



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR INGENIERÍA  
INDUSTRIAL VALENCIA

**TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES**

**PROYECTO ESTRUCTURAL DE UN CENTRO  
DEPORTIVO DE PÁDEL DE 1800 m<sup>2</sup>  
SITUADO EN EL POLÍGONO INDUSTRIAL  
LA MINA (PAIPORTA)**

AUTORA: ANA ARBONA RODRÍGUEZ

TUTORA: CARMEN IBÁÑEZ USACH

**Curso Académico: 2020-21**

## **RESUMEN**

El presente Trabajo de Final de Grado tiene como objetivo el diseño y cálculo del proyecto estructural de una nave metálica de 1800 m<sup>2</sup> para un centro deportivo que albergará pistas de pádel y estará dotado también con los correspondientes servicios (vestuarios, tienda y cafetería). El edificio, localizado en el Polígono industrial La Mina (Paiporta), contará con una estructura metálica de pórticos rígidos a dos aguas y con una estructura de altillo para que la distribución del espacio sea más eficiente.

La elaboración de este proyecto se basa en la aplicación de los conocimientos adquiridos durante el grado, concretamente en las asignaturas “Tecnología de la construcción” y “Proyectos”.

Para el desarrollo del cálculo estructural del proyecto se va a emplear fundamentalmente el software CYPE, especialmente sus módulos de generación de pórticos y CYPE 3D. Asimismo, para el diseño de los planos necesarios se recurrirá al programa de dibujo AutoCAD y para la obtención del presupuesto la aplicación Arquímedes.

**Palabras clave:** nave industrial, nave metálica, proyecto estructural, Paiporta, CYPE, instalaciones de pádel, altillo.

## **RESUM**

El present Treball de Final de Grau té com a objectiu el disseny i càlcul del projecte estructural d'una nau metàl·lica de 1800 m<sup>2</sup> per a un centre esportiu que albergarà pistes de pàdel i estarà dotat també amb els corresponents serveis (vestuaris, botiga i cafeteria). L'edifici, localitzat en el Polígon industrial La Mina (Paiporta), comptarà amb una estructura metàl·lica de pòrtics rígids de dos aigües i amb una estructura d'entresolat perquè la distribució de l'espai siga més eficient.

L'elaboració d'aquest projecte es basa en l'aplicació dels coneixements adquirits durant el grau, concretament en les assignatures "Tecnologia de la construcció" i "Projectes".

Per al desenvolupament del càlcul estructural del projecte s'emprarà fonamentalment el programari CYPE, especialment els seus mòduls de generació de pòrtics i \*CYPE 3D. Així mateix, per al disseny dels plans necessaris es recorrerà al programa de dibuix AutoCAD i per a l'obtenció del pressupost l'aplicació Arquimedes.

**Paraules clau:** nau industrial, nau metàl·lica, projecte estructural, Paiporta, CYPE, instal·lacions de pàdel, entresolat.

## **ABSTRACT**

The aim of this Final Degree Project is to design and calculate a structural project of an 1800 m<sup>2</sup> steel building which will be a sports center with paddle tennis courts. It also will be equipped with the corresponding services, such as changing rooms, shops and a cafeteria. The building, which will be located at the industrial area of "La Mina" (Paiporta), will have a steel structure with rigid portal frames and a mezzanine in order to make the space distribution more efficient.

The elaboration of this project is based on the application of the knowledge acquired during the degree, specifically in the subjects "Construction technology" and "Projects".

Finally, for the development of the structural calculation of the project CYPE software will be fundamentally used, especially the "Generador de porticos" and "CYPE 3D". Likewise, in order to design the required plans, AutoCAD drawing program will be used. Lastly, Archimedes application will be also used in order to obtain the budget.

**Keywords:** industrial building; steel structure; structural project, Paiporta, CYPE, paddle tennis facilities, mezzanine.

## ÍNDICE DE DOCUMENTOS

DOCUMENTO I: MEMORIA DESCRIPTIVA

DOCUMENTO II: ANEXO DE CÁLCULO

DOCUMENTO III: PRESUPUESTO

DOCUMENTO IV: PLANOS

## DOCUMENTO I:

# MEMORIA DESCRIPTIVA

## Índice de la memoria descriptiva

1. OBJETO DEL PROYECTO.....	1
2. INTRODUCCIÓN.....	1
2.1. Antecedentes .....	1
2.2. Motivación .....	1
3. NORMATIVA APLICADA.....	2
4. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.....	2
4.1. Localización de las parcelas.....	2
5. REQUERIMIENTOS ESPACIALES.....	4
5.1. Distribución en planta .....	5
6. MATERIALES.....	6
6.1. Acero .....	6
6.2. Hormigón.....	7
7. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN OBTENIDA.....	8
7.1. Actuaciones previas.....	9
7.2. Cimentación .....	9
7.3. Placas de anclaje .....	13
7.4. Pórtico de fachada .....	14
7.5. Pórtico interior .....	14
7.6. Fachada lateral .....	15
7.7. Cubierta.....	16
7.8. Altillo .....	16
7.9. Correas .....	17
7.10. Cerramientos.....	17
8. RESUMEN DEL PRESUPUESTO.....	18
9. BIBLIOGRAFÍA.....	20

## 1. OBJETO DEL PROYECTO

El siguiente trabajo final de grado tiene como objeto el diseño y cálculo estructural de una nave de 1800 m<sup>2</sup> de uso terciario, situada en el Polígono Industrial La Mina, término municipal de Paiporta.

Los cálculos de la estructura se han obtenido a partir del software CYPE ingenieros, en el cual se ha hecho uso de los siguientes módulos:

- Generador de Pórticos: a través del cual se han introducido las dimensiones de la nave y se ha procedido a realizar el cálculo y comprobación de las correas.
- Cype 3D: imprescindible para el cálculo y diseño de los distintos subsistemas de la estructura.
- Arquímedes: para la realización de las mediciones y del presupuesto de la obra.

## 2. INTRODUCCIÓN

### 2.1. Antecedentes

El pádel es un deporte que en los últimos años ha crecido en número de jugadores, por lo que la escasez de oferta de pistas de pádel y el consecuente movimiento de los habitantes de Paiporta hacia otros municipios para poder jugar, han sido dos de las razones por las que surge la necesidad de la construcción de una nave en dicho municipio.

Tras el estudio de la zona, se ha observado que en el municipio de Paiporta no existe oferta de un centro deportivo que no solo ofrezca pistas cubiertas que den servicio en la temporada de invierno, sino que también ofrezca servicio de restauración y la posibilidad de adquirir material deportivo. Por ello se decide que el centro que se proyecta cuente con pistas de pádel, además de una tienda deportiva y una cafetería para dar servicio a los clientes.

### 2.2. Motivación

El siguiente proyecto tiene como objetivo principal demostrar la consolidación de los conocimientos adquiridos a lo largo del Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales, especialmente en las asignaturas de Resistencia y Elasticidad de Materiales, Estructuras, Tecnología de la Construcción y Proyectos. Todas ellas han contribuido en la toma de decisión de realizar el Trabajo de Final de Grado en este ámbito de la Ingeniería, al que me gustaría dedicarme en un futuro.

Otro punto de motivación ha sido la finalización del grado para poder continuar la formación accediendo al Máster Universitario de Ingeniería Industrial.



### 3. NORMATIVA APLICADA

Respecto a la normativa de obligado cumplimiento que se ha considerado en el presente trabajo, cabe destacar que para el cálculo estructural de la nave se ha recurrido al Código Técnico de la Edificación (CTE) aprobado por el Real Decreto 413/2006 el 17 de Marzo de 2006, el cual establece las exigencias y requisitos de seguridad y habitabilidad que tienen que cumplir los edificios.

En este trabajo se han aplicado los siguientes documentos básicos:

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

También se ha considerado la Instrucción Española de Hormigón Estructural (EHE-08) aprobada por el Real Decreto 1247/2008 del 18 de Julio 2008.

En cuanto a la normativa urbanística, se ha cumplido con el Plan General de Ordenación Urbana de Paiporta y el Plan Parcial del Sector 3 industrial.

### 4. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

El emplazamiento de la nave y sus dimensiones dentro de la parcela han sido escogidas atendiendo al plan general de Paiporta, así como a la normativa N.I.D.E. y el cálculo estructural se ha realizado a partir de la norma recogida en el CTE y la EHE-08.

#### 4.1. Localización de las parcelas

La nave se situará en dos parcelas seleccionadas del Polígono Industrial La Mina, perteneciente al municipio de Paiporta, situado al sur de la ciudad de Valencia. En la Ilustración 4.1.-1 se puede observar la localización de Paiporta.

Proyecto estructural de un centro deportivo de pádel de 1800 m<sup>2</sup> situado en el Polígono Industrial La Mina (Paiporta)



Ilustración 4.1.-1 Localización de Paiporta (Fuente Google Maps)

El polígono seleccionado se ubica al este del municipio, y está delimitado por la CV-400 o Avenida del Sur. Se trata de una carretera autonómica que comunica Valencia con las poblaciones de la Huerta Sur. También delimita con el Polígono colindante, La Pascualeta, y con el barranco de Paiporta. (Ilustración 4.1.-2).

Como se observa el polígono tiene muy buenas comunicaciones con Paiporta y con los municipios cercanos, ya que lo rodea un camino peatonal, accesible desde los municipios colindantes, además de la autovía V-30 y la CV-400.

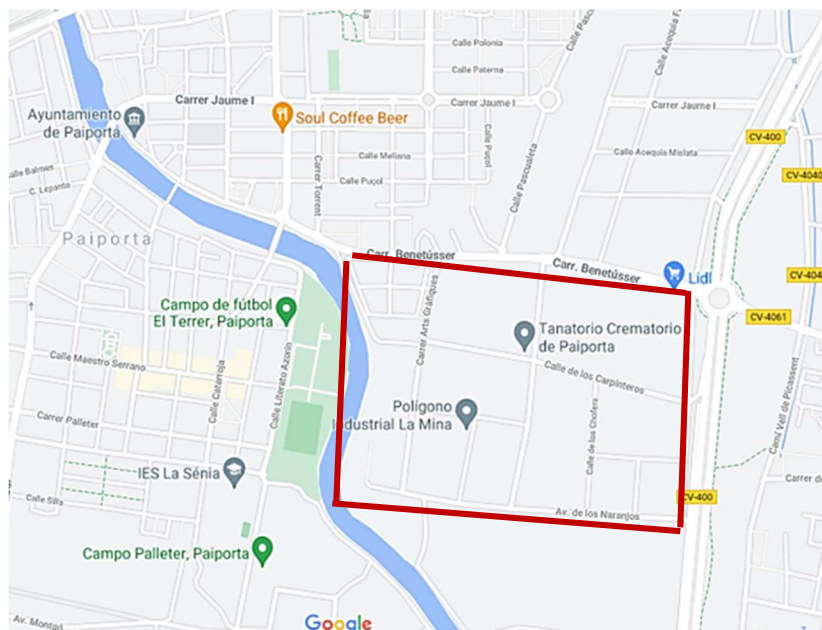


Ilustración 4.1.-2 Localización del Polígono industrial La Mina (Fuente Google Maps)

Las parcelas escogidas para la construcción del edificio son la 11 y 12 del polígono, las cuales tienen una superficie total de 4.414 m<sup>2</sup> entre las dos. Quedan delimitadas por el norte y el oeste con dos edificaciones industriales, al este con la calle dels Xofers y por el sur con la avenida de los Naranjos (Ilustración 4.1.-3).



Ilustración 4.1.-3 Parcelas donde se encuentra la nave (Fuente Sede Electrónica del Catastro)

## 5. REQUERIMIENTOS ESPACIALES

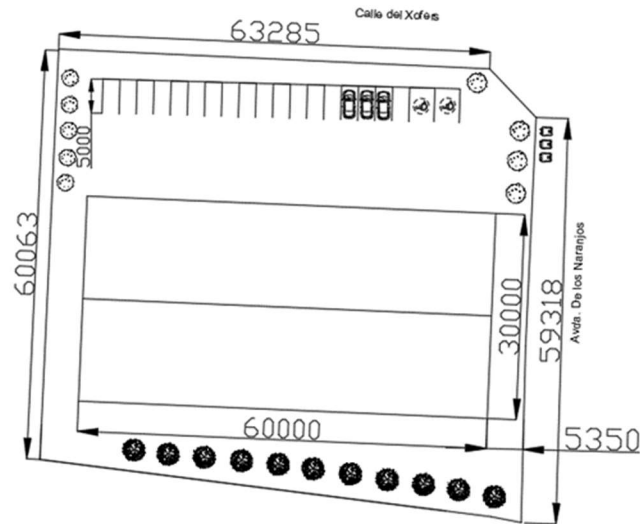
La geometría de la nave viene condicionada en parte por la normativa urbanística aplicada a las parcelas sobre las que se desea construir. Como se ha comentado en el capítulo anterior, se han seleccionado dos parcelas colindantes de 722 m<sup>2</sup> y 3692 m<sup>2</sup>. Debido a que la longitud de la parcela de mayor superficie es de 58 metros y se prevé que la profundidad de la nave sea mayor.

El polígono se rige según la normativa del Plan Parcial del Sector 3 Industrial del municipio de Paiporta, siendo la misma de obligado cumplimiento. La normativa a cumplir se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 5.1-1. Comparación parámetros urbanísticos.

PLAN PARCIAL DEL SECTOR 3		DIMENSIONES PROYECTO	
Long. Fachada mínima (m)	10	Long. Fachada real	Frontal: 30 m Lateral: 60 m
Superficie mínima parcela (m <sup>2</sup> )	300	Superficie parcela (m <sup>2</sup> )	4414
Coef. de edificabilidad (m <sup>2</sup> t/ m <sup>2</sup> s)	1.33	Coeficiente de edificabilidad (m <sup>2</sup> t/ m <sup>2</sup> s)	0.44
Ocupación máxima de la parcela (%)	80	Ocupación parcela (%)	40.77
Retranqueo mínimo (m)	4	Retranqueo real	5.35
Altura máxima (m)	12	Altura real (m)	9.88
Plazas de aparcamiento mínimas	1 plaza cada 100 m <sup>2</sup>	Plazas de aparcamiento reales	20

Como quedará justificado en el siguiente apartado, la nave finalmente tendrá 60 metros de profundidad y 30 metros de luz, y una superficie en planta de 1800 m<sup>2</sup>. El porcentaje de ocupación de la nave respecto a la parcela total es del 40,77 %. El resto de la parcela se distribuirá entre usos de zonas verdes y de aparcamientos entre otros. Se dejará una dotación de aparcamiento para 18 plazas de turismos convencionales, y 2 plazas extras para vehículos de minusválidos (Ilustración 5.1.-1).



### 5.1. Distribución en planta

Se proyectará la estructura de modo que albergue cuatro pistas de pádel. En la Ilustración 5.1.-2 y en la Ilustración 5.1-3 se detalla la distribución en planta, y los retranqueos entre pistas. A su vez, existen otras necesidades como la instalación de una tienda deportiva en planta baja, y una cafetería en planta primera, con el fin de atraer a más clientes y ofrecer un servicio más completo.

A continuación se adjunta una tabla con las superficies que ocupa cada espacio en la nave:

Tabla 5.1-2. Superficies por actividad

ACTIVIDAD	SUPERFICIE CONSTRUIDA
Pistas de pádel	4 x 200 m <sup>2</sup>
Recepción	15 m <sup>2</sup>
Vestuario femenino	35 m <sup>2</sup>
Vestuario masculino	35 m <sup>2</sup>
Aseo para minusválidos	4 m <sup>2</sup>
Tienda deportiva	80 m <sup>2</sup>
Cafetería	150 m <sup>2</sup>

El resto de espacios son pasillos, zonas de paso, y de descanso. Las siguientes figuras muestran la distribución en planta diseñada para la nave.

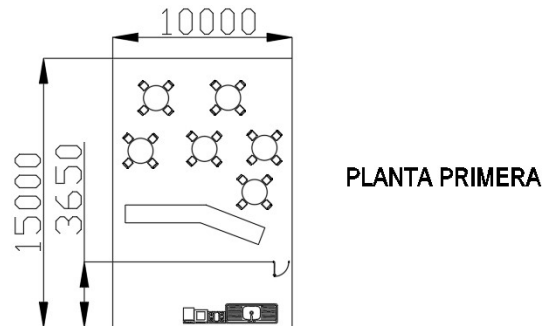


Ilustración 5.1-2. Distribución en planta primera (cotas en mm).

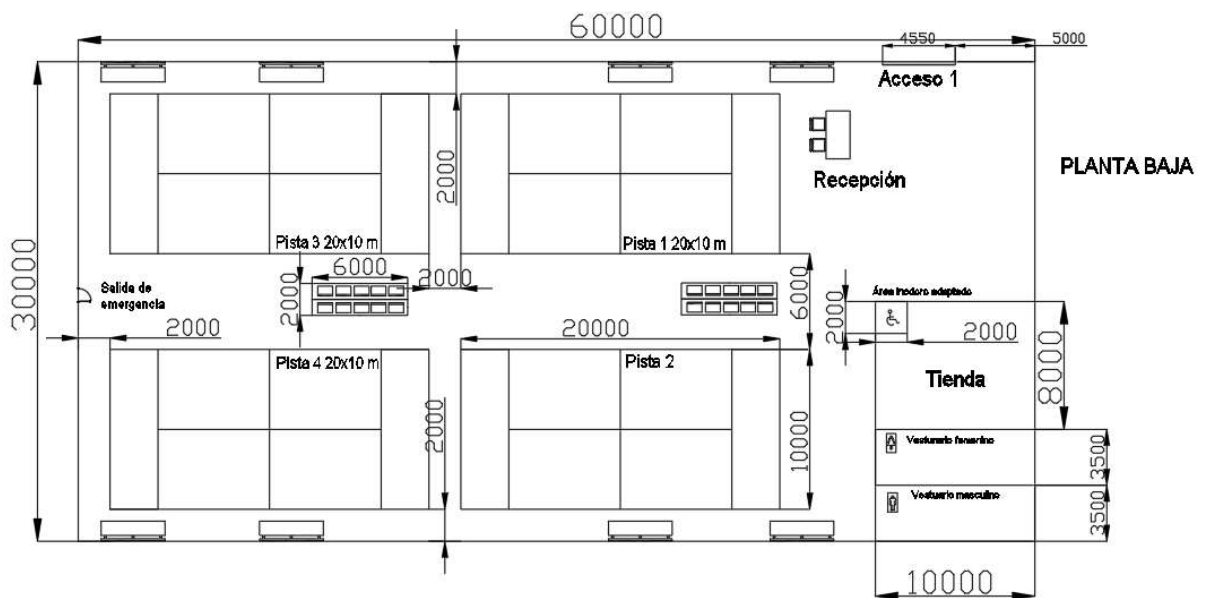


Ilustración 5.1-3. Distribución en planta baja (cotas en mm).

## 6. MATERIALES

Los materiales empleados en la ejecución de la obra han sido principalmente distintos tipos de acero y de hormigón.

### 6.1. Acero

El tipo de acero que más abunda en la estructura es el S275, se puede encontrar en los perfiles principales que forman la estructura: pilares, jácenas, viguetas, perfiles en L, perfiles huecos y en las placas de anclaje. También se ha empleado el acero S235 en las correas ubicadas en la cubierta y en las fachadas laterales.

A continuación, se muestra una tabla con las características fundamentales de los dos tipos de acero mencionados anteriormente (Tabla 6.1-1):

Tabla 6.1-1. Características aceros S275 y S235 (Fuente CYPE 3D).

Materiales utilizados							
Material		E (MPa)	$\nu$	G (MPa)	$f_y$ (MPa)	$\alpha_t$ (m/m°C)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01
Acero conformado	S235	210000.00	0.300	81000.00	235.00	0.000012	77.01
Notación: E: Módulo de elasticidad $\nu$ : Módulo de Poisson G: Módulo de cortadura $f_y$ : Límite elástico $\alpha_t$ : Coeficiente de dilatación $\gamma$ : Peso específico							

El acero empleado para los pernos de las placas de anclaje, el armado de las zapatas y de las vigas de atado, es el B500S, cuyas características principales quedan detalladas en la tabla 6.1-2.

Tabla 6.1-2. Características acero B500S (Fuente CYPE 3D).

Materiales utilizados					
Material		E (MPa)	$\nu$	G (MPa)	$f_y$ (MPa)
Tipo	Designación				
Acero corrugado	B500S	206000.00	0.300	81000.00	500
Notación: E: Módulo de elasticidad $\nu$ : Módulo de Poisson G: Módulo de cortadura $f_y$ : Límite elástico					

## 6.2. Hormigón

Para la cimentación de la estructura, se ha utilizado, en primer lugar, una capa de 10 cm de hormigón de limpieza (solera de asiento) HL-150/B/20, cuyo fin es evitar la desecación del hormigón estructural durante su vertido, así como una posible contaminación de éste durante las primeras horas de su hormigonado.

Para las zapatas y vigas de atado y forjado de planta primera, se ha empleado hormigón estructural armado HA-25/B/20/Ila, el cual es suficientemente resistente a las acciones mecánicas y químicas.

Las características de los tipos de hormigón mencionados anteriormente son las mostradas en la Tabla 6.2-1.

Tabla 6.2-1 Características de los tipos de hormigón (Fuente CYPE 3D).

