GG + BI + IVA)</b>	<b>1.079.322,41</b>

La Ilustración 29 muestra la contribución de cada uno de los capítulos al presupuesto de ejecución material.



*Ilustración 29. Presupuesto de ejecución material.*

La partida Estructuras, con un porcentaje del 42.94%, representa el grueso del presupuesto si se compara con la participación de todas las demás en este, lo que se debe a la gran cantidad de acero que se requiere en la estructura metálica, el altillo y demás elementos de acero. Además, la nave presenta una elevada profundidad de 90 m y gran altura máxima en cumbre, 10.35 m, lo que contribuye a aumentar los kg de acero necesarios.

De nuevo, a causa de las elevadas dimensiones de la nave, la siguiente partida que más contribuye a incrementar el presupuesto son los cerramientos de fachada y cubierta con más de un 22%. El acondicionamiento del terreno con un 10.93%, la cimentación con un 7.81%, y la carpintería con un 4.02%, las partidas menos relevantes en cuanto a coste.

## **II. ANEXO DE CÁLCULO**

## II.1. INTRODUCCIÓN AL ANEXO DE CÁLCULO

En el Anexo de Cálculo se va a desarrollar con más detalle el proceso que permite definir la nave industrial por medio de los programas Generador de Pórticos y Cype3D del software Cype Ingenieros.

En este segundo documento se incluyen los conceptos teóricos en que se basan los cálculos realizados y los resultados finalmente obtenidos para cada tipo de elemento que forma parte de la nave.

## II.2. ACCIONES SOBRE LA NAVE

El Documento Básico de Seguridad Estructural de Acciones en la Edificación (DB SE-AE) establece cuatro acciones principales a tener en cuenta durante el cálculo estructural de un edificio: el peso propio, la sobrecarga de uso, el viento y la nieve.

### II.2.1. Acciones permanentes (G)

Se han tenido en cuenta las siguientes cargas sobre la estructura:

- **El peso del cerramiento de cubierta y del cerramiento lateral:** se ha introducido el valor de 0.15 kN/m<sup>2</sup> directamente en el Generador de Pórticos.
- **Peso de paneles solares:** aunque no formen parte de la nave en este proyecto podrían instalarse en el futuro debido a la intención de la Unión Europea de llevar a cabo una transición hacia las energías renovables. Para tenerlos en cuenta se ha añadido una carga sobre la cubierta en ambas naves de tipo peso propio con valor estimado del lado de la seguridad de 0.15 kN/m<sup>2</sup>.
- **Peso propio de la estructura metálica (incluyendo el atillo):** es función de los perfiles y materiales empleados y también de la densidad del acero (7850 kg/m<sup>3</sup>). El programa calcula automáticamente este peso.
- **Peso propio de las correas de cubierta y laterales:** se resume en la Tabla 14.

Tabla 14. Peso de correas de cubierta y laterales.

Tipo de correas	Nº de correas	Peso lineal kg/m	Peso superficial kN/m <sup>2</sup>
<b>Correas de cubierta en alineaciones A a F</b>	23	173.38	0.048
<b>Correas de cubierta en alineaciones G a P</b>	16	120.64	0.033
<b>Correas laterales (fachada de 9 m de altura)</b>	8	60.32	0.016
<b>Correas laterales (fachada de 7.8 m de altura)</b>	7	52.78	0.014

- **Peso del forjado del atillo:** del lado de la seguridad se tiene en cuenta un peso de 4 kN/m<sup>2</sup>.

### II.2.2. Sobrecarga de uso (Q)

Se entiende por sobrecarga de uso toda aquella carga generada por cualquier elemento, sea una persona, mobiliario o maquinaria pesada, que gravita por razón de su uso.

- **La sobrecarga de uso en cerramiento** se corresponde con la categoría de cubiertas ligeras no transitables accesibles únicamente para mantenimiento (G1) y sin forjado, con valor la carga de 0.4 kN/m<sup>2</sup>, de acuerdo con el CTE DB SE-AE. Esta sobrecarga se considera no concomitante, es decir, no se va a combinar nunca con otras acciones variables como la nieve o el viento. Los valores de sobrecarga en función del uso que se va a dar a la zona en cuestión se encuentran clasificados en la Tabla 15.
- **El altillo** se va a utilizar para albergar las oficinas, de modo que al tratarse de una zona administrativa (categoría B) le corresponde una sobrecarga de uso de valor 2 kN/m<sup>2</sup>.

Tabla 15. Valores característicos de las sobrecargas de uso. Fuente: DB SE-AE.

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m <sup>2</sup> ]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 <sup>(1)</sup>
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente <sup>(2)</sup>			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación <sup>(3)</sup>	G1 <sup>(7)</sup>	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 <sup>(4)(6)</sup>	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) <sup>(6)</sup>	0.4 <sup>(4)</sup>	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

### II.2.3. Viento (V)

El Documento Básico de Seguridad Estructural de Acciones sobre la Edificación (DB SE-AE) dispone que la distribución y el valor de las presiones que ejerce el viento sobre la edificación dependen de la forma y dimensiones de la nave y de la permeabilidad de su superficie, además de la dirección, intensidad y racheo del viento.

Los edificios deberán comprobarse en todas las direcciones independientemente de la existencia de construcciones medianeras contiguas a ellos, aunque en general bastaría comprobar dos direcciones arbitrarias ortogonales entre sí. La acción del viento será considerada en ambos sentidos para cada dirección.

### II.2.3.1. Cálculo de la carga de viento

Las cargas generadas por el viento sobre la estructura podrán ser evaluadas mediante la fórmula [1]:

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p \quad [1]$$

donde:

$q_e$  es la presión estática del viento, una fuerza perpendicular a la superficie sobre la cual incide.

$q_b$  es la presión dinámica del viento y viene determinada por la ubicación de la nave.

$c_e$  es el coeficiente de exposición y depende de la altitud y el grado de aspereza del entorno.

$c_p$  es el coeficiente eólico o de presión, varía en función de la forma y orientación de la superficie de incidencia del viento.

### II.2.3.2. Presión dinámica del viento

España se divide en tres zonas eólicas diferentes según se muestra en la Ilustración 30.

Alboraya está dentro de la zona A, de manera que la velocidad básica del viento que se va a utilizar para el cálculo de la presión dinámica es de 26 m/s. Para esta velocidad la carga correspondiente se calcula como se indica en [2]:

$$q_b = 0.5 \cdot v_b^2 \cdot \delta \quad [2]$$

donde:

$\delta$  es la densidad del aire cuyo valor se puede aproximar a 1.25 kg/m<sup>3</sup>.

$v_b$  es la velocidad lineal básica del viento en la zona correspondiente del mapa.



Ilustración 30. Distribución de las zonas eólicas en España. Fuente: DB SE-AE

### II.2.3.3. Coeficiente de exposición

El coeficiente de exposición se explica en el DB SE-AE como la manera de introducir en la carga de viento las turbulencias originadas por el relieve y la topografía del terreno. El documento contiene una tabla (ver Tabla 16) a partir de la cual se puede obtener este coeficiente mediante el dato de altura considerada siempre y cuando esta sea menor o igual a 30 m. En el caso de la nave proyectada, la máxima altura en cumbrera es de 10.35 m.

Tabla 16. Grado de aspereza del entorno en función de altura. Fuente: DB SE-AE.

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

Otra forma a través de la cual se puede calcular el coeficiente de exposición es la que se muestra a continuación teniendo en cuenta que este es función de:

- **El grado de aspereza del entorno:** la nave se ubica dentro de un polígono industrial por lo que le corresponde un grado IV. La Tabla 17 permite determinar una serie de parámetros a través del dato de grado de aspereza.

Tabla 17. Grado de aspereza del entorno. Fuente: DB SE-AE.

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

- **Máxima altura en cumbrera de la nave (z):** como se ha comentado antes, la máxima altura en cumbrera de un pilar en las naves adosadas es de 10.35 m.

Una vez obtenidos estos parámetros, el coeficiente de exposición se calcularía por medio de las fórmulas [3] y [4]:

$$F = k \cdot \ln\left(\frac{\max(z, Z)}{L}\right) \quad [3]$$

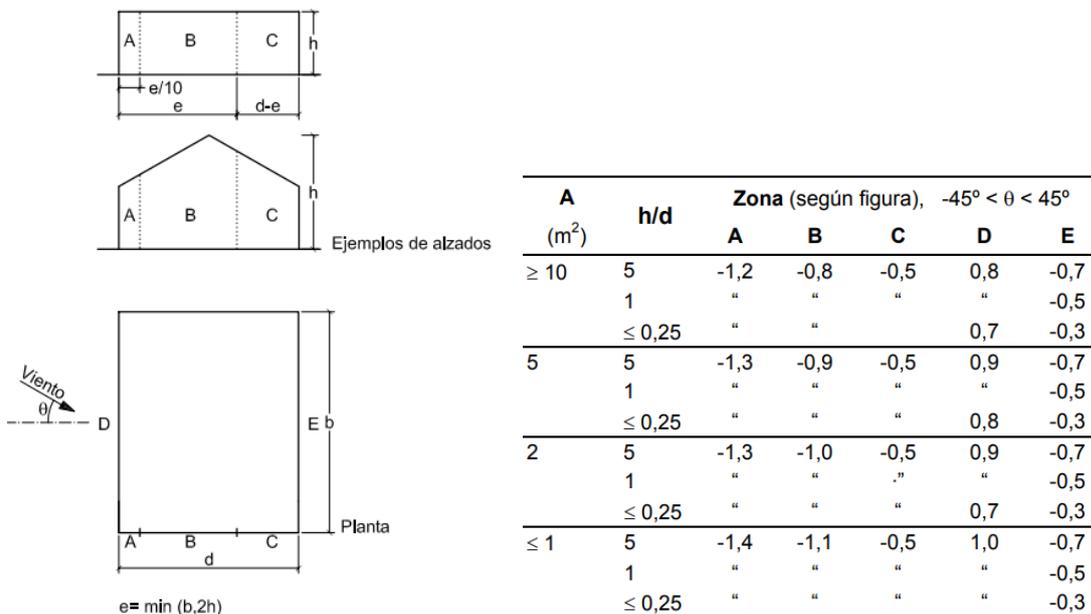
$$C_e = F \cdot (F + 7 \cdot k) \quad [4]$$

### II.2.3.4. Coeficiente eólico

El coeficiente eólico exterior depende de la dirección relativa del viento, así como de la forma del edificio, de la posición del elemento considerado y de su área de influencia.

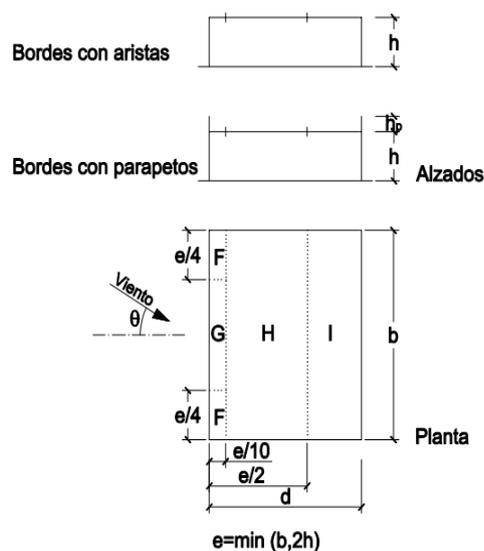
En primer lugar, se utilizaría la tabla de paramentos verticales, anejo D: tabla D.3 del DB SE-AE (Tabla 18), para obtener los coeficientes eólicos en las fachadas de la nave. Estos van a depender de su esbeltez ( $\frac{h}{d}$ ).

Tabla 18. Coeficientes eólicos en fachada. Fuente: DB SE-AE.



En segundo lugar, emplearíamos la tabla D.4 de cubiertas planas (Tabla 19) para calcular los restantes coeficientes:

Tabla 19. Coeficientes eólicos para cubiertas. Fuente: DB SE-AE.



Cálculo estructural de una nave industrial de 2790 m<sup>2</sup> dedicada a la producción de horchata en Alboraya (Valencia)

	h <sub>p</sub> /h	A (m <sup>2</sup> )	Zona (según figura), -45° < θ < 45°			
			F	G	H	I
Bordes con aristas		≥ 10	-1,8	-1,2	-0,7	0,2 -0,2
		≤ 1	-2,5	-2,0	-1,2	0,2 -0,2
Con parapetos	0,025	≥ 10	-1,6	-1,1	-0,7	0,2 -0,2
		≤ 1	-2,2	-1,8	-1,2	0,2 -0,2
	0,05	≥ 10	-1,4	-0,9	-0,7	0,2 -0,2
		≤ 1	-2,0	-1,6	-1,2	0,2 -0,2
0,10	≥ 10	-1,2	-0,8	-0,7	0,2 -0,2	
	≤ 1	-1,8	-1,4	-1,2	0,2 -0,2	

#### II.2.4. Nieve (N)

La carga de nieve dependerá de la localización, en concreto del clima y el relieve, pero también de la forma del edificio y de las cubiertas de este.

Para determinar esta carga se aplica la fórmula [5]:

$$q_n = s_k \cdot \mu \quad [5]$$

siendo:

$\mu$  el coeficiente de forma de la cubierta

$s_k$  el valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal

de acuerdo con lo indicado en el apartado 3.5.1. relativo a esta acción en el DB SE-AE.

##### II.2.4.1. Sobrecarga de nieve

El DB SE-AE incluye una tabla (Tabla 20) con datos de altitudes topográficas y valor del parámetro de sobrecarga en función de la localización, no obstante, el programa de cálculo estructural Cype3D permite seleccionar el municipio donde se piensa ubicar la estructura, Alboraya en este caso, y cargar directamente el dato de altitud, cuyo valor es de 5 m para esta zona, y el valor de  $s_k$ .

Tabla 20. Sobrecarga de nieve por zona en función de la altitud de un punto. Fuente: DB SE-AE.

Capital	Altitud m	s <sub>k</sub> kN/m <sup>2</sup>	Capital	Altitud m	s <sub>k</sub> kN/m <sup>2</sup>	Capital	Altitud m	s <sub>k</sub> kN/m <sup>2</sup>
Albacete	690	0,6	Guadalajara	680	0,6	Pontevedra	0	0,3
Alicante / Alacant	0	0,2	Huelva	470	0,2	Salamanca	780	0,5
Almería	0	0,2	Huesca	470	0,7	SanSebas-	0	0,3
Ávila	1.130	1,0	Jaén	570	0,4	tián/Donostia	0	0,3
Badajoz	180	0,2	León	820	1,2	Santander	1.000	0,7
Barcelona	0	0,4	Lérida / Lleida	150	0,5	Segovia	10	0,2
Bilbao / Bilbo	0	0,3	Logroño	380	0,6	Sevilla	1.090	0,9
Burgos	860	0,6	Lugo	470	0,7	Soria	0	0,4
Cáceres	440	0,4	Madrid	660	0,6	Tarragona	0	0,2
Cádiz	0	0,2	Málaga	0	0,2	Tenerife	950	0,9
Castellón	0	0,2	Murcia	40	0,2	Teruel	550	0,5
Ciudad Real	640	0,6	Orense / Ourense	130	0,4	Toledo	0	0,2
Córdoba	100	0,2	Oviedo	230	0,5	Valencia/València	690	0,4
Coruña / A Coruña	0	0,3	Palencia	740	0,4	Valladolid	520	0,4
Cuenca	1.010	1,0	Palma de Mallorca	0	0,2	Vitoria / Gasteiz	650	0,7
Gerona / Girona	70	0,4	Palmas, Las	0	0,2	Zamora	210	0,4
Granada	690	0,5	Pamplona/Iruña	450	0,7	Zaragoza	0	0,5
						Ceuta y Melilla		0,2

Es importante tener en cuenta la zona climática en la que se encuentra la nave ya con ello se define el valor del parámetro de sobrecarga horizontal de la nieve  $s_k$ . Se puede observar en la Ilustración 31 que se trata de la zona número 5.

Cálculo estructural de una nave industrial de 2790 m<sup>2</sup> dedicada a la producción de horchata en Alboraya (Valencia)



Ilustración 31. Zonas de clima invernal en España. Fuente: DB SE-AE.

Finalmente, para obtener la sobrecarga de nieve se recurre a la Tabla 21 obtenida también en el Anexo E del DB SE -AE y a partir del valor de altitud topográfica y la zona climática se obtendría un valor aproximado de  $s_k = 0.2 \text{ kN/m}^2$  ya que la altitud del polígono industrial de Alboraya es de 5 m, casi despreciable.

Tabla 21. Sobrecarga de nieve en función de la zona climática y la altura considerada. Fuente: DB SE-AE.

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	-	-	-	-	-

II.2.4.2. Coeficiente de forma

En previsión de que la acción del viento pueda modificar el espesor de la capa de nieve que se acumularía en cubierta se incluye en la ecuación el coeficiente de forma.

Cuando un faldón limita inferiormente con una limahoya, hecho que supone un impedimento para el deslizamiento de la nieve, existen tres casos posibles que se muestran en la Tabla 22:

Tabla 22. Ángulo de inclinación de cubierta para el cálculo del coeficiente de forma. Fuente: DB SE-AE.

FALDÓN LIMITA CON LIMAHOYA	
Inclinación en cubierta	Coeficiente de forma
Faldón sucesivo inclinado en el mismo sentido	El factor $\mu$ será el correspondiente a la inclinación de abajo (en caso de ser el ángulo de inclinación inferior a 30°, $\mu=1$ )
Faldón en sentido contrario y $\beta \leq 30^\circ$	$\mu=1+\beta/30$
Faldón en sentido contrario y $\beta \geq 30^\circ$	$\mu=2$

En la tabla se define el parámetro  $\beta$  como la semisuma de las dos inclinaciones consideradas,  $\alpha_1$  y  $\alpha_2$ , tal que  $\beta = (\alpha_1 + \alpha_2)/2$ .

Puesto que la nave proyectada se compone de una nave de pórticos a dos aguas y otra de pórticos a un agua, ambas con un ángulo de inclinación de 5.71 °, se aplica el primero de los casos y por ser  $\alpha = 5.71$  °, el coeficiente de forma adquiere el valor de 1.

### II.3. ACCIONES COMBINADAS

En este apartado se muestran las hipótesis de viento (Ilustración 32) que se tienen en cuenta para el cálculo de la estructura:

- ✓ V(0°) H1: viento a 0° con presión exterior de tipo 1 sin acción en el interior.
- ✓ V(0°)H2: viento a 0° con presión exterior de tipo 1 sin acción en el interior.
- ✓ V(90°) H1: viento a 90° con presión exterior de tipo 1 sin acción en el interior.
- ✓ V(180°) H1: viento a 180° con presión exterior de tipo 1 sin acción en el interior.
- ✓ V(180°) H2: viento a 180° con presión exterior de tipo 2 sin acción en el interior.
- ✓ V(270°) H1: viento a 270° con presión exterior de tipo 1 sin acción en el interior.

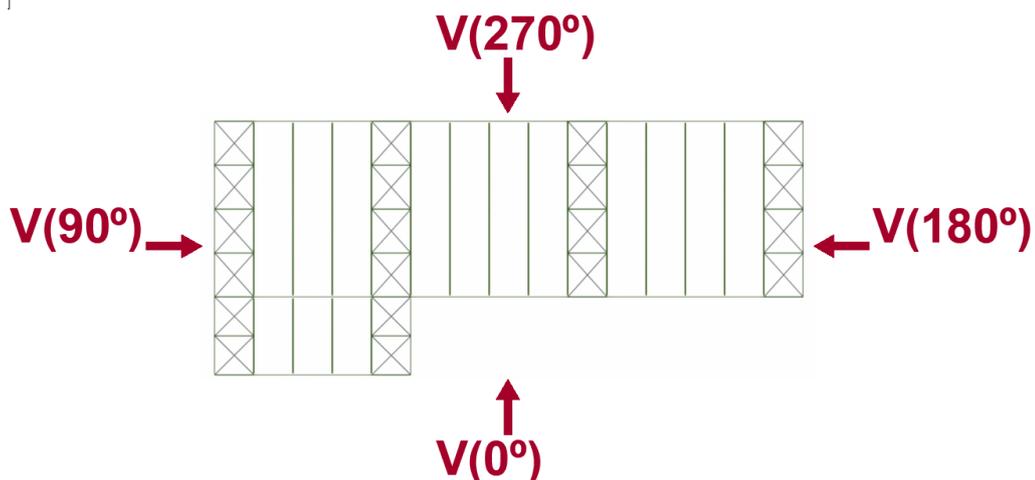


Ilustración 32. Direcciones de impacto del viento consideradas en el cálculo.

## II.4. BASES DE CÁLCULO

### II.4.1. Seguridad estructural

Las reglas y procedimientos del Documento Básico de Seguridad Estructural (DB SE) del CTE permiten a las edificaciones cumplir con las exigencias básicas de seguridad estructural:

- Exigencia básica SE 1: Resistencia y estabilidad

*“La resistencia y la estabilidad serán las adecuadas para que no se generen riesgos indebidos, de forma que se mantenga la resistencia y la estabilidad frente a las acciones e influencias previsibles durante las fases de construcción y usos previstos de los edificios, y que un evento extraordinario no produzca consecuencias desproporcionadas respecto a la causa original y se facilite el mantenimiento previsto.”*

- Exigencia básica SE 2: Aptitud al servicio

*“La aptitud al servicio será conforme con el uso previsto del edificio, de forma que no se produzcan deformaciones inadmisibles, se limite a un nivel aceptable la probabilidad de un comportamiento dinámico inadmisibles y no se produzcan degradaciones o anomalías inadmisibles.”*

### II.4.2. Estados Límite

El Documento Básico de Seguridad Estructural recoge en su tercer apartado los Estados Límite, que son aquellas situaciones de proyecto alcanzables que, de ser superadas, provocarían que la estructura no cumpliera con las exigencias de seguridad y/o con la función para la que fue concebida.

- **Estado Límite Último (ELU):** el DB SE-AE establece la definición de ELU como un estado que, de ser superado, constituye un riesgo para las personas, ya sea porque produce una puesta fuera de servicio del edificio o el colapso total o parcial del mismo.

La comprobación del cumplimiento del ELU equivale a verificar que el edificio posee suficiente estabilidad [6]:

$$E_{d,dst} \leq E_{d,stab} \quad [6]$$

donde  $E_{d,dst}$  representa el valor de cálculo del efecto de las acciones desestabilizadoras y  $E_{d,stab}$  representa el valor de cálculo del efecto de las acciones estabilizadoras.

Pero también debe comprobarse la resistencia [7]:

$$E_d \leq R_d \quad [7]$$

donde  $E_d$  es el valor de cálculo del efecto de las acciones y  $R_d$  es el valor de cálculo de la resistencia correspondiente.

- **Estado Límite de Servicio (ELS):** de la misma manera, se define como ELS aquel estado para el cual se produce la pérdida de confort y bienestar en el edificio y/o la

aparición o funcionalidad de este, no tratándose de cambios irreversibles necesariamente.

El nivel de peligrosidad de este estado respecto a la seguridad de las personas no es comparable al de un Estado Límite Último, por lo que sencillamente se comentará citando el DB SE-AE que *“se considera que hay un comportamiento adecuado, en relación con las deformaciones, las vibraciones o el deterioro, si se cumple, para las situaciones de dimensionado pertinentes, que el efecto de las acciones no alcanza el valor límite admisible establecido para dicho efecto”*.

#### II.4.2.1. Combinación de acciones (ELU)- Capacidad portante

Existen tres tipos de situaciones de proyecto: persistentes o transitorias, extraordinarias y accidentales.

En el caso de situaciones persistentes o transitorias, [8], de acuerdo con el DB SE, la verificación de los estados límite que determinan el efecto de las acciones sobre la estructura y la respuesta de esta se llevará a cabo con el valor de cálculo de cada una de las variables, siendo este obtenido a partir de su valor característico/representativo multiplicado por el respectivo coeficiente parcial (Tabla 23) y considerando los coeficientes de combinación correspondientes (Tabla 24) de la siguiente forma:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \cdot \varphi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \quad [8]$$

Si siguiendo el mismo formato se presentan las acciones extraordinarias [9]:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + A_d + \gamma_{Q,1} \cdot \varphi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \cdot \varphi_{2,i} \cdot Q_{k,i} \quad [9]$$

Considerando las siguientes variables:

$G_k$ : acciones permanentes

$P_k$ : acción permanente de pretensado

$Q_k$ : acciones variables

$\gamma_G$ : coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

$\gamma_P$ : coeficiente parcial de seguridad del pretensado

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

$\gamma_Q$ : coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables distintas de la principal

$\varphi_0, \varphi_1, \varphi_2$ : coeficientes de combinación de las acciones variables

Cálculo estructural de una nave industrial de 2790 m<sup>2</sup> dedicada a la producción de horchata en Alboraya (Valencia)

Tabla 23. Valor de los coeficientes de seguridad parciales. Fuente: DB SE.

Tipo de verificación <sup>(1)</sup>	Tipo de acción	Situación persistente o transitoria	
		desfavorable	favorable
<b>Resistencia</b>	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,35	0,80
	Empuje del terreno	1,35	0,70
	Presión del agua	1,20	0,90
	Variable	1,50	0
<b>Estabilidad</b>		<b>desestabilizadora</b>	<b>estabilizadora</b>
	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,10	0,90
	Empuje del terreno	1,35	0,80
	Presión del agua	1,05	0,95
	Variable	1,50	0

Tabla 24. Valor de los coeficientes de combinación de acciones variables. Fuente: DB SE.

	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Sobrecarga superficial de uso (Categorías según DB-SE-AE)			
• Zonas residenciales (Categoría A)	0,7	0,5	0,3
• Zonas administrativas (Categoría B)	0,7	0,5	0,3
• Zonas destinadas al público (Categoría C)	0,7	0,7	0,6
• Zonas comerciales (Categoría D)	0,7	0,7	0,6
• Zonas de tráfico y de aparcamiento de vehículos ligeros con un peso total inferior a 30 kN (Categoría E)	0,7	0,7	0,6
• Cubiertas transitables (Categoría F)		(1)	
• Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento (Categoría G)	0	0	0
Nieve			
• para altitudes > 1000 m	0,7	0,5	0,2
• para altitudes ≤ 1000 m	0,5	0,2	0
Viento	0,6	0,5	0
Temperatura	0,6	0,5	0
Acciones variables del terreno	0,7	0,7	0,7

#### II.4.2.2. Combinación de acciones (ELS)- Aptitud al servicio

Para cada situación de dimensionado y criterio considerado se establece una combinación de acciones distinta [10]-[12]:

- Acciones de corta duración irreversibles:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \varphi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \quad [10]$$

- Acciones de corta duración reversibles:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \varphi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \varphi_{2,i} \cdot Q_{k,i} \quad [11]$$

- Acciones de larga duración o casipermanentes:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \sum_{i \geq 1} \varphi_{2,i} \cdot Q_{k,i} \quad [12]$$

## II.5. FORMACIÓN DE LA NAVE DE PLANTA EN L

Una vez han seleccionado las dimensiones y la tipología de las naves adosadas en el Generador de Pórticos, se han introducido los datos de cargas (ver apartado II.1) y se han dimensionado las correas (ver apartado I.6.8), se procede a exportar el archivo a Cype3D. Como resultado, este programa genera dos naves de igual profundidad, 90 m, de manera que deben eliminarse los pórticos sobrantes con el fin de rebajar la profundidad de la nave de pórticos a un agua al valor de diseño de 30 m y así conseguir modelar la geometría deseada.

Previamente a la eliminación de los pórticos, las cargas de las distintas hipótesis aplicadas sobre ellos deben permanecer contenidas en las fachadas y la cubierta de las naves, por lo que han de ser desplazadas. Esto se puede realizar a través de la opción “Mover cargas superficiales” en el apartado *Cargas* de Cype3D (ver Ilustración 33), seleccionando los vértices de la dimensión que se desea modificar o bien todos los vértices para desplazar la carga a otro lugar.

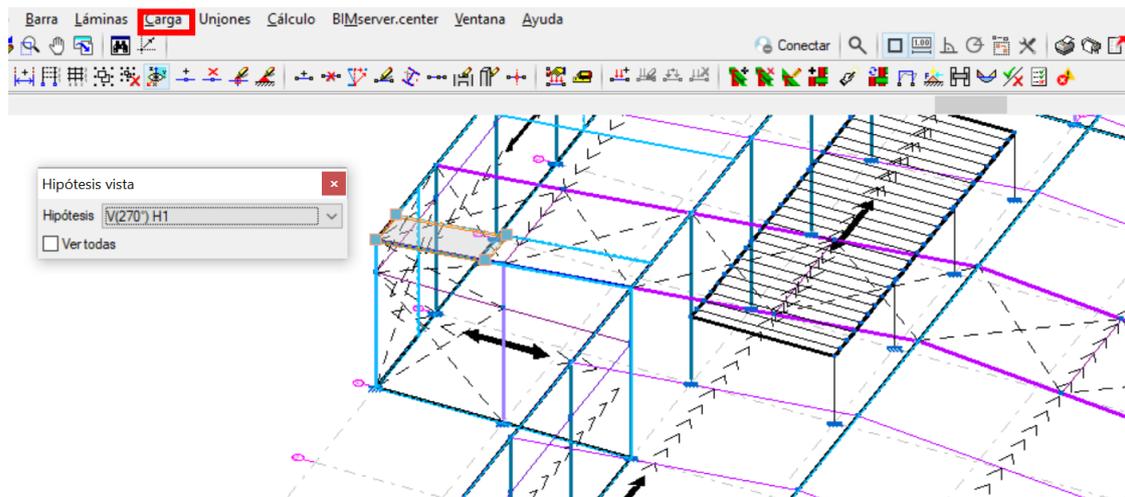


Ilustración 33. Desplazamiento de cargas superficiales en cubierta. Fuente: Cype3D.

Tras haber borrado los pórticos a un agua sobrantes, deben crearse paños en las nuevas fachadas frontal y lateral, además de aplicar en ellos la carga que les corresponde, que es la que tenían las fachadas paralelas a ellos que ya no existen.

También es necesario generar un nuevo paño en la superficie del forjado del altillo, donde se introduce el peso propio considerado y la sobrecarga del tipo especificado en apartados anteriores (ver apartado II.2).

## II.6. DEFINICIÓN DEL MODELO

El cálculo de las naves se realiza por medio del programa Cype3D del software CYPE Ingenieros, el cual evalúa su estructura metálica y su cimentación de hormigón una vez se han introducido unos parámetros iniciales obtenidos a partir del predimensionado de la estructura.