	Denominación	Resistencia a compresión	Mínima dosificación	Tipo de consistencia	Tamaño máximo de árido	Clase de exposición
Hormigón de limpieza	HL-150/B/20	-	150 kg/m <sup>3</sup>	Blanda	20 mm	-
Hormigón armado	HA-25/B/20/Ila	25 N/mm <sup>2</sup>	-	Blanda	20 mm	Ila

## 7. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN OBTENIDA

La solución elegida para el centro deportivo de pistas de pádel consiste en una estructura metálica a base de pórticos rígidos a dos aguas. La nave tendrá una profundidad de 60 metros y la luz será de 30 metros, por lo que la superficie total de la edificación será de 1800 m<sup>2</sup>.

La estructura está compuesta por 13 pórticos en paralelo, cuya separación es de 5 metros de longitud. La cabeza de pilar tiene una altura de 7.5 metros, con una pendiente de 9°, por lo que la altura de cumbrera es de 9.88 metros. Dentro de la nave hay una subestructura con un forjado que separará la planta baja de la cafetería que se encuentra en la planta superior. La altura libre del forjado será de 4 metros.

Las fachadas de la nave disponen de 5 pilares intermedios y un sistema de arriostramiento resuelto mediante Cruces de San Andrés para trasladar los esfuerzos a las cimentaciones y asegurar la intraslacionalidad de la nave en ese plano. Los pilares de fachada quedan apoyados sobre la viga contraviento de cubierta tipo Pratt. (Ilustración 7).

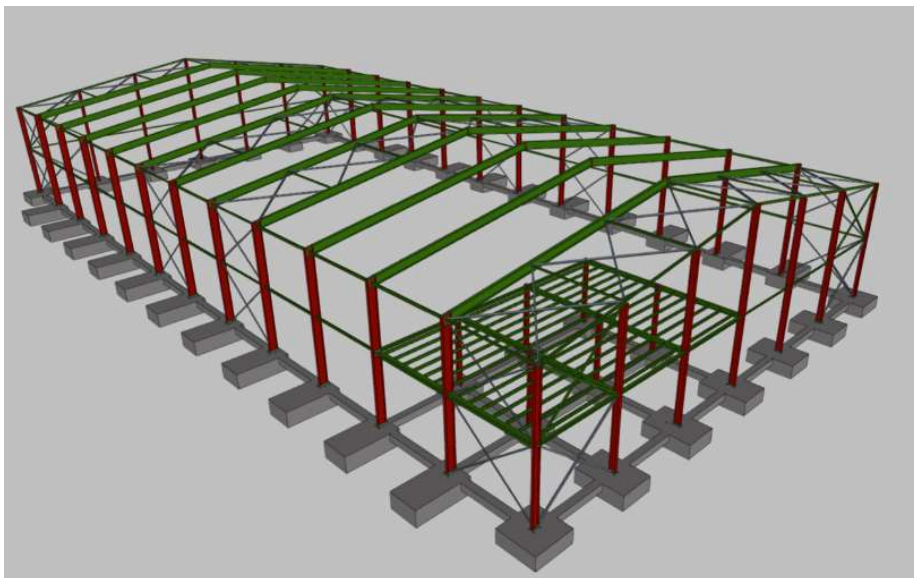


Ilustración 7. Vista 3D de la estructura. (Fuente CYPE 3D).

Al tratarse de una nave de 60 metros de profundidad, se ha optado por disponer de un sistema de juntas por colisos en las correas, para así permitir la libre dilatación y por tanto, evitar las tensiones que provocaría la acción térmica. Para ello se duplica el arriostamiento, tanto de fachada lateral, como de cubierta, en el centro de la nave.

Las placas de anclaje tienen como función principal anclar la estructura metálica a la cimentación, a través de pernos roscados. Las zapatas tienen forma excéntrica rectangular en los pórticos interiores; rectangular centrada en los pilares interiores del pórtico de fachada; y cuadradas en los pilares exteriores del pórtico de fachada y en los pilares del altillo. Las zapatas aisladas irán arriostadas a través de vigas de atado.

### 7.1. Actuaciones previas

Las actuaciones previas a realizar tienen como función principal acondicionar el terreno para poder comenzar el proceso constructivo. Al situar la nave en una parcela que no está construida, no es necesario proceder al derribo de ninguna construcción. Inicialmente se desbrozará la parcela de tierra vegetal.

Una vez desbrozada, se procederá a realizar el replanteo de la nave dentro de la parcela. Se excavarán los pozos de cimentación, y las vigas riostras.

Se comprobará que se llega al firme en los cantos de las zapatas.

Las tierras procedentes de la excavación, se acopiarán en la misma parcela, y se transportarán a vertedero autorizado.

### 7.2. Cimentación

La cimentación se encarga de transmitir los esfuerzos procedentes de la estructura al terreno, de forma que evita que la estructura sufra deformaciones y daños causados por las acciones que soportan.

Inicialmente se refinará la excavación de la zapata, y luego se verterá una capa de hormigón de limpieza de 10 cm de espesor, de hormigón HL-150/B/20, también denominado como solera de asiento, el cual tiene como función evitar que se deseque y contamine el hormigón estructural que se verterá después.

En la cimentación se diferenciarán seis grupos de zapatas (A-F), un total de 22 zapatas excéntricas rectangulares, 10 zapatas rectangulares centradas, 10 zapatas cuadradas centradas y las vigas de atado que unen a las mismas.

A continuación se describe la ubicación de cada tipo de zapata, así como sus dimensiones y características del armado (Ilustración 7.2-1).



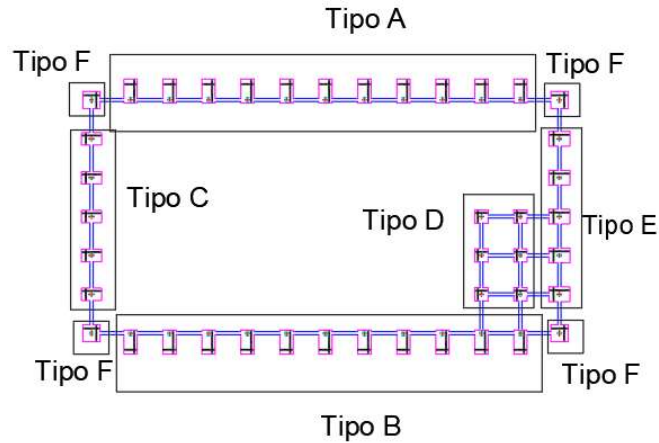


Ilustración 7.2-1. Clasificación en función del tipo de zapata.

- ZAPATAS TIPO A

Las 11 zapatas tipo A están ubicadas en la fachada lateral, alineación G. Se trata de una zapata rectangular excéntrica cuyas dimensiones son 310x170x90 mm (Ilustración 7.2-2). La parrilla está formada por:

Sup X: 13Ø16c/24

Sup Y: 7Ø16c/24

Inf X: 13Ø16c/24

Inf Y: 7Ø16c/24

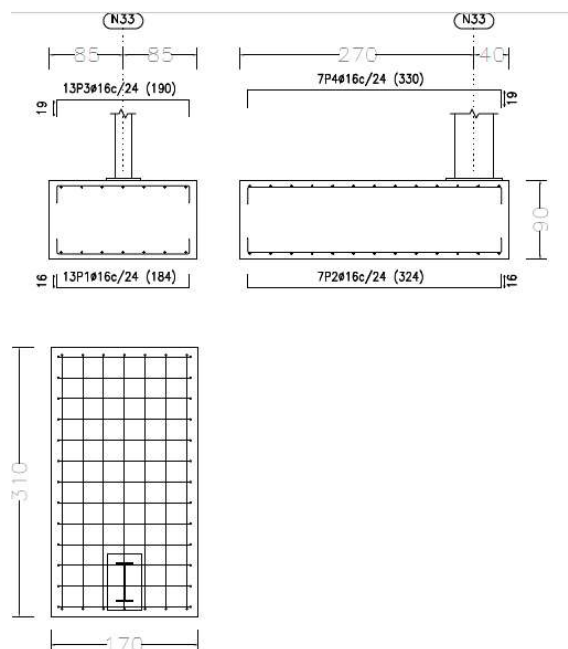


Ilustración 7.2-2. Dimensiones zapata tipo A. (Fuente CYPE 3D).

- ZAPATAS TIPO B

Este tipo de zapata se corresponde a la zapata de la fachada lateral alineación A. Las dimensiones son iguales a las de tipo A, pero el perfil estará ubicado en el extremo contrario, de manera que son simétricas. Y al igual que las anteriores, se dispone de 11 zapatas de este tipo.

- ZAPATAS TIPO C

Las zapatas de este tipo se encuentran en el pórtico de fachada nº 1, concretamente en los pilares interiores, por lo que se cuenta con 5 zapatas de este tipo. Se trata de una zapata rectangular con el pilar ubicado en el centro de la misma. Sus dimensiones son: 260x160x78 mm (Ilustración 7.2-3). Y el armado estará formado por las siguientes parrillas:

Sup X: 16Ø12c/16

Sup Y: 9Ø12c/16

Inf X: 16Ø12c/16

Inf Y: 9Ø12c/16.

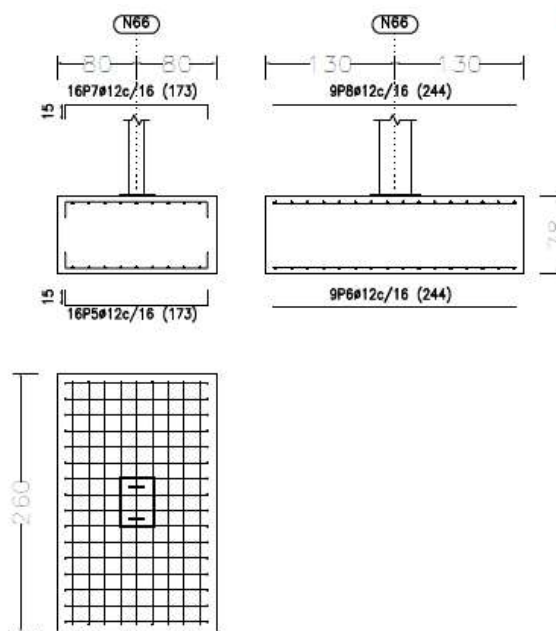


Ilustración 7.2-3. Dimensiones zapata tipo C. (Fuente CYPE 3D).

- ZAPATAS TIPO D

Las 6 zapatas de esta tipología recogen los esfuerzos de los pilares del forjado, por lo que sus dimensiones no requieren demasiado espacio, concretamente tienen unas dimensiones de 170x50, ya que se trata de una zapata cuadrada. El armado de la zapata mencionada estará formado por:

Sup X: 7Ø12c/25

Sup Y: 7Ø12c/25

Inf X: 7Ø12c/25

Inf Y: 7Ø12c/25

- ZAPATAS TIPO E

La zapata tipo E se encuentra en el pórtico de fachada nº 13, la forma de las mismas es rectangular con el pilar centrado y se cuenta con un total de 5 unidades. Las dimensiones de la misma son: 270x190x80 mm y su armado:

Sup X: 10Ø16c/27

Sup Y: 7Ø16c/27

Inf X: 10Ø16c/27

Inf Y: 7Ø16c/27

- ZAPATAS TIPO F

Este último tipo de zapata se encuentra bajo los pilares exteriores de los pórticos de fachada (Ilustración 7.2-4), tiene una forma cuadrada de dimensiones: 220x75 mm y un armado de:

Sup X: 7Ø16c/29

Sup Y: 7Ø16c/29

Inf X: 7Ø16c/29

Inf Y: 7Ø16c/29

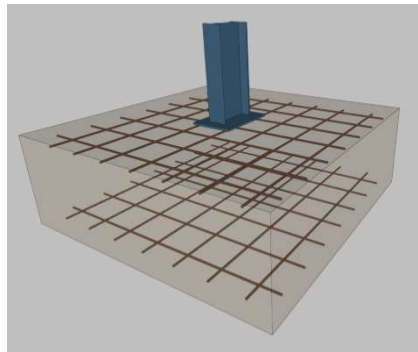


Ilustración 7.2-4. Vista 3D de la zapata tipo F. (Fuente CYPE 3D).

El segundo elemento de la cimentación es la viga de atado, también conocida como viga de arriostamiento. Tiene como función unir las zapatas aisladas y dotarlas de mayor estabilidad. Las dimensiones de las mismas serán las mostradas en la ilustración:

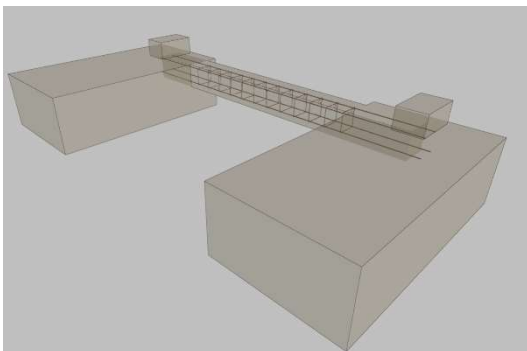


Ilustración 7.2-5. Viga de atado. (Fuente CYPE 3D).

### 7.3. Placas de anclaje

La placa de anclaje es el elemento que une la estructura metálica al cimiento, de manera que éste pueda resistir los esfuerzos y transmitirlos al terreno. En la estructura contamos con tres tipos de placa de anclaje, ubicadas en el pórtico interior, pórtico de fachada o en los pilares del forjado. Las placas de anclaje están formadas por la placa base, las cartelas de rigidez y los pernos de anclaje, todas ellas cuentan con una fijación rígida y patillas a 90° (Ilustración 7.3-1).

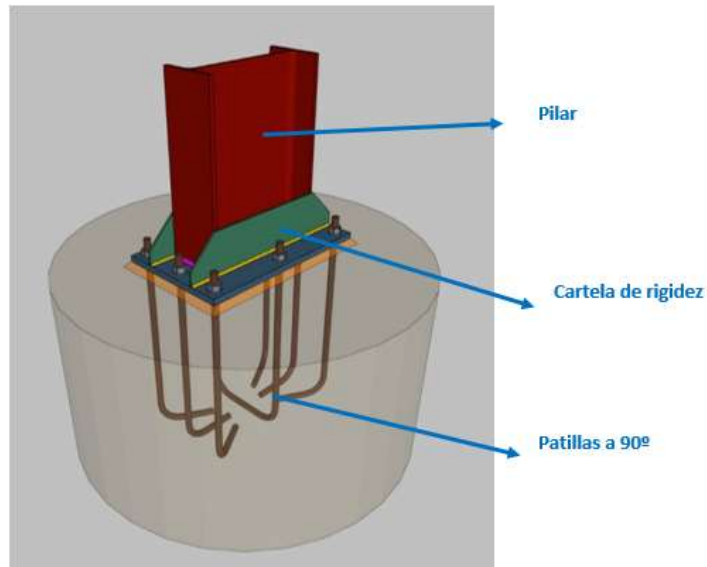


Ilustración 7.3-1. Vista 3D de la placa de anclaje. (Fuente CYPE 3D).

La placa base consiste en una chapa de acero S275 que permite el arranque al pilar. Las cartelas rigidizadoras consiguen aumentar la rigidez del conjunto para que la placa de anclaje resista los esfuerzos a flexión y actúan como aletas mecánicas distribuyendo el axil en la base. Por último, los pernos constituyen el elemento de unión entre el cimiento y la base, se introducen en el hormigón de la zapata para así poder transmitir los esfuerzos de tracción. Se utilizan barras corrugadas ya que se adhieren mejor que las barras lisas.

Las dimensiones de los tres tipos de placas de anclaje dispuestos en la estructura de la nave quedan detalladas en la siguiente (Tabla 7.3-1):

Tabla 7.3-1. Geometría de las placas de anclaje

TIPO PLACA	UBICACIÓN	PLACA BASE	CARTELAS DE RIGIDEZ	PERNOS DE ANCLAJE
Tipo 1	Pórtico interior	650x400x22 mm	2·(150x50x7)	8Ø25 mm; L=50cm; Patilla a 90°
Tipo 2	Pórtico de fachada	500x350x18mm	2·(100x0x5)	4Ø20 mm; L=50cm; Patilla a 90°
Tipo 3	Altillo	350x350x15mm	1·(100x40x5)	4Ø16 mm; L=35cm; Patilla a 90°

#### 7.4. Pórtico de fachada

El pórtico de fachada tiene como función principal resistir la acción variable del viento, por lo que es de gran importancia que cumpla todas las comprobaciones para obtener una estructura segura.

Debido a la ejecución de la subestructura del forjado, se dispone de dos pórticos de fachada distintos, uno de ellos corresponde con la alineación 1, y el restante con la alineación 13.

Los pilares están formados por siete perfiles IPE 330, de los cuales dos son exteriores y cinco interiores, para un mejor reparto de la acción frontal del viento. La separación entre perfiles es de 5 metros y la altura de cumbrera del perfil central es de 9.88 metros. La jácena de ambos pórticos se ha resuelto a partir de un perfil IPE 120.

El pórtico de alineación 13 cuenta con la instalación de un atillo, ubicado a la misma altura que los montantes del arriostramiento de fachada para así reducir el número de barras en la estructura. Los perfiles dispuestos en dicho arriostramiento son: perfil L 75x75x4 para los tirantes y perfiles tubulares SHS 80x3.0 para los montantes (Ilustración 7.4-1).

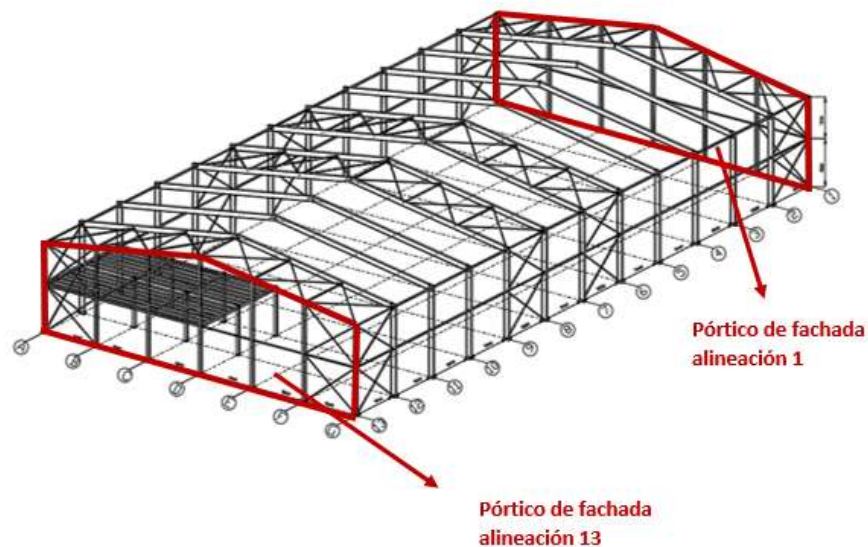
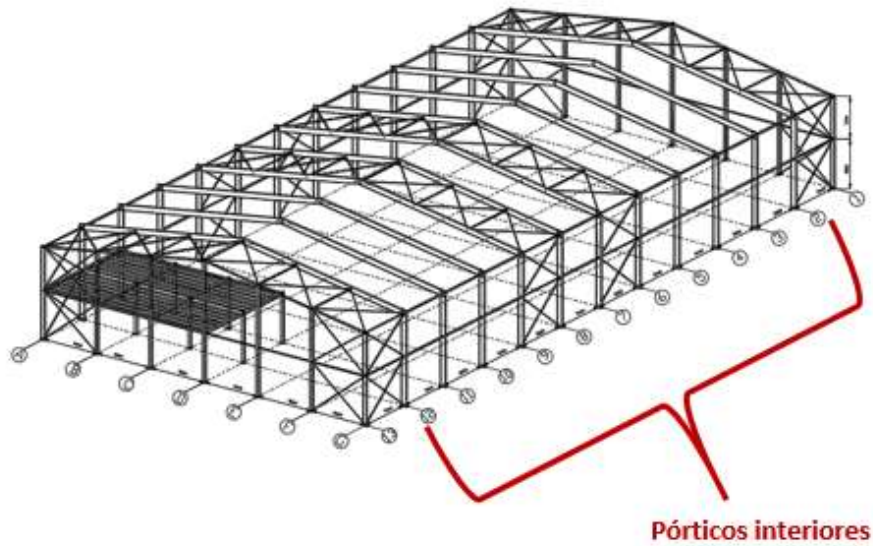


Ilustración 7.4-1. Pórticos de fachada de la estructura.

#### 7.5. Pórtico interior

La estructura está formada por 11 pórticos interiores, de los cuales se puede diferenciar tres tipos debido a la inclusión de la entreplanta en la estructura: alineaciones de la 2 a la 10, alineación 11 y alineación 12.

Una vez realizados los cálculos estructurales con CYPE, el perfil obtenido tanto para la jácena como para el pilar de los pórticos interiores es el IPE 450, para facilitar la ejecución de la unión rígida entre ambos perfiles (Ilustración 7.5-1).



*Ilustración 7.5-1. Pórticos interiores de la estructura.*

## 7.6. Fachada lateral

La nave cuenta con dos fachadas laterales, ubicadas en las alineaciones A y G. Los elementos principales de la fachada lateral son: el arriostramiento resuelto mediante Cruces de San Andrés dispuestos tanto en los extremos de la fachada como en el centro de la nave, y la viga perimetral (Ilustración 7.6-1).

- **Cruz de San Andrés:** se ha dispuesto este tipo de arriostramiento al caracterizarse por ser sencillo y no tener ninguna puerta en esa posición. Estos subsistemas absorben los empujes provocados por el viento y los trasladan a los cimientos. También conviene disponer de CSA en el medio de la nave si esta posee una luz de grandes dimensiones, así se evitan las dilataciones y tensiones que provoca la acción térmica. Además, las CSA en las fachadas aseguran la intraslacionalidad de la estructura en ese plano.  
Las cruces de San Andrés dispuestas en este trabajo contienen montantes de perfil SHS 80x3.0 y diagonales de perfil L 75x75x4.
- **Viga perimetral:** este elemento que trabaja a tracción, tiene como función principal aportar continuidad a la estructura y solidarizar los movimientos de las cabezas de pilar en el plano de fachada lateral, transmitiendo cualquier tipo de esfuerzo a la CSA.  
La viga perimetral de la estructura descrita está resuelta a través de perfiles IPE 140.