### II.6.1. Predimensionado de los perfiles

Con el objetivo de asignar unos perfiles a todas las barras que conforman la estructura metálica de cada una de las naves se ha calculado el radio de giro mínimo que estas deben tener para cumplir con el requisito de esbeltez límite máxima aplicable en cada caso. Para ello se utiliza la ecuación [13]:

$$i \geq \frac{\beta \cdot l}{\bar{\lambda} \cdot \lambda_{lim}} \quad [13]$$

Siendo:

$i$ : el radio de giro del perfil a calcular.

$\beta$ : el coeficiente beta de pandeo de la barra.

$l$ : la longitud de la barra a calcular.

$\bar{\lambda}$ : la esbeltez límite adimensional del tipo de elemento estructural a calcular que puede adquirir tres valores diferentes (Tabla 25).

Tabla 25. Valores de esbeltez límite adimensional.

Barra	Características de la barra	$\bar{\lambda}$
Pilares, jácenas y montantes	Elemento principal y sometido a compresión	2
Tirantes	Elemento principal y sometido a tracción	3
Viga perimetral	Elemento de arriostramiento y sometido a tracción	4

$\lambda_{lim}$ : la esbeltez límite. Esta esbeltez se calcula a partir de la fórmula [14]:

$$\lambda_{lim} = \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot E}{f_y}} = 86.814 \quad [14]$$

siendo:

$E$ : el módulo de elasticidad del material de la barra que, por ser en todos los casos acero S275, adquiere un valor de 210 GPa.

$f_y$ : el límite elástico del material, con valor 275 MPa.

Posteriormente, teniendo en cuenta el radio de giro calculado se selecciona el perfil del prontuario cuyo radio sea igual o superior a este, obteniendo en primera instancia y tras el cálculo los resultados mostrados en la Tabla 26.

Tabla 26. Variación en los perfiles tras el cálculo en Cype3D.

Tipo de barra	Perfil inicial	Perfil tras el cálculo
Correas	CF-180x3.0	CF-180x3.0
Pilares del pórtico de fachada	IPE240	IPE240 (intermedios) IPE270 (extremos)
Pilares del pórtico interior	IPE400	IPE450
Jácena del pórtico de fachada	IPE100	IPE160
Jácena del pórtico interior	IPE400	IPE450
Montantes	SHS 100x3.0	SHS 120x5.0
Diagonales	L 90x90x6	L 90x90x6
Viga perimetral	IPE160	IPE140
Pilares HEB del altillo	HEB180	HEB160
Vigas del altillo	IPE160	IPE330
Viguetas del altillo	IPE140	IPE240

### II.6.2. Condiciones de pandeo

El siguiente paso antes de realizar el cálculo en Cype3D consiste en aplicar a cada tipo de barra su coeficiente de pandeo correspondiente, que será función de las condiciones de contorno de los nudos de esta.

La beta de pandeo depende de dos coeficientes de distribución superior e inferior,  $\eta_1$  y  $\eta_2$  respectivamente, tal que se obtiene según [15]:

$$\beta = \sqrt{\frac{1 - 0.2 \cdot (\eta_1 + \eta_2) - 0.12 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2}{1 - 0.8 \cdot (\eta_1 + \eta_2) + 0.6 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2}} \geq 1 \quad [15]$$

Los coeficientes de distribución se calculan a partir de las expresiones [16] y [17]:

$$\eta_1 = \frac{K_c + K_1}{K_c + K_1 + K_{11} + K_{12}} \quad [16]$$

$$\eta_2 = \frac{K_c + K_2}{K_c + K_2 + K_{21} + K_{22}} \quad [17]$$

Como se puede observar estas expresiones dependen de una serie de parámetros conocidos como coeficientes de rigidez que vienen representados en la Ilustración 34 extraída del DB SE-A del CTE. Sin embargo, los coeficientes serán nulos siempre que el extremo de la barra al que hacen referencia esté empotrado, pues esto impide su giro, y valdrán 1 siempre que esté articulado.

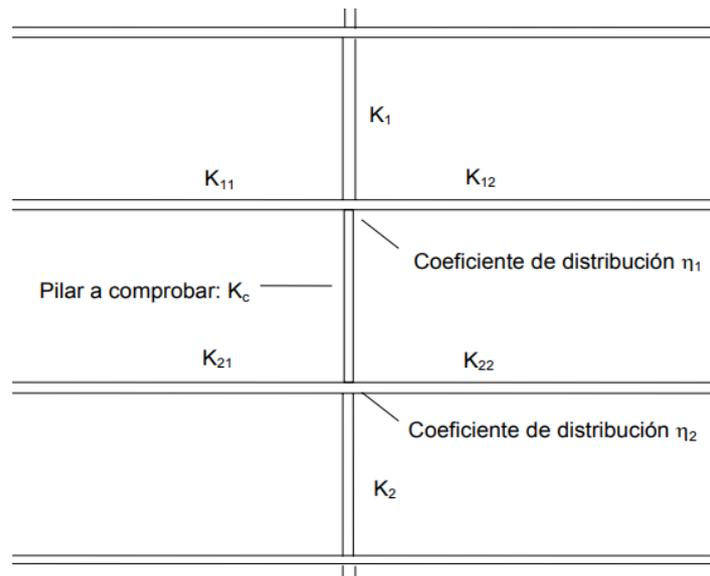


Ilustración 34. Coeficientes de rigidez de una barra. Fuente: DB SE.

- $K_c$ : es el coeficiente de rigidez  $EI/L$  del tramo de pilar analizado.
- $K_i$ : es el coeficiente de rigidez  $EI/L$  del siguiente tramo del pilar en el nudo  $i=(1,2)$ . Puede ser nulo si no existe dicho tramo.
- $K_{ij}$ : es el coeficiente de rigidez eficaz de la viga en el nudo  $i=(1,2)$ , en la posición  $j=(1,2)$ .

Existen casos concretos, conocidos como casos canónicos, donde los coeficientes de empotramiento son 1 ó 0 y cuyos coeficientes beta de pandeo suelen ser de los más habituales. Se muestran estos casos en la Ilustración 35:

Biempotrada $\eta_1 = \eta_2 = 0$ $\beta(0,0,0) = 0.5$	Apoyada-empotrada $\eta_1 = 1 \quad \eta_2 = 0$ $\beta(1,0,0) = 0.7$	Biapoyada $\eta_1 = \eta_2 = 1$ $\beta(1,1,0) = 1$	Biempotrada $\eta_1 = \eta_2 = 0$ $\beta(0,0,1) = 1$	Empotrada-Libre $\eta_1 = 1 \quad \eta_2 = 0$ $\beta(1,0,1) = 2$
Sin posibilidad de desplazamiento de los apoyos $GT=0$			Con posibilidad de desplazamiento de uno de los apoyos $GT=1$	

Ilustración 35. Coeficientes de pandeo canónicos. Fuente: apuntes de Tecnología de la Construcción, GITI 4º curso.

De acuerdo con los casos canónicos, un ejemplo sería el tramo superior de los pilares de esquina en las fachadas, que tienen  $\beta=1$ , o bien el tramo inferior, que tiene  $\beta=0.7$ . Como ejemplo se muestra en la Ilustración 36 un pilar extremo de uno de los pórticos de fachada de la nave.

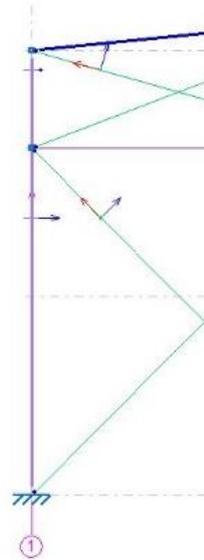


Ilustración 36. Pilar extremo de fachada, alineación P.

### II.6.3. Límites de flecha

Tras establecer las condiciones de pandeo en todas las barras de ambas naves se les debe asignar valores de flecha límite. La Tabla 27 indica el límite de flecha aplicado a cada tipo de barra siendo el parámetro L la longitud de dicho elemento.

Tabla 27. Límites de flecha.

Barra	Flecha límite
En ambos planos XY y XZ: correas de cubierta y laterales, pilares de fachada, jácenas, montantes, diagonales y vigas perimetrales.	L/300
Pilares que no formen parte de las fachadas, únicamente en el plano XZ (plano perpendicular al del pórtico).	L/250
Vigas del forjado	L/400

### II.7. RESULTADOS DE CÁLCULO

Las comprobaciones se han realizado en las dos naves adosadas que conforman la solución de este proyecto (Ilustración 37). Se denominará como Nave 1 a aquella de mayores dimensiones y como Nave 2 a la más pequeña, destinada a la cata y venta de horchata.

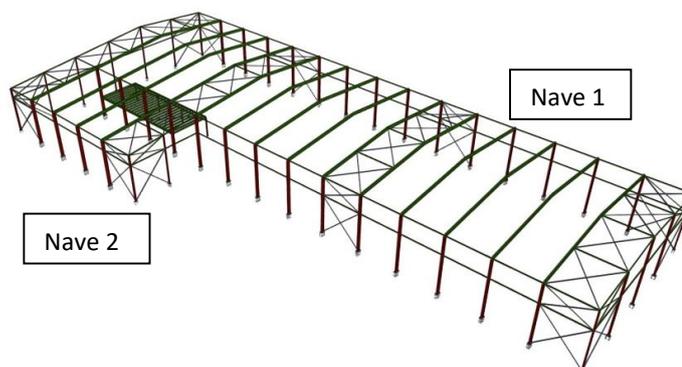


Ilustración 37. Estructura metálica de la nave en 3D.

### II.7.1. Notación

Por claridad, se resume a continuación la notación empleada en las comprobaciones de los elementos de la estructura:

Ni: Nudo inicial  
Nf: Nudo final  
 $\beta_{xy}$ : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'  
 $\beta_{xz}$ : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'  
Ref.: Referencia  
A: Área de la sección transversal  
A<sub>v</sub>: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'  
A<sub>vz</sub>: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'  
I<sub>yy</sub>: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'  
I<sub>zz</sub>: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'  
I<sub>t</sub>: Inercia a torsión  
Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.  
 $\bar{\lambda}$ : Limitación de esbeltez  
 $\lambda_w$ : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida  
N<sub>t</sub>: Resistencia a tracción  
N<sub>c</sub>: Resistencia a compresión  
M<sub>y</sub>: Resistencia a flexión eje Y  
M<sub>z</sub>: Resistencia a flexión eje Z  
V<sub>z</sub>: Resistencia a corte Z  
V<sub>y</sub>: Resistencia a corte Y  
M<sub>y</sub>V<sub>z</sub>: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados  
M<sub>z</sub>V<sub>y</sub>: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados  
N<sub>M<sub>y</sub>M<sub>z</sub></sub>: Resistencia a flexión y axil combinados  
N<sub>M<sub>y</sub>M<sub>z</sub>V<sub>y</sub>V<sub>z</sub></sub>: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados  
M<sub>t</sub>: Resistencia a torsión  
M<sub>t</sub>V<sub>z</sub>: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados  
M<sub>t</sub>V<sub>y</sub>: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados  
x: Distancia al origen de la barra  
 $\eta$ : Coeficiente de aprovechamiento (%)  
N.P.: No procede

#### **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 momento flector.
- (4) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.
- (5) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

II.7.2. Correas

II.7.2.1. Correas en cubierta

Datos de correas en cubierta	
Descripción de correas	Parámetro de cálculo
Tipo de perfil: CF 180x3.0	Límite de flecha: L/300
Separación: 1.788 m	Número de vanos: Tres vanos
Tipo de acero: S235	Tipo de fijación: Fijación rígida

II.7.2.1.1. Comprobación de resistencia

Comprobación de resistencia
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.
Aprovechamiento: <b>84.81 %</b>

Barra pésima en cubierta:

Perfil: CF-180x3.0		Material: S235							
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas					
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	y <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	z <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)
	0.915, 90.000, 7.892	0.915, 84.000, 7.892	6.000	9.60	457.60	44.45	0.29	-12.47	0.00
	Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme (3) Coordenadas del centro de gravedad								
			Pandeo		Pandeo lateral				
			Plano XY	Plano XZ	Ala sup.		Ala inf.		
			b	1.00	0.00		0.00		
			L <sub>k</sub>	6.000	0.000		0.000		
			C <sub>1</sub>	-	1.000				
	Notación: b: Coeficiente de pandeo L <sub>k</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico								

**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 : 56.0 ✓

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

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

Los rigidizadores proporcionan suficiente rigidez, ya que se cumple:

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

Donde:

**h**: Altura del alma.

$$h : \underline{168.00} \text{ mm}$$

**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:

$$h : \underline{0.848} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.915, 84.000, 7.892, para la combinación de acciones  $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(0^\circ)$  H1.

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

$$M_{y,Ed}^+ : \underline{9.65} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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:

$$M_{c,Rd} : \underline{11.38} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

$$W_{el} : \underline{50.84} \text{ cm}^3$$

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

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

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

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

Se debe satisfacer:

$h : 0.147$  ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.915, 84.000, 7.892, para la combinación de acciones  $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(0^\circ)$  H1.

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.  $V_{Ed} : 9.99$  kN

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

$V_{b,Rd} : 67.90$  kN

Donde:

$h_w$ : Altura del alma.  $h_w : 174.36$  mm  
 $t$ : Espesor.  $t : 3.00$  mm  
 $f$ : Ángulo que forma el alma con la horizontal.  $f : 90.0$  grados  
 $f_{bv}$ : Resistencia a cortante, teniendo en cuenta el pandeo.

$f_{bv} : 136.30$  MPa

Siendo:

$\lambda_w$ : Esbeltez relativa del alma.

$\lambda_w : 0.67$

Donde:

$f_{yb}$ : Límite elástico del material base. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)  $f_{yb} : 235.00$  MPa

$E$ : Módulo de elasticidad.  $E : 210000.00$  MPa

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

II.7.2.1.2. Comprobación de flecha

Comprobación de flecha
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.
Porcentajes de aprovechamiento:
Flecha: <b>92.19 %</b>

Cálculo estructural de una nave industrial de 2790 m<sup>2</sup> dedicada a la producción de horchata en Alboraya (Valencia)

El aprovechamiento pésimo se produce para la combinación de hipótesis 1.00\*G1 + 1.00\*G2 + 1.00\*V(0°) H1 a una distancia 3.000 m del origen en el primer vano de la correa. ( $I_y = 458 \text{ cm}^4$ ) ( $I_z = 44 \text{ cm}^4$ )

### II.7.2.2. Correas laterales

Datos de correas laterales	
Descripción de correas	Parámetros de cálculo
Tipo de perfil: CF-180x3.0	Límite flecha: L / 300
Separación: 1.20 m	Número de vanos: Un vano
Tipo de Acero: S235	Tipo de fijación: Fijación rígida

#### II.7.2.2.1. Comprobación de resistencia

Comprobación de resistencia
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.
Aprovechamiento: <b>66.10 %</b>

Barra pésima en lateral

Perfil: CF-180x3.0		Material: S235								
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas						
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	$I_y^{(1)}$ (cm <sup>4</sup> )	$I_z^{(1)}$ (cm <sup>4</sup> )	$I_t^{(2)}$ (cm <sup>4</sup> )	$y_g^{(3)}$ (mm)	$z_g^{(3)}$ (mm)	
	0.000, 6.000, 0.650	0.000, 0.000, 0.650	6.000	9.60	457.60	44.45	0.29	-	12.47	0.00
	Notas: <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.				
	b	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					
	Notación: <i>b</i> : Coeficiente de pandeo <i>L<sub>k</sub></i> : Longitud de pandeo (m) <i>C<sub>1</sub></i> : Factor de modificación para el momento crítico									

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

Se debe satisfacer:

$$h / t : \underline{56.0} \quad \checkmark$$

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

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

Los rigidizadores proporcionan suficiente rigidez, ya que se cumple:

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

Donde:

**h:** Altura del alma.

$$h : \underline{168.00} \text{ mm}$$

**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:

$$h : \underline{0.661} \quad \checkmark$$

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:

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, 0.650, 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.

$$M_{y,Ed}^- : \underline{7.52} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : \underline{11.38} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

<b>W<sub>el</sub></b> : Módulo resistente elástico correspondiente a la fibra de mayor tensión.	<b>W<sub>el</sub></b> : <u>50.84</u> cm <sup>3</sup>
<b>f<sub>yb</sub></b> : Límite elástico del material base. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	<b>f<sub>yb</sub></b> : <u>235.00</u> MPa
<b>g<sub>M0</sub></b> : Coeficiente parcial de seguridad del material.	<b>g<sub>M0</sub></b> : <u>1.05</u>

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

Se debe satisfacer:

$$h : \underline{0.076} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.000, 0.000, 0.650, para la combinación de acciones 0.80\*G1 + 0.80\*G2 + 1.50\*V(270°) H1.

<b>V<sub>Ed</sub></b> : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.	<b>V<sub>Ed</sub></b> : <u>5.19</u> kN
--	--

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

$$V_{b,Rd} : \underline{67.90} \quad \text{kN}$$

Donde:

<b>h<sub>w</sub></b> : Altura del alma.	<b>h<sub>w</sub></b> : <u>174.36</u> mm
<b>t</b> : Espesor.	<b>t</b> : <u>3.00</u> mm
<b>f</b> : Ángulo que forma el alma con la horizontal.	<b>f</b> : <u>90.0</u> grados
<b>f<sub>bv</sub></b> : Resistencia a cortante, teniendo en cuenta el pandeo.	<b>f<sub>bv</sub></b> : <u>136.30</u> MPa

Siendo:

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

$$\lambda_w : \underline{0.67}$$

Donde:

<b>f<sub>yb</sub></b> : Límite elástico del material base. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	<b>f<sub>yb</sub></b> : <u>235.00</u> MPa
<b>E</b> : Módulo de elasticidad.	<b>E</b> : <u>210000.00</u> MPa
<b>g<sub>M0</sub></b> : Coeficiente parcial de seguridad del material.	<b>g<sub>M0</sub></b> : <u>1.05</u>

### II.7.2.2.2. Comprobación de flecha

Comprobación de flecha
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.
Porcentajes de aprovechamiento:
Flecha: <b>97.02 %</b>

El aprovechamiento pésimo se produce para la combinación de hipótesis 1.00\*G1 + 1.00\*G2 + 1.00\*V(90°) H1 a una distancia 3.000 m del origen en el primer vano de la correa.  
(I<sub>y</sub> = 458 cm<sup>4</sup>) (I<sub>z</sub> = 44 cm<sup>4</sup>)

### II.7.3. Pórticos de fachada

#### II.7.3.1. Geometría de las barras

En representación de todos los elementos del pórtico de fachada se muestra únicamente la comprobación para los elementos representativos, en este caso de las barras marcadas en color naranja en la siguiente imagen, que se corresponden de izquierda a derecha con un tramo inferior de un pilar de esquina, un fragmento de la jácena, el tramo superior de un pilar intermedio, un montante y un tirante. Estas barras pertenecen al pórtico de fachada de la alineación A (Ilustración 38).

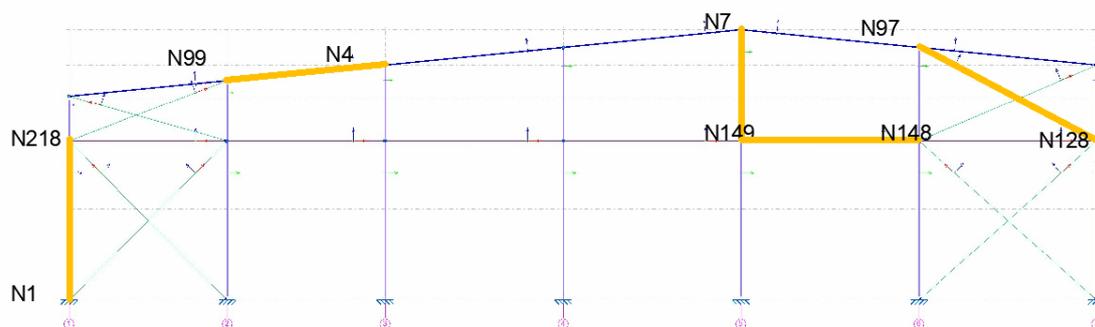


Ilustración 38. Elementos del pórtico de fachada, alineación A.

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			β <sub>xy</sub>	β <sub>xz</sub>
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo		
Acero laminado	S275	N1/N218	N1/N2	IPE 270 (IPE)	-	6.028	0.060	0.70	0.70
		N99/N4	N2/N4	IPE 160 (IPE)	0.061	5.908	0.061	0.31	1.00
		N149/N7	N93/N7	IPE 240 (IPE)	0.060	4.142	0.060	1.00	1.70
		N149/N148	N149/N148	SHS 120x5.0 (Hot Finished SHS)	-	6.750	-	1.00	1.00
		N128/N97	N128/N97	L 90 x 90 x 6 (L)	0.153	7.279	0.212	0.00	0.00

II.7.3.2. Características mecánicas

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm <sup>2</sup> )	A <sub>vy</sub> (cm <sup>2</sup> )	A <sub>vz</sub> (cm <sup>2</sup> )	I <sub>yy</sub> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>zz</sub> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> (cm <sup>4</sup> )
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	IPE 270, (IPE)	45.90	20.66	14.83	5790.00	420.00	15.90
		2	IPE 160, (IPE)	20.10	9.10	6.53	869.00	68.30	3.54
		3	IPE 240, (IPE)	39.10	17.64	12.30	3892.00	284.00	12.95
		4	SHS 120x5.0, (Hot Finished SHS)	22.34	9.58	9.58	484.16	484.16	778.02
		5	L 90 x 90 x 6, (L)	10.60	5.04	5.04	80.72	80.72	1.25

II.7.3.3. Resultados de flechas

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	3.014	12.50	3.391	1.35	3.014	19.74	3.391	2.06
	3.014	L/491.6	3.391	L/(>1000)	3.014	L/491.6	3.391	L/(>1000)
N2/N4	2.333	6.57	2.625	12.11	2.333	11.22	2.625	17.23
	2.333	L/(>1000)	2.625	L/483.2	2.333	L/(>1000)	2.625	L/483.3
N93/N7	5.651	0.37	6.027	28.31	5.275	0.55	6.027	55.66
	5.275	L/(>1000)	6.027	L/357.6	5.275	L/(>1000)	6.027	L/357.6
N149/N148	3.375	3.64	3.375	0.91	3.375	6.02	3.375	0.95
	3.375	L/(>1000)	3.375	L/(>1000)	3.375	L/(>1000)	3.375	L/(>1000)
N128/N97	3.639	14.03	3.639	23.82	3.639	14.01	3.639	23.80
	3.639	L/518.9	3.639	L/305.6	3.639	L/519.4	3.639	L/305.9

II.7.3.4. Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

La limitación de esbeltez adquiere un valor de 2 cuando el elemento al que se le aplica tiene una función principal en la estructura y está sometido a compresión, y un valor de 3 cuando está sometido a tracción.

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>v</sub> V <sub>v</sub>
N1/N218	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 6.028 m $\eta = 1.6$	x: 0 m $\eta = 24.2$	x: 0 m $\eta = 11.6$	x: 0 m $\eta = 52.6$	x: 0 m $\eta = 4.0$	x: 0 m $\eta = 2.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 80.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 4.0$	x: 0 m $\eta = 2.8$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 80.1$
N99/N4	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 5.968 m $\eta = 4.1$	x: 0.061 m $\eta = 7.9$	x: 0.061 m $\eta = 37.7$	x: 0.061 m $\eta = 7.8$	x: 0.061 m $\eta = 7.2$	x: 0.061 m $\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.061 m $\eta = 41.8$	$\eta < 0.1$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 41.8$
N149/N7	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.06 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 4.201 m $\eta = 1.9$	x: 0.06 m $\eta = 12.7$	x: 0.267 m $\eta = 48.0$	x: 0.06 m $\eta = 0.4$	x: 4.202 m $\eta = 7.7$	$\eta < 0.1$	x: 0.06 m $\eta < 0.1$	x: 0.06 m $\eta < 0.1$	x: 0.267 m $\eta = 50.7$	x: 0.06 m $\eta < 0.1$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 50.7$

## Cálculo estructural de una nave industrial de 2790 m<sup>2</sup> dedicada a la producción de horchata en Alboraya (Valencia)

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_w$	$N_t$	$N_c$	$M_y$	$M_z$	$V_z$	$V_y$	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$NM_y M_z$	$NM_y M_z V_y V_z$	$M_t$	$M_y V_z$		$M_z V_y$
N149/N148	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$\eta = 3.2$	$\eta = 4.4$	x: 6.75 m $\eta = 4.2$	x: 6.75 m $\eta = 5.2$	x: 6.75 m $\eta = 0.5$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 6.75 m $\eta = 11.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.2$	x: 6.75 m $\eta = 0.5$	$\eta = 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 11.3$

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)											Estado
	$\bar{\lambda}$	$N_t$	$N_c$	$M_y$	$M_z$	$V_z$	$V_y$	$M_y V_z$	$NM_y M_z$	$NM_y M_z V_y V_z$	$M_t$	
N128/N97	$\bar{\lambda} < 3.0$ Cumple	x: 7.431 m $\eta = 5.5$	x: 0.153 m $\eta = 7.5$	x: 3.792 m $\eta = 25.7$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	x: 0.153 m $\eta = 0.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0.608 m $\eta < 0.1$	x: 3.792 m $\eta = 33.1$	x: 0.608 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 33.1$

### II.7.4. Pórticos interiores

#### II.7.4.1. Geometría de las barras

Para evaluar los pórticos interiores de las naves adosadas ante los criterios de comprobación de flecha y Estado Límite Último (ELU) se ha seleccionado el tramo superior de un pilar y el primer tramo de jácena por ser los más críticos. Se muestra como representación de este tipo de pórtico la alineación B de la estructura (Ilustración 39).

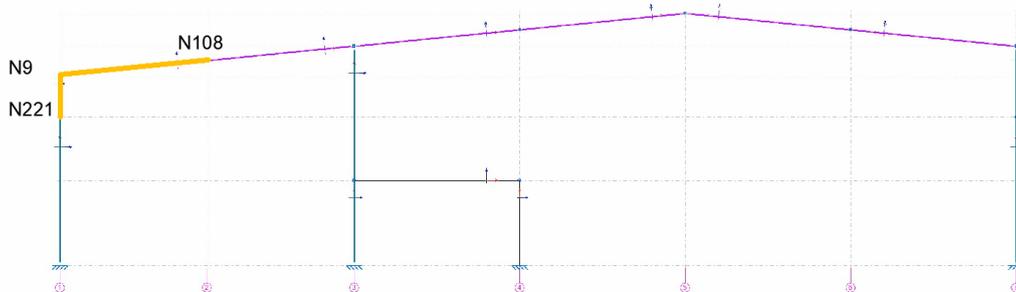


Ilustración 39. Elementos del pórtico interior, alineación B.

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil (Serie)	Longitud (m)			$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo		
Acero laminado	S275	N221/N9	N8/N9	IPE 450 (IPE)	0.060	1.425	0.227	1.00	6.38
		N9/N108	N9/N11	IPE 450 (IPE)	0.227	5.742	0.061	0.31	1.99

#### II.7.4.2. Características mecánicas

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm <sup>2</sup> )	A <sub>vy</sub> (cm <sup>2</sup> )	A <sub>vz</sub> (cm <sup>2</sup> )	I <sub>yy</sub> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>zz</sub> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> (cm <sup>4</sup> )
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	IPE 450, (IPE)	98.80	41.61	35.60	33740.00	1676.00	66.75

#### II.7.4.3. Resultados de flechas

Cálculo estructural de una nave industrial de 2790 m<sup>2</sup> dedicada a la producción de horchata en Alboraya (Valencia)

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)						
N8/N9	2.637	0.36	7.157	4.46	3.014	0.53	7.513	8.20
	2.637	L/(>1000)	7.157	L/(>1000)	2.637	L/(>1000)	7.157	L/(>1000)
N9/N11	5.455	0.54	9.033	1.71	5.741	1.02	9.033	3.20
	5.168	L/(>1000)	9.750	L/(>1000)	5.168	L/(>1000)	9.750	L/(>1000)

II.7.4.4. Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_w$	$N_e$	$N_c$	$M_y$	$M_z$	$V_z$	$V_y$	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	$M_t$	$M_t V_z$		$M_t V_y$
N221/N9	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 1.484 m $\eta = 0.6$	x: 0.06 m $\eta = 1.9$	x: 1.485 m $\eta = 11.6$	x: 0.06 m $\eta = 2.0$	x: 1.485 m $\eta = 3.0$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.485 m $\eta = 13.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.6$	x: 1.485 m $\eta = 3.0$	$\eta = 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 13.5$
N9/N108	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 5.968 m $\eta = 1.1$	x: 0.227 m $\eta = 3.1$	x: 0.227 m $\eta = 10.6$	x: 5.969 m $\eta = 0.5$	x: 0.227 m $\eta = 4.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.227 m $\eta = 13.4$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.5$	x: 0.227 m $\eta = 4.2$	$\eta < 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 13.4$

II.7.5. Viga contraviento

II.7.5.1. Geometría de las barras

Los listados que se adjuntan a continuación para describir las comprobaciones de las vigas contraviento de ambas naves hacen referencia a un montante y una diagonal situados entre las alineaciones J y K (ver Ilustración 40 e Ilustración 41).

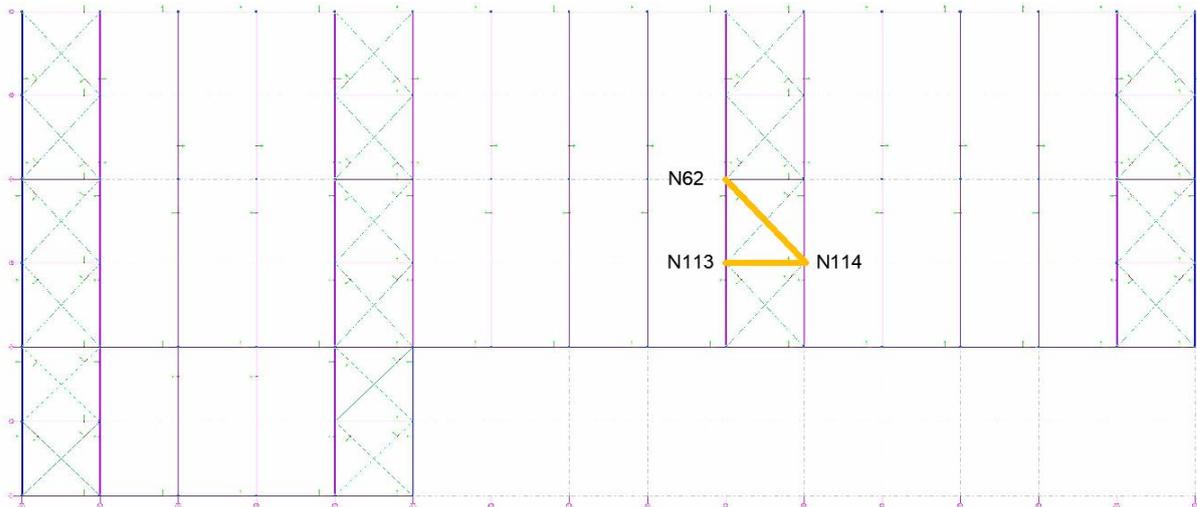


Ilustración 40. Elementos de cubierta.