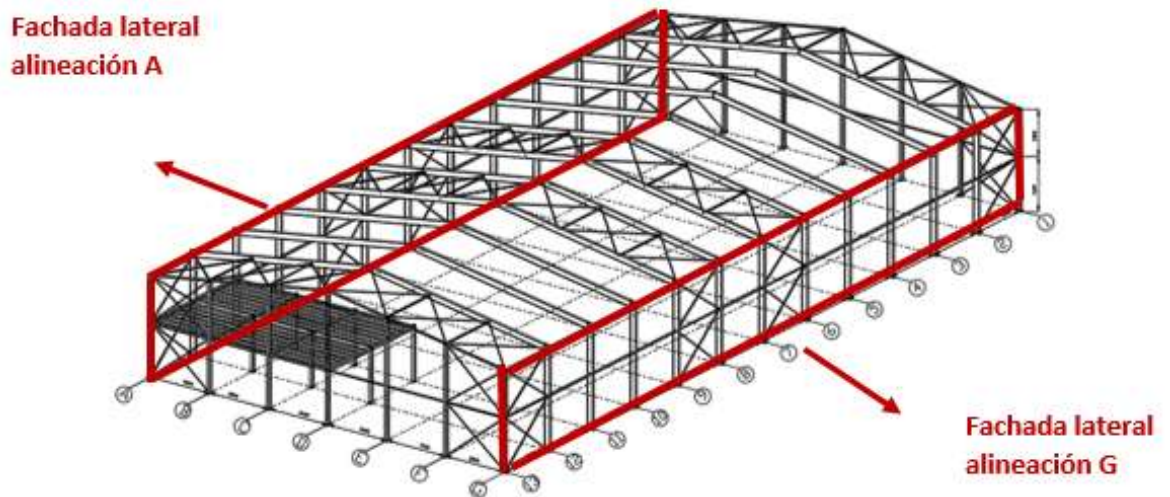


Ilustración 7.6-1. Fachadas laterales de la estructura

### 7.7. Cubierta

La cubierta de la estructura dispone de un sistema contraviento resuelto a través de la Viga Pratt, en la que las diagonales están duplicadas. Se ubicará una viga contraviento en los vanos en los que ya haya instalada una CSA, y estarán formadas por siete montantes de perfiles tubulares SHS 80x3.0 que trabajan a compresión, y 12 diagonales que trabajan a tracción y estarán resueltas con perfiles en L 75x75x4 (Ilustración 7.7-1).

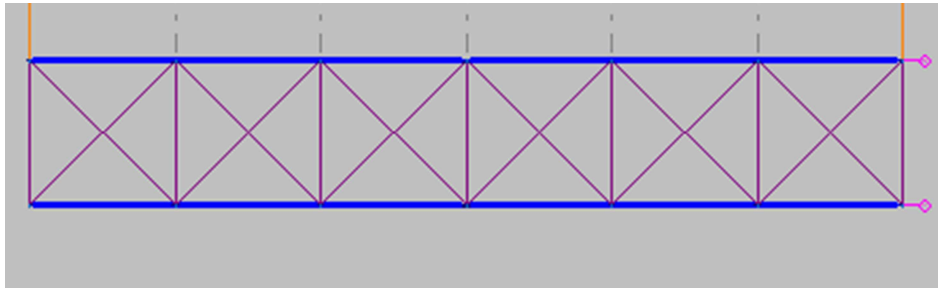


Ilustración 7.7-1. Viga contraviento. (Fuente CYPE 3D).

### 7.8. Attilo

La nave cuenta con la construcción de un forjado que tendrá unas dimensiones de 10 metros de ancho y 15 metros de largo. Estará ubicado a una altura de 4 metros y albergará una cafetería con su respectiva cocina y asientos.

El tipo de forjado seleccionado para la nave ha sido un forjado de viguetas metálicas con un intereje de 70 cm. Entre las viguetas se colocarán las bovedillas y el conjunto se recubrirá con una capa de compresión de hormigón de 5 cm de espesor del tipo HA-25/B/20/IIa.

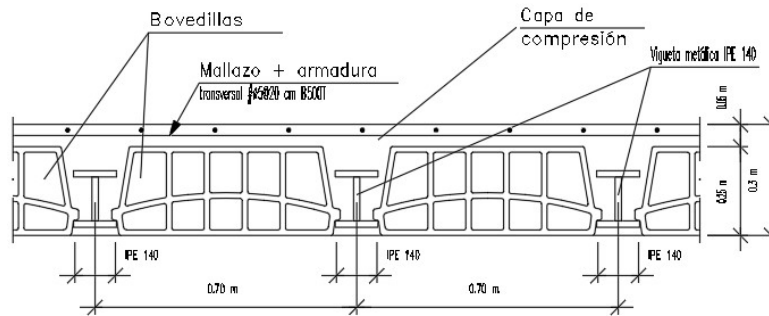


Ilustración 7.8-1. Detalle del forjado

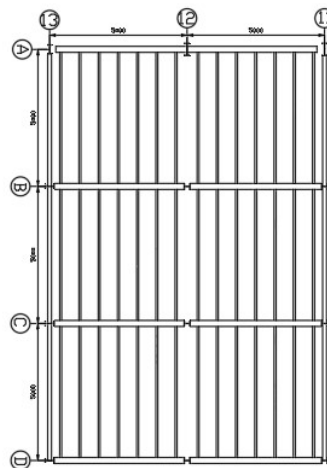


Ilustración 7.8-2. Vista de planta del altillo.

## 7.9. Correas

Las correas son los elementos que se sitúan sobre los pórticos uniéndolos entre sí, con el fin de transmitir a las jácenas y pilares las acciones que recaen sobre los cerramientos, tanto en la cubierta como en los laterales.

En la cubierta, se ha dispuesto de 16 correas de perfil CF 160x2.0 con una separación de 2.1 metros entre sí, dejando un espacio de 0.5 metros en las correas situadas más próximas a la cumbre para poder instalar correctamente la cumbre del cerramiento.

En las fachadas laterales se ha hecho uso de 14 correas de perfil CG 160x2.0, con una separación de 1.17 metros, dejando un espacio de 0.25 metros entre las placas de anclaje y la correa más próxima y de 0.25 metros entre la cabeza de pilar y la correa más próxima para poder instalar el canalón de recogida de agua. Las correas se pueden observar en los planos nº 7 al nº 11 y los cerramientos quedan detallados en los planos nº 16,17 y 18 del documento IV del presente proyecto.

## 7.10. Cerramientos

La nave diseñada cuenta con un único tipo de cerramiento para toda la estructura: el panel sándwich. Éste se configura a partir de una chapa exterior prelacada y una chapa de revestimiento,



la cual está unida a un material aislante, que en el caso de este proyecto es lana de roca de 100 kg/m<sup>3</sup> de densidad media. El ancho del panel seleccionado es de 1.1 m y tiene un espesor de 50 mm. Se ha optado por una chapa nervada para favorecer la evacuación de las aguas pluviales y aportar resistencia al cerramiento (Ilustración 7.10-1).

La cubierta dispondrá de 12 lucernarios en cada faldón, lo que suman un total de 24 unidades. Proporcionarán luz natural a la instalación de manera que se podrá ahorrar en luz artificial durante el día. Tendrán una estructura autoportante de perfiles de aluminio lacado y sus dimensiones serán de 2x1.17 metros.

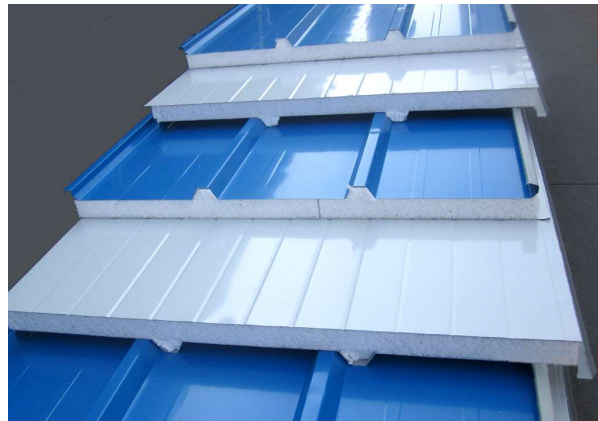


Ilustración 7.10-1. Cerramiento de panel de sándwich. (Fuente Google: PATEC).

## 8. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

Para la realización del presupuesto se ha utilizado el módulo Arquímedes del software CYPE, que permite obtener distintos tipos de presupuestos. Además, se ha hecho uso de la base de datos del Generador de Precios de CYPE, donde se puede encontrar un precio real de los elementos que componen la nave. A continuación, se muestra un resumen del PEM (Presupuesto de ejecución material) y en el Documento III: Presupuesto, se muestra la descomposición detallada por unidades de obra y capítulos.

### PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (PEM)

CAPÍTULOS	Importe (€)
1.- Acondicionamiento del terreno	34.291,67
2.- Cimentaciones	34.636,98
3.- Estructuras	170.820,44
4.- Fachadas y particiones	98.094,86
5.- Cubiertas	149.067,65
6.- Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares	15.926,92
7.- Solados interiores	41.672,00
8.- Gestión de residuos	542,61
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (P.E.M.)</b>	<b>545.053,23</b>

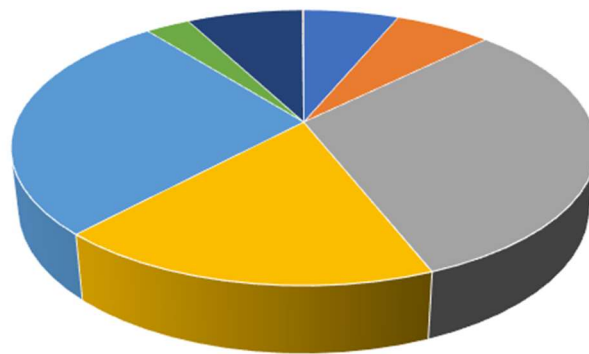
El presupuesto de ejecución material de la obra asciende a la cantidad de **QUINIENTOS CUARENTA Y CINCO MIL CINCUENTA Y TRES EUROS CON VEINTITRÉS CÉNTIMOS**.

#### PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA (PEC)

<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (P.E.M.)</b>	<b>545.053,23</b>
13% de gastos generales	70.856,92
6% de beneficio industrial	32.703,19
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA (P.E.C.)</b>	<b>648.613,34</b>
21% I.V.A.	136.208,80
<b>PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN (P.B.L.)</b>	<b>784.822,14</b>

Asciende el presupuesto base de licitación a la expresada cantidad de **SETECIENTOS OCHENTA Y CUATRO MIL OCHOCIENTOS VEINTIDÓS EUROS CON CATORCE CÉNTIMOS**.

#### PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL



- 1.- Acondicionamiento del terreno (6,29%)
- 2.- Cimentaciones (6,35%)
- 3.- Estructuras (31,34%)
- 4.- Fachadas y particiones (18,00%)
- 5.- Cubiertas (27,35%)
- 6.- Carpintería, cerrajería, vidrios (2,92%)
- 7.- Solados interiores (7,65%)
- 8.- Gestión de residuos (0,10%)

Como se aprecia en el gráfico del presupuesto de ejecución material, las unidades de obra que presentan un mayor porcentaje respecto al presupuesto total son la de estructuras (31,3%) y la de cubiertas (27,35 %).

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- Curso Básico CYPE 3D, SAURA ARNAU, H.
- <https://www.codigotecnico.org/>. Código Técnico de edificación.
- <https://www.mitma.gob.es/organos-colegiados/mas-organos-colegiados/comision-permanente-del-hormigon/cph/instrucciones/ehe-08-version-en-castellano>. Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).
- <https://www.csd.gob.es/es/csd/instalaciones/politicas-publicas-de-ordenacion/normativa-tecnica-de-instalaciones-deportivas/normas-nide>. Normas N.I.D.E. (Normativa para instalaciones deportivas y para el esparcimiento).
- PoliformaT- Recursos de la asignatura: Tecnología de la Construcción de 4º de GITI. Curso 2020-2021.
- PoliformaT- Recursos de la asignatura: Proyectos de 4º de GITI. Curso 2020-2021.
- <https://www.sedecatastro.gob.es/>. Sede electrónica del catastro.
- <https://www.google.es/maps/?hl=es>. Google Maps.
- <http://www.generadordeprecios.info/#gsc.tab=0>. Generador de precios CYPE.

## DOCUMENTO II:

# ANEXO DE CÁLCULO

## ÍNDICE DE ANEXO DE CÁLCULO

1	ACCIONES SOBRE LA NAVE .....	1
1.1	Acciones permanentes (G).....	1
1.2	Acciones variables (Q).....	1
1.2.1	<i>Sobrecarga de uso</i> .....	2
1.2.2	<i>Nieve</i> .....	2
1.2.3	<i>Viento</i> .....	3
2	MATERIALES.....	5
2.1	Acero.....	6
2.2	Hormigón .....	6
3	COMBINACIONES DE ACCIONES .....	7
4	COMPROBACIÓN DE LOS ELEMENTOS DE LA ESTRUCTURA.....	8
4.1	Cimentación .....	8
4.2	Placas de anclaje.....	12
4.3	Pórtico de fachada.....	16
4.3.1	<i>Predimensionado</i> .....	16
4.3.2	<i>Comprobaciones</i> .....	20
4.4	Pórtico interior .....	34
4.4.1	<i>Predimensionado</i> .....	34
4.4.2	<i>Comprobaciones</i> .....	35
4.5	Fachada lateral .....	37
4.5.1	<i>Predimensionado</i> .....	37
4.5.2	<i>Comprobaciones</i> .....	38
4.6	Cubierta.....	39
4.6.1	<i>Predimensionado</i> .....	39
4.6.2	<i>Comprobaciones</i> .....	40
4.7	Forjado .....	41
4.7.1	<i>Comprobaciones</i> .....	41
4.8	Correas.....	43
4.8.1	<i>Predimensionamiento</i> .....	43
4.8.2	<i>Comprobaciones</i> .....	43

## 1 ACCIONES SOBRE LA NAVE

Las acciones que se deben considerar para realizar el cálculo estructural de la nave según la normativa vigente del CTE Documento Básico de Seguridad Estructural de Acciones en la Edificación se dividen en tres grupos: acciones permanentes, acciones variables y acciones accidentales. El alcance del presente trabajo no incluye la consideración de estas últimas.

### 1.1 Acciones permanentes (G)

Las acciones permanentes (G) son aquellas que actúan en todo instante sobre el edificio con posición constante. Se considerarán el peso propio de los elementos estructurales, como son las vigas, pilares, elementos de arriostramiento, etc. y elementos constructivos, donde se incluyen también los forjados, cubiertas, cerramientos exteriores, tabiquería, etc. El programa utilizado para el cálculo, CYPE 3D, considera de manera automática el peso propio de las barras, por lo que esto no es necesario definirlo.

En este caso se tiene:

- El peso del cerramiento de panel de sándwich de 0.15 kN/m<sup>2</sup> (Ilustración 1.1-1).
- El peso de los elementos del forjado unidireccional de viguetas metálicas de 2.25 kN/m<sup>2</sup>.

#### Cálculo del peso propio del forjado:

- Peso de la capa de compresión ( $\gamma=25$  kN/m<sup>3</sup>); Espesor capa compresión 5 cm

$$25 \text{ (kN/m}^3\text{)} \times 0.05 = 1.25 \text{ kN/m}^2.$$

- Solado 1 kN/m<sup>2</sup>

Por lo que la suma del peso de la capa de compresión y del solado da un total de 2.25 kN/m<sup>2</sup>.

- El peso de las 16 correas de cubierta de perfil CF-160 x 2.0 será de 0.022 kN/m<sup>2</sup>.

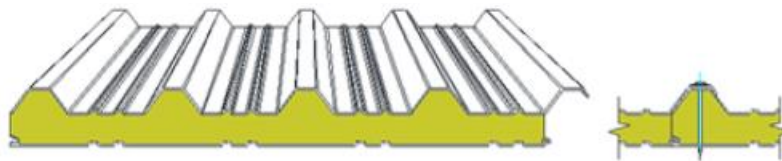


Ilustración 1.1-1. Panel Sándwich (Fuente PoliformaT – Tecnología de la Construcción).

En las fachadas laterales el peso de las correas será de 0.04 kN/m<sup>2</sup>.

### 1.2 Acciones variables (Q)

Las acciones variables (Q) son aquellas que pueden actuar o no sobre el edificio, como son las debidas al uso que tenga la estructura o a las acciones climáticas.

### 1.2.1 Sobrecarga de uso

La sobrecarga de uso (CTE DB SE-AE 3.1) se debe al peso que puede gravitar sobre el edificio por razón de su uso, se trata de una carga distribuida uniformemente ( $q_k$ ) en la planta del edificio.

La tabla muestra las distintas categorías en las que se puede clasificar dicha carga según el uso al que se vaya a dar el edificio, en este caso sería categoría G1 al tratarse de una cubierta accesible únicamente para conservación con cubierta ligera sobre correas (No concomitante con el resto de acciones variables). (Tabla 1.2-1).

Tabla 1.2-1. Valores característicos de las sobrecargas de uso. (Fuente CTE 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)(5)</sup>	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) <sup>(5)</sup>	0,4 <sup>(4)</sup>	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

La categoría de uso en el forjado será C, zonas de acceso al público, ya que está destinado a la instalación de una cafetería con asientos fijos, por lo que su sobrecarga de uso será de 4 kN/m<sup>2</sup>.

### 1.2.2 Nieve

Según el CTE DB SE-AE 3.5 la distribución y la intensidad de la carga de nieve sobre un edificio, depende del clima del lugar, del tipo de precipitación, del relieve del entorno, de la forma del edificio o de la cubierta y de los efectos del viento.

Como valor de carga de nieve por unidad de superficie en proyección horizontal  $q_n$  puede tomarse:

$$q_n = \mu \cdot S_k \quad (1)$$

Siendo:

- $\mu$  el coeficiente de forma de la cubierta
- $S_k$  el valor característico de la carga de nieve, que depende tanto de la altitud topográfica como de la zona climática

El término municipal donde está ubicado la nave pertenece a la zona climática 5, y está situado a una altura de 52 metros respecto el nivel del mar, por lo que el valor característico  $S_k$  tendrá el valor de 0.2 kN/m<sup>2</sup>. El coeficiente de forma tomará el valor de 1 al tratarse de una cubierta con  $\alpha < 30^\circ$ . (Tabla 1.2-2).

Tabla 1.2-2 Sobrecarga de nieve en un terreno horizontal (kN/m<sup>2</sup>). (Fuente CTE 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

Por lo tanto el valor de carga de nieve será  $q_n = 0.2 \text{ kN/m}^2$ .

Debido a que el viento puede acompañar o seguir a las nevadas, se tendrán en cuenta las siguientes distribuciones de la nieve sobre la cubierta:

- i) Nieve en estado inicial: distribución simétrica sobre la cubierta.
- ii) Nieve redistribución 1: reparto asimétrico de la nieve sobre la cubierta.
- iii) Nieve redistribución 2: reparto asimétrico de la nieve sobre la cubierta.

### 1.2.3 Viento

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

La acción del viento se puede considerar una presión estática que se puede expresar como:

$$q_e = q_b \cdot C_e \cdot C_p \quad (2)$$

Donde:

- $q_b$  es la presión dinámica del viento que depende del emplazamiento geográfico, la nave está situada en Paiporta, municipio que pertenece a la zona eólica A (viento de 26 m/s). (Ilustración 1.2-1).

$$\text{De la expresión: } q_b = 0.5 \cdot \delta \cdot V_b^2, \quad (3)$$



Donde  $\delta$  es la densidad del aire y  $V_b$  la velocidad básica del viento.

Tomando  $\delta = 1.25 \text{ kg/m}^3$  y  $V_b = 26 \text{ m/s}$ , se obtiene una presión dinámica  $q_b = 0.42 \text{ kN/m}^2$ .

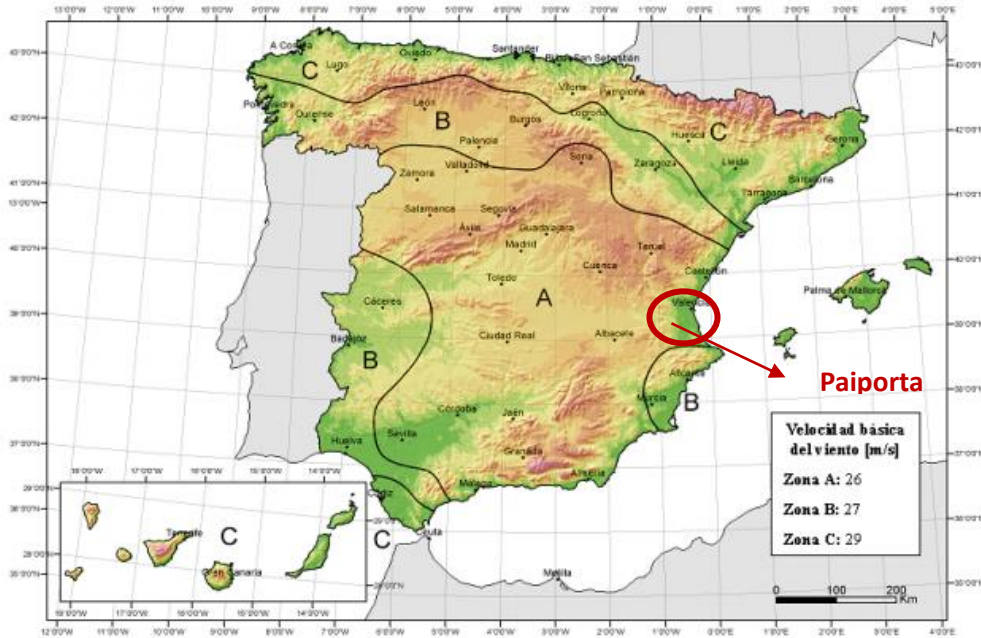


Ilustración 1.2-1. Valor básico de la velocidad del viento ( $V_b$ ) según zona eólica. (Fuente CTE DB SE-AE).