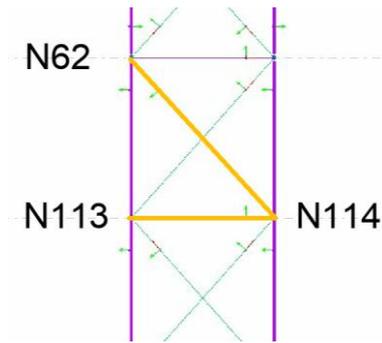


Ilustración 41. Detalle de la VCV.

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo		
Acero laminado	S275	N113/N114	N113/N114	SHS 120x5.0 (Hot Finished SHS)	-	6.000	-	1.00	1.00
		N114/N62	N114/N62	L 90 x 90 x 6 (L)	0.081	8.894	0.081	0.00	0.00

### II.7.5.2. Características mecánicas

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm <sup>2</sup> )	A <sub>vy</sub> (cm <sup>2</sup> )	A <sub>vz</sub> (cm <sup>2</sup> )	I <sub>yy</sub> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>zz</sub> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> (cm <sup>4</sup> )
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	SHS 120x5.0, (Hot Finished SHS)	22.34	9.58	9.58	484.16	484.16	778.02
		2	L 90 x 90 x 6, (L)	10.60	5.04	5.04	80.72	80.72	1.25

### II.7.5.3. Resultados de flechas

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)							
N113/N114	3.000	0.26	3.000	2.78	3.000	0.28	3.000	2.78	
	3.000	L/(>1000)	3.000	L/(>1000)	3.000	L/(>1000)	3.000	L/(>1000)	
N114/N62	5.559	0.00	6.671	0.00	5.559	0.00	7.783	0.00	
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	

Cálculo estructural de una nave industrial de 2790 m<sup>2</sup> dedicada a la producción de horchata en Alboraya (Valencia)

II.7.5.4. Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

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>	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>	
N113/N114	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.7$	x: 3 m $\eta = 4.1$	x: 0 m $\eta = 0.3$	x: 6 m $\eta = 0.4$	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 3 m $\eta = 4.6$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 6 m $\eta = 0.4$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 4.6$

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>	M <sub>t</sub>	
N114/N62	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 0.3$	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(5)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(5)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(8)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 0.3$

II.7.6. Cruz de San Andrés

II.7.6.1. Geometría de las barras

En la alineación 1 de la Nave 2 se ha seleccionado un montante y un tirante mostrados en la figura inferior (Ilustración 42) como elementos representativos de los componentes de todas las Cruces de San Andrés (CSA) de la estructura.

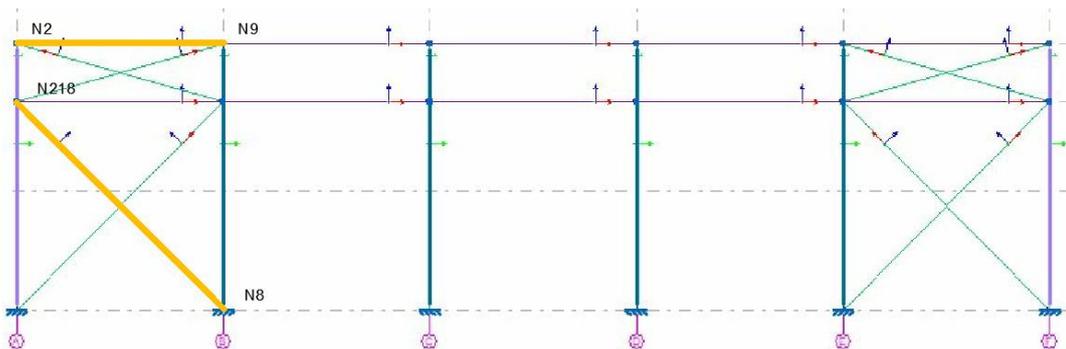


Ilustración 42. Elementos de la CSA.

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo		
Acero laminado	S275	N2/N9	N2/N9	SHS 120x5.0 (Hot Finished SHS)	-	6.000	-	1.00	1.00
		N8/N218	N8/N218	L 90 x 90 x 6 (L)	-	8.463	0.085	0.00	0.00

Las diagonales de la Cruz de San Andrés, al igual que el resto de tirantes de las vigas contraviento, no se comprueban a pandeo ya que se encuentran siempre sometidas a esfuerzos de tracción. Por el contrario, los montantes trabajan a compresión y por ello les corresponde un coeficiente beta de valor 1.

Cálculo estructural de una nave industrial de 2790 m<sup>2</sup> dedicada a la producción de horchata en Alboraya (Valencia)

II.7.6.2. Características mecánicas

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm <sup>2</sup> )	A <sub>vy</sub> (cm <sup>2</sup> )	A <sub>vz</sub> (cm <sup>2</sup> )	I <sub>yy</sub> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>zz</sub> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> (cm <sup>4</sup> )
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	SHS 120x5.0, (Hot Finished SHS)	22.34	9.58	9.58	484.16	484.16	778.02
		2	L 90 x 90 x 6, (L)	10.60	5.04	5.04	80.72	80.72	1.25

II.7.6.3. Resultados de flechas

Se comprueba el criterio de flecha en los montantes y en las diagonales de la CSA pero se observa que la flecha es nula en estas últimas debido a que son elementos cuya colocación hace que sean prácticamente verticales en la estructura.

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)						
N2/N9	3.750	0.30	3.000	0.71	3.750	0.47	2.625	1.33
	3.750	L/(>1000)	1.500	L/(>1000)	3.750	L/(>1000)	1.500	L/(>1000)
N8/N218	7.405	0.00	7.934	0.00	6.876	0.00	7.934	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)

II.7.6.4. Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barras														Estado	
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_w$	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>	
N2/N9	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 15.8$	x: 0 m $\eta = 6.0$	x: 6 m $\eta = 0.8$	x: 6 m $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 6 m $\eta = 20.7$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.3$	x: 0 m $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 20.7$

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>	
N8/N218	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 10.6$	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(7)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 10.6$

II.7.7. Viga perimetral

II.7.7.1. Geometría de las barras

Se incluye más abajo la comprobación de una barra perteneciente a la viga perimetral (Ilustración 43) en la alineación número 1 de la estructura, que se corresponde con la fachada lateral no compartida de la Nave 2.

Cálculo estructural de una nave industrial de 2790 m<sup>2</sup> dedicada a la producción de horchata en Alboraya (Valencia)

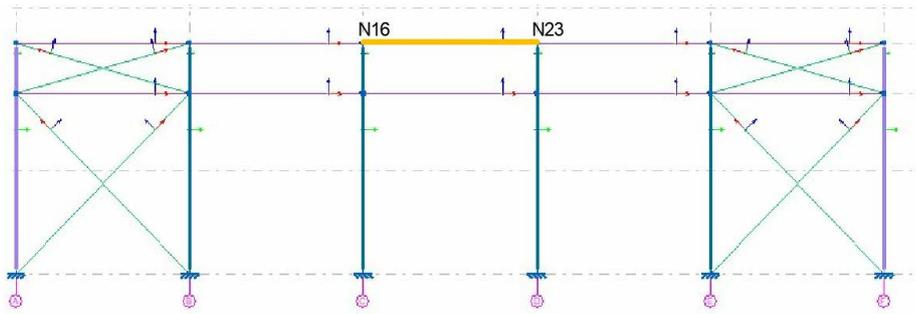


Ilustración 43. Viga perimetral.

Descripción							
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275	N16/N23	N16/N23	IPE 140 (IPE)	6.000	0.00	0.00

El coeficiente beta de pandeo de la viga perimetral es nulo ya que esta trabaja enteramente a tracción y en consecuencia el pandeo no provoca ningún efecto en ella.

II.7.7.2. Características mecánicas

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm <sup>2</sup> )	A <sub>vy</sub> (cm <sup>2</sup> )	A <sub>vz</sub> (cm <sup>2</sup> )	I <sub>yy</sub> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>zz</sub> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> (cm <sup>4</sup> )
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	IPE 140, (IPE)	16.40	7.56	5.34	541.00	44.90	2.40

II.7.7.3. Resultados de flechas

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)						
N16/N23	5.625	0.00	3.000	1.89	3.000	0.00	3.000	1.89
	-	L/(>1000)	3.000	L/(>1000)	-	L/(>1000)	3.000	L/(>1000)

II.7.7.4. Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Aquellos elementos que sean secundarios en una estructura, como es en este caso la viga perimetral, y que se encuentren sometidos a esfuerzos de tracción deben cumplir con una esbeltez límite de valor 4.

	Barra												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>	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>	
N16/N23	$\bar{\lambda} < 4.0$ Cumple	x: 0.375 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$\eta = 5.3$	$\eta = 1.9$	x: 3 m $\eta = 3.3$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.4$	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	x: 3 m $\eta = 8.6$	x: 0.375 m $\eta < 0.1$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 8.6$

## II.7.8. Altillo

### II.7.8.1. Vigas y viguetas

#### II.7.8.1.1. Geometría de las barras

En el forjado del altillo (Ilustración 44) se encuentran por una parte las viguetas, las barras de mayor longitud siendo esta de 6.75 m en la nave del proyecto, y por otra parte las vigas, barras más cortas de longitud igual a la separación entre pórticos, 6 m, y en este caso perpendiculares al plano de los pórticos. Se muestra como representación la comprobación de una de las viguetas y del tramo más crítico de viga.

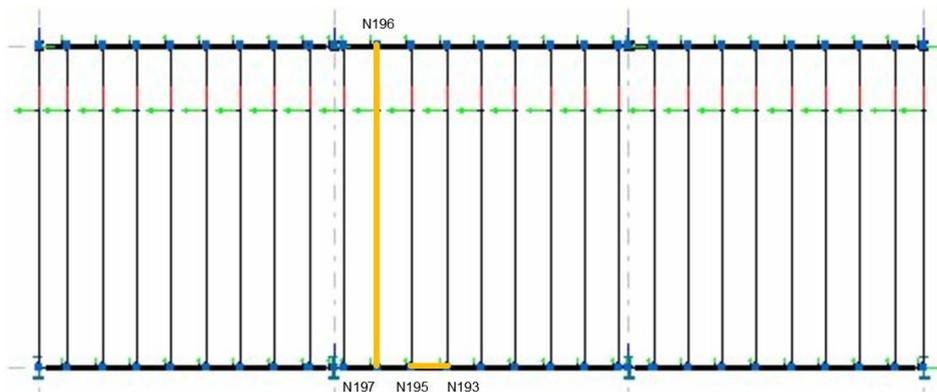


Ilustración 44. Vigas y viguetas del altillo.

Descripción							
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275	N195/N193	N155/N156	IPE 330 (IPE)	0.700	0.00	1.00
		N197/N196	N197/N196	IPE 240 (IPE)	6.750	0.00	1.00

#### II.7.8.1.2. Características mecánicas

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm <sup>2</sup> )	A <sub>vy</sub> (cm <sup>2</sup> )	A <sub>vz</sub> (cm <sup>2</sup> )	I <sub>yy</sub> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>zz</sub> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> (cm <sup>4</sup> )
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	IPE 330, (IPE)	62.60	27.60	20.72	11770.00	788.00	28.06
		2	IPE 240, (IPE)	39.10	17.64	12.30	3892.00	284.00	12.95

#### II.7.8.1.3. Resultados de flechas

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)						
N155/N156	5.275	0.02	3.000	10.98	5.275	0.04	3.000	10.97
	5.275	L(>1000)	3.000	L/546.4	5.275	L(>1000)	3.000	L/546.9
N197/N196	5.906	0.00	3.375	10.43	5.906	0.00	3.375	10.42
	-	L(>1000)	3.375	L/646.9	-	L(>1000)	3.375	L/647.6

Cálculo estructural de una nave industrial de 2790 m<sup>2</sup> dedicada a la producción de horchata en Alboraya (Valencia)

II.7.8.1.4. Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_w$	$N_t$	$N_c$	$M_Y$	$M_z$	$V_z$	$V_Y$	$M_Y V_Z$	$M_Z V_Y$	$N M_Y M_Z$	$N M_Y M_Z V_Y V_Z$	$M_t$	
N195/N193	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cum- ple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cum- ple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	$\eta < 0.1$	x: 0.7 m $\eta = 63.3$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 7.0$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0.7 m $\eta = 63.3$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 63.3$
N197/N196	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cum- ple	x: 0.422 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cum- ple	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 3.375 m $\eta = 37.2$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0 m $\eta = 7.3$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0.422 m $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(6)</sup>	x: 3.375 m $\eta = 37.3$	x: 0.422 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 37.3$

II.7.8.2. Pilares HEB del atillo

II.7.8.2.1. Geometría de las barras

El forjado del atillo es sustentado por cuatro pilares IPE450 compartidos por la Nave 1 y la Nave 2 y por la otra parte, por otros cuatro pilares con perfil HEB160 (Ilustración 45). Para las comprobaciones de este tipo de barra se ha seleccionado el pilar HEB de la alineación B.

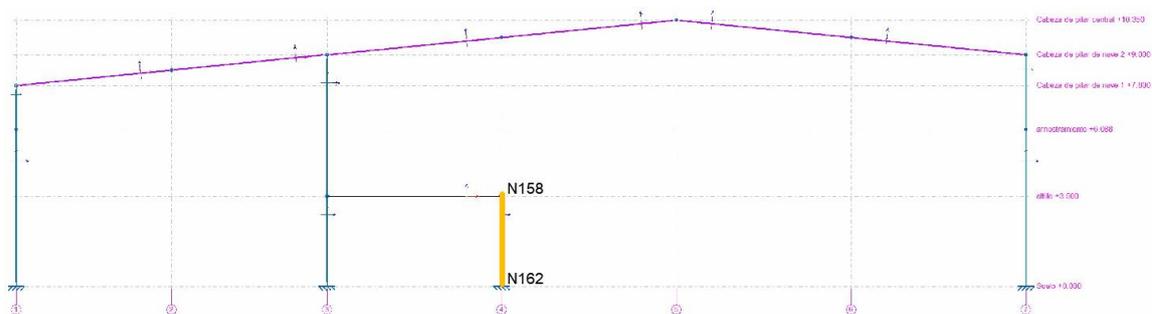


Ilustración 45. Pilares HEB del atillo.

Descripción							
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275	N162/N158	N162/N158	HE 160 B (HEB)	3.500	2.00	2.00

II.7.8.2.2. Características mecánicas

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm <sup>2</sup> )	A <sub>vy</sub> (cm <sup>2</sup> )	A <sub>vz</sub> (cm <sup>2</sup> )	I <sub>yy</sub> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>zz</sub> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> (cm <sup>4</sup> )
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	HE 160 B, (HEB)	54.30	31.20	9.65	2492.00	889.20	31.27

### II.7.8.2.3. Resultados de flechas

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)						
N162/N158	3.500	0.00	3.500	2.77	3.500	0.00	3.500	5.48
	-	L/(>1000)	3.500	L/(>1000)	-	L/(>1000)	3.500	L/(>1000)

### II.7.8.2.4. Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_w$	$N_t$	$N_c$	$M_y$	$M_z$	$V_z$	$V_y$	$M_yV_z$	$M_zV_y$	$NM_yM_z$	$NM_yM_zV_yV_z$	$M_t$	$M_tV_z$		$M_tV_y$
N162/N158	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 34.1$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 9.5$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	$\eta = 0.9$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	$\eta < 0.1$	N.P. <sup>(4)</sup>	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 38.0$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 38.0$

### II.7.9. Placas de anclaje

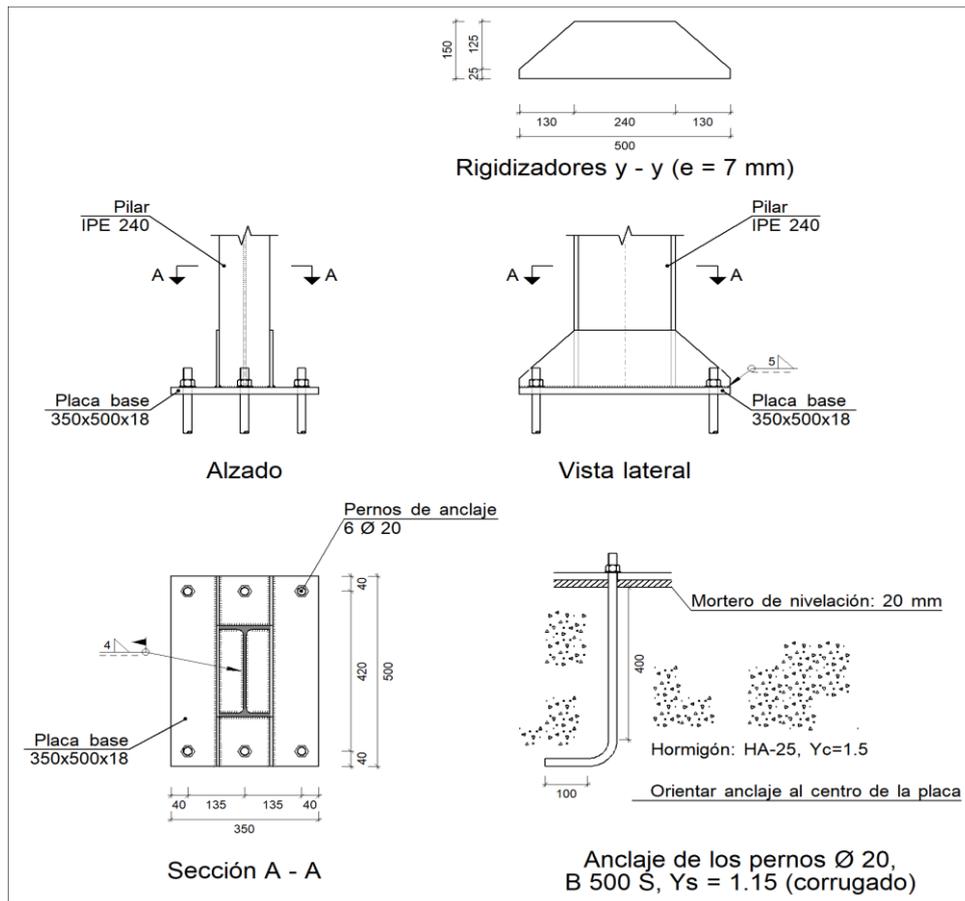
El cálculo de las placas de anclaje definidas en este proyecto abarca varios elementos susceptibles de ser comprobados:

- **Placa de anclaje:** se comprueba que los esfuerzos aplicados sobre la placa no generarán tensiones que superen la tensión límite definida por el material y geometría de la placa.
- **Pernos:** se dimensionan los pernos de forma que estos puedan proporcionar suficiente resistencia a tracción para evitar el posible arrancamiento causado por los axiles y momentos flectores que actúan sobre la placa de anclaje. Se comprueba que los esfuerzos cortantes, tanto por sí mismos como junto a axiles y flectores en la comprobación de Von Mises, no provocarán tensiones que superen el límite establecido por el material de los pernos. Se comprueba también que la longitud de anclaje de los pernos es suficiente para evitar la pérdida de adherencia cuando se alcance la máxima sollicitación del perno, siendo esta un esfuerzo de tracción.
- **Hormigón sobre el que apoya la placa:** se comprueba la no superación del máximo esfuerzo de compresión que la placa puede ejercer al apoyarse en el hormigón sobre la superficie donde se produce la unión entre el acero y este último. Esta tensión admisible dependerá de las características que definan el hormigón seleccionado.

#### II.7.9.1. Placa de anclaje tipo 1

a) Detalle

Cálculo estructural de una nave industrial de 2790 m<sup>2</sup> dedicada a la producción de horchata en Alboraya (Valencia)



b) Descripción de los componentes de la unión

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		350	500	18	6	20	S275	275.0	410.0
Rigidizador		500	150	7	-	-	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Pilar IPE 240

Cordones de soldadura

Cálculo estructural de una nave industrial de 2790 m<sup>2</sup> dedicada a la producción de horchata en Alboraya (Valencia)

Comprobaciones geométricas								
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Án- gulo (grados)			
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	4	788	6.2	90.00			
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>								
Comprobación de resistencia								
Ref.	Tensión de Von Mises				Tensión normal		f <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> )		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.						410.0	0.85

2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diám</i>	Mínimo: 60 mm Calculado: 135 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diám</i>	Mínimo: 30 mm Calculado: 60 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diám</i>	Mínimo: 30 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 49.1	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: 65.07 kN	Cumple
- Cortante:	Máximo: 62.23 kN Calculado: 14.2 kN	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 88.9 kN Calculado: 85.36 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 99.86 kN Calculado: 66.31 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 476.19 MPa Calculado: 215.104 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 188.57 kN Calculado: 14.2 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 261.905 MPa	
- Derecha:	Calculado: 94.8526 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 82.3158 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 169.416 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 169.236 MPa	Cumple

Cálculo estructural de una nave industrial de 2790 m<sup>2</sup> dedicada a la producción de horchata en Alboraya (Valencia)

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 1903.75	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 2639.94	Cumple
- Arriba:	Calculado: 4965.71	Cumple
- Abajo:	Calculado: 4970.71	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 182.34 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.151		
- Punto de tensión local máxima: (0, 0.185)		

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Án- gulo (gra- dos)				
Rigidizador y-y (x = -64): Soldadura a la placa base	En ángulo	5	500	7.0	90.00				
Rigidizador y-y (x = 64): Soldadura a la placa base	En ángulo	5	500	7.0	90.00				
<i>a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	β <sub>w</sub>
	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>  </sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = -64): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 64): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85

d) Medición

Soldaduras				
f <sub>u</sub> (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	5	1961
	En el lugar de montaje	En ángulo	4	788

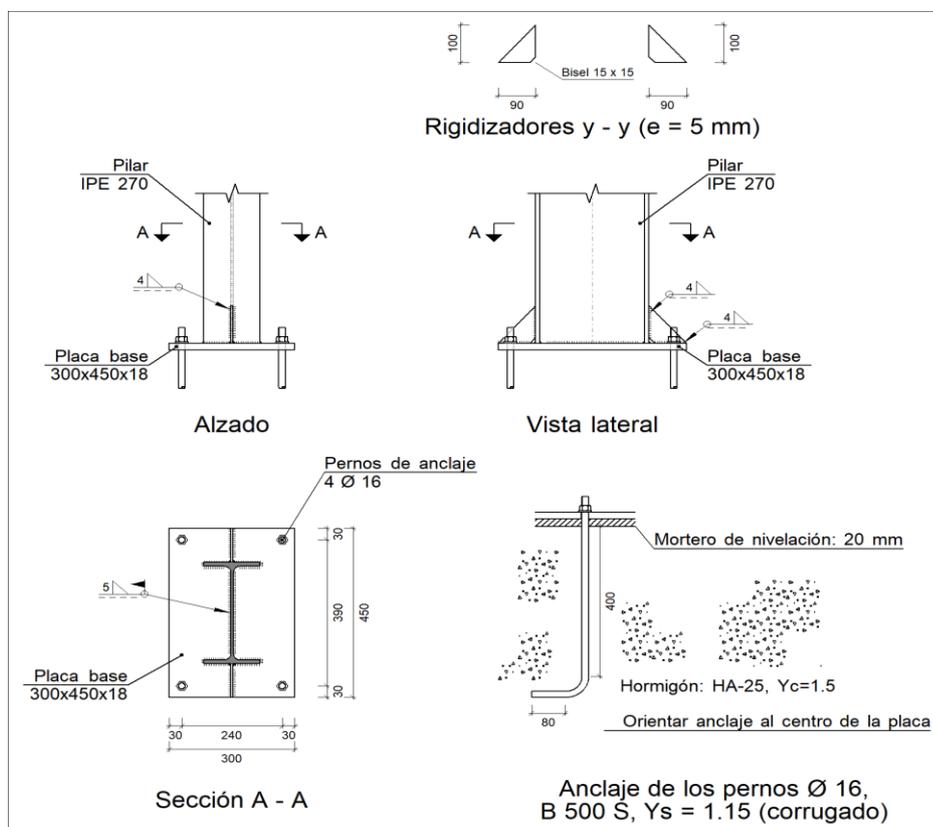
Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tuercas	Clase 6	6	ISO 4032-M20
Arandelas	Dureza 200 HV	6	ISO 7089-20

Cálculo estructural de una nave industrial de 2790 m<sup>2</sup> dedicada a la producción de horchata en Alboraya (Valencia)

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	350x500x18	24.73
	Rigidizadores pasantes	2	500/240x150/25x7	6.46
	Total			31.18
B 500 S, Ys = 1.15 (corrugado)	Pernos de anclaje	6	Ø 20 - L = 458 + 194	9.65
	Total			9.65

### II.7.9.2. Placa de anclaje tipo 2

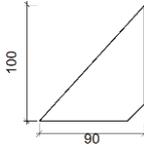
a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f <sub>y</sub> (MPa)	f <sub>u</sub> (MPa)
Placa base		300	450	18	4	16	S275	275.0	410.0

Cálculo estructural de una nave industrial de 2790 m<sup>2</sup> dedicada a la producción de horchata en Alboraya (Valencia)

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)
Rigidizador		90	100	5	-	-	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Pilar IPE 270

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas								
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)			
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	5	906	6.6	90.00			
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>								
Comprobación de resistencia								
Ref.	Tensión de Von Mises				Tensión normal		f <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> )		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.						410.0	0.85

2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diám</i>	Mínimo: 48 mm Calculado: 241 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diám</i>	Mínimo: 24 mm Calculado: 80 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diám</i>	Mínimo: 24 mm Calculado: 30 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 46.6	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 17 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
- Tracción:	Máximo: 71.12 kN Calculado: 52.18 kN	Cumple

Cálculo estructural de una nave industrial de 2790 m<sup>2</sup> dedicada a la producción de horchata en Alboraya (Valencia)

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
- Cortante:	Máximo: 49.78 kN Calculado: 12.86 kN	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 71.12 kN Calculado: 70.55 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 63.92 kN Calculado: 55.41 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 476.19 MPa Calculado: 308.416 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 150.86 kN Calculado: 14.44 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 261.905 MPa	
- Derecha:	Calculado: 156.556 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 189.146 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 204.029 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 190.881 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 1025.17	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 696.451	Cumple
- Arriba:	Calculado: 4403.4	Cumple
- Abajo:	Calculado: 4878.02	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: 0.129		

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Án- gulo (gra- dos)	
Rigidizador y-y (x = 0): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	90	5.0	90.00	
Rigidizador y-y (x = 0): Soldadura a la pieza	En ángulo	4	85	5.0	90.00	
Rigidizador y-y (x = 0): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	90	5.0	90.00	
Rigidizador y-y (x = 0): Soldadura a la pieza	En ángulo	4	85	5.0	90.00	
<i>a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas</i>						

Cálculo estructural de una nave industrial de 2790 m<sup>2</sup> dedicada a la producción de horchata en Alboraya (Valencia)

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	β <sub>w</sub>
	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>  </sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = 0): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 0): Soldadura a la pieza	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 0): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 0): Soldadura a la pieza	La comprobación no procede.							410.0	0.85

d) Medición

Soldaduras				
f <sub>u</sub> (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	4	470
	En el lugar de montaje	En ángulo	5	906

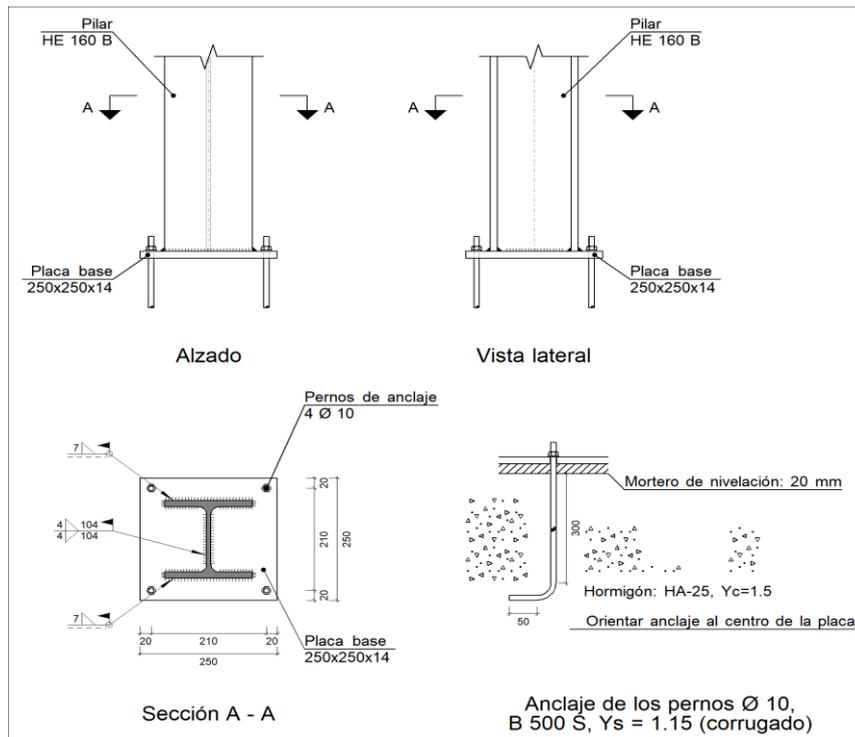
Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tuercas	Clase 6	4	ISO 4032-M16
Arandelas	Dureza 200 HV	4	ISO 7089-16

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Canti- dad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	300x450x18	19.08
	Rigidizadores no pasan- tes	2	90/0x100/0x5	0.35
	Total			19.43
B 500 S, Y <sub>s</sub> = 1.15 (corruga- do)	Pernos de anclaje	4	Ø 16 - L = 454 + 155	3.85
	Total			3.85

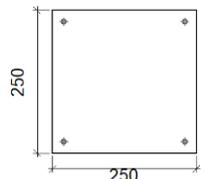
### II.7.9.3. Placa de anclaje tipo 3

a) Detalle

Cálculo estructural de una nave industrial de 2790 m<sup>2</sup> dedicada a la producción de horchata en Alboraya (Valencia)



b) Descripción de los componentes de la unión

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		250	250	14	4	10	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Pilar HE 160 B