- $C_e$  es el coeficiente de exposición, que depende de dos variables: la altura del punto considerado y el grado de aspereza del entorno donde está situada la edificación.

En este caso, la edificación se encuentra en un polígono industrial que corresponde con un grado de aspereza IV. (Tabla 1.2-3).

Tabla 1.2-3. Coeficientes para tipo de entorno. (Fuente CTE 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
IV	Zona urbana en general, industrial o forestal	0,22	0,3	5,0
V	Centro de negocios de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	0,24	1,0	10,0

$$\text{Con la expresión: } C_e = F \cdot (F + 7 \cdot k) \quad (4)$$

Donde F es el coeficiente de rugosidad, que se obtiene a partir de la ecuación  $F = k \cdot \ln\left(\frac{\max(z, Z)}{L}\right)$ , siendo  $k = 0.22$ ,  $\max(z, Z) = 9.88$  (altura de la cumbre de la nave) y  $L = 0.3 \text{ m}$ . Se

obtiene un valor de  $F = 0.769$  y por lo tanto el coeficiente de exposición tomará el valor de 1.77.

Se considera que la edificación no contiene agujeros significativos, además de que el periodo de servicio es de 50 años.

- $C_p$  es el coeficiente eólico o de presión, el cual depende de la orientación y la forma de la superficie respecto al viento.

Las tablas D.3 y D.4. del CTE DB SE-AE permiten obtener los distintos coeficientes para los paramentos verticales y zonas de la cubierta dependiendo de la forma de los mismos y del área de influencia.

El programa CYPE 3D realiza todas las comprobaciones posibles teniendo en cuenta la geometría de la nave y las cargas que actúan sobre la misma.

Las comprobaciones son las siguientes (Ilustración 1.2-2).

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

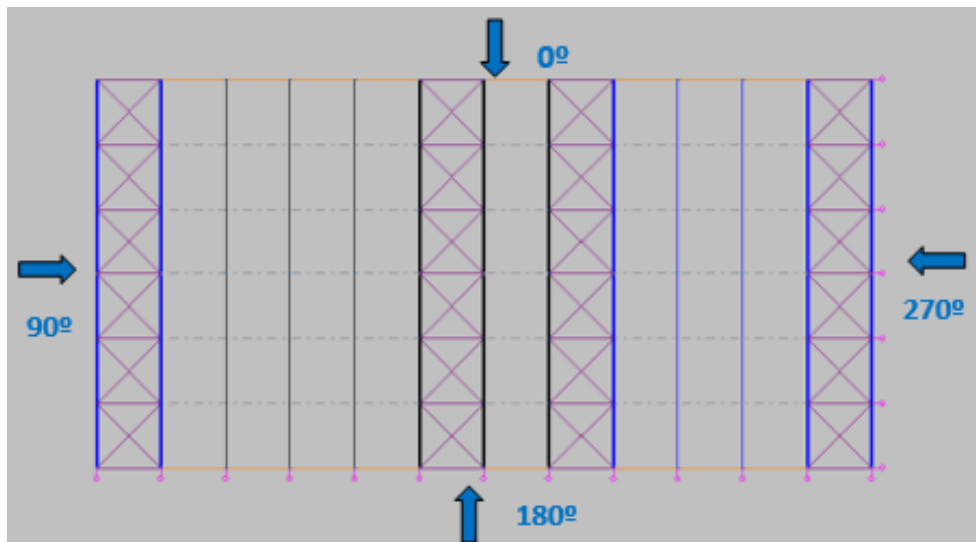


Ilustración 1.2-2. Esquema de las orientaciones de las hipótesis del viento. (Fuente CYPE 3D).

## 2 MATERIALES

Los materiales empleados en la ejecución de la obra han sido principalmente distintos tipos de acero y de hormigón.

## 2.1 Acero

Las características de los aceros empleados en la ejecución de la obra las podemos encontrar en las siguientes tablas (Tabla 2.1-1) y (Tabla 2.1-2):

Tabla 2.1-1 Características aceros S275 y S235. (Fuente CYPE 3D).

Materiales utilizados							
Material		E (MPa)	$\nu$	G (MPa)	$f_y$ (MPa)	$\alpha_t$ (m/m°C)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01
Acero conformado	S235	210000.00	0.300	81000.00	235.00	0.000012	77.01

Notación:  
 E: Módulo de elasticidad  
 $\nu$ : Módulo de Poisson  
 G: Módulo de cortadura  
 $f_y$ : Límite elástico  
 $\alpha_t$ : Coeficiente de dilatación  
 $\gamma$ : Peso específico

Tabla 2.1-2. Características de acero B500S (Fuente CYPE 3D).

Materiales utilizados					
Material		E (MPa)	$\nu$	G (MPa)	$f_y$ (MPa)
Tipo	Designación				
Acero corrugado	B500S	206000.00	0.300	81000.00	500

Notación:  
 E: Módulo de elasticidad  
 $\nu$ : Módulo de Poisson  
 G: Módulo de cortadura  
 $f_y$ : Límite elástico

## 2.2 Hormigón

Las propiedades de los distintos tipos de hormigón en la construcción de las zapatas y de las vigas de atado han sido los detallados en la Tabla 2.2-1.

Tabla 2.2-1 Características de los tipos de hormigón. (Fuente CYPE 3D).

	Denominación	Resistencia a compresión	Mínima dosificación	Tipo de consistencia	Tamaño máximo de árido	Clase de exposición
Hormigón de limpieza	HL-150/B/20	-	150 kg/m <sup>3</sup>	Blanda	20 mm	-
Hormigón armado	HA-25/B/20/IIa	25 N/mm <sup>2</sup>	-	Blanda	20 mm	IIa

### 3 COMBINACIONES DE ACCIONES

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

- **Con coeficientes de combinación**

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki} \quad (5)$$

- **Sin coeficientes de combinación**

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki} \quad (6)$$

- Donde:

- $G_k$  Acción permanente
- $P_k$  Acción de pretensado
- $Q_k$  Acción variable
- $\gamma_G$  Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
- $\gamma_P$  Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado
- $\gamma_{Q,1}$  Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
- $\gamma_{Q,i}$  Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
- $\psi_{p,1}$  Coeficiente de combinación de la acción variable principal
- $\psi_{a,i}$  Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Para llevar a cabo una comprobación con éxito según lo que nos exige el CTE DB-SE-AE, las comprobaciones a realizar en los Estados Límite de Servicio Deformación son las de los denominados:

- **Criterio de integridad:** Las acciones que intervendrán serán todas a excepción del peso propio de la estructura, se combinarán todas las acciones teniendo en cuenta sus respectivos coeficientes de acompañamiento.  $\psi_0 = 0.6$  para el viento,  $\psi_0 = 0.5$  para la nieve y  $\psi_0 = 0.7$  para las sobrecargas.
- **Criterio de apariencia:** La combinación a realizar es la casi-permanente, lo que indica que se combinarán todas las acciones con su respectivo coeficiente de acompañamiento.  $\psi_2 = 0$  para el viento,  $\psi_2 = 0$  para la nieve y  $\psi_2 = 0.6$  para las sobrecargas.

## 4 COMPROBACIÓN DE LOS ELEMENTOS DE LA ESTRUCTURA

En el este capítulo se va a realizar la comprobación de los estados límites de servicio y los estados límites últimos de los distintos subsistemas según la normativa vigente del CTE.

El diseño y cálculo de la nave se ha realizado con el software CYPE, a través del cual se permite obtener una serie de listados de comprobaciones de los elementos que conforman la estructura: cimentación, vigas, pilares, placas de anclaje, montantes y diagonales.

### 4.1 Cimentación

Al no disponer de un estudio geotécnico realizado para el proyecto, se asumen para el modelo de cálculo valores de tensión admisible de 0.2 MPa.

Se mostrarán las comprobaciones de la zapata N<sup>o</sup>21, que corresponde a uno de los pórticos interiores y cuyas dimensiones quedan definidas en la siguiente ilustración (Ilustración 4.1-1).

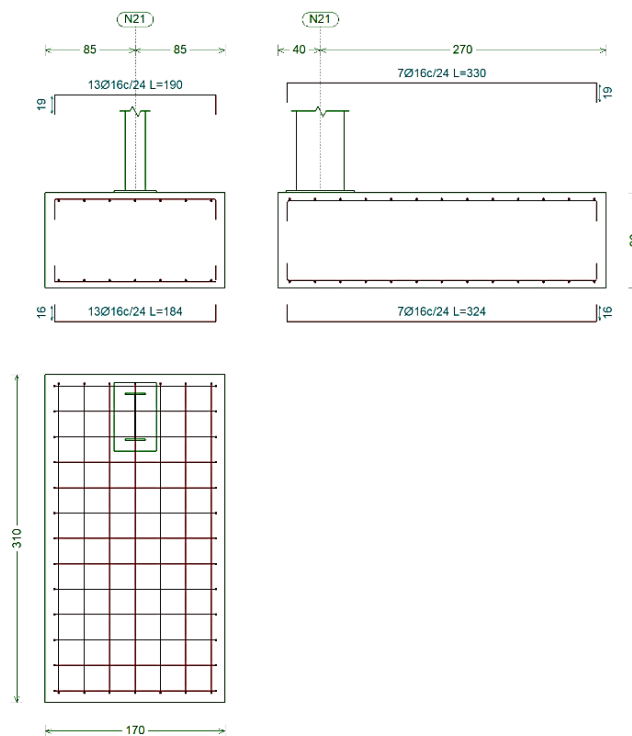


Ilustración 4.1-1. Dimensiones zapata rectangular excéntrica pórtico interior (Fuente CYPE 3D).

En la siguiente tabla se muestra un listado de comprobaciones, con el fin de demostrar que los cálculos han sido favorables y garantizan la seguridad del elemento (Tabla 4.1-1).

Tabla 4.1-1. Comprobaciones zapata aislada N°21 (Fuente CYPE 3D)

Referencia: N21		
Dimensiones: 170 x 310 x 90		
Armados: Xi:Ø16c/24 Yi:Ø16c/24 Xs:Ø16c/24 Ys:Ø16c/24		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0914292 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.104575 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.183153 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: 9366.5 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 18.4 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 14.21 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 245.56 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 134.40 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 64.2 kN/m <sup>2</sup>	Cumple
<i>Criterio de CYPE</i>		
Canto mínimo:		
<i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 90 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N21:	Mínimo: 49 cm Calculado: 82 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima:		
<i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión:		
<i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>		
	Calculado: 0.001	

Proyecto estructural de un centro deportivo de pádel de 1800 m<sup>2</sup> situado en el Polígono Industrial La Mina (Paiporta)

Referencia: N21		
Dimensiones: 170 x 310 x 90		
Armados: Xi:Ø16c/24 Yi:Ø16c/24 Xs:Ø16c/24 Ys:Ø16c/24		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0008	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0004	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 23 cm Calculado: 177 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple

Referencia: N21		
Dimensiones: 170 x 310 x 90		
Armados: Xi:Ø16c/24 Yi:Ø16c/24 Xs:Ø16c/24 Ys:Ø16c/24		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 180 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 19 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo flexible (Artículo 58.2 de la norma EHE-08)		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.02		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.59		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 0.00 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 644.52 kN		

La cimentación aparte de las zapatas, cuenta con un segundo elemento, que es la viga de atado. Dicho elemento tiene las mismas dimensiones en toda la estructura (Ilustración 4.1-2).

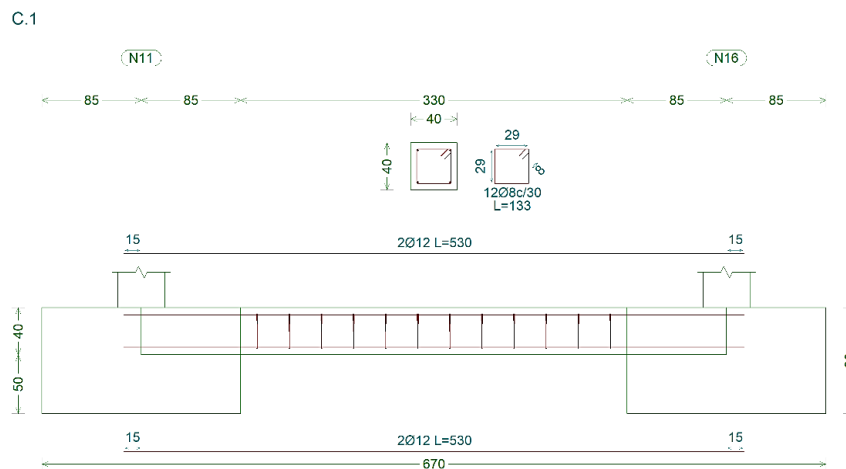


Ilustración 4.1-2. Dimensiones viga de atado. (Fuente CYPE 3D).



Se observa en la siguiente tabla, el listado de comprobaciones efectuadas a la viga de atado (Tabla 4.1-2):

Tabla 4.1-2. Comprobaciones viga de atado. (Fuente CYPE 3D).

Referencia: C.1 [N11-N16] (Viga de atado)		
-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm		
-Armadura superior: 2Ø12		
-Armadura inferior: 2Ø12		
-Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos:		
- Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Recomendación del Artículo 58.8.2 de la EHE-08): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)		
- No llegan estados de carga a la cimentación.		

## 4.2 Placas de anclaje

Las placas de anclaje se modelan especificando como datos de partida: el acero corrugado para los pernos, anclaje por patilla a 90º, y fijación de los pernos a través de tuerca y arandela. (Ilustración 4.2-1).

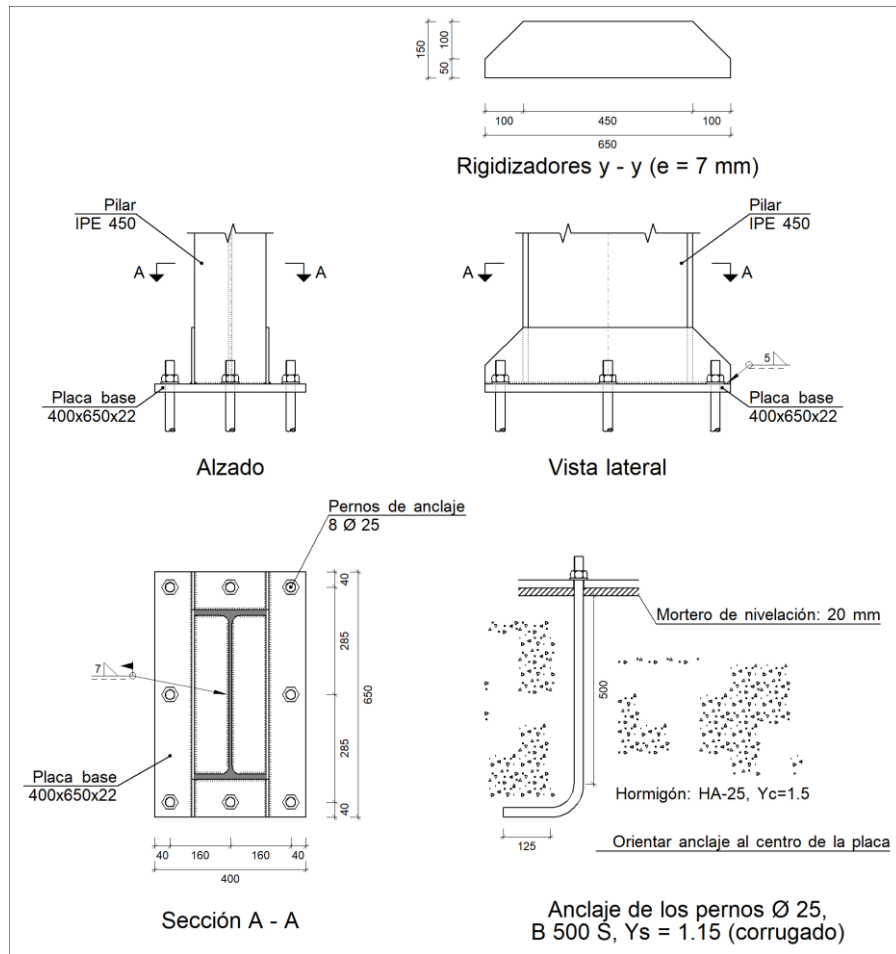
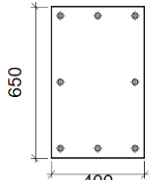
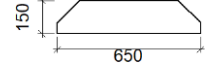


Ilustración 4.2-1. Detalle placa de anclaje pórtico interior. (Fuente CYPE 3D).

En la siguiente tabla se describen los distintos componentes que forman la placa de anclaje del pórtico interior a modo de ejemplo, con sus respectivas características y dimensiones, (Tabla 4.2-1):

Tabla 4.2-1. Características y dimensiones placa de anclaje pórtico interior. (Fuente CYPE 3D).

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f <sub>y</sub> (MPa)	f <sub>u</sub> (MPa)
Placa base		400	650	22	8	25	S275	275.0	410.0

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		650	150	7	-	-	S275	275.0	410.0

A continuación, se muestran las comprobaciones obtenidas de CYPE 3D de la placa de anclaje mencionada anteriormente, tanto del cordón de soldadura con el perfil IPE 450 anclado como de la placa, en la que se comprueba: E.L.U. agotamiento del apoyo, E.L.U. agotamiento de la placa a flexión, E.L.U. agotamiento de los pernos a tracción y ELU del anclaje de los pernos.

### 1). Comprobaciones del cordón de soldadura con IPE 450,(Tabla 4.2-2) y (Tabla 4.2-3):

#### Cordones de soldadura

Tabla 4.2-2. Comprobaciones geométricas placa de anclaje pórtico interior. (Fuente CYPE 3D).

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
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

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

Tabla 4.2-3. Comprobaciones de resistencia placa de anclaje pórtico interior. (Fuente CYPE 3D).

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 = -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

**2). Comprobaciones de la placa de anclaje (Tabla 4.2-4):**

Tabla 4.2-4. Comprobaciones placa de anclaje pórtico interior. (Fuente CYPE 3D).

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 75 mm Calculado: 160 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 37 mm Calculado: 58 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 37 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 44.6	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 28 cm Calculado: 50 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 138.9 kN Calculado: 120.44 kN Máximo: 97.23 kN Calculado: 8.84 kN Máximo: 138.9 kN Calculado: 133.07 kN	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 156.15 kN Calculado: 120.44 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 476.19 MPa Calculado: 247.733 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 288.1 kN Calculado: 8.84 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 80.3377 MPa Calculado: 80.9429 MPa Calculado: 197.37 MPa Calculado: 192.857 MPa	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> - Derecha: - Izquierda: - Arriba:	Mínimo: 250 Calculado: 4203.72 Calculado: 2475.91 Calculado: 6564.15	Cumple Cumple Cumple

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
- Abajo:	Calculado: 6714.57	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 228.863 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

A continuación se muestran las comprobaciones de los rigidizadores ubicados en la placa de anclaje estudiada (Tabla 4.2-5),(Tabla 4.2-6):

Tabla 4.2-5. Comprobaciones geométricas rigidizador placa de anclaje pórtico interior. (Fuente CYPE 3D).

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
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</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>					

Tabla 4.2-6. Comprobaciones de resistencia rigidizador placa de anclaje pórtico interior. (Fuente CYPE 3D).

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 = -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

### 4.3 Pórtico de fachada

#### 4.3.1 Predimensionado

En primer lugar, se realizan una serie de cálculos de partida para seleccionar el primer perfil que cumple la condición de esbeltez.

La esbeltez reducida se obtiene con:

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

$$\text{Donde: } \lambda_{lim} = \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot E}{f_y}} \quad (8)$$

$$\text{Y } \lambda_k = \frac{L_k}{i_y} \quad (9)$$

Siendo:

- $L_k$  la longitud de pandeo en dicho plano, equivalente a la distancia entre los puntos de inflexión de la deformada.

$$L_k = \beta * l \quad (10)$$

- $i_y$  el radio de giro de la sección bruta de la pieza respecto al eje de inercia considerado.

### 1). Perfiles interiores

Los perfiles interiores del pórtico de fachada quedan divididos por el montante del arriostramiento de fachada, por lo que cada tramo tendrá un coeficiente de pandeo diferente. En las barras comprimidas el límite de esbeltez será:

$$\bar{\lambda} < 2 \quad (11)$$

#### PLANO XY (Plano perpendicular al pórtico)

- Tramo superior: despejando el radio de giro en las ecuaciones (7), (8) y (9) e igualándolas al límite de esbeltez (11), se obtiene un radio de giro mínimo  $i_z \geq \frac{L_k}{2 \cdot \lambda_{lim}}$ ,

$$i_z \geq \frac{1 \cdot 5.88 \cdot 10^3}{2 \cdot 86.814}$$

$$i_z > 33.86mm$$

Siendo:

- $\beta=1$ , ya que en dicho plano la configuración es de barra biapoyada.
- $\lambda_{lim}=86.814$
- $l = 5.88$  la altura entre el montante y la cumbrera

El primer perfil que cumple con menor peso es el IPE 330.