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	7	160	13.0	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	4	104	8.0	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	7	160	13.0	90.00

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

Cálculo estructural de una nave industrial de 2790 m<sup>2</sup> dedicada a la producción de horchata en Alboraya (Valencia)

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	β <sub>w</sub>
	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>  </sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	30.6	30.6	1.1	61.3	15.87	30.6	9.33	410.0	0.85
Soldadura del alma	41.9	41.9	5.6	84.4	21.88	41.9	12.79	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	51.4	51.4	1.1	102.8	26.65	51.4	15.67	410.0	0.85

## 2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diám</i>	Mínimo: 30 mm Calculado: 210 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diám</i>	Mínimo: 15 mm Calculado: 36 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diám</i>	Mínimo: 15 mm Calculado: 20 mm	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
- Tracción:	Máximo: 33.34 kN Calculado: 8.02 kN	Cumple
- Cortante:	Máximo: 23.34 kN Calculado: 0.81 kN	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 33.34 kN Calculado: 9.18 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 24.96 kN Calculado: 8.3 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 476.19 MPa Calculado: 106.428 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 73.33 kN Calculado: 0.81 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 261.905 MPa	
- Derecha:	Calculado: 98.8086 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 98.8086 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 203.8 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 107.627 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 2012.78	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 2012.78	Cumple
- Arriba:	Calculado: 828.048	Cumple
- Abajo:	Calculado: 1623.12	Cumple

Cálculo estructural de una nave industrial de 2790 m<sup>2</sup> dedicada a la producción de horchata en Alboraya (Valencia)

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
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: 0.142		

d) Medición

Soldaduras				
f <sub>u</sub> (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En el lugar de montaje	En ángulo	4	208
			7	616

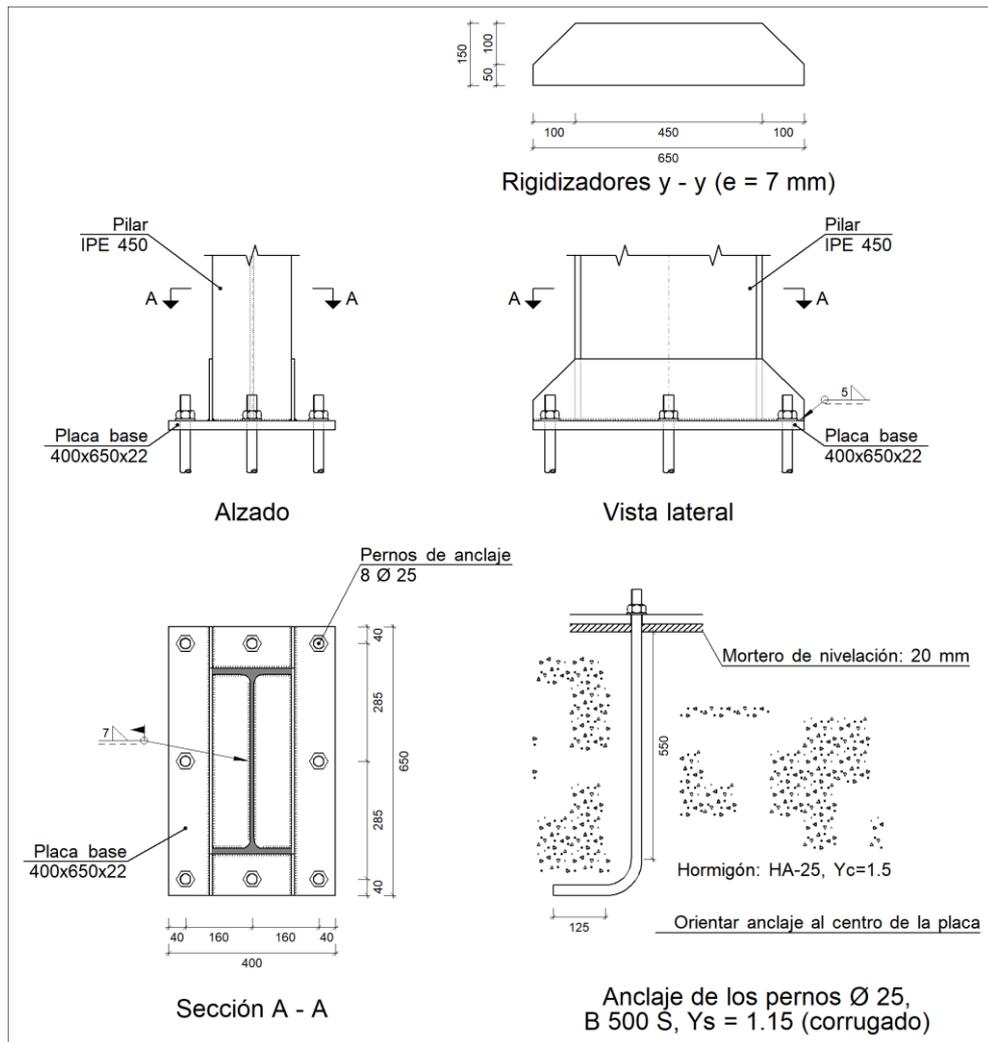
Elementos de tornillería no normalizados		
Tipo	Cantidad	Descripción
Tuercas	4	T10
Arandelas	4	A10

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	250x250x14	6.87
	Total			6.87
B 500 S, Ys = 1.15 (corrugado)	Pernos de anclaje	4	Ø 10 - L = 344 + 97	1.09
	Total			1.09

II.7.9.4. Placa de anclaje tipo 4

a) Detalle

Cálculo estructural de una nave industrial de 2790 m<sup>2</sup> dedicada a la producción de horchata en Alboraya (Valencia)



b) Descripción de los componentes de la unión

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		400	650	22	8	25	S275	275.0	410.0
Rigidizador		650	150	7	-	-	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Pilar IPE 450

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	7	1415	9.4	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <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	

2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diám</i>	Mínimo: 75 mm Calculado: 160 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diám</i>	Mínimo: 37 mm Calculado: 58 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diám</i>	Mínimo: 37 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 44.6	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 28 cm Calculado: 55 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
- Tracción:	Máximo: 152.79 kN Calculado: 131.88 kN	Cumple
- Cortante:	Máximo: 106.95 kN Calculado: 8.81 kN	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 152.79 kN Calculado: 144.46 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 156.15 kN Calculado: 131.88 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 476.19 MPa Calculado: 270.813 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 288.1 kN Calculado: 8.81 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 261.905 MPa	
- Derecha:	Calculado: 88.6552 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 91.2926 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 216.095 MPa	Cumple

Cálculo estructural de una nave industrial de 2790 m<sup>2</sup> dedicada a la producción de horchata en Alboraya (Valencia)

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
- Abajo:	Calculado: 193.761 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 1790.14	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 1801.91	Cumple
- Arriba:	Calculado: 6010.5	Cumple
- Abajo:	Calculado: 6694.68	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 250.735 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.242		
- Punto de tensión local máxima: (1.38778e-017, 0.3)		

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas								
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Án- gulo (gra- dos)			
Rigidizador y-y (x = -99): Soldadura a la placa base	En ángulo	5	650	7.0	90.00			
Rigidizador y-y (x = 99): Soldadura a la placa base	En ángulo	5	650	7.0	90.00			
<i>a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas</i>								
Comprobación de resistencia								
Ref.	Tensión de Von Mises				Tensión normal		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	β <sub>w</sub>
	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>  </sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )		
Rigidizador y-y (x = -99): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.						410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 99): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.						410.0	0.85

d) Medición

Soldaduras				
f <sub>u</sub> (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	5	2542
	En el lugar de montaje	En ángulo	7	1415

Cálculo estructural de una nave industrial de 2790 m<sup>2</sup> dedicada a la producción de horchata en Alboraya (Valencia)

Elementos de tornillería no normalizados		
Tipo	Cantidad	Descripción
Tuercas	8	T25
Arandelas	8	A25

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	400x650x22	44.90
	Rigidizadores pasantes	2	650/450x150/50x7	9.62
	Total			54.52
B 500 S, Ys = 1.15 (corrugado)	Pernos de anclaje	8	Ø 25 - L = 617 + 243	26.51
	Total			26.51

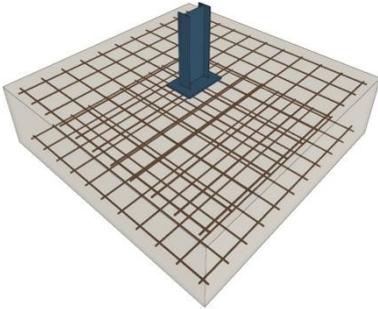
#### II.7.10. Cimentación

Los elementos de la cimentación se dimensionan en función de los siguientes criterios de los Estados Límite Últimos asociados al colapso total o parcial del terreno o al fallo estructural de la cimentación.

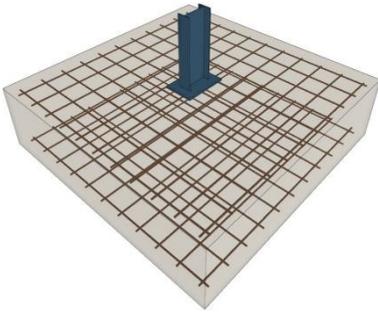
- **Cálculo de la geometría de la zapata:** las dimensiones de las zapatas se calculan mediante comprobación de vuelco, deslizamiento y hundimiento.
  - El CTE DB SE-C define el hundimiento de la cimentación como el estado en que la presión total bruta que actúa sobre ella supera la resistencia característica del terreno en el cual se ha dispuesto. Se conoce a esta presión como presión de hundimiento.
  - Si los elementos de la cimentación han de soportar cargas horizontales, se tendrá en cuenta el deslizamiento, que se produce una vez las tensiones de corte en el punto en que cimentación y terreno entran en contacto superan la resistencia de ese contacto.
  - Si además de cargas horizontales, también existen importantes momentos al tiempo que el ancho equivalente de la cimentación sea pequeño, se podrá producir la rotura por vuelco. Este ancho equivalente se encuentra definido en el apartado 4.3.1.3. del CTE DB SE-C.
- **Cálculo del armado y validación de la geometría de zapata:** se lleva a cabo mediante comprobación de capacidad estructural. De acuerdo con el CTE DB SE-C, se alcanzará el estado límite mencionado cuando el valor de cálculo de la capacidad resistente del cimiento se vea superado por el valor de cálculo de las acciones que afectan a los componentes de la cimentación.

A continuación, se muestran los resultados de cálculo de tres zapatas representativas de las seis que componen la cimentación.

II.7.10.1. Comprobación de zapata 1

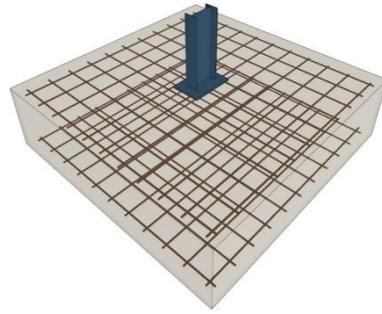
Referencia: N5		
		
Dimensiones: 255 x 255 x 70		
Armados: Xi:Ø16c/23 Yi:Ø16c/23 Xs:Ø16c/23 Ys:Ø16c/23		
Comprobación de zapata 1	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0291357 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0244269 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0380628 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: 158.2 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 286.3 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 29.22 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 25.32 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 23.05 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 19.52 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 109.2 kN/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo: <i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 70 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N5:	Mínimo: 40 cm Calculado: 63 cm	Cumple

Cálculo estructural de una nave industrial de 2790 m<sup>2</sup> dedicada a la producción de horchata en Alboraya (Valencia)

Referencia: N5		
		
Dimensiones: 255 x 255 x 70		
Armados: Xi:Ø16c/23 Yi:Ø16c/23 Xs:Ø16c/23 Ys:Ø16c/23		
Comprobación de zapata 1	Valores	Estado
Cuantía geométrica mínima: <i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1</i>	Mínimo: 0.00123	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.00124	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.00124	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.00124	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.00124	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 23 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 23 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 23 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 23 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 23 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 23 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 23 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 23 cm	Cumple
Longitud de anclaje: 49.5		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 52 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 52 cm	Cumple

Cálculo estructural de una nave industrial de 2790 m<sup>2</sup> dedicada a la producción de horchata en Alboraya (Valencia)

Referencia: N5



Dimensiones: 255 x 255 x 70

Armados: Xi:Ø16c/23 Yi:Ø16c/23 Xs:Ø16c/23 Ys:Ø16c/23

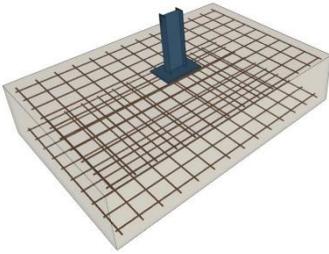
Comprobación de zapata 1	Valores	Estado
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 45 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 45 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 52 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 52 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm Calculado: 45 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 45 cm	Cumple

Se cumplen todas las comprobaciones

Información adicional:

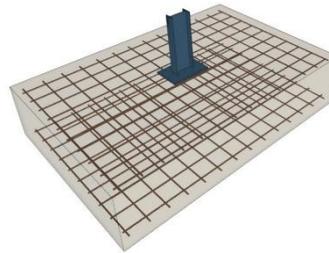
- Zapata de tipo rígido
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.06
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.05
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 558.58 kN
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 558.58 kN

II.7.10.2. Comprobación de zapata 2

Referencia: N96		
		
Dimensiones: 225 x 320 x 70		
Armados: Xi:Ø16c/23 Yi:Ø16c/22 Xs:Ø16c/23 Ys:Ø16c/22		
Comprobación de zapata 2	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		
-Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0247212 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0229554 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0466956 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: 1028.7 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 108.5 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 19.09 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 68.17 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 14.32 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 55.33 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>		
	Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 68.7 kN/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo: <i>Criterio de CYPE</i>		
	Mínimo: 15 cm Calculado: 70 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N96:		
	Mínimo: 40 cm Calculado: 63 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1</i>		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0013	Cumple

Cálculo estructural de una nave industrial de 2790 m<sup>2</sup> dedicada a la producción de horchata en Alboraya (Valencia)

Referencia: N96

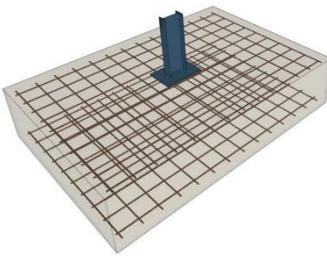


Dimensiones: 225 x 320 x 70

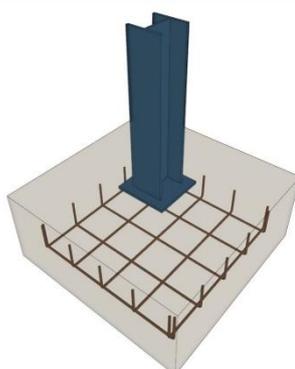
Armados: Xi:Ø16c/23 Yi:Ø16c/22 Xs:Ø16c/23 Ys:Ø16c/22

Comprobación de zapata 2	Valores	Estado
- 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: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 23 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 23 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: 23 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 23 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 22 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>49.5</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 36 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 36 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 77 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 77 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 36 cm	Cumple

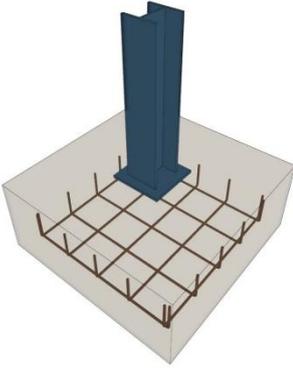
Cálculo estructural de una nave industrial de 2790 m<sup>2</sup> dedicada a la producción de horchata en Alboraya (Valencia)

Referencia: N96		
		
Dimensiones: 225 x 320 x 70		
Armados: Xi:Ø16c/23 Yi:Ø16c/22 Xs:Ø16c/23 Ys:Ø16c/22		
Comprobación de zapata 2	Valores	Estado
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 36 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm Calculado: 77 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 77 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): 0.15		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 700.92 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 492.85 kN		

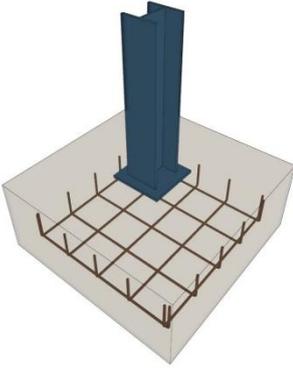
II.7.10.3. Comprobación de zapata 6

Referencia: N162		
		
Dimensiones: 95 x 95 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/19 Yi:Ø12c/19		
Comprobación de zapata 6	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0858375 MPa	Cumple

Cálculo estructural de una nave industrial de 2790 m<sup>2</sup> dedicada a la producción de horchata en Alboraya (Valencia)

Referencia: N162		
		
Dimensiones: 95 x 95 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/19 Yi:Ø12c/19		
Comprobación de zapata 6	Valores	Estado
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.123017 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.10948 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		
- En dirección X:		No procede <sup>(1)</sup>
- En dirección Y: <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>	Reserva seguridad: 219.8 %	Cumple
<sup>(1)</sup> Sin momento de vuelco		
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 6.99 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 9.03 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 2.55 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 3.43 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 316.4 kN/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo: <i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N162:	Mínimo: 30 cm Calculado: 34 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1</i>		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0015	Cumple

Cálculo estructural de una nave industrial de 2790 m<sup>2</sup> dedicada a la producción de horchata en Alboraya (Valencia)

Referencia: N162		
		
Dimensiones: 95 x 95 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/19 Yi:Ø12c/19		
Comprobación de zapata 6	Valores	Estado
Diámetro mínimo de las barras: - Parrilla inferior: <i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1</i>	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>49.5</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.12		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.15		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 134.89 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 134.89 kN		

## **III. PRESUPUESTO**

### III.1. PRESUPUESTO

El presupuesto se ha elaborado mediante la herramienta Arquímedes, donde se han introducido las partidas que lo componen a partir del programa Cype3D y la base de datos Generador de Precios, ambos pertenecientes al software Cype Ingenieros.

Algunas mediciones han sido generadas automáticamente por Cype3D. Es el caso de los kg de acero para perfiles (excepto correas), la capa de hormigón de limpieza, los m<sup>3</sup> hormigón para zapatas y los m<sup>3</sup> de hormigón para vigas de atado. El resto de mediciones se han calculado manualmente.

### III.2. CAPÍTULOS

La Tabla 28 muestra las partidas que componen cada capítulo en que se divide el presupuesto de ejecución material, acompañadas por su precio y medición, además de un breve resumen de sus características.

Tabla 28. Presupuesto de ejecución material (P.E.M.).

Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
A	Acondicionamiento del terreno			81.918,27	81.918,27
AD	Movimiento de tierras en edificación			14.288,67	14.288,67
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.	5.602,000	1,04	5.826,08
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.	320,674	24,29	7.789,17
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.	320,674	2,10	673,42
			AD	14.288,67	14.288,67
AN	Nivelación			67.629,60	67.629,60
ANS010	m <sup>2</sup>	Solera de hormigón armado de 15 cm de espesor, realizada con hormigón HA-	2.790,000	24,24	67.629,60

Cálculo estructural de una nave industrial de 2790 m<sup>2</sup> dedicada a la producción de horchata en Alboraya (Valencia)

		25/F/20/XC2 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.			
			A	81.918,27	81.918,27
C	Cimentaciones			58.520,58	58.520,58
CR	Regularización			3.295,06	3.295,06
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.	390,410	8,44	3.295,06
			CR	3.295,06	3.295,06
CS	Superficiales			47.816,12	47.816,12
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 46,4 kg/m <sup>3</sup> . Incluso armaduras de espera del pilar, alambre de atar y separadores.	246,183	194,23	47.816,12
			CS	47.816,12	47.816,12
CA	Arriostramientos			7.409,40	7.409,40
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 55,3 kg/m <sup>3</sup> . Incluso alambre de atar y separadores.	35,450	209,01	7.409,40
			CA	7.409,40	7.409,40
			C	58.520,58	58.520,58
E	Estructuras			321.880,45	321.880,45
EA	Acero			321.880,45	321.880,45
EAM040	kg	Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de	596,760	2,65	1.581,41

Cálculo estructural de una nave industrial de 2790 m<sup>2</sup> dedicada a la producción de horchata en Alboraya (Valencia)

		perfiles laminados en caliente de la serie HEB, colocado con uniones soldadas en obra.			
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.	4.735,320	2,65	12.548,60
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.	71.549,140	2,65	189.605,22
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.	6.313,030	2,65	16.729,53
EAS006d	Ud	Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central, de 400x650 mm y espesor 22 mm, y montaje sobre 8 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 25 mm de diámetro y 55 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.	32,000	283,83	9.082,56
EAS006	Ud	Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central, de 350x500 mm y espesor 18 mm, y montaje sobre 6 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.	9,000	160,06	1.440,54
EAS006b	Ud	Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central, de 300x450 mm y espesor 18 mm, y montaje sobre 4 pernos de	5,000	98,41	492,05

Cálculo estructural de una nave industrial de 2790 m<sup>2</sup> dedicada a la producción de horchata en Alboraya (Valencia)

		acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 16 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 cimient. 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.			
EAS006c	Ud	Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con taladro central, de 250x250 mm y espesor 14 mm, y montaje sobre 4 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 10 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 cimient. 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.	4,000	44,35	177,40
EAT030	kg	Acero UNE-EN 10162 S235JRC, en correas metálicas 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 atornilladas en obra. Incluye: Replanteo de las correas sobre las cerchas. Presentación de las correas sobre las cerchas. Aplomado y nivelación definitivos. Ejecución de las uniones atornilladas.	27.620,450	3,00	82.861,35
EAE010	kg	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. Incluye: Replanteo de la escalera. Colocación y fijación provisional de los perfiles. Aplomado y nivelación. Ejecución de las uniones soldadas.	310,400	8,42	2.613,57
EAF010	m <sup>2</sup>	Forjado de 30 = 25+5 cm de canto, compuesto de: viguetas de acero laminado en caliente UNE-EN 10025	121,500	39,08	4.748,22

Cálculo estructural de una nave industrial de 2790 m<sup>2</sup> dedicada a la producción de horchata en Alboraya (Valencia)

		S275JR, en perfiles simples, IPE 240 (no incluidas en esta partida); bovedilla de hormigón, 60x20x25 cm; capa de compresión de hormigón armado de 5 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.				
				EA	321.880,45	321.880,45
				E	321.880,45	321.880,45
F	Fachadas y particiones				166.130,84	166.130,84
FL	Fachadas ligeras				166.130,84	166.130,84
FLA030	m <sup>2</sup>	Fachada de paneles sándwich aislantes, de 50 mm de espesor y 1100 mm de anchura, formados por doble cara metálica de chapa lisa de acero galvanizado prelacado, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de lana de roca de 145 kg/m <sup>3</sup> de densidad media, colocados en posición vertical y fijados mecánicamente con sistema de fijación oculta a una estructura portante o auxiliar.	2.149,170		77,30	166.130,84
				FL	166.130,84	166.130,84
				F	166.130,84	166.130,84
Q	Cubiertas				91.001,94	91.001,94
QU	Componentes de cubiertas inclinadas				91.001,94	91.001,94
QUM020	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 1000 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 poliuretano de densidad media 40 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	2.561,995		33,52	85.878,07

Cálculo estructural de una nave industrial de 2790 m<sup>2</sup> dedicada a la producción de horchata en Alboraya (Valencia)

		paneles sándwich y pintura antioxidante de secado rápido, para la protección de los solapes entre paneles sándwich.			
QUP020	m <sup>2</sup>	Cobertura de placas translúcidas planas de policarbonato celular, de 4 mm de espesor, con una transmisión de luminosidad del 90%, 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 perfiles en H de policarbonato para la unión entre placas, perfiles en U de policarbonato para el cierre lateral de las placas, cinta autoadhesiva microperforada de aluminio para el sellado de los bordes inferiores de las placas, cinta autoadhesiva de aluminio para el sellado de los bordes superiores de las placas y silicona neutra oxímica, para sellado de juntas.	241,920	21,18	5.123,87
			QU	91.001,94	91.001,94
			Q	91.001,94	91.001,94
L	Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares			30.129,42	30.129,42
LI	Puertas de uso industrial			9.075,08	9.075,08
LIM010	Ud	Puerta seccional industrial, de 5x5 m, formada por panel sándwich, de 40 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), juntas entre paneles y perimetrales de estanqueidad, guías laterales de acero galvanizado, herrajes de colgar, equipo de motorización, muelles de torsión, cables de suspensión, cuadro de maniobra con pulsador de control de apertura y cierre de la puerta y pulsador de parada de emergencia, sistema antipinzamiento para evitar el atrapamiento de las manos, en ambas caras y sistemas de seguridad en caso de rotura de muelle y de rotura de cable.	2,000	4.537,54	9.075,08
			LI	9.075,08	9.075,08
LC	Carpintería			21.054,34	21.054,34
LCP0601	Ud	Ventana de PVC, dos hojas practicables con apertura hacia el interior,	10,000	568,57	5.685,70

Cálculo estructural de una nave industrial de 2790 m<sup>2</sup> dedicada a la producción de horchata en Alboraya (Valencia)

		dimensiones 1300x2200 mm, compuesta de marco, hoja y junquillos, acabado estándar en las dos caras, color blanco, perfiles de 70 mm de anchura, soldados a inglete, que incorporan cinco cámaras interiores, tanto en la sección de la hoja como en la del marco, para mejora del aislamiento térmico; galce con pendiente del 5% para facilitar el desagüe; con refuerzos interiores, juntas de estanqueidad de EPDM manilla y herrajes; espesor máximo del acristalamiento: 40 mm; compuesta por marco, hojas, herrajes de colgar y apertura, elementos de estanqueidad y accesorios homologados, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase 9A, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C2, según UNE-EN 12210, sin premarco cajón de persiana básico incorporado (monoblock), persiana enrollable de lamas de PVC, con accionamiento manual con cinta y recogedor.			
LCP0600	Ud	Ventana de PVC, dos hojas practicables con apertura hacia el exterior, dimensiones 1900x1900 mm, compuesta de marco, hoja y junquillos, acabado estándar en las dos caras, color blanco, perfiles de 70 mm de anchura, soldados a inglete, que incorporan cinco cámaras interiores, tanto en la sección de la hoja como en la del marco, para mejora del aislamiento térmico; galce con pendiente del 5% para facilitar el desagüe; con refuerzos interiores, juntas de estanqueidad de EPDM manilla y herrajes; espesor máximo del acristalamiento: 40 mm; compuesta por marco, hojas, herrajes de colgar y apertura, elementos de estanqueidad y accesorios homologados, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase 9A, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C2, según UNE-EN 12210, sin	12,000	628,18	7.538,16

Cálculo estructural de una nave industrial de 2790 m<sup>2</sup> dedicada a la producción de horchata en Alboraya (Valencia)

		premarco cajón de persiana básico incorporado (monoblock), persiana enrollable de lamas de PVC, con accionamiento manual con cinta y recogedor.			
LCP0602	Ud	Puerta de PVC, una hoja practicable con apertura hacia el exterior, dimensiones 1200x2200 mm, compuesta de marco, hoja y junquillos, acabado estándar en las dos caras, color blanco, perfiles de 70 mm de anchura, soldados a inglete, que incorporan cinco cámaras interiores, tanto en la sección de la hoja como en la del marco, para mejora del aislamiento térmico; galce con pendiente del 5% para facilitar el desagüe; con refuerzos interiores, juntas de estanqueidad de EPDM manilla y herrajes; espesor máximo del acristalamiento: 40 mm; compuesta por marco, hojas, herrajes de colgar y apertura, elementos de estanqueidad y accesorios homologados, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase E750, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C3, según UNE-EN 12210, sin premarco cajón de persiana básico incorporado (monoblock), persiana enrollable de lamas de PVC, con accionamiento manual con cinta y recogedor.	14,000	559,32	7.830,48
			LC	21.054,34	21.054,34
			L	30.129,42	30.129,42
<b>Presupuesto de ejecución material (P.E.M.)</b>				<b>749.581,50</b>	<b>749.581,50</b>

Finalmente, el presupuesto de ejecución por contrata está calculado en la Tabla 29.

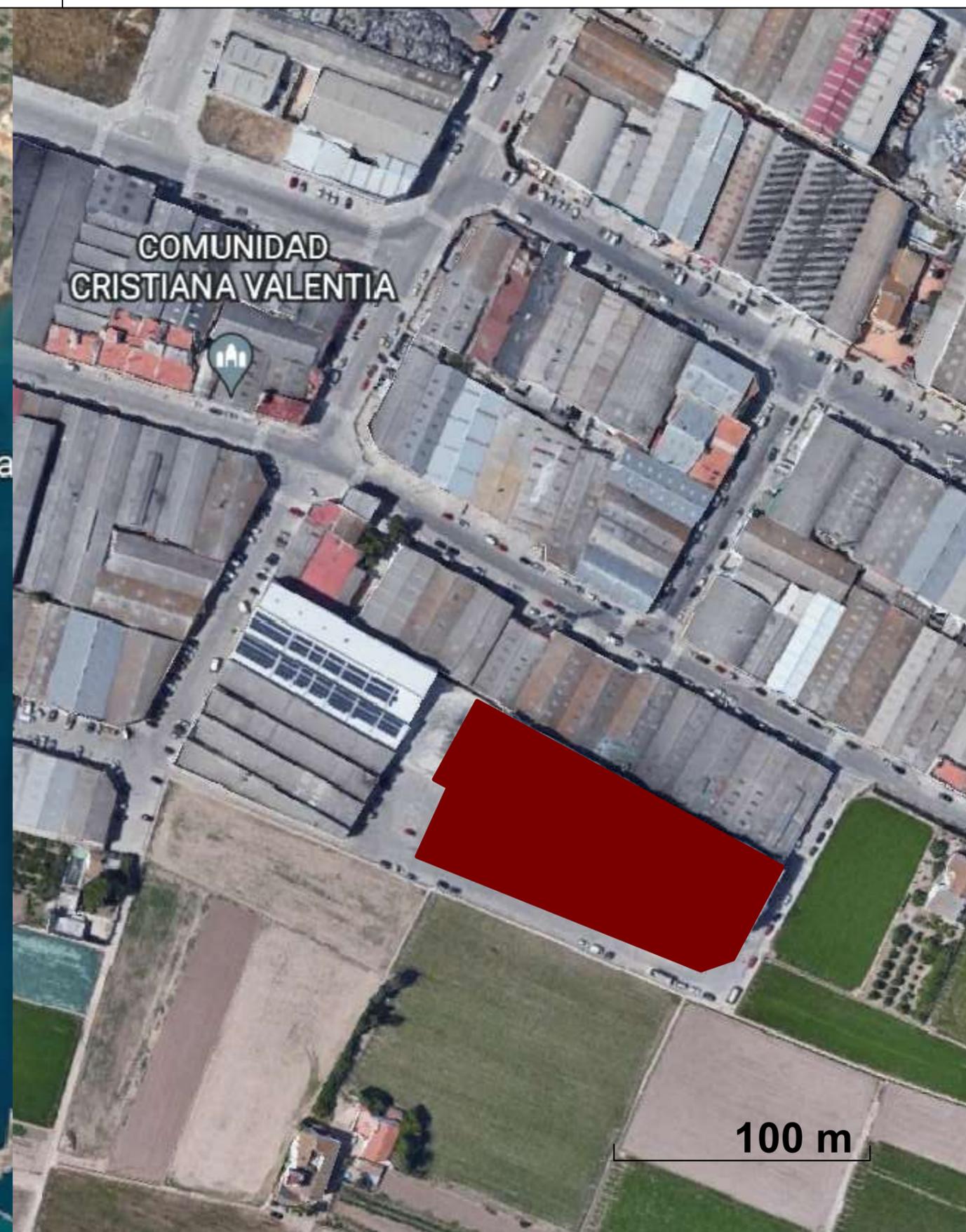
Tabla 29. Presupuesto de ejecución por contrata (P.E.C.).