- Tramo inferior:  $i_z \geq \frac{0,7 \cdot 4 \cdot 10^3}{2 \cdot 86.814}$

$$i_z \geq 16.2mm$$

Siendo:

- $\beta=0.7$ , ya que en dicho plano la configuración es de barra apoyada-empotrada.
- $\lambda_{lim}=86.814$
- $l = 4$  m altura entre el suelo y el montante.

El primer perfil que cumple con menor peso es el IPE 140.

### PLANO XZ (Plano que contiene al pórtico)

En el plano XZ cuando la barra pandea se comporta como una barra única, por lo tanto:

$$i_y \geq \frac{0.7 \cdot 9.88 \cdot 10^3}{2 \cdot 86.814}$$

$$i_y \geq 39.83mm$$

Siendo:

- $\beta=0.7$ , ya que en dicho plano la configuración es de barra empotrada-apoyada.
- $\lambda_{lim}=86.814$
- $l = 9.88$  m altura del perfil central.

El primer perfil que cumple con menor peso es el IPE 100.

El perfil que se selecciona como perfil de partida es el IPE 330.

### **2). Jácena**

La jácena al definirse como un elemento principal que trabaja a compresión, tendrá como esbeltez limite la definida en la ecuación (11). De manera que según la ecuación (7):

$$i_y \geq \frac{1 \cdot 5 \cdot 10^3}{2 \cdot 86.814}$$

Siendo:

- $\beta=1$ , ya que en dicho plano la configuración es de barra empotrada-empotrada.
- $\lambda_{lim}=86.814$
- $l = 5$  m longitud de la crujía de fachada.

El primer perfil que cumple con menor peso es el IPE 80.

### **3). Sistema de arriostramiento**

#### MONTANTES

Al tratarse de perfiles huecos cuadrados, las características serán las mismas en ambos ejes. Partiendo de la ecuación (7), podemos obtener el radio de giro mínimo

$$i_{min} \geq \frac{1 \cdot 5 \cdot 10^3}{2 \cdot 86.814}$$

Siendo:

- $\beta=1$ , considerando el elemento biapoyado en los dos planos.
- $\lambda_{lim}=86.814$
- $l = 5$  m longitud de la crujía de fachada.

El primer perfil que cumple con menor peso es el SHS 80x80x3.

### TIRANTES

Al ser un elemento que trabaja a tracción, la condición de esbeltez será:

$$\lambda < 3$$

(12)

$$i_{min} \geq \frac{1 \cdot 6.4 \cdot 10^3}{2 \cdot 86.814}$$

Siendo:

- $\beta=1$ , considerando el elemento biapoyado en los dos planos. Aunque al doblar las diagonales para que funcionen tanto en presión como en succión, la longitud de pandeo se divide por la mitad.
- $\lambda_{lim} = 86.814$
- $l = 6.4 \text{ m}$  longitud de la diagonal.

El primer perfil que cumple con menor peso es el L 75x75x4.

Una vez se han obtenido los perfiles de partida para el pórtico de fachada, se definen en el programa los datos de pandeo y de flechas (Tabla 4.3-1), (Tabla 4.3-2).

Tabla 4.3-1. Coeficientes de pandeo introducidos en CYPE 3D en pórtico de fachada.

	PLANO XY			PLANO XZ		
	$\beta$ de pandeo	Longitud de pandeo	Coefficiente de momentos $C_m$	$\beta$ de pandeo	Longitud de pandeo	Coefficiente de momentos $C_m$
Pilar interior: tramo inferior	0.7	-	1	-	9.88*0.7=6.916	0.55
Pilar interior: tramo superior	1	-		-	6.916	0.55
Pilares exteriores: tramo inferior	0.7	-	1	0.7	-	1
Pilares exteriores: tramo superior	1	-	1	1	-	1
Jácena	1	-	1	1	-	0.55
Montante	1	-	1	1	-	1

Tabla 4.3-2. Límites de flecha introducidas en CYPE en pórtico de fachada.

	PLANO XY		PLANO XZ	
	Flecha máxima relativa	Flecha activa relativa	Flecha máxima relativa	Flecha activa relativa
Pilar interior	L/300	L/300	L/300	L/300
Pilares exteriores	L/300	L/300	L/250	L/250
Jácena	L/300	L/300	L/300	L/300



#### 4.3.2 Comprobaciones

En el pórtico de fachada se han seleccionado como elementos los representados en la siguiente figura para realizar las comprobaciones (Ilustración 4.3-1):

- Jácena, perfil IPE 120 (nudos N62-N69).
- Pilar interior central, perfil IPE 330 (nudos N91-N65).
- Zuncho de forjado, perfil HE 140B (nudos N86-N87).
- Montante Cruz de San Andrés, perfil SHS 80X3.0 (nudos N95-N97).
- Diagonal Cruz de San Andrés, perfil L 75x75x4 (nudos N61-N87).

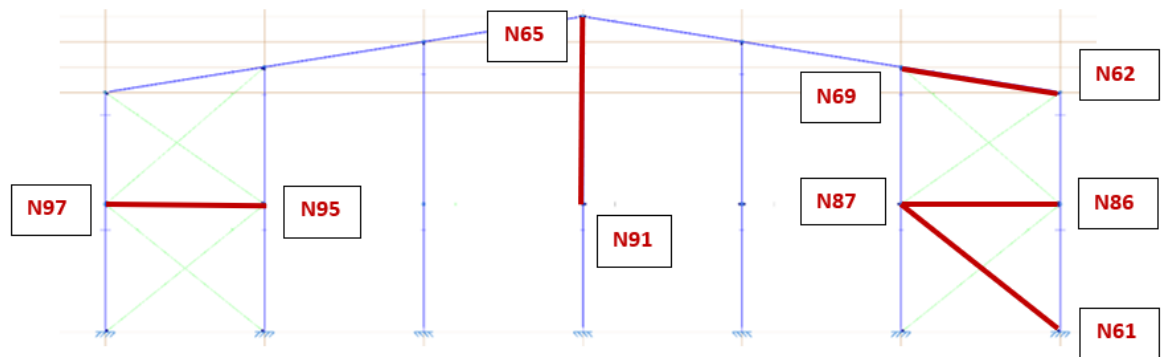


Ilustración 4.3-1. Pórtico de fachada, selección de barras. (CYPE 3D).

Las características mecánicas de las piezas seleccionadas quedan definidas en la siguiente tabla (Tabla 4.3-3):

Tabla 4.3-3. Características mecánicas perfiles pórtico de fachada. (Fuente CYPE 3D).

Características mecánicas									
Material Tipo	Designación	Ref.	Descripción	A	Avy	Avz	Iyy	Izz	It
				(cm <sup>2</sup> )	(cm <sup>2</sup> )	(cm <sup>2</sup> )	(cm <sup>4</sup> )	(cm <sup>4</sup> )	(cm <sup>4</sup> )
Acero laminado	S275	1	IPE 120, (IPE)	13.20	6.05	4.25	318.00	27.70	1.69
		2	IPE 330, (IPE)	62.60	27.60	20.72	11770.00	788.00	28.06
		3	SHS 80x3.0, (Cold Formed SHS)	9.00	3.85	3.85	87.64	87.64	139.87
		4	L 75 x 75 x 4, (L)	5.93	2.84	2.84	31.43	31.43	0.31
		5	HE 140 B, (HEB)	43.00	25.20	7.31	1509.00	549.70	20.16

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

### 1). Comprobaciones a flecha:

Los perfiles de las diagonales al trabajar única y exclusivamente a tracción, no experimentarán ninguna flexión por su posición relativamente vertical, por lo que no se incluye en la siguiente tabla su comprobación a flecha. (Tabla 4.3-4).

Tabla 4.3-4. Comprobación a flecha de los elementos seleccionados de pórtico de fachada (Fuente CYPE 3D).

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
Jácena N62/N65	12.719	7.23	12.719	12.82	12.719	13.46	12.719	19.14
	12.719	L/736.5	12.719	L/392.8	12.719	L/736.5	12.719	L/392.9
Pilar central N75/N65	5.470	0.51	4.000	6.90	5.470	0.82	4.294	13.05
	5.470	L/(>1000)	4.000	L/(>1000)	5.470	L/(>1000)	4.000	L/(>1000)
	3.022	L/(>1000)	2.418	L/(>1000)	3.022	L/(>1000)	2.418	L/(>1000)
Zuncho forjado N86/N87	1.813	0.00	2.418	2.89	3.928	0.00	2.418	2.89
	-	L/(>1000)	2.418	L/(>1000)	-	L/(>1000)	2.418	L/(>1000)

### 2) Comprobaciones E.L.U.

A continuación, se detallan los pasos seguidos para la comprobación a esbeltez, resistencia a tracción a compresión y a flexión del perfil central del pórtico de fachada, y un cuadro resumen de las comprobaciones para el resto de perfiles seleccionados. (Tabla 4.3-5).

Tabla 4.3-5. Características y coeficientes de pandeo perfil central pórtico de fachada (Fuente CYPE 3D).

Perfil: IPE 330 Material: Acero (S275)						
Nudos	Longitud (m)	Características mecánicas				
		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> )	
N91	N65	5.880	62.60	11770.00	788.00	28.06
<b>Notas:</b> (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme						
		Pandeo		Pandeo lateral		
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
β	1.00	1.18	0.00	0.00		
L <sub>K</sub>	5.880	6.916	0.000	0.000		
C <sub>m</sub>	1.000	0.550	1.000	1.000		
C <sub>1</sub>	-		1.000			
<b>Notación:</b> β: Coeficiente de pandeo L <sub>K</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico						

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

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

$\bar{\lambda}$  : 1.91 ✓

Donde:

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

**Clase** : 3

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

**A** : 62.60 cm<sup>2</sup>

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

**f<sub>y</sub>** : 275.00 MPa

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

**N<sub>cr</sub>** : 472.38 kN

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

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

**N<sub>cr,y</sub>** : 5100.18 kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

**N<sub>cr,z</sub>** : 472.38 kN

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

**N<sub>cr,T</sub>** : ∞

Donde:

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

**I<sub>y</sub>** : 11770.00 cm<sup>4</sup>

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

**I<sub>z</sub>** : 788.00 cm<sup>4</sup>

**I<sub>t</sub>**: Momento de inercia a torsión uniforme.

**I<sub>t</sub>** : 28.06 cm<sup>4</sup>

**I<sub>w</sub>**: Constante de alabeo de la sección.

**I<sub>w</sub>** : 199000.00 cm<sup>6</sup>

**E**: Módulo de elasticidad.

**E** : 210000 MPa

**G**: Módulo de elasticidad transversal.

**G** : 81000 MPa

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

**L<sub>ky</sub>** : 6.916 m

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

**L<sub>kz</sub>** : 5.880 m

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

**L<sub>kt</sub>** : 0.000 m

$i_0$ : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_0 : \underline{14.16} \text{ cm}$$

Siendo:

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

$$i_y : \underline{13.71} \text{ cm}$$

$$i_z : \underline{3.55} \text{ cm}$$

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

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$40.93 \leq 256.27 \checkmark$$

Donde:

$h_w$ : Altura del alma.

$$h_w : \underline{307.00} \text{ mm}$$

$t_w$ : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{7.50} \text{ mm}$$

$A_w$ : Área del alma.

$$A_w : \underline{23.03} \text{ cm}^2$$

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

$$A_{fc,ef} : \underline{18.40} \text{ cm}^2$$

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

$$k : \underline{0.30}$$

$E$ : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

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

$$f_{yf} : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.011} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N65, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

$N_{t,Ed}$ : Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.  $N_{t,Ed}$  : 17.78 kN

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

$N_{t,Rd}$  : 1639.52 kN

Donde:

$A$ : Área bruta de la sección transversal de la barra.  $A$  : 62.60 cm<sup>2</sup>

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.  $f_{yd}$  : 261.90 MPa

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)  $f_y$  : 275.00 MPa

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

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

Se debe satisfacer:

$\eta$  : 0.016 ✓

$\eta$  : 0.072 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N91, para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot Q1(C) + 1.5 \cdot V(180^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI)$ .

$N_{c,Ed}$ : Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.  $N_{c,Ed}$  : 26.84 kN

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

$N_{c,Rd}$  : 1639.52 kN

Donde:

**Clase**: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 3

$A$ : Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.  $A$  : 62.60 cm<sup>2</sup>

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.  $f_{yd}$  : 261.90 MPa

Siendo:

$$f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

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

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

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

$$N_{b,Rd} : \underline{372.92} \text{ kN}$$

Donde:

$$A: \text{Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.} \quad A : \underline{62.60} \text{ cm}^2$$

$$f_{yd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

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

$\chi$ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : \underline{0.90}$$

$$\chi_z : \underline{0.23}$$

Siendo:

$$\phi_y : \underline{0.71}$$

$$\phi_z : \underline{2.61}$$

$\alpha$ : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \underline{0.21}$$

$$\alpha_z : \underline{0.34}$$

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

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.58}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.91}$$

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

$$N_{cr} : \underline{472.38} \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,y} : \underline{5100.18} \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,z} : \underline{472.38} \text{ kN}$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.236} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N91, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q(G1).

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{49.79} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N91, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(180°)H1.

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

$$M_{Ed}^- : \underline{29.19} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : \underline{210.57} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

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

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

$$W_{pl,y} : \underline{804.00} \text{ cm}^3$$

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

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

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

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

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.005} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N91, para la combinación de acciones  $0.8 \cdot PP + 1.05 \cdot Q1(C) + 1.5 \cdot V(180^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(R)1$ .

$M_{Ed}^+$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.  $M_{Ed}^+ : 0.20 \text{ kN}\cdot\text{m}$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N91, para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H2$ .

$M_{Ed}^-$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.  $M_{Ed}^- : 0.18 \text{ kN}\cdot\text{m}$

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

$M_{c,Rd} : 40.33 \text{ kN}\cdot\text{m}$

Donde:

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

$W_{pl,z}$ : Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.  $W_{pl,z} : 154.00 \text{ cm}^3$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.  $f_{yd} : 261.90 \text{ MPa}$

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)  $f_y : 275.00 \text{ MPa}$

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

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

Se debe satisfacer:

$\eta : 0.039 \checkmark$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N91, para la combinación de acciones  $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1$ .

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.  $V_{Ed} : 17.98 \text{ kN}$

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

$V_{c,Rd} : 465.77 \text{ kN}$

Donde:



$A_v$ : Área transversal a cortante.  $A_v$  : 30.80 cm<sup>2</sup>

Siendo:

$A$ : Área bruta de la sección transversal de la barra.  $A$  : 62.60 cm<sup>2</sup>

$b$ : Ancho de la sección.  $b$  : 160.00 mm

$t_f$ : Espesor del ala.  $t_f$  : 11.50 mm

$t_w$ : Espesor del alma.  $t_w$  : 7.50 mm

$r$ : Radio de acuerdo entre ala y alma.  $r$  : 18.00 mm

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.  $f_{yd}$  : 261.90 MPa

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)  $f_y$  : 275.00 MPa

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

#### **Abolladura por cortante del alma:** (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$36.13 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

$\lambda_w$ : Esbeltez del alma.  $\lambda_w$  : 36.13

$\lambda_{m\acute{a}x}$ : Esbeltez máxima.  $\lambda_{m\acute{a}x}$  : 64.71

$\epsilon$ : Factor de reducción.  $\epsilon$  : 0.92

Siendo:

$f_{ref}$ : Límite elástico de referencia.  $f_{ref}$  : 235.00 MPa

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)  $f_y$  : 275.00 MPa

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

Se debe satisfacer:

$$\eta < 0.001 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(180°)H2+0.75·N(R)2.

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.  $V_{Ed} : 0.03 \text{ kN}$

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

$V_{c,Rd} : 598.42 \text{ kN}$

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.  $A_v : 39.58 \text{ cm}^2$

Siendo:

$A$ : Área de la sección bruta.  $A : 62.60 \text{ cm}^2$

$d$ : Altura del alma.  $d : 307.00 \text{ mm}$

$t_w$ : Espesor del alma.  $t_w : 7.50 \text{ mm}$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.  $f_{yd} : 261.90 \text{ MPa}$

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)  $f_y : 275.00 \text{ MPa}$

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

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

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

$$17.98 \text{ kN} \leq 232.88 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(180°)H1.

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.  $V_{Ed} : 17.98 \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.  $V_{c,Rd} : 465.77 \text{ kN}$

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

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

$$0.03 \text{ kN} \leq 299.21 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones  $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(R)2$ .

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.  $V_{Ed} : \underline{0.03} \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.  $V_{c,Rd} : \underline{598.42} \text{ kN}$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.253} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.149} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.150} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N91, para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot Q(G1)$ .

Donde:

$N_{c,Ed}$ : Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.  $N_{c,Ed} : \underline{26.38} \text{ kN}$

$M_{y,Ed}$ ,  $M_{z,Ed}$ : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y Z, respectivamente.  $M_{y,Ed}^+ : \underline{49.79} \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{z,Ed}^- : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$

**Clase**: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : 1

$N_{pl,Rd}$ : Resistencia a compresión de la sección bruta.  $N_{pl,Rd} : \underline{1639.52} \text{ kN}$

$M_{pl,Rd,y}$ ,  $M_{pl,Rd,z}$ : Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.  $M_{pl,Rd,y} : \underline{210.57} \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{pl,Rd,z} : \underline{40.33} \text{ kN}\cdot\text{m}$

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

<b>A:</b> Área de la sección bruta.	<b>A :</b> <u>62.60</u> cm <sup>2</sup>
<b>W<sub>pl,y</sub>, W<sub>pl,z</sub>:</b> Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	<b>W<sub>pl,y</sub> :</b> <u>804.00</u> cm <sup>3</sup>
	<b>W<sub>pl,z</sub> :</b> <u>154.00</u> cm <sup>3</sup>
<b>f<sub>yd</sub>:</b> Resistencia de cálculo del acero.	<b>f<sub>yd</sub> :</b> <u>261.90</u> MPa

Siendo:

<b>f<sub>y</sub>:</b> Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	<b>f<sub>y</sub> :</b> <u>275.00</u> MPa
<b>γ<sub>M1</sub>:</b> Coeficiente parcial de seguridad del material.	<b>γ<sub>M1</sub> :</b> <u>1.05</u>

**k<sub>y</sub>, k<sub>z</sub>:** Coeficientes de interacción.

$$k_y : \underline{1.01}$$

$$k_z : \underline{1.10}$$

**C<sub>m,y</sub>, C<sub>m,z</sub>:** Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{0.55}$$

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

**χ<sub>y</sub>, χ<sub>z</sub>:** Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : \underline{0.90}$$

$$\chi_z : \underline{0.23}$$

**λ̄<sub>y</sub>, λ̄<sub>z</sub>:** Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.58}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.91}$$

**α<sub>y</sub>, α<sub>z</sub>:** Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : \underline{0.60}$$

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

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V<sub>Ed</sub>** es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo **V<sub>c,Rd</sub>**.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(180°)H1.

$$17.98 \text{ kN} \leq 232.74 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$$\begin{array}{ll} V_{Ed,z}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo p\acute{e}simo.} & V_{Ed,z} : \underline{17.98} \text{ kN} \\ V_{c,Rd,z}: \text{Esfuerzo cortante resistente de c\acute{a}lculo.} & V_{c,Rd,z} : \underline{465.48} \text{ kN} \end{array}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.003} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q(G1).

$$M_{T,Ed}: \text{Momento torsor solicitante de cálculo p\acute{e}simo.} \quad M_{T,Ed} : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{T,Rd} : \underline{3.69} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$\begin{array}{ll} W_T: \text{Módulo de resistencia a torsión.} & W_T : \underline{24.40} \text{ cm}^3 \\ f_{yd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} & f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa} \end{array}$$

Siendo:

$$\begin{array}{ll} f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} & f_y : \underline{275.00} \text{ MPa} \\ \gamma_{Mo}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} & \gamma_{Mo} : \underline{1.05} \end{array}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.039} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N91, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(180°)H1.

$$V_{Ed}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo p\acute{e}simo.} \quad V_{Ed} : \underline{17.98} \text{ kN}$$

$$M_{T,Ed}: \text{Momento torsor solicitante de cálculo p\acute{e}simo.} \quad M_{T,Ed} : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{465.48} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$V_{pl,Rd} : \underline{465.77} \text{ kN}$$

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

$$\tau_{T,Ed} : \underline{0.24} \text{ MPa}$$

Siendo:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{24.40} \text{ cm}^3$$

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

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones  $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(R)2$ .

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

$$V_{Ed} : \underline{0.03} \text{ kN}$$

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

$$M_{T,Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{598.30} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$V_{pl,Rd} : \underline{598.42} \text{ kN}$$

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

$$\tau_{T,Ed} : \underline{0.07} \text{ MPa}$$

Siendo:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.  
 $f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$W_T$ : 24.40 cm<sup>3</sup>  
 $f_{yd}$ : 261.90 MPa

Siendo:

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

$f_y$ : 275.00 MPa

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

$\gamma_{Mo}$ : 1.05

Tabla 4.3-6 Comprobaciones E.L.U. pórtico de fachada (Fuente CYPE 3D).

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_w$	$N_t$	$N_c$	$M_y$	$M_z$	$V_z$	$V_y$	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$NM_y M_z$	$NM_y M_z V_y V_z$	$M_t$	$M_y V_z$	$M_z V_y$	
N62/N69	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 4.956 m $\eta = 0.2$	x: 0.168 m $\eta = 18.4$	x: 0.168 m $\eta = 36.4$	x: 0.168 m $\eta = 12.2$	x: 0.168 m $\eta = 7.4$	x: 0.168 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.168 m $\eta = 47.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.0$	x: 0.168 m $\eta = 7.4$	x: 0.168 m $\eta = 0.6$	CUMPLE $\eta = 47.6$
N91/N65	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 5.88 m $\eta = 1.1$	x: 0 m $\eta = 7.2$	x: 0 m $\eta = 23.6$	x: 0 m $\eta = 0.5$	x: 0 m $\eta = 3.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 25.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.3$	x: 0 m $\eta = 3.9$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 25.3$
N95/N97	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 1.8$	$\eta = 17.6$	x: 4.835 m $\eta = 4.6$	x: 4.835 m $\eta = 1.7$	x: 4.835 m $\eta = 0.4$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.835 m $\eta = 22.9$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.9$	x: 4.835 m $\eta = 0.4$	$\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 22.9$
N86/N87	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 0.5$	$\eta = 3.1$	x: 2.583 m $\eta = 10.3$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0.165 m $\eta = 2.7$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	x: 0.166 m $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(3)</sup>	x: 2.583 m $\eta = 11.1$	x: 0.166 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	CUMPLE $\eta = 11.1$

## 4.4 Pórtico interior

### 4.4.1 Predimensionado

A partir de las ecuaciones introducidas en el capítulo anterior del pórtico de fachada, se procede a realizar los cálculos de los elementos del pórtico interior.

#### 1). Jácena

Despejando de las ecuaciones (7), (8) y (9):

$$i_y \geq \frac{1 \cdot 30 \cdot 10^3}{86.814 \cdot 2}$$

$$i_y \geq 172.78 \text{ mm}$$

Siendo:

- $\beta=1$  en el plano del pórtico XZ, ya que se considera empotrada elásticamente en sus extremos.
- $\lambda_{lim} = 86.814$
- $l = 30 \text{ m}$ , la luz de la nave

El plano XZ es el más desfavorable para la jácena ya que en el plano de cubierta XY la longitud de pandeo se reduce a la separación de correas, 2.1 metros.

El primer perfil que cumple con menor peso es el IPE 450.

Para que se puedan unir sin dificultades la jácena y el pilar del pórtico interior, el perfil del pilar también debería ser al menos un IPE 450.

Por lo que el perfil seleccionado de partida tanto para la jácena como para el pilar interior es el IPE 450.

El tramo inferior del perfil interior trabaja como una barra empotrada en su base y apoyada en la parte superior

Los datos introducidos en el programa definiendo el pandeo y la flecha máxima están descritos en las siguientes tablas (Tabla 4.4-1) , (Tabla 4.4-2):

Tabla 4.4-1. Coeficientes de pandeo introducidos en CYPE 3D en pórtico interior.

	PLANO XY			PLANO XZ		
	$\beta$ de pandeo	Longitud de pandeo	Coeficiente de momentos $C_m$	$\beta$ de pandeo	Longitud de pandeo	Coeficiente de momentos $C_m$
Pilar interior (tramo inferior)	0.7	-	1	-	10.65	0.9*
Pilar interior (tramo superior)	1	-	1	-	10.65	0.9*
Jácena	-	2.1	1	-	30	0.65

\*El coeficiente de momentos de 0,9 indica que se ha disminuido el valor de momentos un 10%. Se introduce cuando el plano es TRASLACIONAL.

En los pilares interiores en la comprobación a flecha, en el plano XZ se realiza la comprobación “Tangente a nudo 1”, y en el plano XY la comprobación “secante”. En cambio, en la jácena se hará la comprobación en los dos planos a “secante”.

Tabla 4.4-2. Límites de flecha introducidos en CYPE 3D en pórtico interior.

	PLANO XY		PLANO XZ	
	Flecha máxima relativa	Flecha activa relativa	Flecha máxima relativa	Flecha activa relativa
Pilar interior	L/300	L/300	L/250	L/250
Jácena	L/300	L/300	L/300	L/300

#### 4.4.2 Comprobaciones

A continuación se muestran las comprobaciones realizadas, sobre los elementos característicos de la alineación 12, dónde se han seleccionado los siguientes elementos (Ilustración 4.4-1):

- Jácena, perfil IPE 450, (nudos N57-N125).
- Pilar, IPE 450, (nudos N108-N57).
- Pilar del forjado, HE 220B (nudos N152-N149).



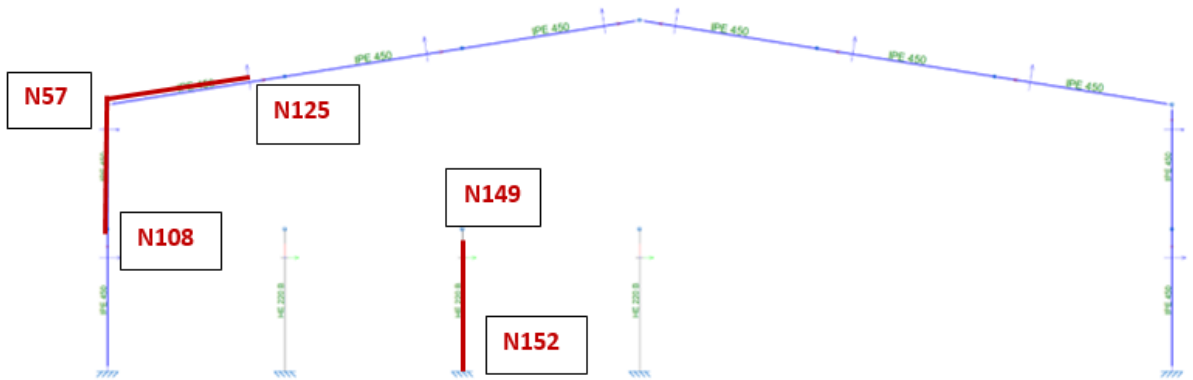


Ilustración 4.4-1. Pórtico interior. Selección de barras. (Fuente CYPE 3D).

## 1). Comprobaciones a flecha:

En la siguiente tabla se resumen las comprobaciones a flechas de los perfiles señalados en la ilustración anterior (Tabla 4.4-3):

Tabla 4.4-3. Comprobación a flecha de los elementos seleccionados del pórtico interior. (Fuente CYPE 3D).

Flechas									
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz		
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	
	Pilar N56/N57	1.500	0.13	6.480	10.13	1.750	0.22	6.480	17.55
Jácena N57/N60	7.999	1.32	10.403	8.36	7.682	2.58	10.150	15.96	
Pilar altillo N152/N149	3.890	6.25	3.890	4.98	3.890	10.71	3.890	6.52	

## 2). Comprobaciones a E.L.U (Tabla 4.4-4):

Tabla 4.4-4. Comprobaciones E.L.U. de los elementos seleccionados del pórtico interior. (Fuente CYPE 3D).

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_w$	$N_t$	$N_c$	$M_y$	$M_z$	$V_z$	$V_y$	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$NM_y M_z$	$NM_y M_z V_y V_z$	$M_t$	$M_y V_z$		$M_z V_y$
N108/N57	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$x: 3.306 \text{ m}$ $\eta = 1.2$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 5.5$	$x: 3.307 \text{ m}$ $\eta = 59.1$	$x: 3.307 \text{ m}$ $\eta = 0.4$	$\eta = 9.0$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$x: 3.307 \text{ m}$ $\eta = 62.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.3$	$\eta = 9.0$	$\eta < 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 62.1$
N57/N125	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$x: 5.063 \text{ m}$ $\eta = 1.6$	$x: 0.228 \text{ m}$ $\eta = 14.5$	$x: 0.228 \text{ m}$ $\eta = 58.9$	$x: 5.063 \text{ m}$ $\eta = 0.6$	$x: 0.228 \text{ m}$ $\eta = 8.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$x: 0.228 \text{ m}$ $\eta = 62.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.1$	$x: 0.228 \text{ m}$ $\eta = 8.2$	$\eta < 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 62.5$
N152/N149	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. <sup>(1)</sup>	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 18.5$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 16.1$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 13.1$	$\eta = 3.6$	$\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 31.4$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.3$	$\eta = 3.6$	$\eta = 0.3$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 31.4$

Notación:  
 $\bar{\lambda}$ : Limitación de esbeltez  
 $\lambda_w$ : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida  
 $N_t$ : Resistencia a tracción  
 $N_c$ : Resistencia a compresión  
 $M_y$ : Resistencia a flexión eje Y  
 $M_z$ : Resistencia a flexión eje Z  
 $V_z$ : Resistencia a corte Z  
 $V_y$ : Resistencia a corte Y  
 $M_y V_z$ : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados  
 $M_z V_y$ : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados  
 $NM_y M_z$ : Resistencia a flexión y axil combinados  
 $NM_y M_z V_y V_z$ : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados  
 $M_t$ : Resistencia a torsión  
 $M_y V_z$ : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados  
 $M_z V_y$ : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados  
 $x$ : Distancia al origen de la barra  
 $\eta$ : Coeficiente de aprovechamiento (%)  
 N.P.: No procede  
 N.P.<sup>(1)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

## 4.5 Fachada lateral

### 4.5.1 Predimensionado

#### 1). Sistema de arriostramiento CSA

##### MONTANTES

Al tratarse de perfiles huecos cuadrados, las características serán las mismas en ambos ejes. Partiendo de las ecuaciones (7), (8) y (9), se puede obtener el radio de giro mínimo

$$i_{min} \geq \frac{1 \cdot 5 \cdot 10^3}{2 \cdot 86.814}$$

Siendo:

- $\beta=1$ , considerando el elemento biapoyado en los dos planos.
- $\lambda_{lim} = 86.814$
- $l = 5 \text{ m}$  longitud de la crujía de fachada.

El primer perfil que cumple con menor peso es el SHS 80x80x3.

##### TIRANTES

Al ser un elemento que trabaja a tracción, la condición de esbeltez será:

$$\lambda < 3 \tag{12}$$

$$i_{min} \geq \frac{1 \cdot 6.4 \cdot 10^3}{6 \cdot 86.814}$$

Siendo:

- $\beta=1$ , considerando el elemento biapoyado en los dos planos. Aunque al doblar las diagonales para que funcionen tanto en presión como en succión, la longitud de pandeo se divide por la mitad.
- $\lambda_{lim} = 86.814$
- $l = 6.4 \text{ m}$  longitud de la diagonal.

El primer perfil que cumple con menor peso es el L 75x75x4.

#### 2). Viga perimetral

La condición de esbeltez límite al tratarse de un elemento que trabaja a tracción viene dada por la expresión:

$$\lambda < 4 \tag{13}$$

Por lo tanto,  $i_{min} > \frac{5 \cdot 10^3}{4 \cdot 86.814}$

$$i_{min} > 14.39 \text{ mm}$$

El primero que cumple con menor peso es el IPE 140 por lo que será el perfil de partida.

Los datos introducidos en CYPE 3D serán (Tabla 4.5-1):

Tabla 4.5-1. Coeficientes de pandeo introducidos en CYPE 3D en fachada lateral.

	PLANO XY			PLANO XZ		
	$\beta$ de pandeo	Longitud de pandeo	Coeficiente de momentos $C_m$	$\beta$ de pandeo	Longitud de pandeo	Coeficiente de momentos $C_m$
Montante	1	-		1	-	
Viga perimetral	*0	-		*0	-	

\*Tanto la viga perimetral como el tirante trabajan a tracción, no se comprobarán las barras a compresión.

No es necesario comprobar el montante y la viga perimetral a flecha ya que su longitud es inferior a 6 metros y por lo tanto se puede considerar que su peso propio no genera momentos ni flechas significativos.

#### 4.5.2 Comprobaciones

Las comprobaciones han salido favorables, pudiéndose comprobar en las tablas siguientes, en las que se han analizado, la viga perimetral, la diagonal y el montante del arriostamiento mencionado anteriormente (Ilustración 4.5-1).

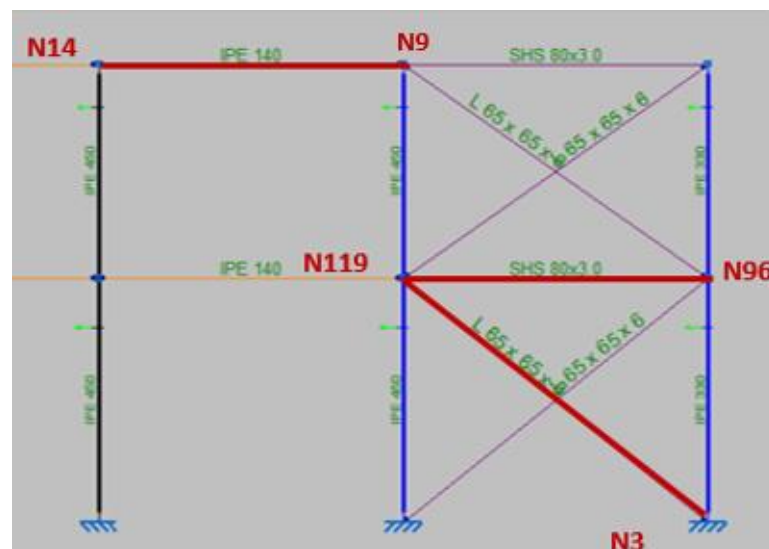


Ilustración 4.5-1. Sección fachada lateral. Selección de barras. (Fuente CYPE 3D).

#### 1). Comprobaciones a flecha:

Como se ha mencionado anteriormente, los tirantes de la diagonal del sistema de arriostamiento no se comprueban a flecha por considerarse elementos prácticamente verticales.

## 2). Comprobaciones a E.L.U:

El perfil en L tampoco trabaja a compresión, por lo que no se comprueba el E.L.U a pandeo (Tabla 4.5-2):

Tabla 4.5-2. Comprobación a E.L.U. los elementos seleccionados del pórtico de fachada. (Fuente CYPE 3D).

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_w$	$N_t$	$N_c$	$M_y$	$M_z$	$V_z$	$V_y$	$M_yV_z$	$M_zV_y$	$NM_yM_z$	$NM_yM_zV_yV_z$	$M_t$	$M_tV_z$	$M_tV_y$	
N9/N14	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$x: 0.313 \text{ m}$ $\lambda_w \leq \lambda_{w,\text{máx}}$ Cumple	$\eta = 5.2$	$\eta = 3.6$	$x: 2.5 \text{ m}$ $\eta = 2.3$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 0.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	$x: 0.313 \text{ m}$ $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(3)</sup>	$x: 2.5 \text{ m}$ $\eta = 7.5$	$x: 0.313 \text{ m}$ $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 7.5$
N96/N119	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,\text{máx}}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(6)</sup>	$\eta = 52.3$	$x: 0.04 \text{ m}$ $\eta = 4.2$	$x: 0.04 \text{ m}$ $\eta = 2.0$	$x: 5 \text{ m}$ $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$x: 5 \text{ m}$ $\eta = 57.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.8$	$x: 5 \text{ m}$ $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 57.1$

Notación:

- $\bar{\lambda}$ : Limitación de esbeltez
- $\lambda_w$ : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
- $N_t$ : Resistencia a tracción
- $N_c$ : Resistencia a compresión
- $M_y$ : Resistencia a flexión eje Y
- $M_z$ : Resistencia a flexión eje Z
- $V_z$ : Resistencia a corte Z
- $V_y$ : Resistencia a corte Y
- $M_yV_z$ : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
- $M_zV_y$ : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
- $NM_yM_z$ : Resistencia a flexión y axil combinados
- $NM_yM_zV_yV_z$ : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
- $M_t$ : Resistencia a torsión
- $M_tV_z$ : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
- $M_tV_y$ : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
- $x$ : Distancia al origen de la barra
- $\eta$ : Coeficiente de aprovechamiento (%)
- N.P.: No procede

## 4.6 Cubierta

### 4.6.1 Predimensionado

#### 1). Sistema de arriostramiento CSA

##### MONTANTE

A partir de las ecuaciones mencionadas en el capítulo 3 el radio de giro mínimo:

$$i_{\min} \geq \frac{1 \cdot 5 \cdot 10^3}{2 \cdot 86.814}$$

Siendo:

- $\beta=1$ , considerando el elemento biapoyado en los dos planos.
- $\lambda_{lim} = 86.814$
- $l = 5 \text{ m}$  longitud de la crujía.

El primer perfil que cumple con menor peso es el SHS 80x80x3.

##### TIRANTES

Al ser un elemento que trabaja a tracción, la condición de esbeltez será:

$$\lambda < 3$$

(12)

$$i_{min} \geq \frac{1 \cdot 7.07 \cdot 10^3}{6 \cdot 86.814}$$
$$i_{min} > 13.57mm$$

Siendo:

- $\beta=1$ , considerando el elemento biapoyado en los dos planos. Aunque al doblar las diagonales para que funcionen tanto en presión como en succión, la longitud de pandeo se divide por la mitad.
- $\lambda_{lim}= 86.814$
- $l = 7.07 m$  longitud de la diagonal.

El primer perfil que cumple con menor peso es el L 75x75x4.

#### 4.6.2 Comprobaciones

El sistema está formado por una serie de montantes de perfil hueco SHS 80x3.0 y diagonales de perfil en L 75x75x4 (Ilustración 4.6-1):

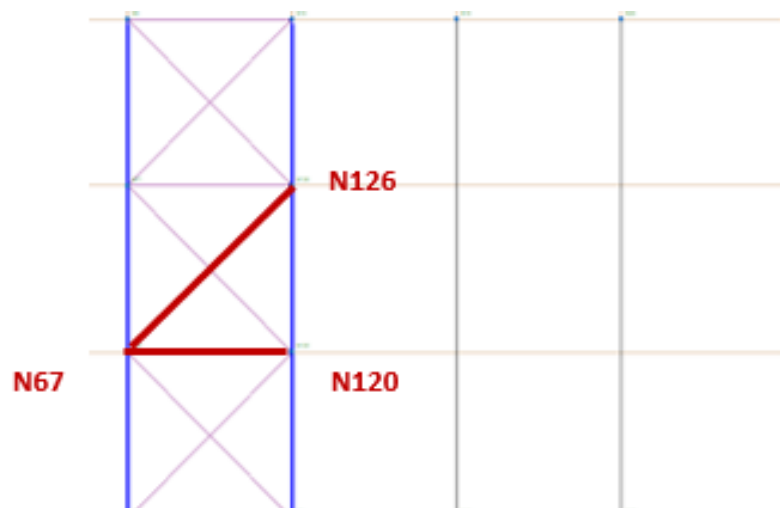


Ilustración 4.6-1. Cubierta. Selección de barras (Fuente CYPE 3D).

Las comprobaciones realizadas sobre los perfiles mencionados quedan detalladas a continuación, teniendo en cuenta que las diagonales de la viga contraviento tipo Pratt únicamente trabaja a tracción, la comprobación a flecha no se debe realizar (Tabla 4.6-1).

### 1). Comprobaciones a E.L.U:

Tabla 4.6-1. Comprobaciones a E.L.U. componentes viga contraviento. (Fuente CYPE 3D).

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_w$	$N_t$	$N_c$	$M_Y$	$M_Z$	$V_Z$	$V_Y$	$M_Y V_Z$	$M_Z V_Y$	$N M_Y M_Z$	$N M_Y M_Z V_Y V_Z$	$M_t$	$M_t V_Z$		$M_t V_Y$
N67/N120	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	$\eta = 60.1$	$x: 0.625 \text{ m}$ $\eta = 13.0$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 2.2$	$x: 5 \text{ m}$ $\eta = 0.6$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 76.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 5.4$	$x: 5 \text{ m}$ $\eta = 0.6$	$\eta = 0.1$	<b>CUMPLE</b> <b><math>\eta = 76.3</math></b>

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	$\bar{\lambda}$	$N_t$	$N_c$	$M_Y$	$M_Z$	$V_Z$	$V_Y$	$M_Y V_Z$	$M_Z V_Y$	$N M_Y M_Z$	$N M_Y M_Z V_Y V_Z$	$M_t$	$M_t V_Z$	$M_t V_Y$	
N67/N126	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 18.3$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	$V_{Ed} = 0.00$ 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>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	<b>CUMPLE</b> <b><math>\eta = 18.3</math></b>
<p><b>Notación:</b></p> <p><math>\bar{\lambda}</math>: Limitación de esbeltez  <math>\lambda_w</math>: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida  <math>N_t</math>: Resistencia a tracción  <math>N_c</math>: Resistencia a compresión  <math>M_Y</math>: Resistencia a flexión eje Y  <math>M_Z</math>: Resistencia a flexión eje Z  <math>V_Z</math>: Resistencia a corte Z  <math>V_Y</math>: Resistencia a corte Y  <math>M_Y V_Z</math>: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados</p> <p><math>M_Z V_Y</math>: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados  <math>N M_Y M_Z</math>: Resistencia a flexión y axil combinados  <math>N M_Y M_Z V_Y V_Z</math>: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados  <math>M_t</math>: Resistencia a torsión  <math>M_t V_Z</math>: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados  <math>M_t V_Y</math>: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados  <math>x</math>: Distancia al origen de la barra  <math>\eta</math>: Coeficiente de aprovechamiento (%)  N.P.: No procede</p>															

## 4.7 Forjado

### 4.7.1 Comprobaciones

Los pilares y las vigas que sostienen la estructura son del tipo HE 220B. El pilar ha quedado anteriormente comprobado en el apartado 5.3) Pórtico de fachada. Por lo que quedaría comprobar la viga de perfil HE 220B mostrada en la Ilustración 4.7-1.