<b>Presupuesto de ejecución material (P.E.M.)</b>	<b>749.581,50</b>
% Gastos Generales (GG)= 13%	97.445,60
% Beneficio industrial (BI)= 6%	44.974,89
<b>Presupuesto de ejecución por contrata (P.E.C.)= P.E.M.+BI+GG</b>	<b>892.001,99</b>
I.V.A.= 21%	187.320,42
<b>Presupuesto de ejecución por contrata con I.V.A. (P.E.C.)</b>	<b>1.079.322,41</b>

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata con IVA a la expresada cantidad **de UN MILLÓN SETENTA Y NUEVE MIL TRESCIENTOS VEINTIDOS EUROS CON CUARENTA Y UN CÉNTIMOS.**

Alboraya, julio de 2022.

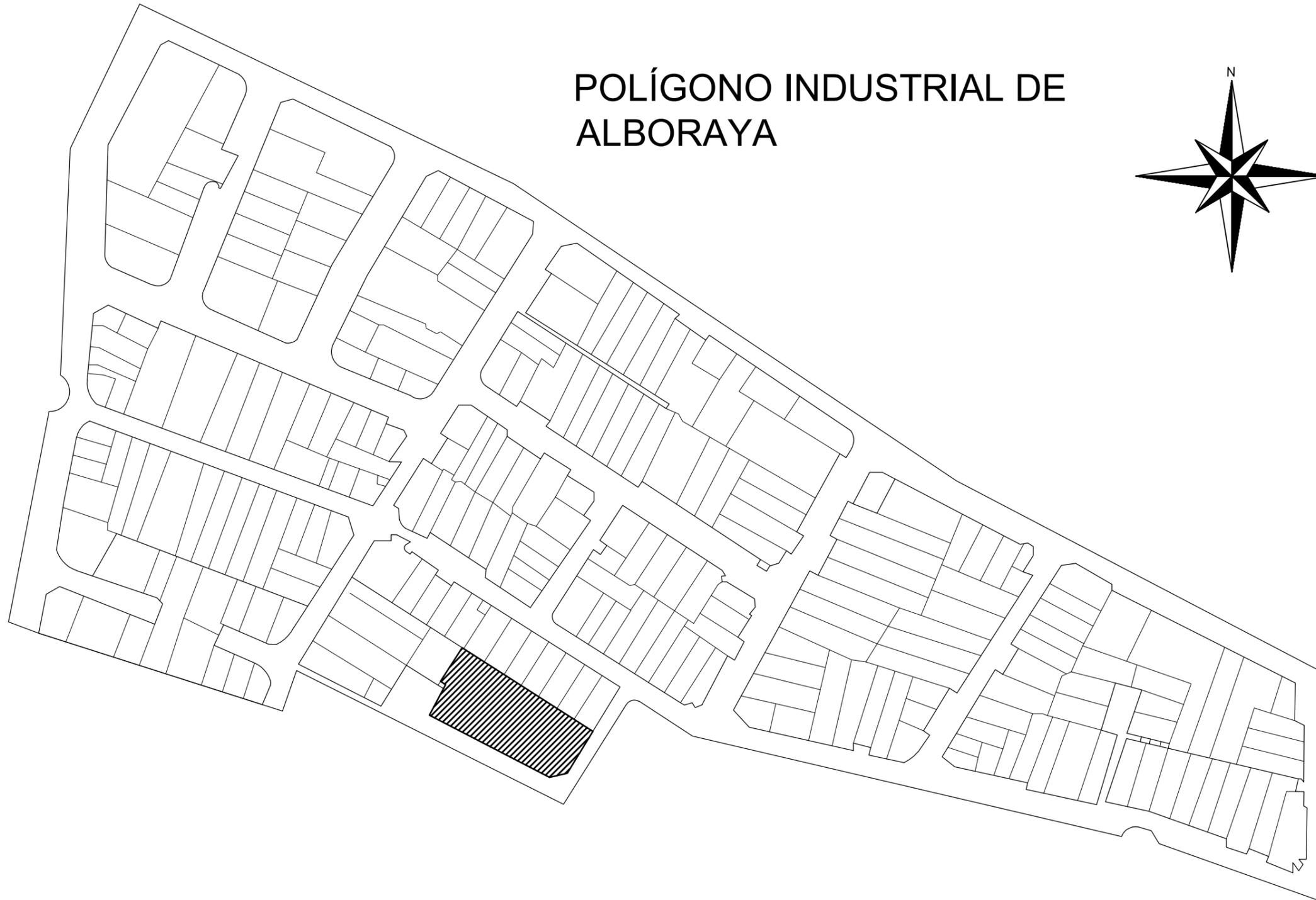
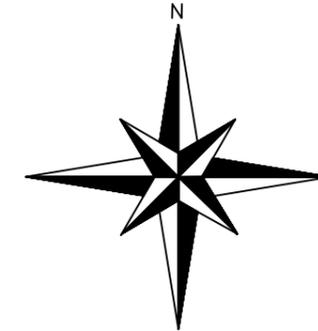
## **IV. PLANOS**



Ubicación de Alboraya y su polígono industrial

Localización de parcela dentro del polígono industrial

# POLÍGONO INDUSTRIAL DE ALBORAYA



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA

Proyecto: CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL DE 2790 m<sup>2</sup> DEDICADA A LA PRODUCCIÓN DE HORCHATA EN ALBORAYA (VALENCIA)

Plano: Ubicación de parcela II

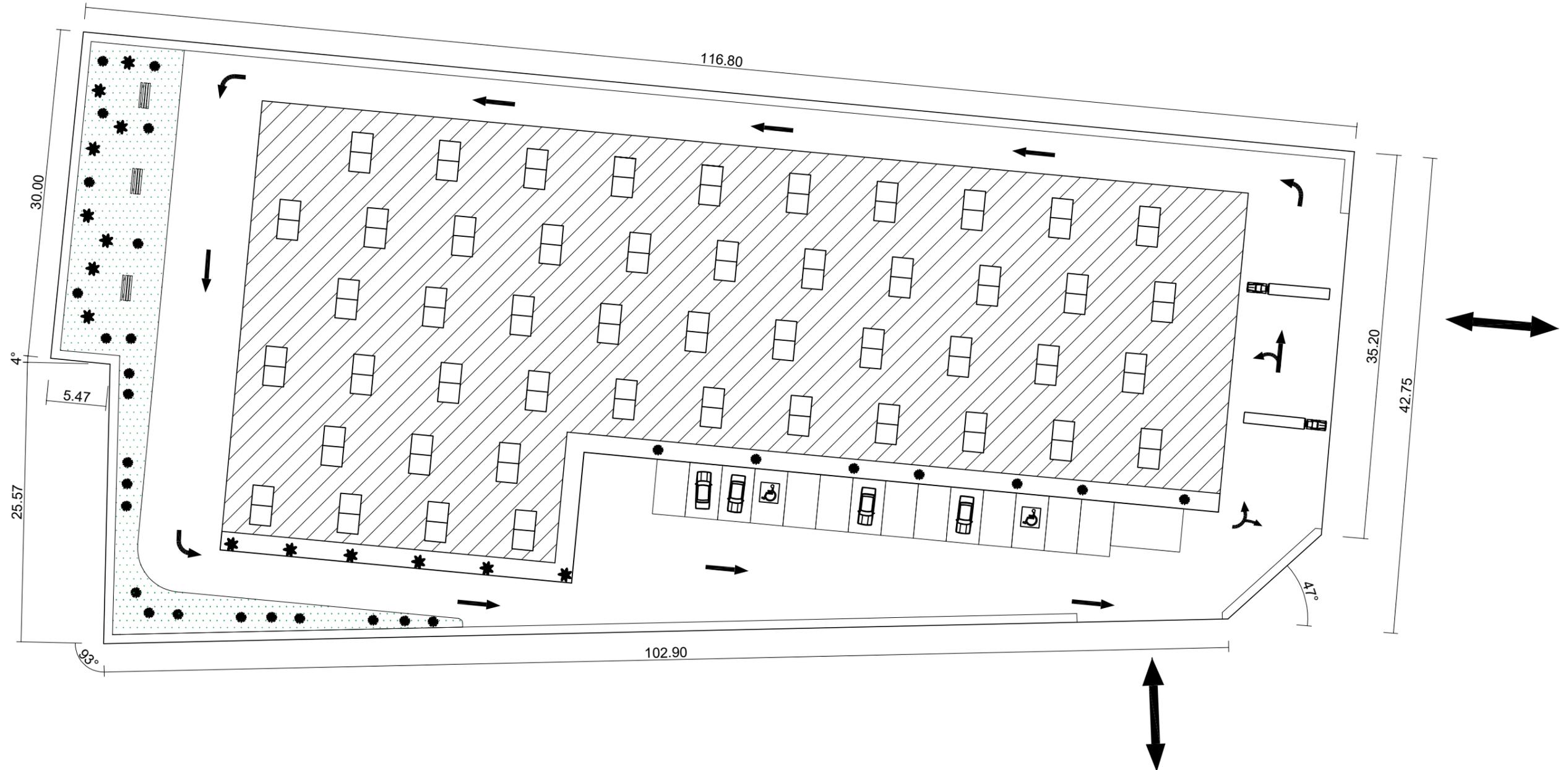
Autor: Carla Hernández Peñas

Fecha: Julio 2022

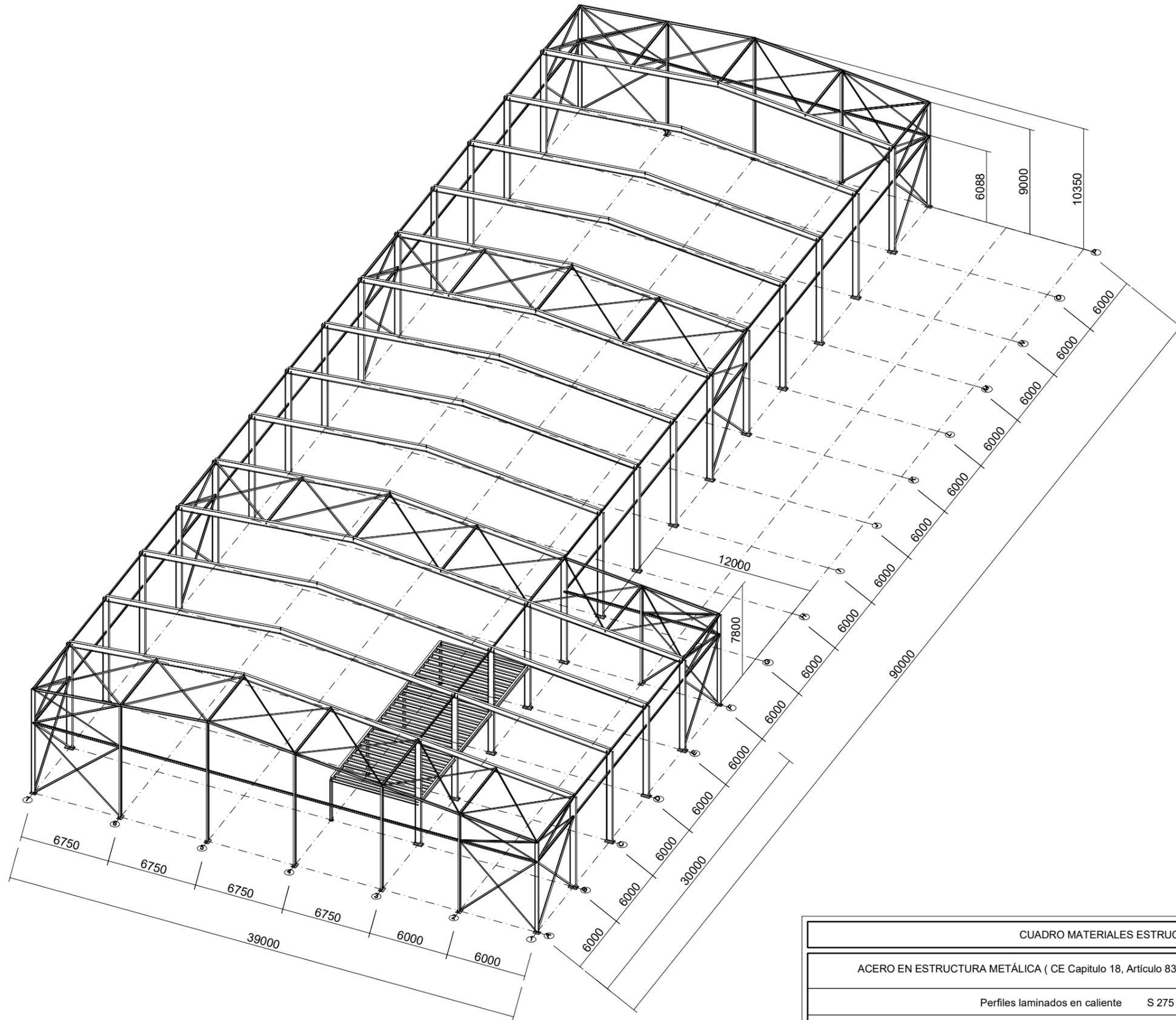
Escala: 1:5000

Nº Plano:

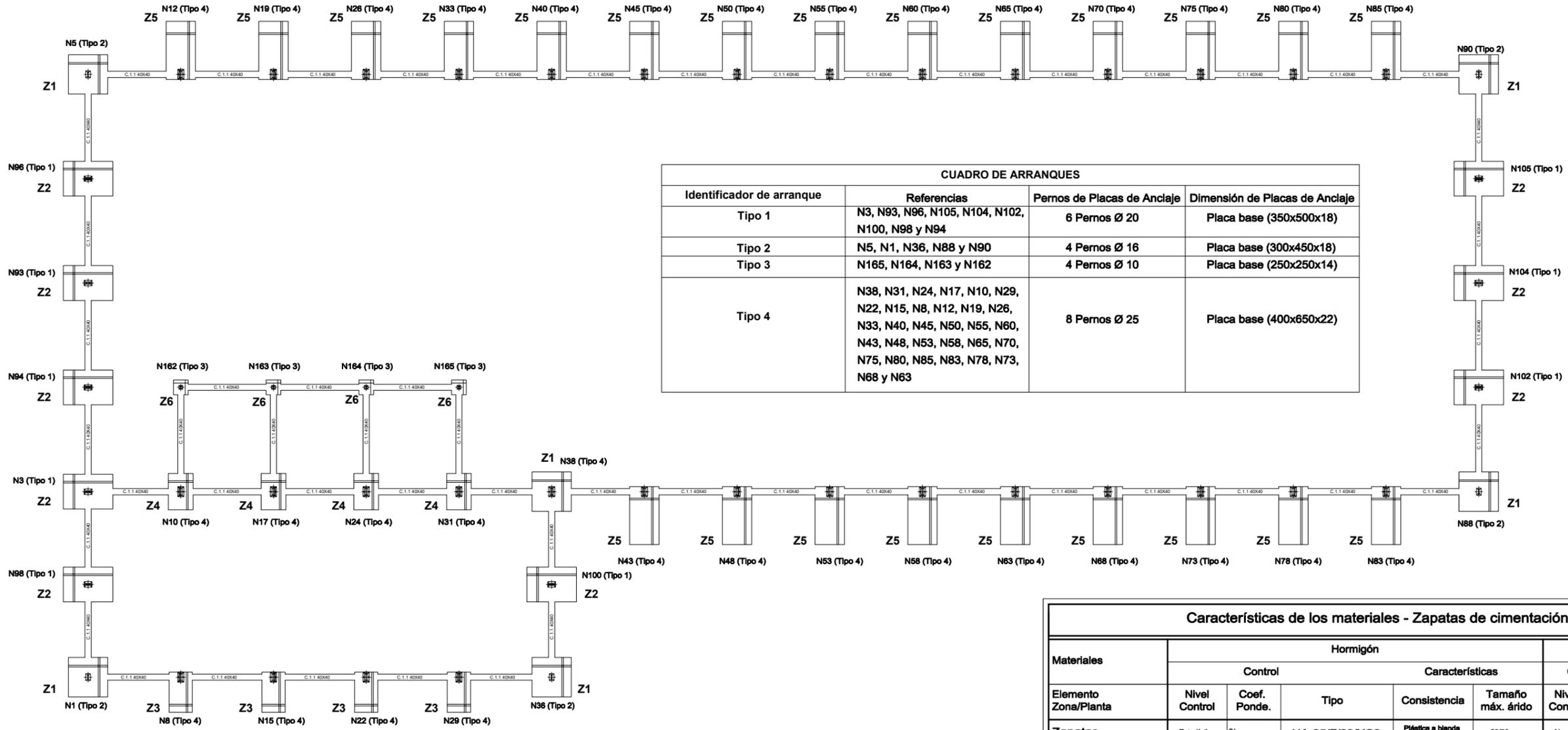
02



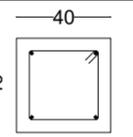
cotas en (m)



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>	$\gamma_{M0}=1,05$	$\gamma_{M1}=1,05$



Identificador de arranque	Referencias	Pernos de Placas de Anclaje	Dimensión de Placas de Anclaje
Tipo 1	N3, N93, N96, N105, N104, N102, N100, N98 y N94	6 Pernos Ø 20	Placa base (350x500x18)
Tipo 2	N5, N1, N36, N88 y N90	4 Pernos Ø 16	Placa base (300x450x18)
Tipo 3	N165, N164, N163 y N162	4 Pernos Ø 10	Placa base (250x250x14)
Tipo 4	N38, N31, N24, N17, N10, N29, N22, N15, N8, N12, N19, N26, N33, N40, N45, N50, N55, N60, N43, N48, N53, N58, N65, N70, N75, N80, N85, N83, N78, N73, N68 y N63	8 Pernos Ø 25	Placa base (400x650x22)

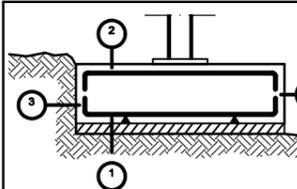
	<p>C.1.1</p> <p>Arm. sup.: 2Ø12</p> <p>Arm. inf.: 2Ø12</p> <p>Estribos: 1xØ8c/25</p>
---	--

Identificador de zapata	Referencias	Dimensiones (cm)	Canto (cm)	Armado inf. X	Armado inf. Y	Armado sup. X	Armado sup. Y
Z1	N1, N5, N36, N38, N88 y N90	255x255	70	11Ø16c/23	11Ø16c/23	11Ø16c/23	11Ø16c/23
Z2	N3, N93, N94, N96, N98, N100, N102, N104 y N105	225x320	70	14Ø16c/23	10Ø16c/22	14Ø16c/23	10Ø16c/22
Z3	N8, N15, N22 y N29	150x260	90	15Ø16c/17	9Ø16c/16	15Ø16c/17	9Ø16c/16
Z4	N10, N17, N24 y N31	160x235	70	18Ø12c/12.5	7Ø16c/23	18Ø12c/12.5	7Ø16c/23
Z5	N12, N19, N26, N33, N40, N45, N50, N55, N60, N65, N70, N75, N80 y N85 N43, N48, N53, N58, N63, N68, N73, N78 y N83	190x375	90	14Ø20c/27	7Ø20c/28	14Ø20c/27	7Ø20c/28
Z6	N162, N163, N164 y N165	95x95	40	5Ø12c/19	5Ø12c/19		

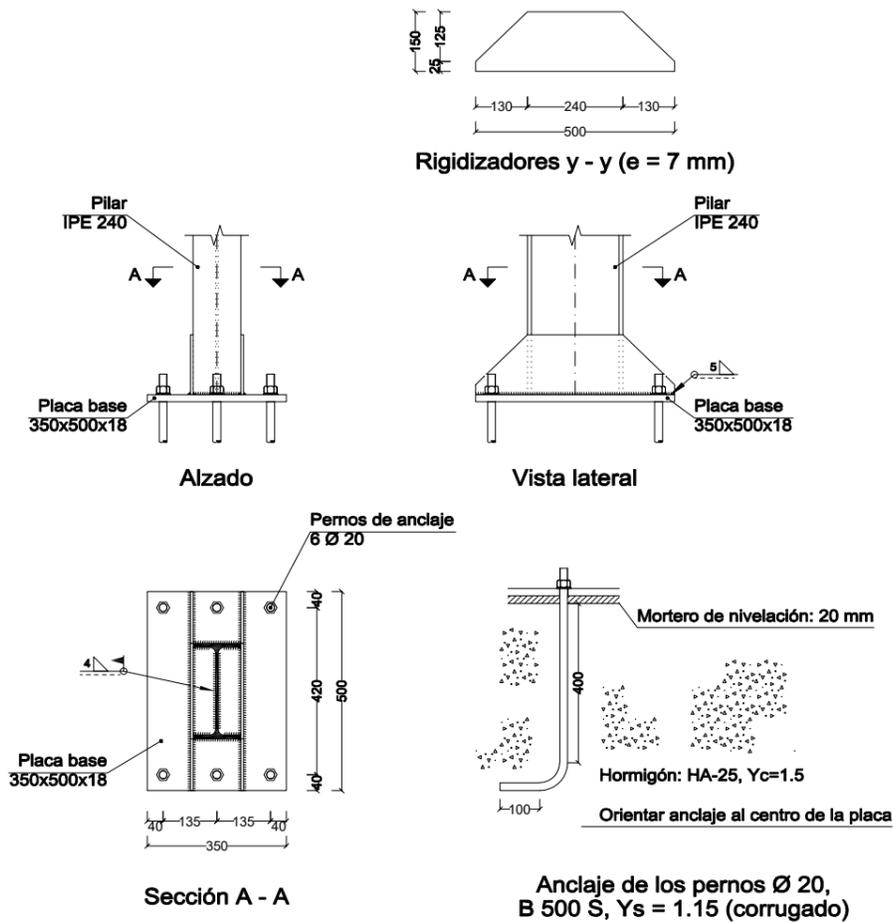
Materiales	Hormigón				Acero			
	Control		Características		Control		Características	
Elemento Zona/Planta	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo	Consistencia	Tamaño máx. árido	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo
Zapatas	Estadístico	$\gamma = 1.50$	HA-25/F/20/XC2	Plástica a blanda (9-15 cm)	20/30 mm	Normal	$\gamma = 1.15$	B500S
Vigas de atado	Estadístico	$\gamma = 1.50$	HA-25/F/20/XC2	Plástica a blanda (9-15 cm)	20/30 mm	Normal	$\gamma = 1.15$	B500S
Ejecución (Acciones)	Normal	$\gamma = 1.35$ $\gamma = 1.50$	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**

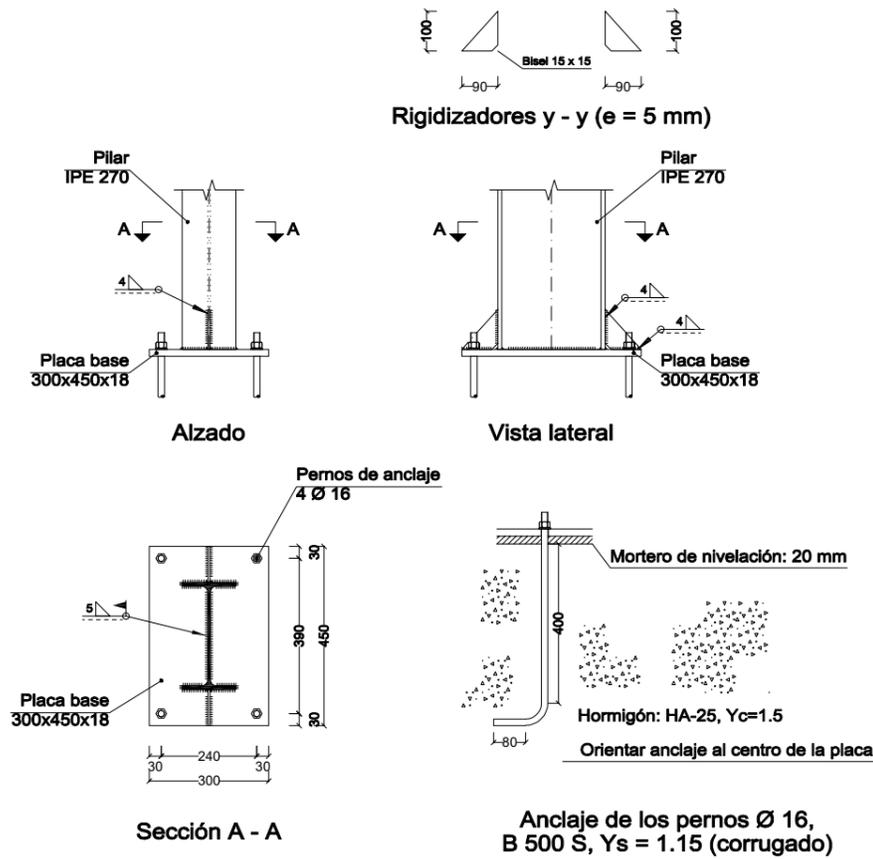
- Control Estadístico en CE
- Solapes según CE
- El acero utilizado deberá estar garantizado con un distintivo reconocido: Sello CIETSID, CC-EHE, ...