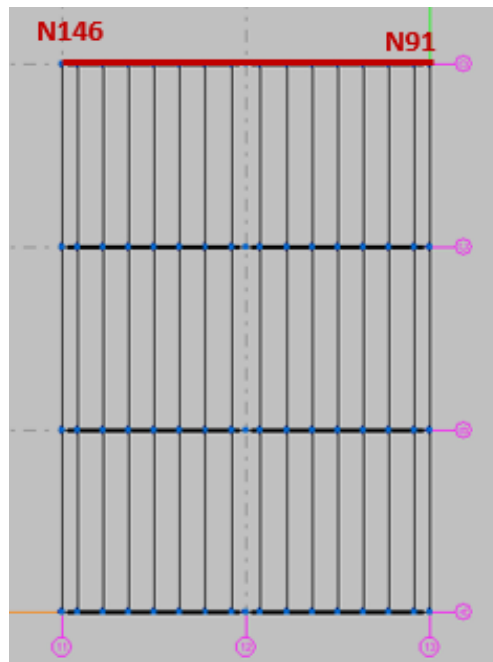


Ilustración 4.7-1. Selección de viga de forjado. (Fuente CYPE 3D).

Tabla 4.7-1. Coeficientes de pandeo introducidos en CYPE 3D.

	PLANO XY		PLANO XZ	
	β de pandeo	Longitud de pandeo	β de pandeo	Longitud de pandeo
Viga	0	-	-	5

Tabla 4.7-2. Límites de flecha introducidos en CYPE 3D.

	PLANO XY		PLANO XZ	
	Flecha máxima relativa	Flecha activa relativa	Flecha máxima relativa	Flecha activa relativa
Viga	L/400	L/400	L/400	L/400

## 1). Comprobaciones a flecha

Tabla 4.7-3. Comprobaciones a flecha de la viga del forjado. (Fuente CYPE 3D).

Flechas									
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz		
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz		
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	
N147/N9	1.865	0.64	2.740	2.35	1.865	0.98	2.565	2.56	
1	1.865	L/(>1000)	2.740	L/(>1000)	1.865	L/(>1000)	2.740	L/(>1000)	

## 2). Comprobaciones a E.L.U

Tabla 4.7-4. Comprobaciones a E.L.U de la viga de forjado. (Fuente CYPE 3D).

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_w$	$N_t$	$N_c$	$M_Y$	$M_z$	$V_z$	$V_Y$	$M_Y V_z$	$M_z V_Y$	$N M_Y M_z$	$N M_Y M_z V_Y V_z$	$M_t$	$M_t V_z$		$M_t V_Y$
N175/N159	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 1.1$	$\eta = 1.2$	x: 0.7 m $\eta = 18.3$	x: 0 m $\eta = 2.3$	x: 0 m $\eta = 5.2$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.7 m $\eta = 18.9$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 18.9$
<p>Notación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>\bar{\lambda}</math>: Limitación de esbeltez</li> <li><math>\lambda_w</math>: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida</li> <li><math>N_t</math>: Resistencia a tracción</li> <li><math>N_c</math>: Resistencia a compresión</li> <li><math>M_Y</math>: Resistencia a flexión eje Y</li> <li><math>M_z</math>: Resistencia a flexión eje Z</li> <li><math>V_z</math>: Resistencia a corte Z</li> <li><math>V_Y</math>: Resistencia a corte Y</li> <li><math>M_Y V_z</math>: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados</li> <li><math>M_z V_Y</math>: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados</li> <li><math>N M_Y M_z</math>: Resistencia a flexión y axil combinados</li> <li><math>N M_Y M_z V_Y V_z</math>: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados</li> <li><math>M_t</math>: Resistencia a torsión</li> <li><math>M_t V_z</math>: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados</li> <li><math>M_t V_Y</math>: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados</li> <li>x: Distancia al origen de la barra</li> <li><math>\eta</math>: Coeficiente de aprovechamiento (%)</li> <li>N.P.: No procede</li> </ul> <p>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</p> <p><sup>(1)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.</p> <p><sup>(2)</sup> No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p>																

## 4.8 Correas

### 4.8.1 Predimensionamiento

El predimensionamiento de las correas se ha realizado desde el módulo “Generador de pórticos”, en este se han introducido como datos de partida:

#### Correas de cubierta

- Límite de flecha:  $L/300$  (siendo L la luz de la nave)
- Nº de vanos: 3 vanos
- Tipo de fijación: rígida (a través de tornillos).
- Tipo de acero: S235 (conformado en frío, es más dúctil).
- Tipo de perfil: selección de perfiles CF
- Separación entre correas: 2.1 metros

Para los anteriores datos de entrada, el primer perfil que cumple con menor peso es el CF 160x2.0.

#### Correas laterales

- Límite de flecha:  $L/300$  (siendo L la luz de la nave)
- Nº de vanos: 1 vano (para tener opción de colocar puertas entre pórticos)
- Tipo de fijación: rígida (a través de tornillos).
- Tipo de acero: S235 (conformado en frío, es más dúctil).
- Tipo de perfil: perfil CF 1760x2.0
- Separación entre correas: aproximadamente 1 metros.

La separación óptima para el tipo de perfil para correas laterales seleccionado es de 1.17metros.

### 4.8.2 Comprobaciones

A continuación se muestran las comprobaciones a resistencia y a flecha de las correas de cubierta (Tabla 4.8-1), (Tabla 4.8-2).

#### 1). Comprobación de resistencia:

El perfil CF-160x2.0 cumple todas las comprobaciones a resistencia con un aprovechamiento del 91.30%.



Tabla 4.8-1. Características perfil CF 160x2.0. (Fuente CYPE 3D).


Perfil: CF-160x2.0 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)
		1.037, 5.000, 7.665	1.037, 0.000, 7.665	5.000	6.12	239.67	30.47	0.08	-11.38
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.					
	β	0.00	1.00	0.00	0.00				
	L <sub>K</sub>	0.000	5.000	0.000	0.000				
	C <sub>1</sub>	-		1.000					
Notación: β: Coeficiente de pandeo L <sub>K</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico									

Tabla 4.8-2. Comprobación de las correas de cubierta. (Fuente CYPE 3D).

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado
	b / t	$\bar{\lambda}$	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	M <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	V <sub>z</sub>	N <sub>t</sub> M <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	N <sub>c</sub> M <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub> NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	
pésima en cubierta	b / t ≤ (b / t) <sup>Máx.</sup> Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	x: 0 m η = 91.3	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0 m η = 21.0	N.P. <sup>(7)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	N.P. <sup>(10)</sup>	<b>CUMPLE</b> <b>η = 91.3</b>
Notación: b / t: Relación anchura / espesor $\bar{\lambda}$ : Limitación de esbeltez N <sub>t</sub> : Resistencia a tracción N <sub>c</sub> : Resistencia a compresión M <sub>y</sub> : Resistencia a flexión. Eje Y M <sub>z</sub> : Resistencia a flexión. Eje Z M <sub>y</sub> M <sub>z</sub> : Resistencia a flexión biaxial V <sub>y</sub> : Resistencia a corte Y V <sub>z</sub> : Resistencia a corte Z N <sub>t</sub> M <sub>y</sub> M <sub>z</sub> : Resistencia a tracción y flexión N <sub>c</sub> M <sub>y</sub> M <sub>z</sub> : Resistencia a compresión y flexión NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a cortante, axil y flexión M <sub>t</sub> NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a torsión combinada con axil, flexión y cortante x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede														
Comprobaciones que no proceden (N.P.): <sup>(1)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción. <sup>(2)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción. <sup>(3)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión. <sup>(4)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. <sup>(5)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay flexión biaxial para ninguna combinación. <sup>(6)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. <sup>(7)</sup> No hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. <sup>(8)</sup> No hay interacción entre axil de compresión y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. <sup>(9)</sup> No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. <sup>(10)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.														

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

Se debe satisfacer:

**h / t : 75.5** ✓

$$b / t : \underline{25.5} \quad \checkmark$$

$$c / t : \underline{7.8} \quad \checkmark$$

Los rigidizadores proporcionan suficiente rigidez, ya que se cumple:

$$c / b : \underline{0.304}$$

Donde:

**h:** Altura del alma.

$$h : \underline{151.00} \text{ mm}$$

**b:** Ancho de las alas.

$$b : \underline{51.00} \text{ mm}$$

**c:** Altura de los rigidizadores.

$$c : \underline{15.50} \text{ mm}$$

**t:** Espesor.

$$t : \underline{2.00} \text{ mm}$$

Nota: Las dimensiones no incluyen el acuerdo entre elementos.

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.913} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 1.037, 5.000, 7.665, para la combinación de acciones 0.80\*G1 + 0.80\*G2 + 1.50\*V(0°) H1.

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

$$\mathbf{M}_{y,Ed}^+ : \underline{6.06} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

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

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

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

$$\mathbf{M}_{c,Rd} : \underline{6.64} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

$$\mathbf{W}_{eff} : \underline{29.67} \text{ cm}^3$$

$f_{yb}$ : Límite elástico del material base. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)  $f_{yb}$  : 235.00 MPa  
 $\gamma_{Mo}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.  $\gamma_{Mo}$  : 1.05

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

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

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

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

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

Se debe satisfacer:

$\eta$  : 0.210 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 1.037, 5.000, 7.665, para la combinación de acciones 0.80\*G1 + 0.80\*G2 + 1.50\*V(0°) H1.

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.  $V_{Ed}$  : 7.80 kN

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

$V_{b,Rd}$  : 37.13 kN

Donde:

$h_w$ : Altura del alma.  $h_w$  : 155.95 mm  
 $t$ : Espesor.  $t$  : 2.00 mm  
 $\phi$ : Ángulo que forma el alma con la horizontal.  $\phi$  : 90.0 grados  
 $f_{bv}$ : Resistencia a cortante, teniendo en cuenta el pandeo.

$f_{bv}$  : 124.98 MPa

Siendo:

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

$\bar{\lambda}_w$  : 0.90

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

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

$\gamma_{Mo}$  : 1.05

## 2). Comprobaciones a flecha:

El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones a flecha con un porcentaje de aprovechamiento a flecha del 89.63%:

El aprovechamiento pésimo se produce para la combinación de hipótesis  $1.00 \cdot G1 + 1.00 \cdot G2 + 1.00 \cdot Q + 1.00 \cdot N(R) 2 + 1.00 \cdot V(0^\circ) H2$  a una distancia 2.500 m del origen en el primer vano de la correa.

( $I_y = 240 \text{ cm}^4$ ) ( $I_z = 30 \text{ cm}^4$ )

## DOCUMENTO III:

# PRESUPUESTO

## Índice del presupuesto

Capítulo nº 1 Acondicionamiento del terreno .....	1
1.1 Movimiento de tierras en edificación .....	1
1.2 Nivelación .....	2
Capítulo nº 2: Cimentaciones .....	3
2.1 Regularización .....	3
2.2 Superficiales .....	3
2.3 Arriostramientos .....	3
Capítulo nº 3 Estructuras .....	4
3.1 Acero .....	4
3.2 Hormigón armado .....	7
Capítulo nº 4: Fachadas y particiones .....	8
4.1 Fachadas ligeras laterales .....	8
Capítulo nº 5: Cubiertas .....	9
5.1. Cubiertas .....	9
Capítulo nº 6 Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares .....	11
6.1 Puertas de uso industrial .....	11
6.2 Puertas automáticas de acceso peatonal .....	11
6.3 Carpintería .....	12
Capítulo nº 7 Solados interiores .....	13
7.1 Solado planta 1ª .....	13
7.2 Solado pistas .....	13
Capítulo nº 8 Gestión de residuos .....	14
8.1 Gestión de tierras .....	14
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (PEM) .....	15
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA (PEC) .....	15

Proyecto estructural de un centro deportivo de pádel de 1800 m<sup>2</sup> situado en el Polígono Industrial La Mina (Paiporta)

Capítulo nº 1 Acondicionamiento del terreno					
Núm.- Código	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Total (€)
<b>1.1 Movimiento de tierras en edificación</b>					
1.1.1 ADL005	m <sup>2</sup>	<p>Desbroce y limpieza del terreno, 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.</p> <p>Incluye: Replanteo en el terreno. Remoción mecánica de los materiales de desbroce. Retirada y disposición mecánica de los materiales objeto de desbroce. Carga a camión.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá, en proyección horizontal, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio no incluye la tala de árboles ni el transporte de los materiales retirados.</p>	4.414,000	1,03	4.546,42
1.1.2 ADE010	m <sup>3</sup>	<p>Excavación de zanjas para cimentaciones hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, y carga a camión.</p> <p>Incluye: Replanteo general y fijación de los puntos y niveles de referencia. Colocación de las camillas en las esquinas y extremos de las alineaciones. Excavación en sucesivas franjas horizontales y extracción de tierras. Refinado de fondos y laterales a mano, con extracción de las tierras. Carga a camión de los materiales excavados.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros y sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados, ni el relleno necesario para reconstruir la sección teórica por defectos imputables al Contratista. Se medirá la excavación una vez realizada y antes de que sobre ella se efectúe ningún tipo de relleno. Si el Contratista cerrase la excavación antes de conformada la medición, se entenderá que se aviene a lo que unilateralmente determine el director de la ejecución de la obra.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio no incluye el transporte de los materiales excavados.</p>	258,386	24,07	6.219,35

Proyecto estructural de un centro deportivo de pádel de 1800 m<sup>2</sup> situado en el Polígono Industrial La Mina (Paiporta)

Capítulo nº 1 Acondicionamiento del terreno					
Núm.- Código	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Total (€)
<b>1.2 Nivelación</b>					
1.2.1 ANS010	m <sup>2</sup>	<p>Solera de hormigón en masa de 15 cm de espesor, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido desde camión, extendido y vibrado manual mediante regla vibrante, acabado fratasado; 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. Con mallazo de 15x15x6.</p> <p>Incluye: Preparación de la superficie de apoyo del hormigón. Replanteo de las juntas de construcción y de dilatación. Tendido de niveles mediante toques, maestras de hormigón o reglas. Riego de la superficie base. Formación de juntas de construcción y de juntas perimetrales de dilatación. Vertido, extendido y vibrado del hormigón. Curado del hormigón. Replanteo de las juntas de retracción. Corte del hormigón. Limpieza final de las juntas de retracción.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin deducir la superficie ocupada por los pilares situados dentro de su perímetro.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio no incluye la base de la solera.</p>	1.800,000	13,07	23.526,00
<b>Total presupuesto capítulo nº 1 Acondicionamiento del terreno:</b>					<b>34.291,67</b>



Proyecto estructural de un centro deportivo de pádel de 1800 m<sup>2</sup> situado en el Polígono Industrial La Mina (Paiporta)

<b>Capítulo nº 2: Cimentaciones</b>					
Núm.- Código	Ud	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
<b>2.1 Regularización</b>					
2.1.1 CRL030	m <sup>2</sup>	Capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, de 10 cm de espesor, de hormigón HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, en el fondo de la excavación previamente realizada.	261,210	7,96	2.079,23
<b>2.2 Superficiales</b>					
2.2.1 CSZ030	m <sup>3</sup>	Zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/Ila fabricado en central y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 34,9 kg/m <sup>3</sup> . Incluso armaduras de espera del pilar, alambre de atar y separadores.	164,281	167,66	27.543,35
<b>2.3 Arriostramientos</b>					
2.3.1 CAV030	m <sup>3</sup>	Viga de atado de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/Ila fabricado en central y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 54,1 kg/m <sup>3</sup> . Incluso alambre de atar y separadores.	24,920	201,22	5.014,40
<b>Total presupuesto capítulo nº 2 Cimentaciones:</b>				<b>34.636,98</b>	

Proyecto estructural de un centro deportivo de pádel de 1800 m<sup>2</sup> situado en el Polígono Industrial La Mina (Paiporta)

Capítulo nº 3 Estructuras					
Núm.- Código	Ud	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
<b>3.1 Acero</b>					
3.1.1 EAM040	kg	Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie Cold Formed SHS, colocado con uniones soldadas en obra.	1.554,960	2,07	3.218,77
3.1.2 EAM040b	kg	Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie HEB, colocado con uniones soldadas en obra.	5.584,560	2,07	11.560,04
3.1.3 EAM040c	kg	Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie IPE, colocado con uniones soldadas en obra.	49.901,450	2,07	103.296,00
3.1.4 EAM040d	kg	Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie L, colocado con uniones soldadas en obra.	3.247,480	2,07	6.722,28
3.1.5 EAS006	Ud	Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central, de 500x350 mm y espesor 20 mm, y montaje sobre 4 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 20 mm de diámetro y 50 cm de longitud total, embutidos en el hormigón fresco, y atornillados con arandelas, tuerca y contratuerca una vez endurecido el hormigón del cimiento. Incluso mortero autonivelante expansivo para relleno del espacio resultante entre el hormigón endurecido y la placa y protección anticorrosiva aplicada a las tuercas y extremos de los pernos. Incluye: Limpieza y preparación de la superficie de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de la placa. Aplomado y nivelación. Relleno con mortero. Aplicación de la protección anticorrosiva. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto. Criterio de valoración económica: El precio incluye los cortes, los despuntes, las pletinas, las piezas especiales y los elementos auxiliares de montaje.	14,000	138,78	1.942,92

Proyecto estructural de un centro deportivo de pádel de 1800 m<sup>2</sup> situado en el Polígono Industrial La Mina (Paiporta)

Capítulo nº 3 Estructuras					
Núm.- Código	Ud	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
3.1.6 EAS006b	Ud	<p>Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central, de 650x350 mm y espesor 25 mm, y montaje sobre 8 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 25 mm de diámetro y 50 cm de longitud total, embutidos en el hormigón fresco, y atornillados con arandelas, tuerca y contratuerca una vez endurecido el hormigón del cimiento. Incluso mortero autonivelante expansivo para relleno del espacio resultante entre el hormigón endurecido y la placa y protección anticorrosiva aplicada a las tuercas y extremos de los pernos.</p> <p>Incluye: Limpieza y preparación de la superficie de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de la placa. Aplomado y nivelación. Relleno con mortero. Aplicación de la protección anticorrosiva.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio incluye los cortes, los despuntes, las pletinas, las piezas especiales y los elementos auxiliares de montaje.</p>	22,000	254,55	5.600,10
3.1.7 EAS006c	Ud	<p>Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central, de 350x350 mm y espesor 15 mm, y montaje sobre 4 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 16 mm de diámetro y 35 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.</p> <p>Incluye: Limpieza y preparación de la superficie de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de la placa. Aplomado y nivelación. Relleno con mortero. Aplicación de la protección anticorrosiva.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio incluye los cortes, los despuntes, las pletinas, las piezas especiales y los elementos auxiliares de montaje.</p>	6,000	74,50	447,00

Proyecto estructural de un centro deportivo de pádel de 1800 m<sup>2</sup> situado en el Polígono Industrial La Mina  
(Paiporta)

Capítulo nº 3 Estructuras					
Núm.- Código	Ud	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
3.1.8 EAT030	kg	<p>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 soldadas en obra.</p> <p>Incluye: Replanteo de las correas sobre las cerchas. Presentación de las correas sobre las cerchas. Aplomado y nivelación definitivos. Ejecución de las uniones soldadas.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se determinará, a partir del peso obtenido en báscula oficial de las unidades llegadas a obra, el peso de las unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje, pero no incluye la chapa o panel que actuará como cubierta.</p>	4.609,920	3,45	15.904,22
3.1.9 EAT030b	kg	<p>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 soldadas en obra.</p> <p>Incluye: Replanteo de las correas sobre las cerchas. Presentación de las correas sobre las cerchas. Aplomado y nivelación definitivos. Ejecución de las uniones soldadas.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se determinará, a partir del peso obtenido en báscula oficial de las unidades llegadas a obra, el peso de las unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje, pero no incluye la chapa o panel que actuará como cubierta.</p>	4.033,800	3,45	13.916,61

Proyecto estructural de un centro deportivo de pádel de 1800 m<sup>2</sup> situado en el Polígono Industrial La Mina (Paiporta)

Capítulo nº 3 Estructuras					
Núm.- Código	Ud	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
<b>3.2 Hormigón armado</b>					
4.2.1 EHU024	m <sup>2</sup>	<p>Forjado unidireccional de hormigón armado, horizontal, con altura libre de planta de entre 3 y 4 m, canto 30 = 25+5 cm, realizado con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote con un volumen total de hormigón de 0,106 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>, y acero UNE-EN 10080 B 500 S en zona de refuerzo de negativos y conectores de viguetas y zunchos, con una cuantía total de 2 kg/m<sup>2</sup>; montaje y desmontaje de sistema de encofrado parcial, formado por: tablonces de madera, amortizables en 10 usos y estructura soporte vertical de puntales metálicos, amortizables en 150 usos; vigueta pretensada T-18; bovedilla de hormigón, 60x20x25 cm; capa de compresión de 5 cm de espesor, con armadura de reparto formada por malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080. Incluso agente filmógeno, para el curado de hormigones y morteros.</p> <p>Incluye: Replanteo del sistema de encofrado. Montaje del sistema de encofrado. Replanteo de la geometría de la planta sobre el encofrado. Colocación de viguetas y bovedillas. Colocación de las armaduras. Vertido y compactación del hormigón. Regleado y nivelación de la capa de compresión. Curado del hormigón. Desmontaje del sistema de encofrado.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en verdadera magnitud desde las caras exteriores de los zunchos no estructurales, según documentación gráfica de Proyecto, deduciendo los huecos de superficie mayor de 6 m<sup>2</sup>.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá, en verdadera magnitud, desde las caras exteriores de los zunchos no estructurales, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, deduciendo los huecos de superficie mayor de 6 m<sup>2</sup>. Se consideran incluidos todos los elementos integrantes de la estructura señalados en los planos y detalles del Proyecto.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y el montaje en el lugar definitivo de su colocación en obra, pero no incluye los pilares ni las vigas.</p>	150,000	54,75	8.212,50
<b>Total presupuesto capítulo nº 3 Estructuras:</b>					<b>170.820,44</b>