Datos geotécnicos	Recubrimientos nominales
- Tensión admisible del terreno considerada = 0.20 MPa (2.00 Kg/cm <sup>2</sup> )	 <ol style="list-style-type: none"> <li>1.- Recubrimiento con hormigón de limpieza 4 cm.</li> <li>2.- Recubrimiento superior libre 4/5 cm.</li> <li>3.- Recubrimiento lateral contacto terreno <math>\geq</math> 8 cm.</li> <li>4.- Recubrimiento lateral libre 4/5 cm.</li> </ol>

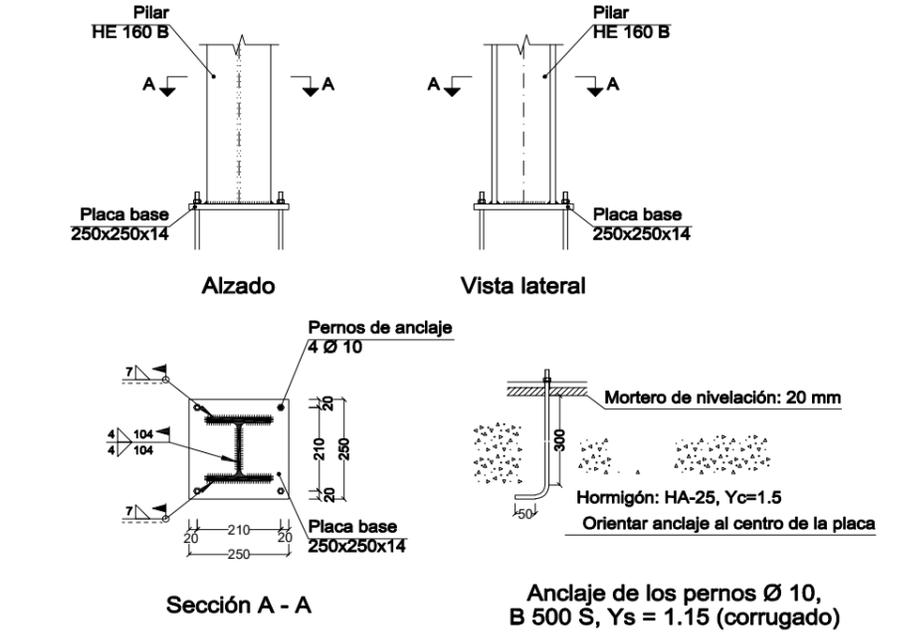
### Tipo 1



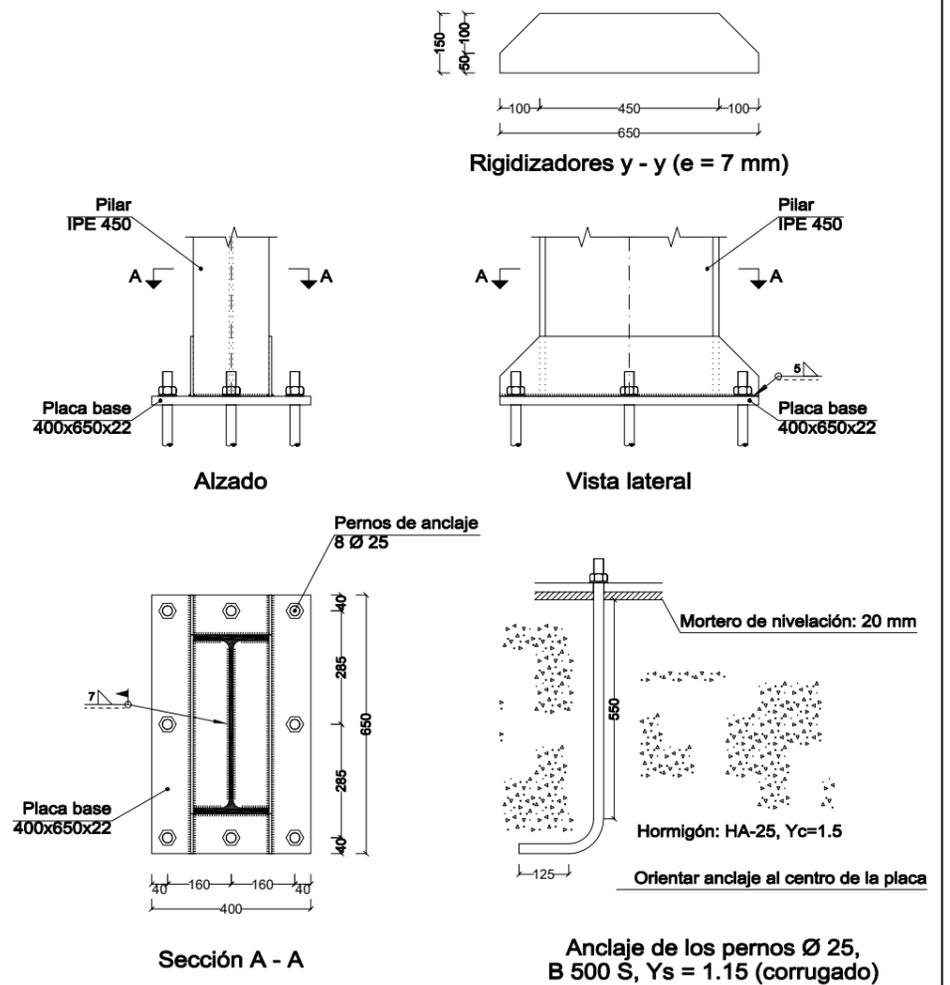
### Tipo 2



### Tipo 3



### Tipo 4



#### 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 frio	S 235 - L.E. 235 N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{M0}=1,05$	$\gamma_{M1}=1,05$

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERIA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



Proyecto: **CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL DE 2790 m<sup>2</sup> DEDICADA A LA PRODUCCIÓN DE HORCHATA EN ALBORAYA (VALENCIA)**

Plano: **Detalle de placas de anclaje**

Autor: **Carla Hernández Peñas**

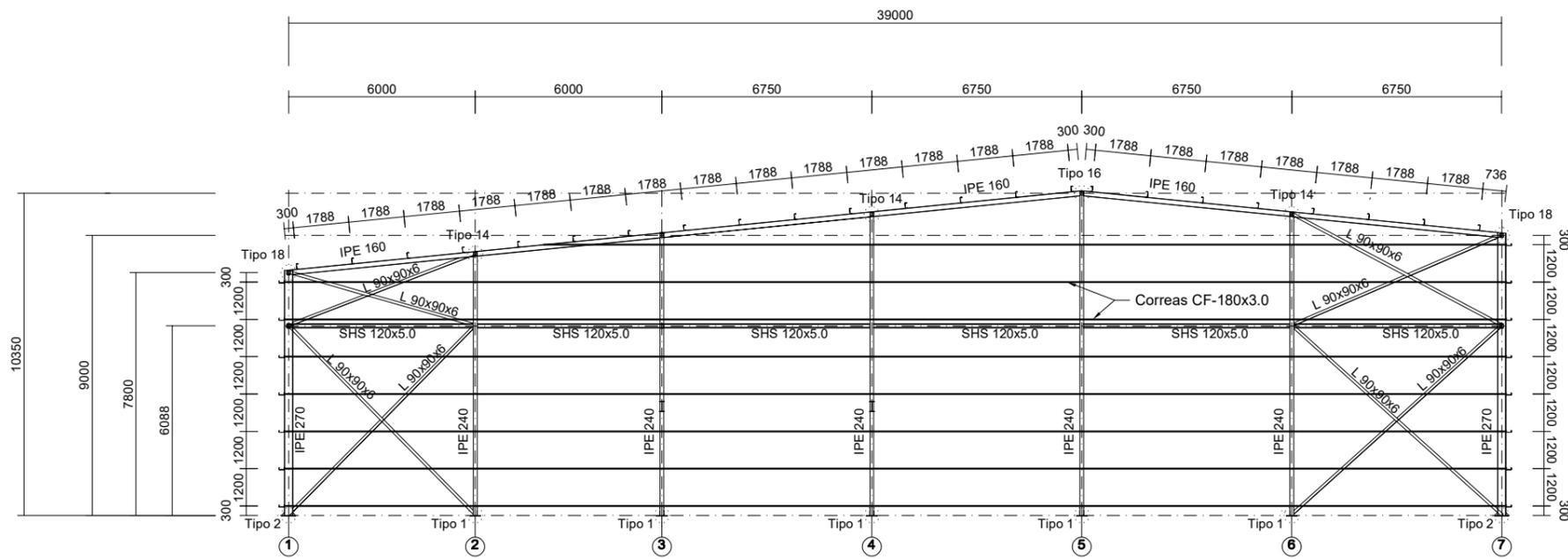
Fecha: **Julio 2022**

Escala: **S/E**

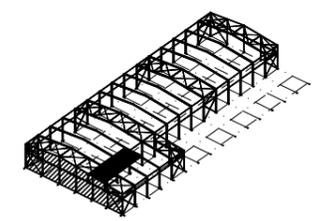
Nº Plano:

**06**

### Alineación A



Cabeza de pilar central +10.350  
 Cabeza de pilar 1 +9.000  
 Cabeza de pilar 2 +7.800  
 Arriostramiento +6.088  
 Suelo +0.000

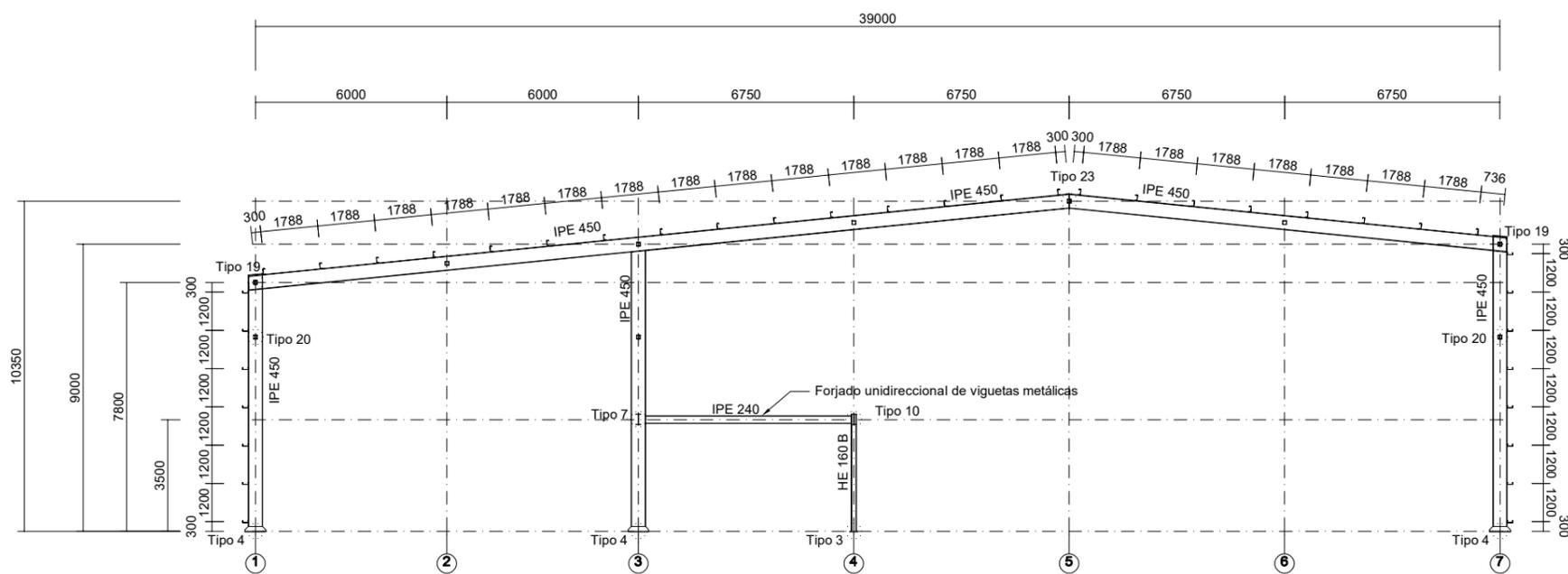


**Correas en cubierta**  
 Tipo de Acero: S235  
 Tipo de perfil: CF-180x3.0  
 Separación: 1.788 m.  
 Número de correas: 23  
 Peso lineal: 173.38 kg/m

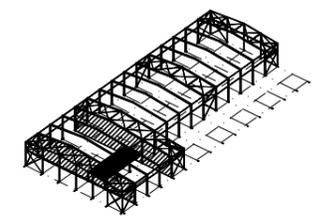
**Correas en lateral 1**  
 Tipo de Acero: S235  
 Tipo de perfil: CF-180x3.0  
 Separación: 1.20 m.  
 Número de correas: 7  
 Peso lineal: 52.78 kg/m

**Correas en lateral 7**  
 Tipo de Acero: S235  
 Tipo de perfil: CF-180x3.0  
 Separación: 1.20 m.  
 Número de correas: 8  
 Peso lineal: 60.32 kg/m

### Alineaciones B y E

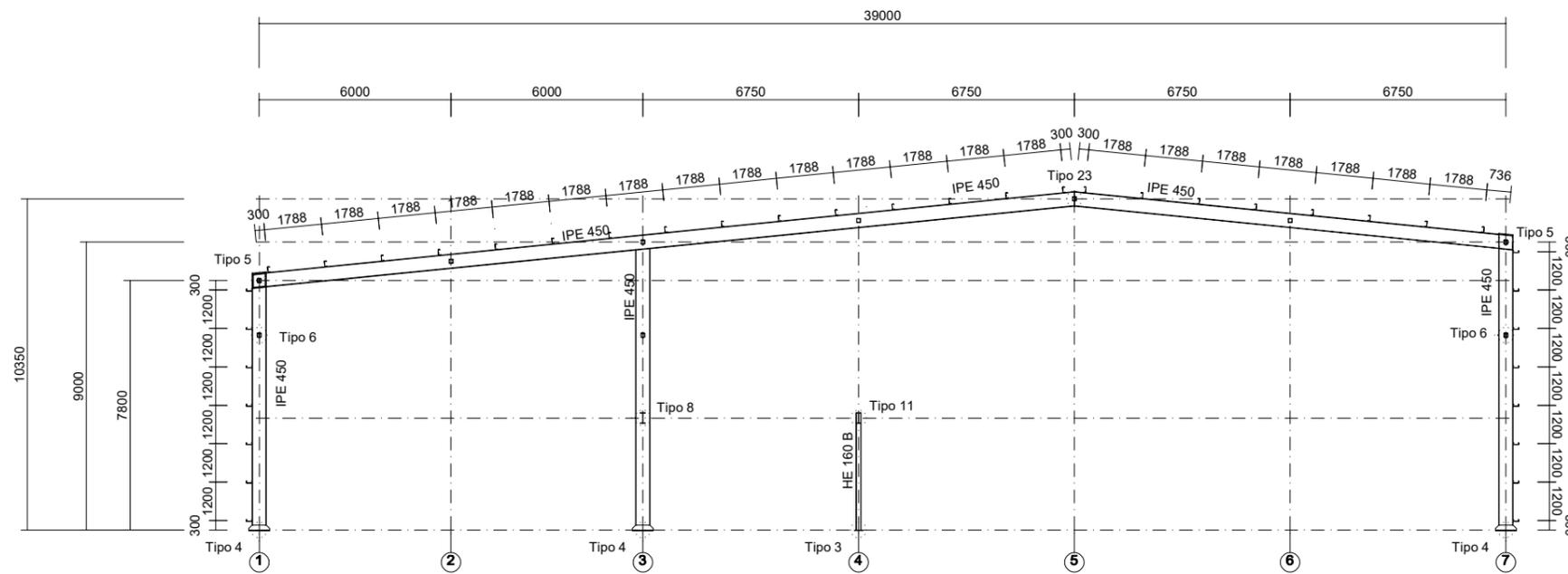


Cabeza de pilar central +10.350  
 Cabeza de pilar 1 +9.000  
 Cabeza de pilar 2 +7.800  
 Altillo +3.500  
 Suelo +0.000



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>	$\gamma_{M0}=1,05$	$\gamma_{M1}=1,05$

### Alineaciones C y D



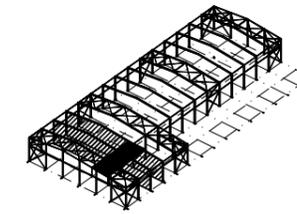
Cabeza de pilar central +10.350

Cabeza de pilar 1 +9.000

Cabeza de pilar 2 +7.800

Altillo +3.500

Suelo +0.000



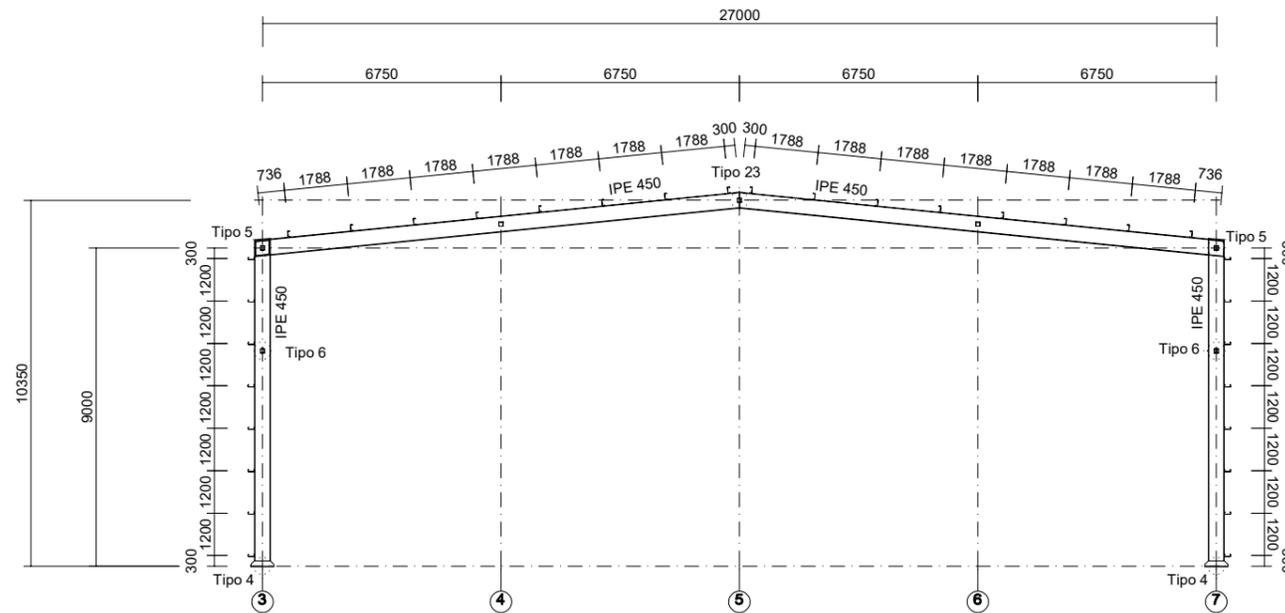
**Correas en cubierta C**  
 Tipo de Acero: S235  
 Tipo de perfil: CF-180x3.0  
 Separación: 1.788 m.  
 Número de correas: 23  
 Peso lineal: 173.38 kg/m

**Correas en lateral 1**  
 Tipo de Acero: S235  
 Tipo de perfil: CF-180x3.0  
 Separación: 1.20 m.  
 Número de correas: 7  
 Peso lineal: 52.78 kg/m

**Correas en cubierta G**  
 Tipo de Acero: S235  
 Tipo de perfil: CF-180x3.0  
 Separación: 1.788 m.  
 Número de correas: 16  
 Peso lineal: 120.64 kg/m

**Correas en lateral 7**  
 Tipo de Acero: S235  
 Tipo de perfil: CF-180x3.0  
 Separación: 1.20 m.  
 Número de correas: 8  
 Peso lineal: 60.32 kg/m

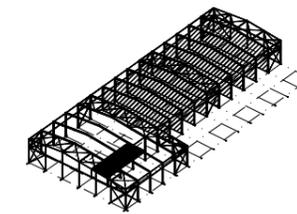
### Pórticos de alineaciones desde G hasta O



Cabeza de pilar central +10.350

Cabeza de pilar 1 +9.000

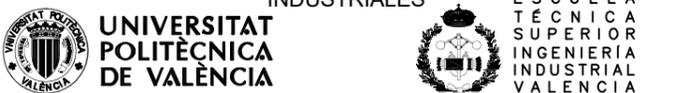
Suelo +0.000



#### 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 INDUSTRIAL DE 2790 m<sup>2</sup> DEDICADA A LA PRODUCCIÓN DE HORCHATA EN ALBORAYA (VALENCIA)

Plano: Pórticos interiores C, D y desde G a O

Autor: Carla Hernández Peñas

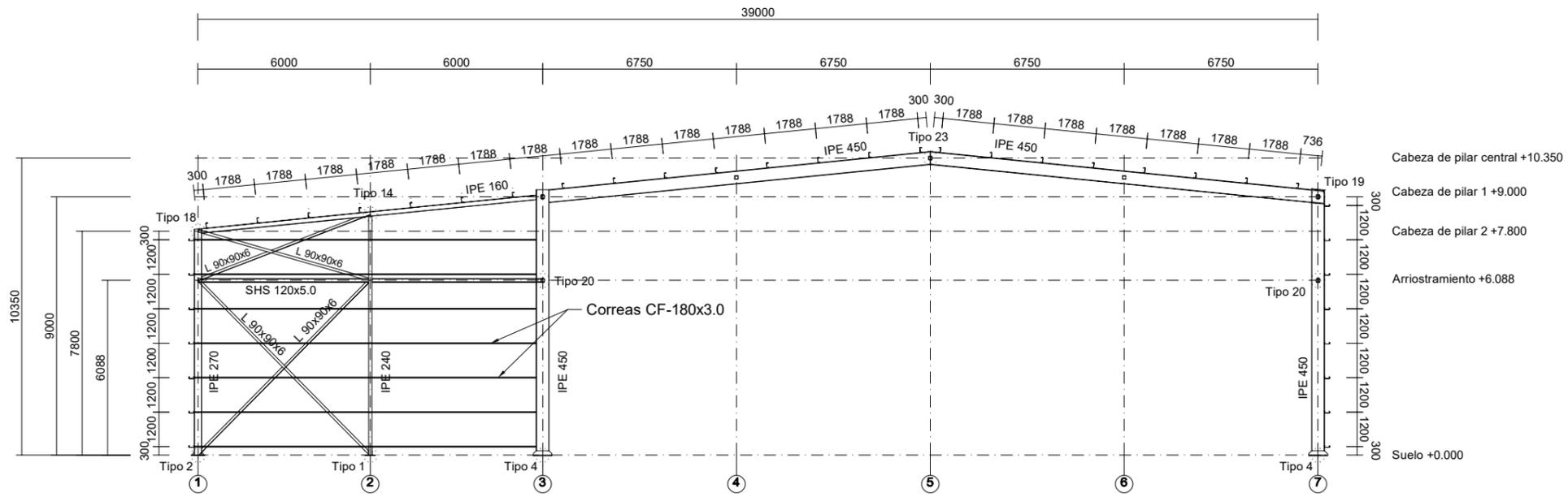
Fecha: Julio 2022

Escala: 1:200

Nº Plano:

08

### Alineación F

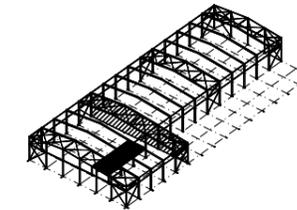


**Correas en cubierta F**  
 Tipo de Acero: S235  
 Tipo de perfil: CF-180x3.0  
 Separación: 1.788 m.  
 Número de correas: 23  
 Peso lineal: 173.38 kg/m

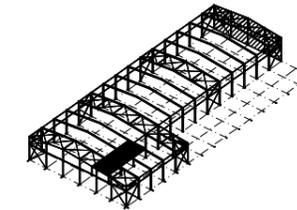
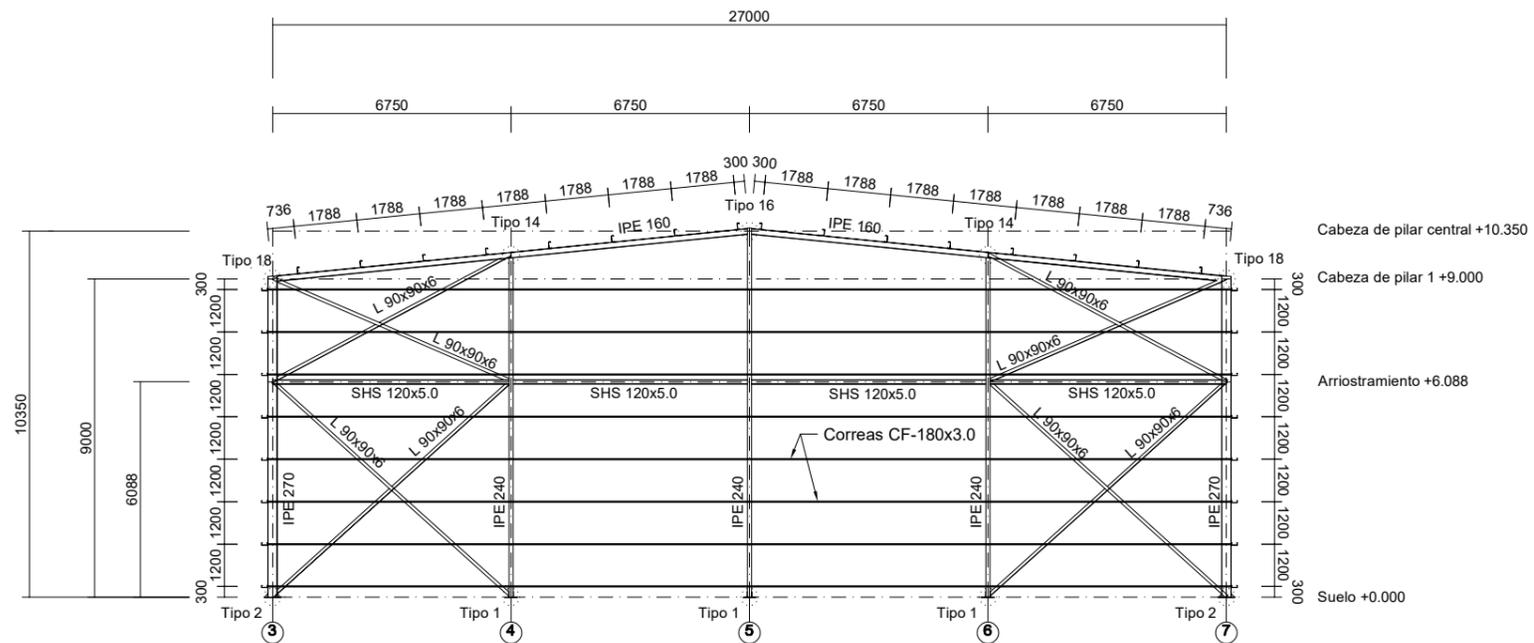
**Correas en lateral 1**  
 Tipo de Acero: S235  
 Tipo de perfil: CF-180x3.0  
 Separación: 1.20 m.  
 Número de correas: 7  
 Peso lineal: 52.78 kg/m

**Correas en cubierta P**  
 Tipo de Acero: S235  
 Tipo de perfil: CF-180x3.0  
 Separación: 1.788 m.  
 Número de correas: 16  
 Peso lineal: 120.64 kg/m

**Correas en lateral 7**  
 Tipo de Acero: S235  
 Tipo de perfil: CF-180x3.0  
 Separación: 1.20 m.  
 Número de correas: 8  
 Peso lineal: 60.32 kg/m

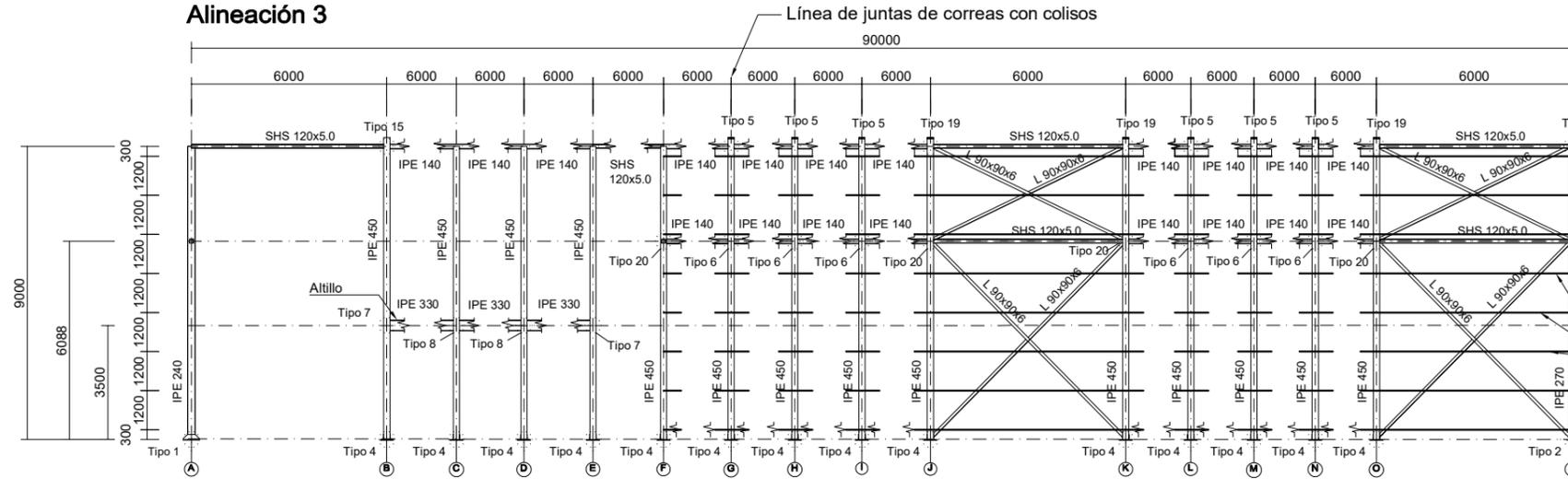


### Alineación P



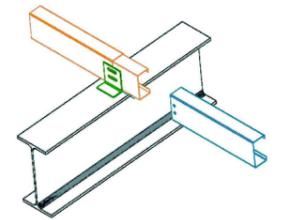
CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA			
ACERO EN ESTRUCTURA METÁLICA ( CE Capitulo 18, Artículo 83, Tabla 83.1.d)		$\gamma_{M0}$	$\gamma_{M1}$
Perfiles laminados en caliente	S 275 - L.E. 275 N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{M0}=1,05$	$\gamma_{M1}=1,05$
Perfiles conformados en frío	S 235 - L.E. 235 N/mm <sup>2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

**Alineación 3**

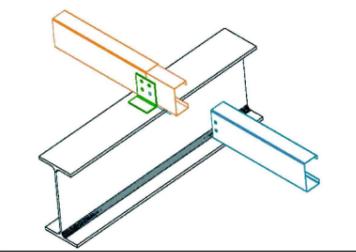


**Correas en lateral 1**  
 Tipo de Acero: S235  
 Tipo de perfil: CF-180x3.0  
 Separación: 1.20 m.  
 Número de correas: 7  
 Peso lineal: 52.78 kg/m

**Correas en laterales 3 y 7**  
 Tipo de Acero: S235  
 Tipo de perfil: CF-180x3.0  
 Separación: 1.20 m.  
 Número de correas: 8  
 Peso lineal: 60.32 kg/m

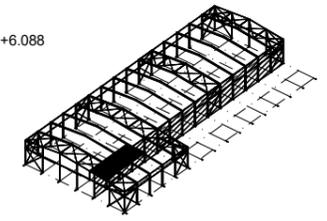


Detalle de línea de juntas con colisos en correas CF-180x3.0

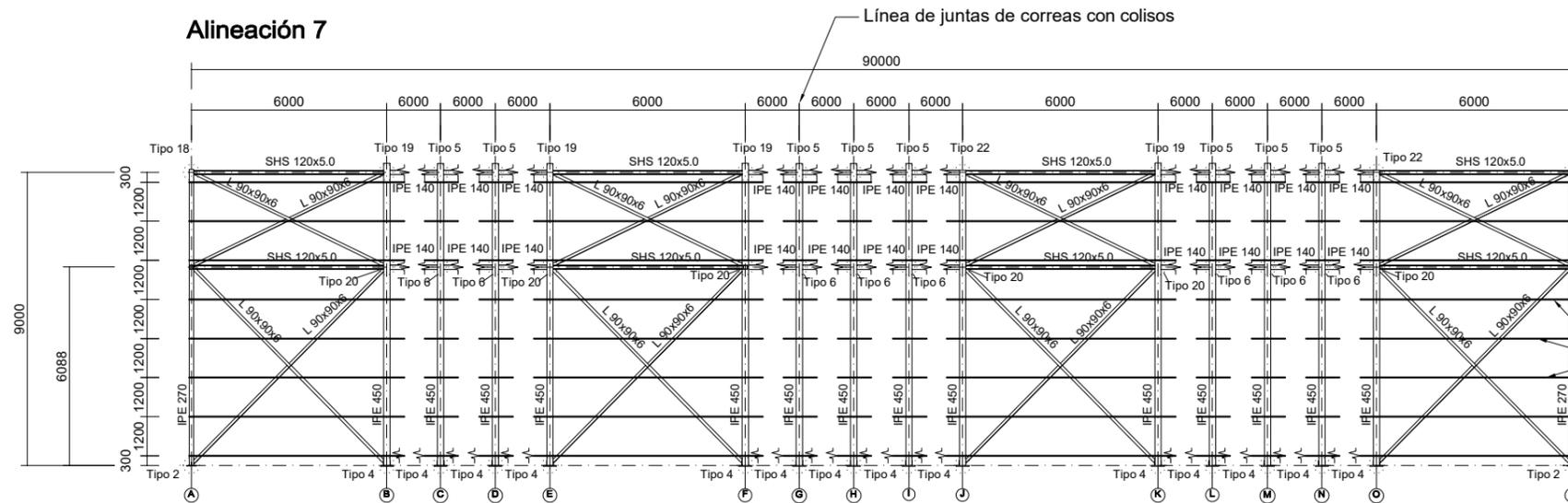


Detalle de línea de juntas en correas estándar CF-180x3.0

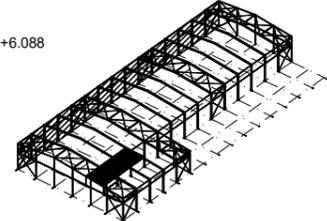
Cabeza de pilar 1 +9.000  
 Arriostramiento +6.088  
 Altillo +3.500  
 Correas CF-180x3.0  
 Suelo +0.000



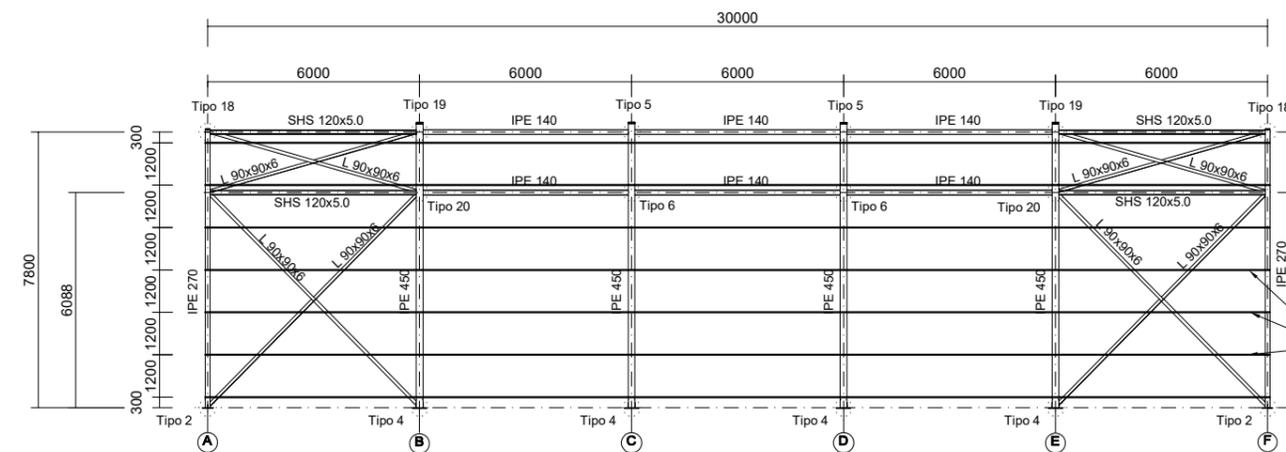
**Alineación 7**



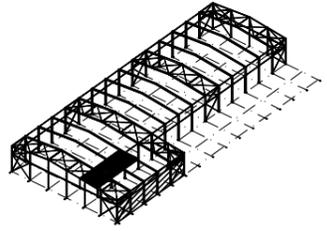
Cabeza de pilar 1 +9.000  
 Arriostramiento +6.088  
 Correas CF-180x3.0  
 Suelo +0.000



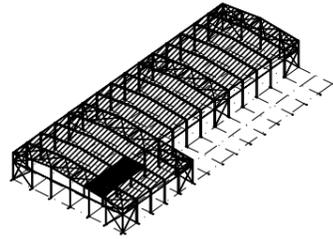
**Alineación 1**



Cabeza de pilar 2 +7.800  
 Arriostramiento +6.088  
 Correas CF-180x3.0  
 Suelo +0.000

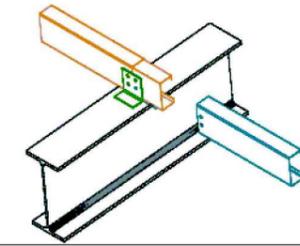


CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA			
ACERO EN ESTRUCTURA METÁLICA ( CE Capítulo 18, Artículo 83, Tabla 83.1.d)		$\gamma_{M0}$	$\gamma_{M1}$
Perfiles laminados en caliente	S 275 - L.E. 275 N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{M0}=1,05$	$\gamma_{M1}=1,05$
Perfiles conformados en frío	S 235 - L.E. 235 N/mm <sup>2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

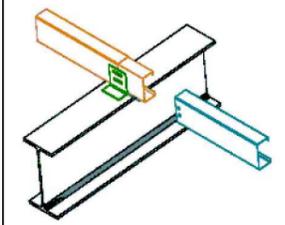


Correas en cubierta de alineaciones A,B,C,D,E y F  
 Tipo de Acero: S235  
 Tipo de perfil: CF-180x3.0  
 Separación: 1.788 m.  
 Número de correas: 23  
 Peso lineal: 173.38 kg/m

Correas en cubierta de alineaciones desde G hasta P  
 Tipo de Acero: S235  
 Tipo de perfil: CF-180x3.0  
 Separación: 1.788 m.  
 Número de correas: 16  
 Peso lineal: 120.64 kg/m

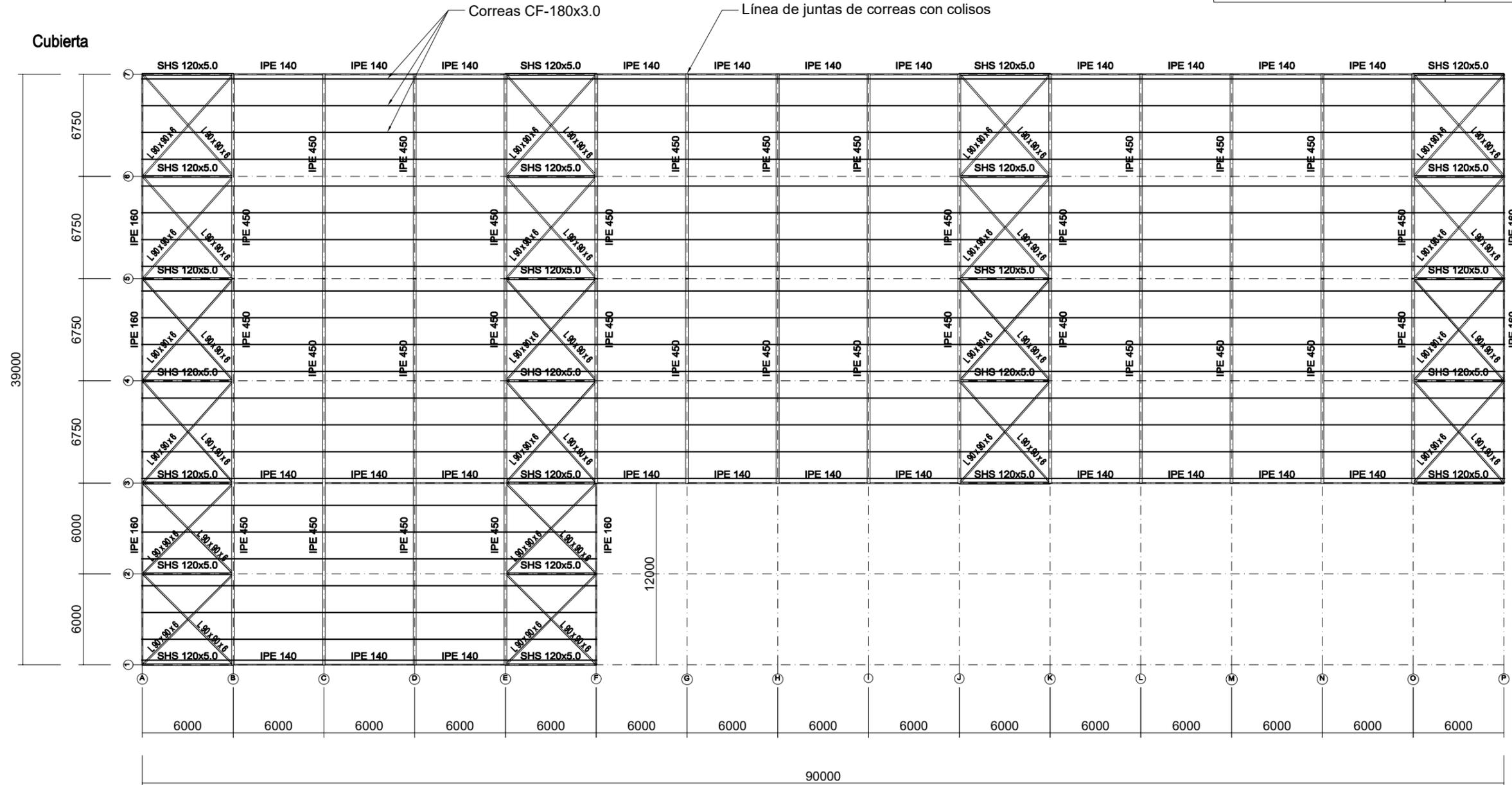


Detalle de línea de juntas en correas estándar CF-180x3.0



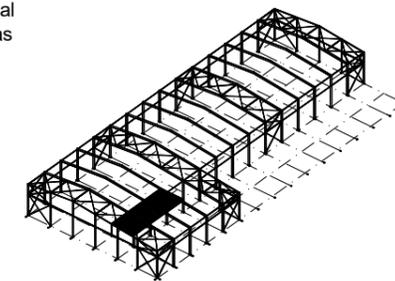
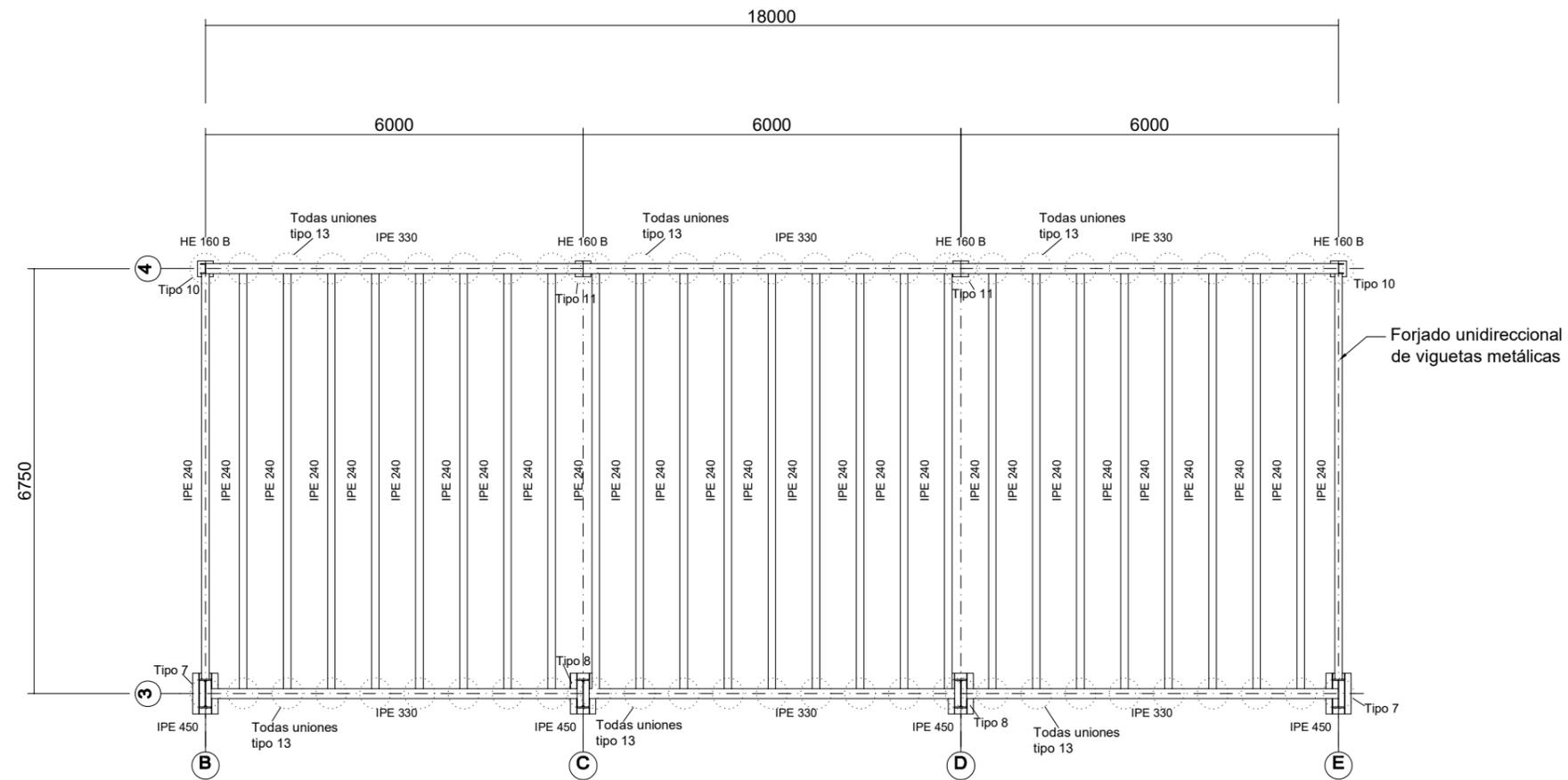
Detalle de línea de juntas con colisos en correas CF-180x3.0

Cubierta



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>	$\gamma_{M0}=1,05$	$\gamma_{M1}=1,05$

# Atillo +3.500

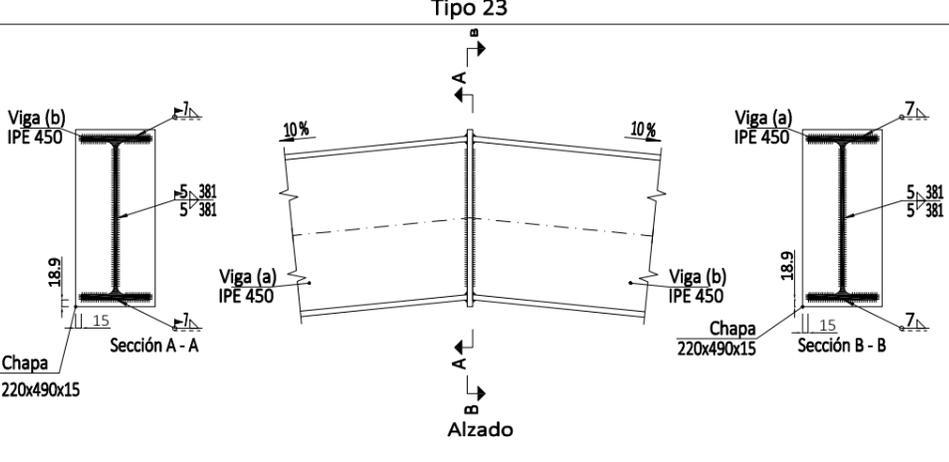
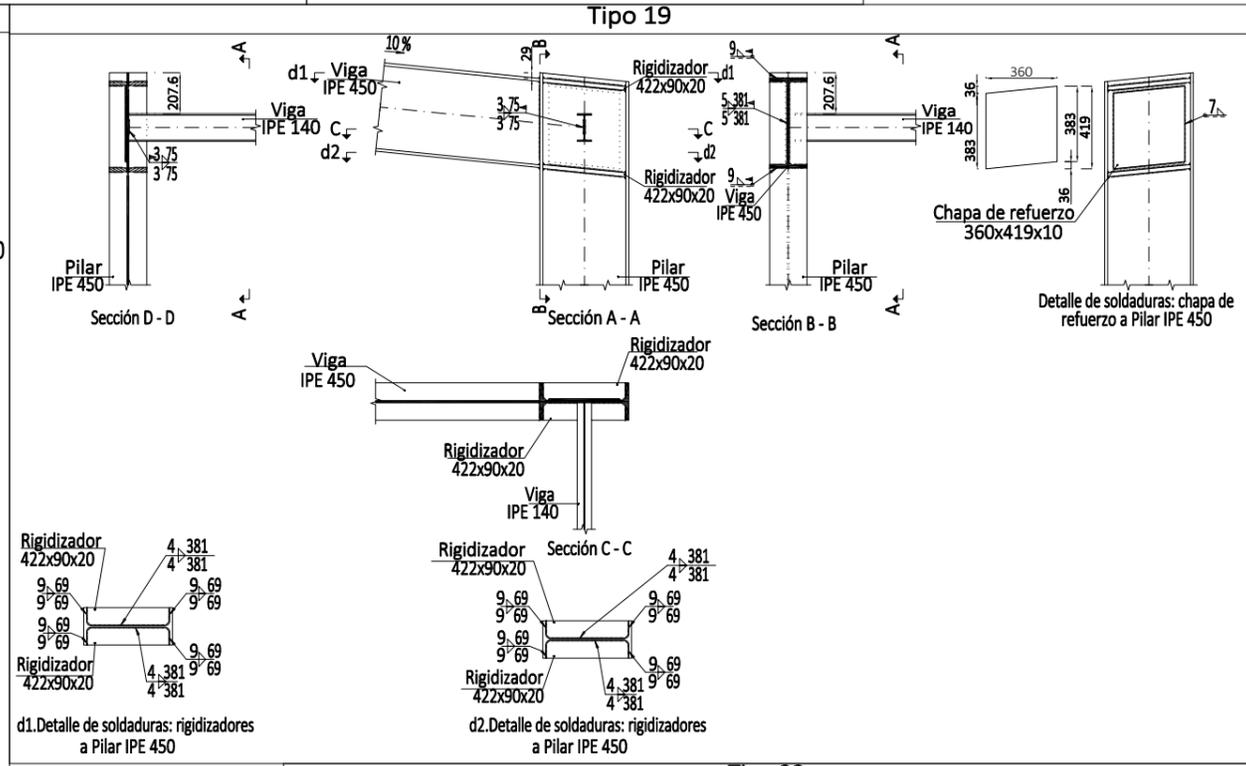
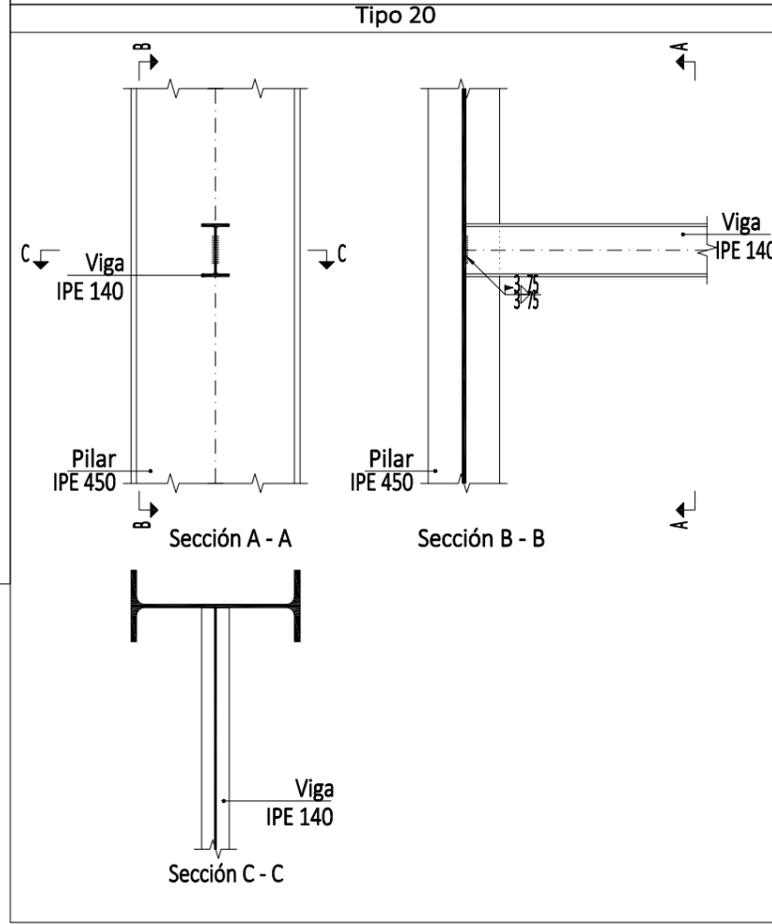
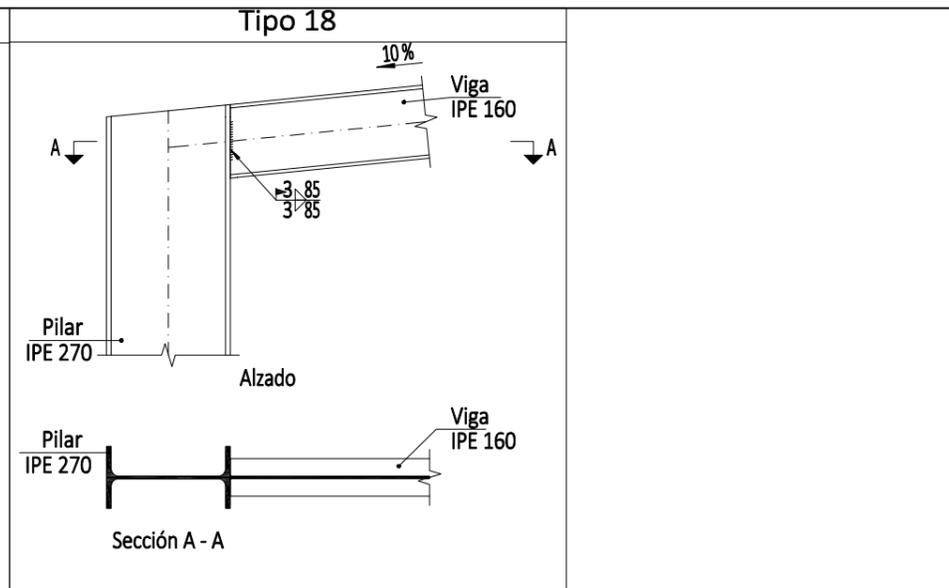
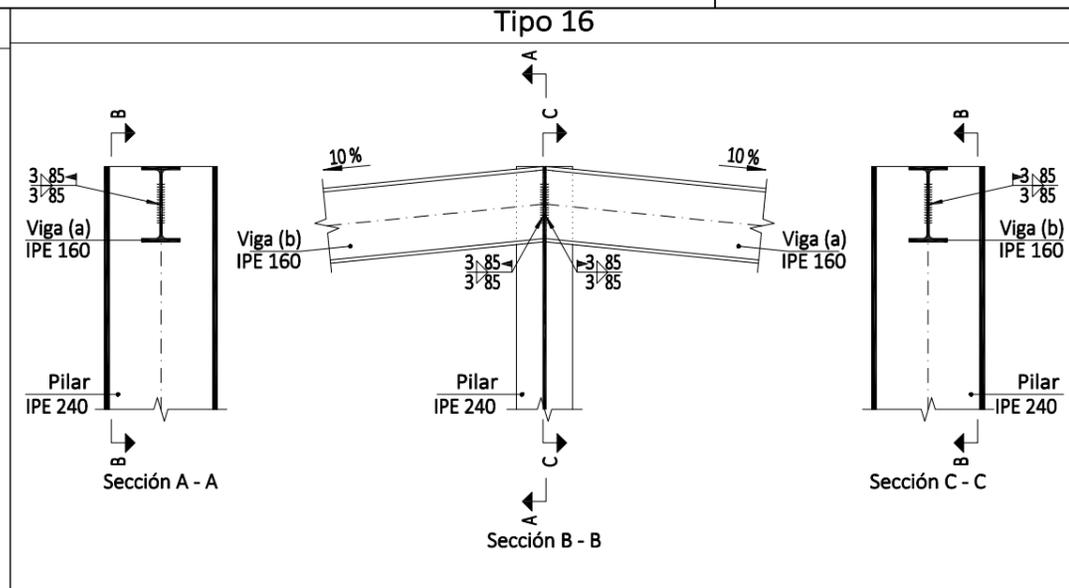
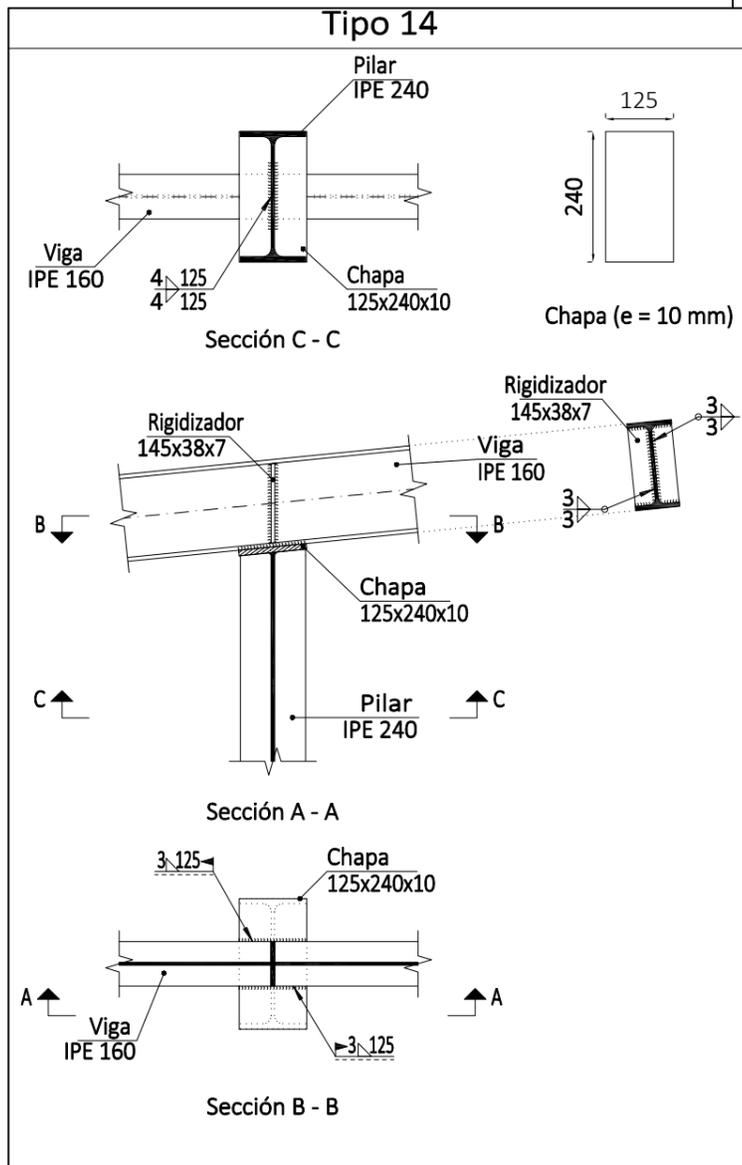


## Datos del Forjado - Planta 1

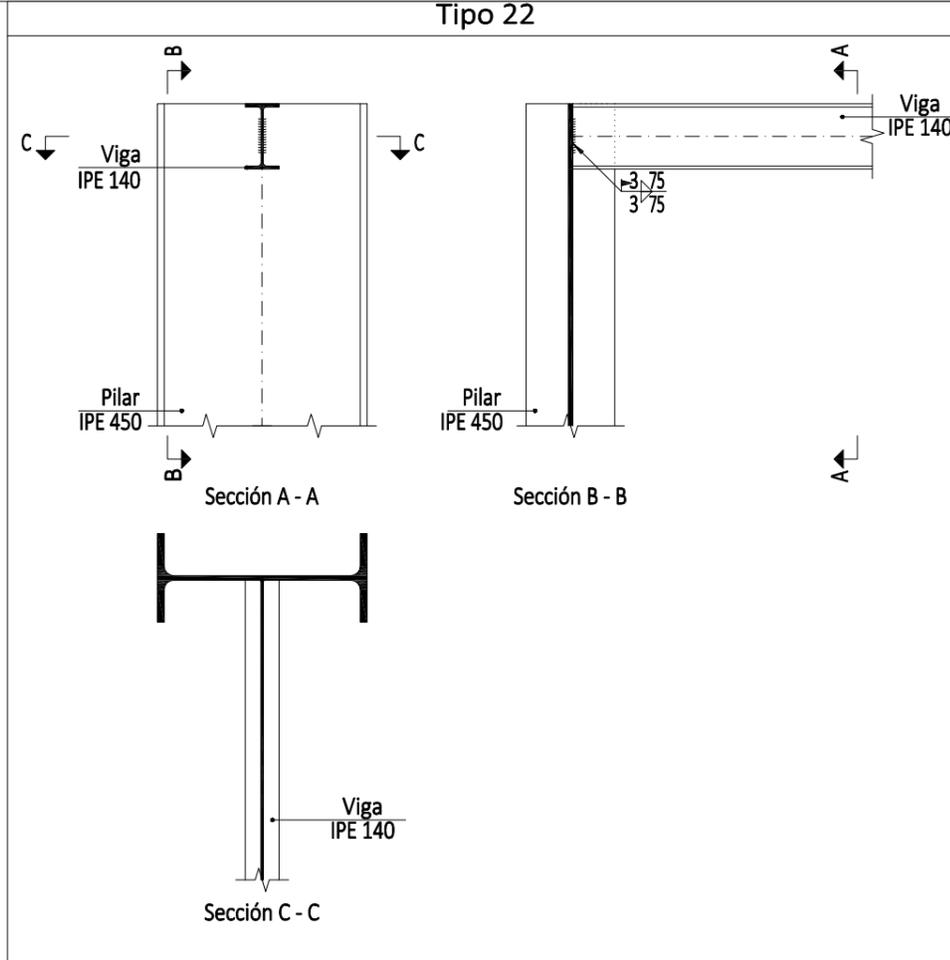
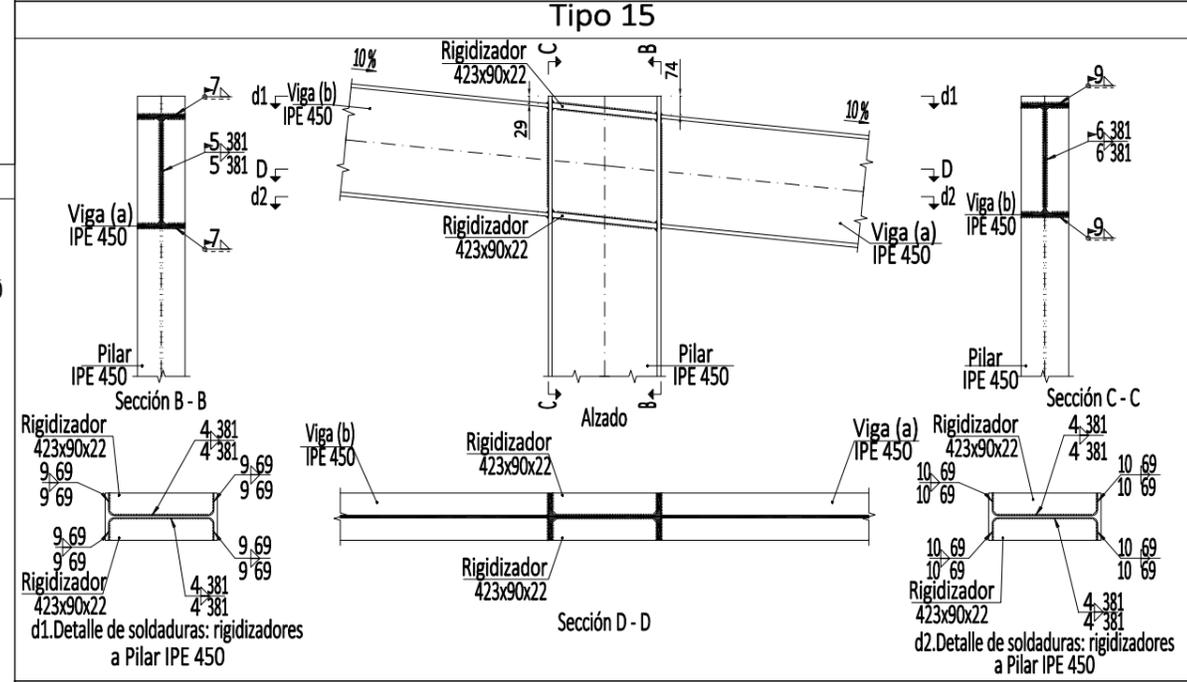
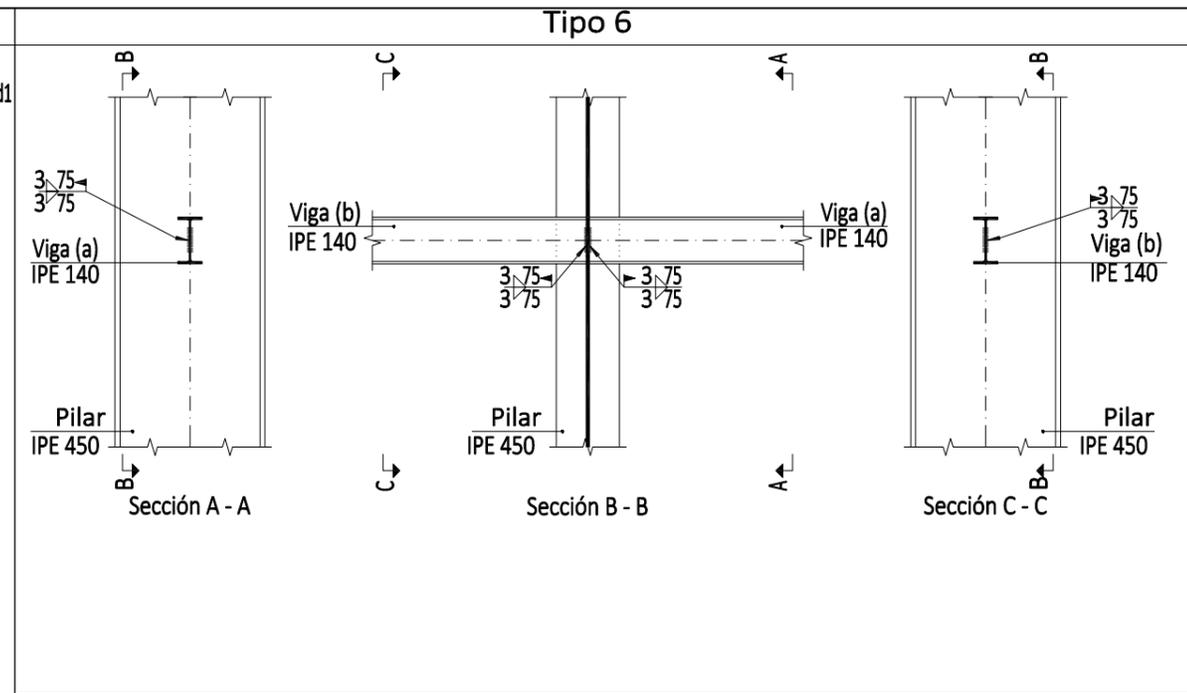
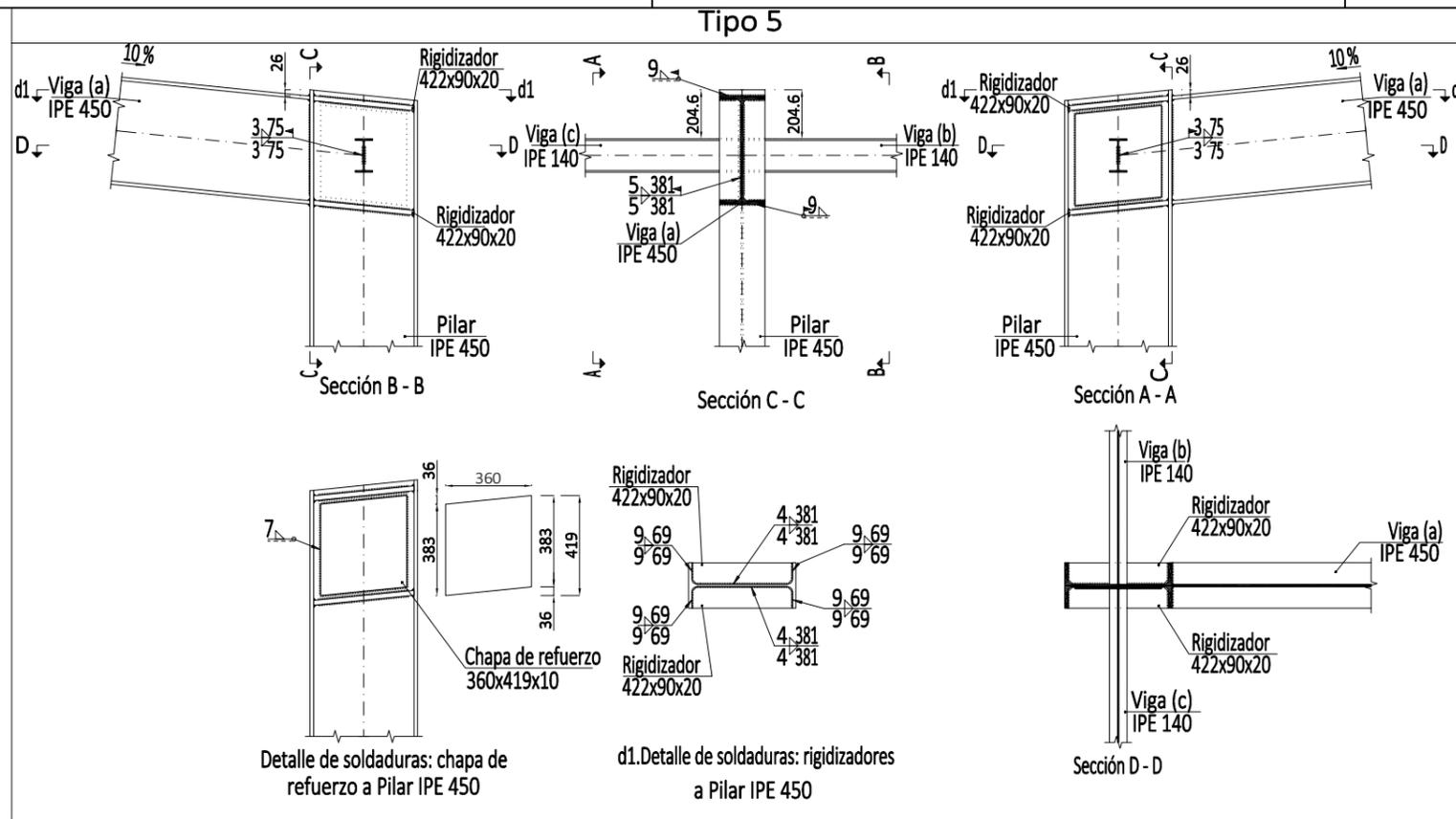
Cargas	Sección tipo del forjado
<b>Peso propio</b> <b>Zona aligerada:</b> 4 kN/m <sup>2</sup> <b>Sobrecarga de uso:</b> 2 kN/m <sup>2</sup>	

### CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA

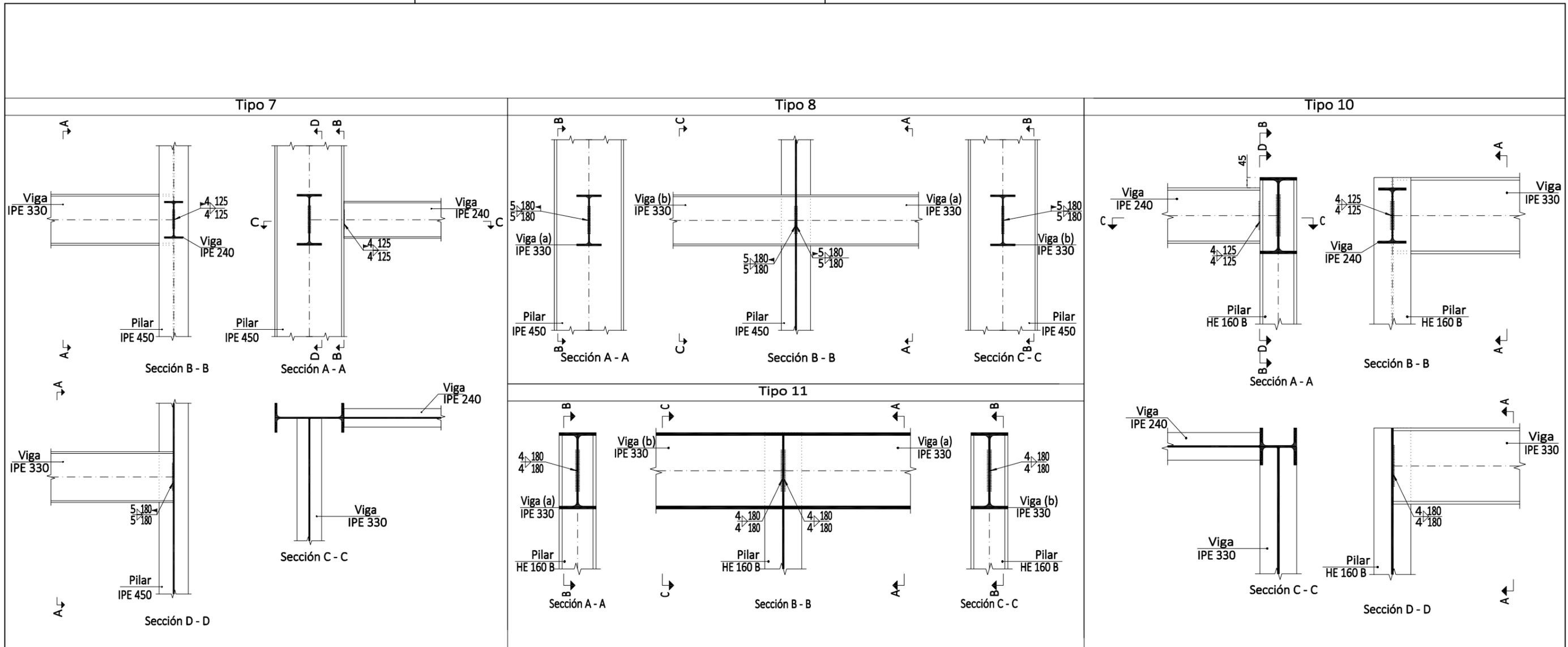
ACERO EN ESTRUCTURA METÁLICA ( CE Capitulo 18, Artículo 83, Tabla 83.1.d)		$\gamma_{M0}$	$\gamma_{M1}$
Perfiles laminados en caliente	S 275 - L.E. 275 N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{M0}=1,05$	$\gamma_{M1}=1,05$
Perfiles conformados en frio	S 235 - L.E. 235 N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{M0}=1,05$	$\gamma_{M1}=1,05$



CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA			
ACERO EN ESTRUCTURA METÁLICA ( CE Capitulo 18, Artículo 83, Tabla 83.1.d)			
		$\gamma_{M0}$	$\gamma_{M1}$
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>	$\gamma_{M0}=1,05$	$\gamma_{M1}=1,05$

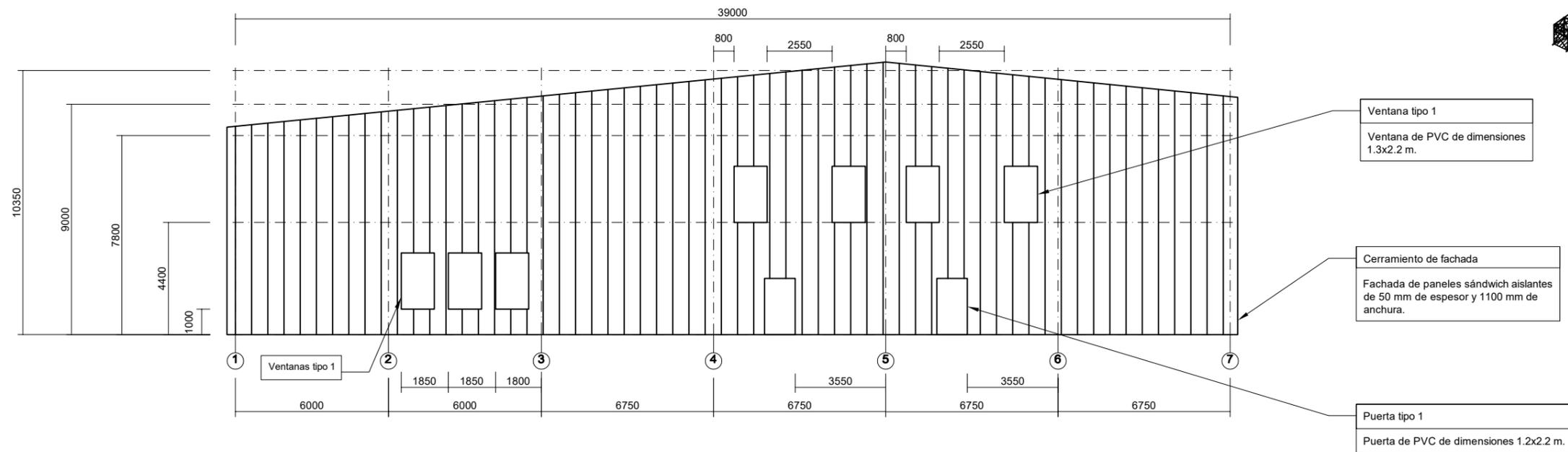


CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA			
ACERO EN ESTRUCTURA METÁLICA ( CE Capítulo 18, Artículo 83, Tabla 83.1.d)		$\gamma_{M0}$	$\gamma_{M1}$
Perfiles laminados en caliente	S 275 - L.E. 275 N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{M0}=1,05$	$\gamma_{M1}=1,05$
Perfiles conformados en frío	S 235 - L.E. 235 N/mm <sup>2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

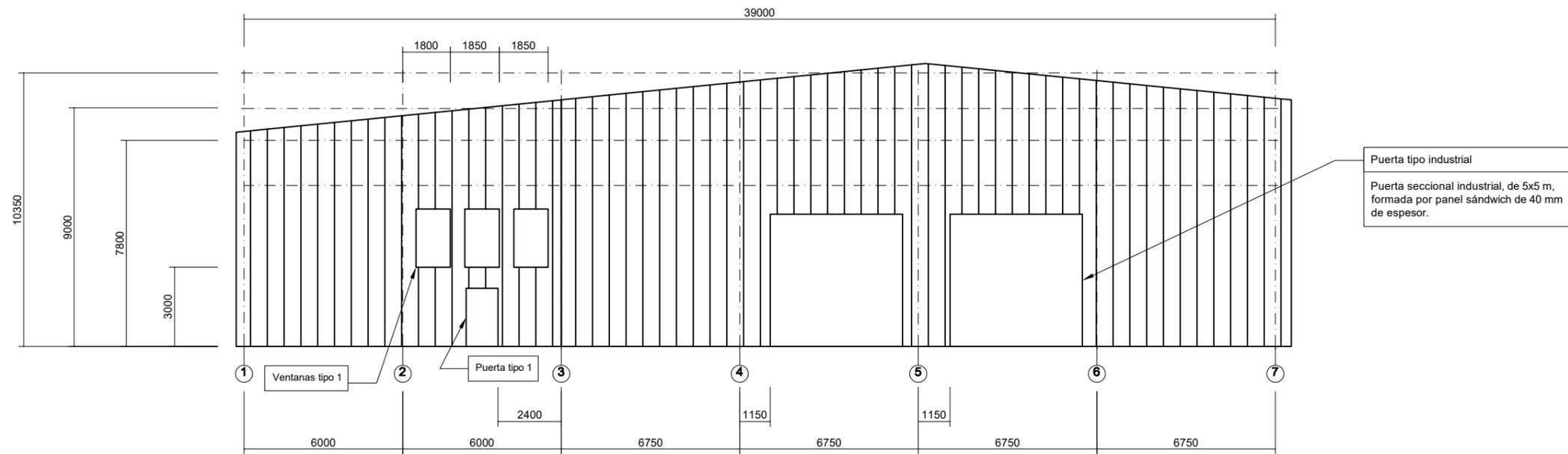


CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA			
ACERO EN ESTRUCTURA METÁLICA ( CE Capitulo 18, Artículo 83,Tabla 83.1.d)			
		$\gamma_{M0}$	$\gamma_{M1}$
Perfiles laminados en caliente	S 275 - L.E. 275 N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{M0}=1,05$	$\gamma_{M1}=1,05$
Perfiles conformados en frio	S 235 - L.E. 235 N/mm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

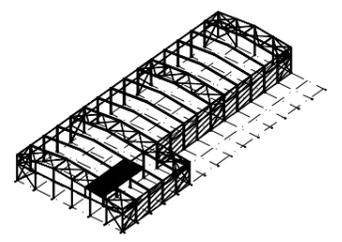
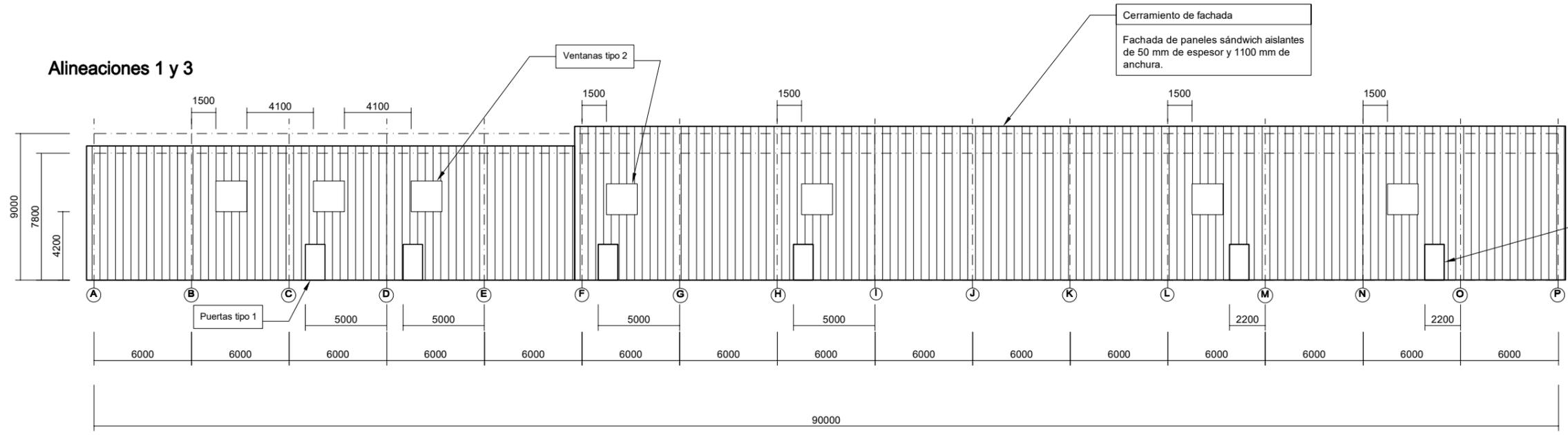
### Alineación A



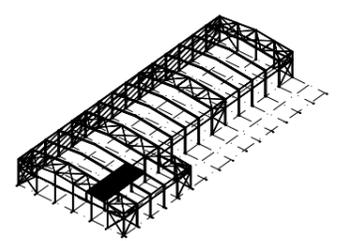
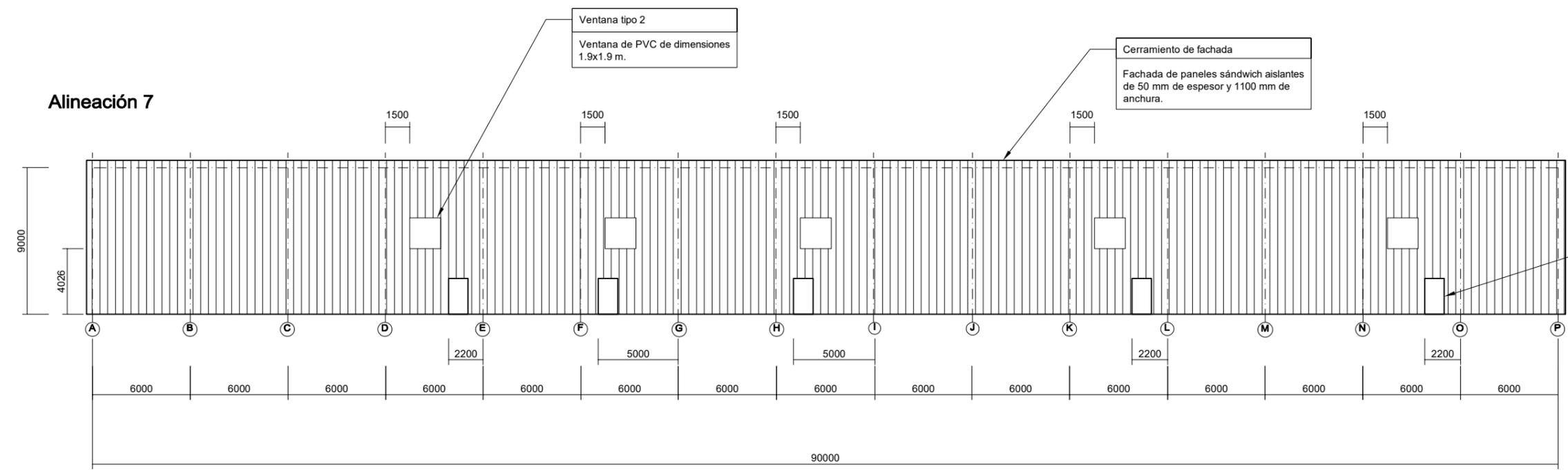
### Alineaciones F y P



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>	$\gamma_{M0}=1,05$	$\gamma_{M1}=1,05$

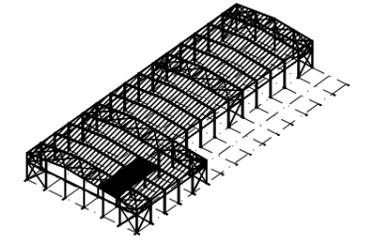


Puerta tipo 1  
Puerta de PVC de dimensiones 1.2x2.2 m.

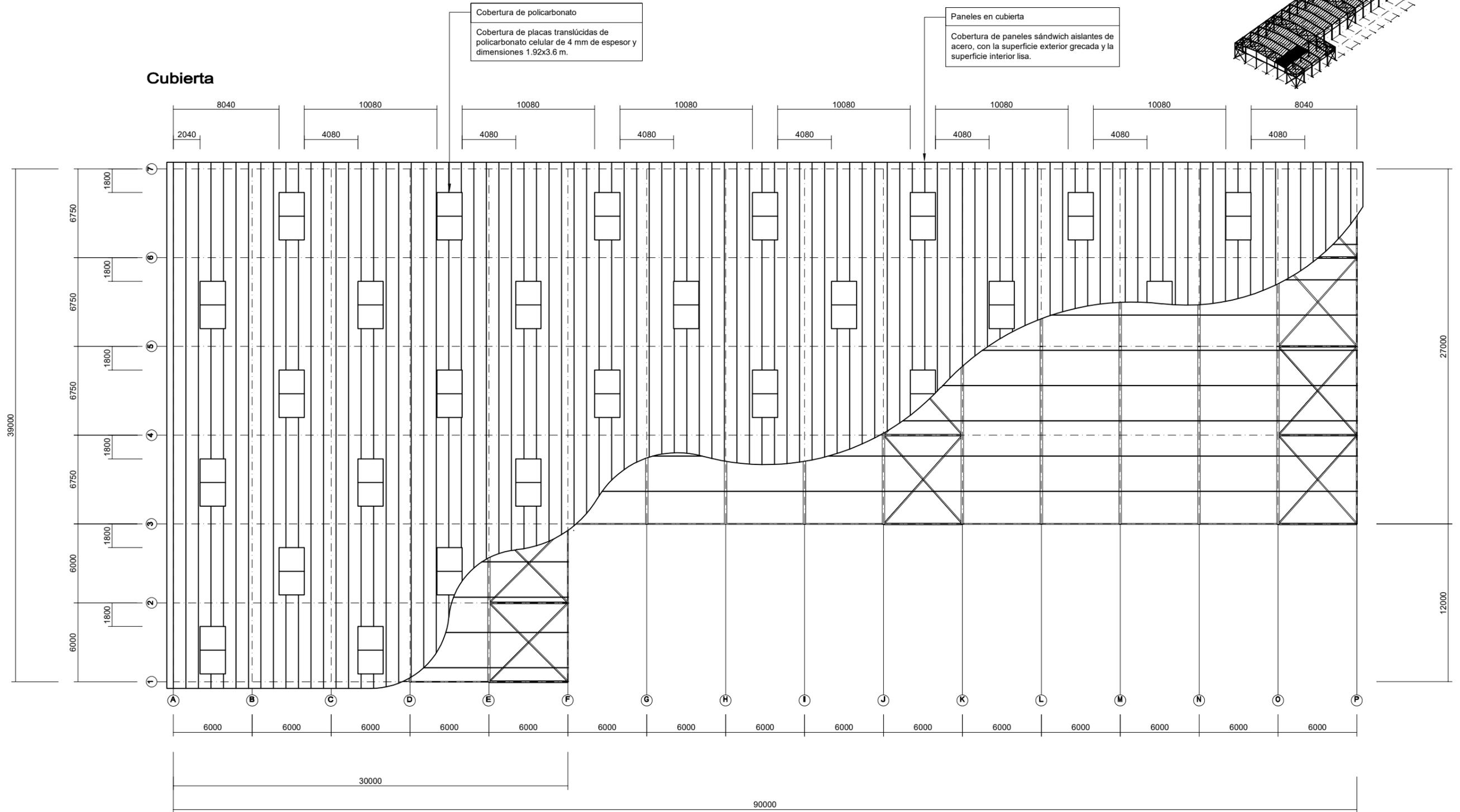


Puertas tipo 1

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>	$\gamma_{M0}=1,05$	$\gamma_{M1}=1,05$

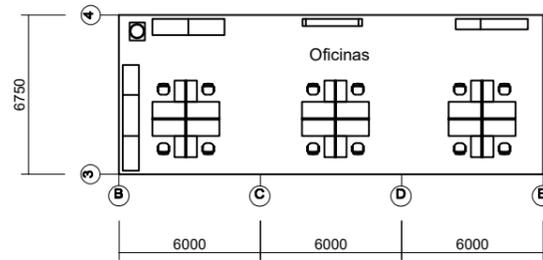


**Cubierta**

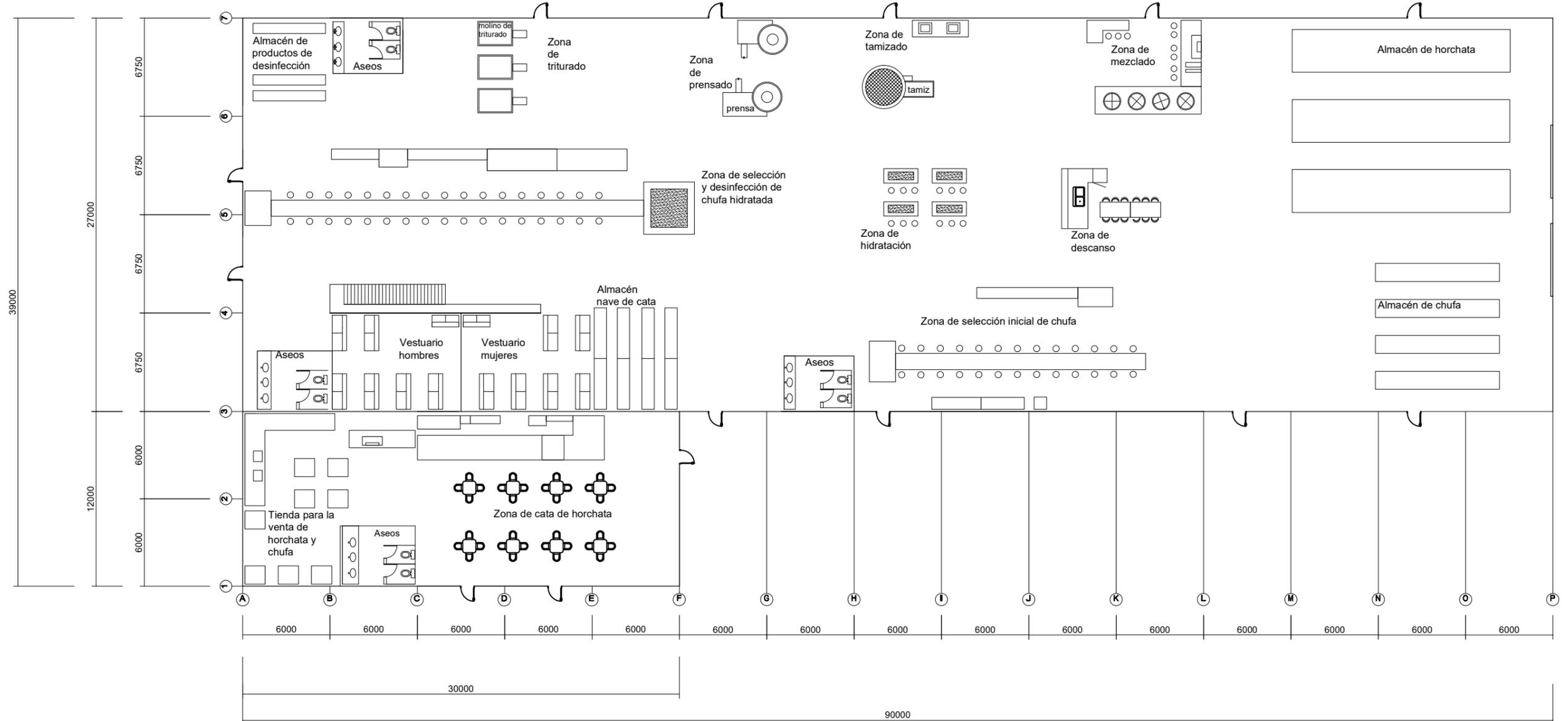


CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA			
ACERO EN ESTRUCTURA METÁLICA ( CE Capítulo 18, Artículo 83, Tabla 83.1.d)		$\gamma_{M0}$	$\gamma_{M1}$
Perfiles laminados en caliente	S 275 - L.E. 275 N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{M0}=1,05$	$\gamma_{M1}=1,05$
Perfiles conformados en frío	S 235 - L.E. 235 N/mm <sup>2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

**Atillo**



**Planta baja**



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>	$\gamma_{M0}=1,05$	$\gamma_{M1}=1,05$