Capítulo nº 4: Fachadas y particiones					
Núm.- Código	Ud	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
<b>4.1 Fachadas ligeras laterales</b>					
4.1.1 FLA030b	m <sup>2</sup>	<p>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 100 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. Incluso accesorios de fijación de los paneles y cinta flexible de butilo, adhesiva por ambas caras, para el sellado de estanqueidad de los solapes entre paneles sándwich.</p> <p>Incluye: Replanteo de los paneles. Corte, preparación y colocación de los paneles. Sellado de juntas. Fijación mecánica de los paneles.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m<sup>2</sup>.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m<sup>2</sup>.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio no incluye la estructura soporte ni la resolución de puntos singulares.</p>	1.340,460	73,18	98.094,86
<b>Total presupuesto capítulo nº 4 Fachadas y particiones:</b>					<b>98.094,86</b>

Proyecto estructural de un centro deportivo de pádel de 1800 m<sup>2</sup> situado en el Polígono Industrial La Mina (Paiporta)

Capítulo nº 5: Cubiertas					
Núm.- Código	Ud	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
<b>5.1 Cubiertas</b>					
<b>5.1.1. Cerramientos</b>					
5.1.1 FLA030	m <sup>2</sup>	<p>Cerramiento de cubierta de paneles sándwich aislantes, de 50 mm de espesor y 1100 mm de anchura, formados por doble cara metálica de chapa nervada de acero galvanizado prelacado, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de lana de roca de 100 kg/m<sup>3</sup> de densidad media, y accesorios, colocados con un solape del panel superior de 200 mm y fijados mecánicamente sobre entramado ligero metálico, en cubierta inclinada. Incluso accesorios de fijación de los paneles sándwich, cinta flexible de butilo, adhesiva por ambas caras, para el sellado de estanqueidad de los solapes entre paneles sándwich y pintura antioxidante de secado rápido, para la protección de los solapes entre paneles sándwich.</p> <p>Incluye: Replanteo de los paneles. Corte, preparación y colocación de los paneles. Sellado de juntas. Fijación mecánica de los paneles.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m<sup>2</sup>.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m<sup>2</sup>.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio no incluye la estructura soporte ni la resolución de puntos singulares.</p>	1.743,840	73,18	127.614,21
<b>5.1.2. Lucernarios</b>					
5.1.2. QLL010	m <sup>2</sup>	<p>Formación de lucernario a un agua en cubiertas, con estructura autoportante de perfiles de aluminio lacado para una dimensión de luz máxima menor de 3 m, revestido con placas alveolares de policarbonato celular incoloras de 10 mm de espesor. Incluso tornillería, elementos de remate y piezas de anclaje para formación del elemento portante, cortes de plancha, perfiles universales de aluminio con gomas de estanqueidad de EPDM, tornillos de acero inoxidable y piezas especiales para la colocación de las placas. Totalmente terminado en condiciones de estanqueidad.</p> <p>Incluye: Montaje del elemento portante. Montaje de la estructura de perfiles de aluminio. Colocación y fijación de las placas. Resolución del perímetro interior y exterior del conjunto. Sellado elástico de juntas.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Superficie del faldón medida en verdadera magnitud, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá, en verdadera magnitud, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>	56,160	255,98	14.375,84

Proyecto estructural de un centro deportivo de pádel de 1800 m<sup>2</sup> situado en el Polígono Industrial La Mina (Paiporta)

Capítulo nº 5: Cubiertas					
Núm.- Código	Ud	Descripción	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
<b>5.1.3. Componentes de cubiertas inclinadas</b>					
<b>5.1.3.1. Evacuación de aguas</b>					
5.1.3.1.1. ISS010	m	<p>Colector suspendido de red horizontal, formado por tubo PVC, serie B, de 160 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor, unión pegada con adhesivo, con una pendiente mínima del 1,00%, para la evacuación de aguas residuales (a baja y alta temperatura) y/o pluviales en el interior de la estructura de los edificios. Incluso líquido limpiador, adhesivo para tubos y accesorios de PVC, material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.</p> <p>Incluye: Replanteo del recorrido del colector y de la situación de los elementos de sujeción. Presentación en seco de los tubos. Fijación del material auxiliar para montaje y sujeción a la obra. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Realización de pruebas de servicio.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Longitud medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá, en proyección horizontal, la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>	135,000	24,44	3.299,40
5.1.3.1.2 QUM011	m	<p>Cumbrera para cubierta inclinada con una pendiente mayor del 10%, con chapa plegada de acero galvanizado prelacado, de 0,6 mm de espesor, 50 cm de desarrollo y 3 pliegues, con junta de estanqueidad. Incluso accesorios de fijación de las piezas a las placas.</p> <p>Incluye: Replanteo y colocación del remate. Fijación mecánica. Colocación de la junta de estanqueidad.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto, incrementada en 5 cm a cada lado.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, incluyendo las entregas en los apoyos.</p>	60,000	18,67	1.120,20
5.1.3.1.3 QUM011b	m	<p>Canalón interior para cubierta inclinada con una pendiente mayor del 10%, con chapa plegada de acero galvanizado prelacado, de 1,0 mm de espesor, 80 cm de desarrollo y 4 pliegues. Incluso accesorios de fijación de las piezas a las placas y masilla de base neutra monocomponente, para sellado de juntas.</p> <p>Incluye: Replanteo y colocación del remate. Fijación mecánica.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto, incrementada en 5 cm a cada lado.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, incluyendo las entregas en los apoyos.</p>	120,000	22,15	2.658,00
<b>Total presupuesto capítulo nº 5 Cubiertas:</b>					<b>149.067,65</b>



Capítulo nº 6 Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares					
Núm.- Código	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Total (€)
<b>6.1 Puertas de uso industrial</b>					
6.1.1 LIM010	Ud	<p>Puerta seccional industrial, de 4x4 m, formada por panel sándwich, de 45 mm de espesor, de doble chapa de acero zincado 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. Incluso limpieza previa del soporte, material de conexionado eléctrico y ajuste y fijación en obra. Totalmente montada, conexionada y puesta en marcha por la empresa instaladora para la comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>Incluye: Limpieza y preparación de la superficie soporte. Replanteo. Montaje de la puerta. Instalación de los mecanismos. Conexionado eléctrico. Ajuste y fijación de la puerta. Puesta en marcha.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	1,000	3.962,78	3.962,78
<b>6.2 Puertas automáticas de acceso peatonal</b>					
<b>6.2.1 Correderas</b>					
6.2.1.1 LBL020	Ud.	<p>Puerta corredera automática, de aluminio y vidrio, para acceso peatonal, con sistema de apertura lateral, de una hoja deslizante de 100x210 cm y una hoja fija de 120x210 cm, compuesta por: cajón superior con mecanismos, equipo de motorización y batería de emergencia para apertura y cierre automático en caso de corte del suministro eléctrico, de aluminio lacado, color blanco, dos detectores de presencia por radiofrecuencia, célula fotoeléctrica de seguridad y panel de control con cuatro modos de funcionamiento seleccionables; dos hojas de vidrio laminar de seguridad 5+5, incoloro, 1B1 según UNE-EN 12600 con perfiles de aluminio lacado, color blanco, fijadas sobre los perfiles con perfil continuo de neopreno. Incluso limpieza previa del soporte, material de conexionado eléctrico y ajuste y fijación en obra. Totalmente montada, conexionada y puesta en marcha por la empresa instaladora para la comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>Incluye: Limpieza y preparación de la superficie soporte. Replanteo. Instalación del cajón superior con mecanismos, equipo de motorización y batería de emergencia. Colocación de los perfiles y de los elementos de acabado. Colocación del perfil de neopreno en el perímetro de las hojas de vidrio. Montaje de las hojas. Conexionado eléctrico. Ajuste y fijación de la puerta. Puesta en marcha.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	2,000	2.297,83	4.595,66

Proyecto estructural de un centro deportivo de pádel de 1800 m<sup>2</sup> situado en el Polígono Industrial La Mina (Paiporta)

Capítulo nº 6 Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares					
Núm.- Código	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Total (€)
<b>6.3 Carpintería</b>					
6.3.1 LCL060	Ud	<p>Ventanal fijo de aluminio, gama básica, dimensiones 1100x2000 mm, acabado lacado color blanco, con el sello QUALICOAT, que garantiza el espesor y la calidad del proceso de lacado, perfiles de 45 mm soldados a inglete y junquillos, según UNE-EN 14351-1; transmitancia térmica del marco: <math>U_{h,m}</math> = desde 5,7 W/(m<sup>2</sup>K); espesor máximo del acristalamiento: 30 mm, 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 C5, según UNE-EN 12210, sin premarco y sin persiana. Incluso patillas de anclaje para la fijación de la carpintería, silicona para sellado perimetral de la junta entre la carpintería exterior y el paramento.</p> <p>Incluye: Sellado perimetral de la junta entre la carpintería exterior y el paramento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio no incluye el recibido en obra de la carpintería.</p>	24,000	307,02	7.368,48
<b>Total presupuesto capítulo nº 6 Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares:</b>				<b>15.926,92</b>	

Proyecto estructural de un centro deportivo de pádel de 1800 m<sup>2</sup> situado en el Polígono Industrial La Mina (Paiporta)

Capítulo nº 7 Solados interiores					
Núm.-Código	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Total (€)
<b>7.1 Solado planta 1ª</b>					
7.1.1 RSG010	m <sup>2</sup>	<p>Suministro y ejecución de pavimento mediante el método de colocación en capa fina, de baldosas cerámicas de gres porcelánico, acabado pulido, de 40x40 cm, 8 €/m<sup>2</sup>, capacidad de absorción de agua E&lt;0,5%, grupo Bla, según UNE-EN 14411, con resistencia al deslizamiento 35&lt;Rd&lt;=45 según UNE 41901 EX y resbaladidad clase 2 según CTE; recibidas con adhesivo cementoso de fraguado normal, C1 sin ninguna característica adicional, color gris, con doble encolado, y rejuntadas con mortero de juntas cementoso tipo L, color blanco, para juntas de hasta 3 mm. Incluso limpieza, comprobación de la superficie soporte, replanteos, cortes, formación de juntas perimetrales continuas, de anchura no menor de 5 mm, en los límites con paredes, pilares exentos y elevaciones de nivel y, en su caso, juntas de partición y juntas estructurales existentes en el soporte, eliminación del material sobrante del rejuntado y limpieza final del pavimento.</p> <p>Incluye: Limpieza y comprobación de la superficie soporte. Replanteo de los niveles de acabado. Replanteo de la disposición de las piezas y juntas de movimiento. Aplicación del adhesivo. Colocación de las baldosas a punta de paleta. Formación de juntas de partición, perimetrales y estructurales. Rejuntado. Eliminación y limpieza del material sobrante. Limpieza final del pavimento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Superficie útil, medida según documentación gráfica de Proyecto. No se ha incrementado la medición por roturas y recortes, ya que en la descomposición se ha considerado un 5% más de piezas.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>	300,000	21,84	6.552,00
<b>7.2 Solado pistas</b>					
7.2.1. UDB010	m <sup>3</sup>	<p>Pavimento de césped sintético, formado por césped sintético, compuesto de mechones rectos prefibrilados de 5/16" de fibra 100% polipropileno resistente a los rayos UV, 8800 decitex, 65 micras de espesor, tejidos sobre base de polipropileno drenante, con termofijado y sellado con caucho SBR, de 15 mm de altura de pelo, 17 mm de altura total de moqueta, 1665 g/m<sup>2</sup> y 20160 mechones/m<sup>2</sup>; para pista de pádel. Incluso lastrado a base de 21 kg/m<sup>2</sup> de áridos silíceos de granulometría 0,4-0,8 mm, marcación de líneas y banda de geotextil y adhesivo especial de poliuretano bicomponente. Totalmente instalado sobre superficie base no incluida en este precio.</p> <p>Incluye: Replanteo de las dimensiones de la pista deportiva. Colocación del césped sintético. Lastrado de la superficie. Marcado de líneas.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>	800,000	43,90	35.120,00
<b>Total presupuesto capítulo nº 7 Solados interiores:</b>				<b>41.672,00</b>	

Proyecto estructural de un centro deportivo de pádel de 1800 m<sup>2</sup> situado en el Polígono Industrial La Mina  
(Paiporta)

<b>Capítulo nº 8 Gestión de residuos</b>					
Núm.- Código	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Total (€)
<b>8.1 Gestión de tierras</b>					
8.1.1 GTB020	m <sup>2</sup>	<p>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.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de las excavaciones, incrementadas cada una de ellas por su correspondiente coeficiente de esponjamiento, de acuerdo con el tipo de terreno considerado.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá, incluyendo el esponjamiento, el volumen de tierras realmente entregado según especificaciones de Proyecto.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio no incluye el transporte.</p>	258,386	2,10	542,61
<b>Total presupuesto capítulo nº 8 Gestión de residuos:</b>					<b>542,61</b>

### **PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (PEM)**

<b>CAPÍTULOS</b>	<b>Importe (€)</b>
1.- Acondicionamiento del terreno	34.291,67
2.- Cimentaciones	34.636,98
3.- Estructuras	170.820,44
4.- Fachadas y particiones	98.094,86
5.- Cubiertas	149.067,65
6.- Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares	15.926,92
7.- Solados interiores	41.672,00
8.- Gestión de residuos	542,61
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (P.E.M.)</b>	<b>545.053,23</b>

El presupuesto de ejecución material de la obra asciende a la cantidad de **QUINIENTOS CUARENTA Y CINCO MIL CINCUENTA Y TRES EUROS CON VEINTITRÉS CÉNTIMOS.**

### **PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA (PEC)**

<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (P.E.M.)</b>	<b>545.053,23</b>
13% de gastos generales	70.856,92
6% de beneficio industrial	32.703,19
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA (P.E.C.)</b>	<b>648.613,34</b>
21% I.V.A.	136.208,80
<b>PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN (P.B.L.)</b>	<b>784.822,14</b>

Asciende el presupuesto base de licitación a la expresada cantidad de **SETECIENTOS OCHENTA Y CUATRO MIL OCHOCIENTOS VEINTIDÓS EUROS CON CATORCE CÉNTIMOS.**

## DOCUMENTO IV:

# PLANOS

## Índice de planos

PLANO Nº1. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

PLANO Nº2. REPLANTEO

PLANO Nº3. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

PLANO Nº4. VISTA 3D DE LA ESTRUCTURA

PLANO Nº5. CIMENTACIÓN

PLANO Nº6. DETALLES DE ZAPATAS Y VIGAS DE ATADO

PLANO Nº7. PÓRTICO INTERIOR: ALINEACIONES 2-10

PLANO Nº8. PÓRTICO INTERIOR: ALINEACIÓN 11

PLANO Nº9. PÓRTICO INTERIOR: ALINEACIÓN 12

PLANO Nº10. PÓRTICO DE FACHADA 1

PLANO Nº11. PÓRTICO DE FACHADA 13

PLANO Nº12. FACHADA LATERAL: ALINEACIÓN G

PLANO Nº13. FACHADA LATERAL: ALINEACIÓN A

PLANO Nº14. ESTRUCTURA DE CUBIERTA

PLANO Nº15. ALTILLO

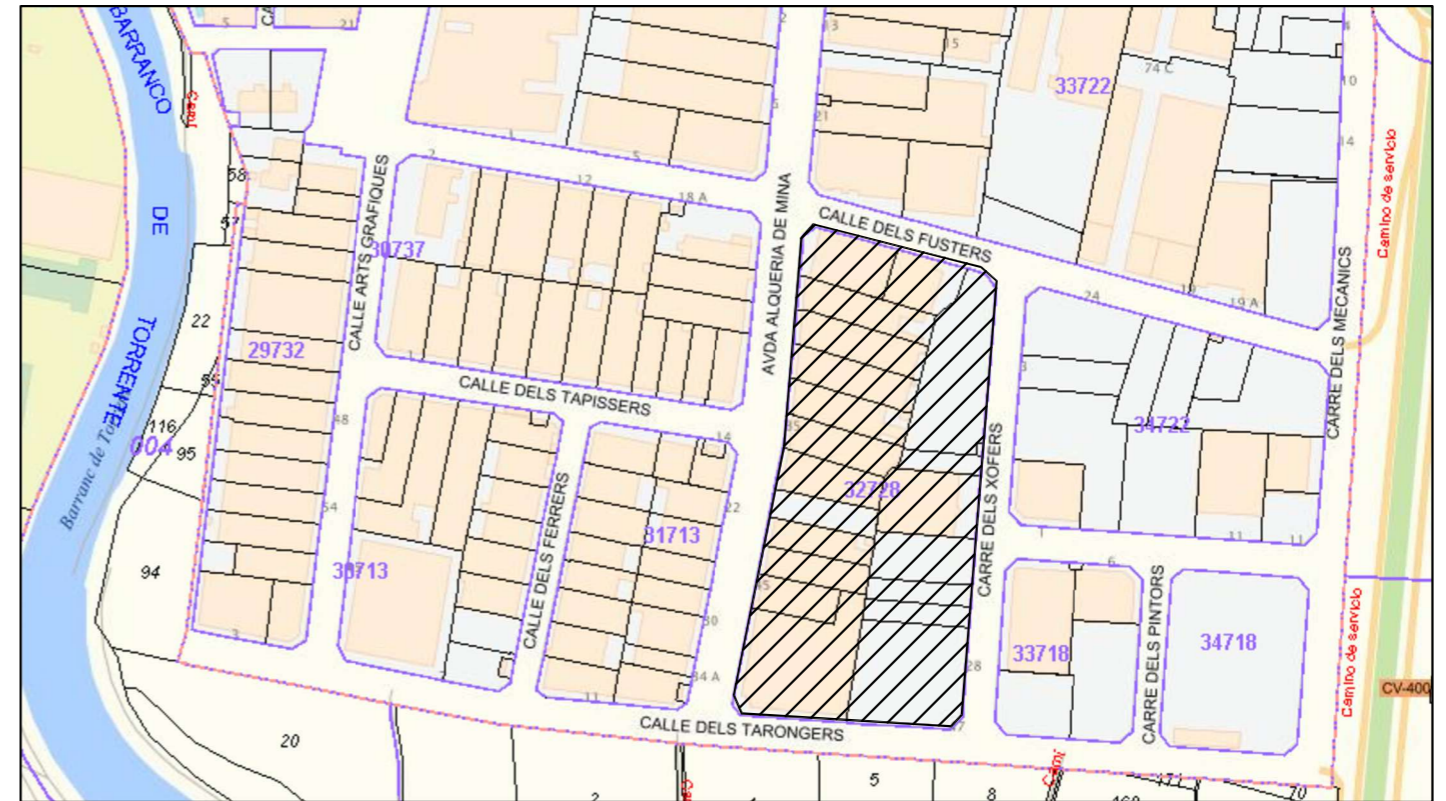
PLANO Nº16. CERRAMIENTO EN FACHADAS LATERALES

PLANO Nº17. CERRAMIENTO EN PÓRTICOS DE FACHADA

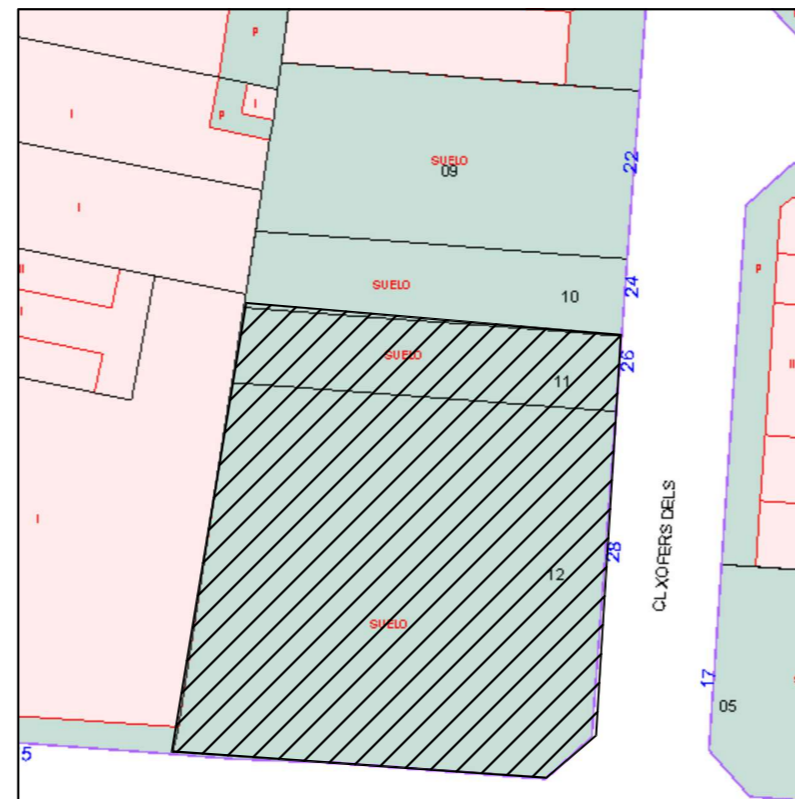
PLANO Nº18. CERRAMIENTO EN CUBIERTA



Paiporta

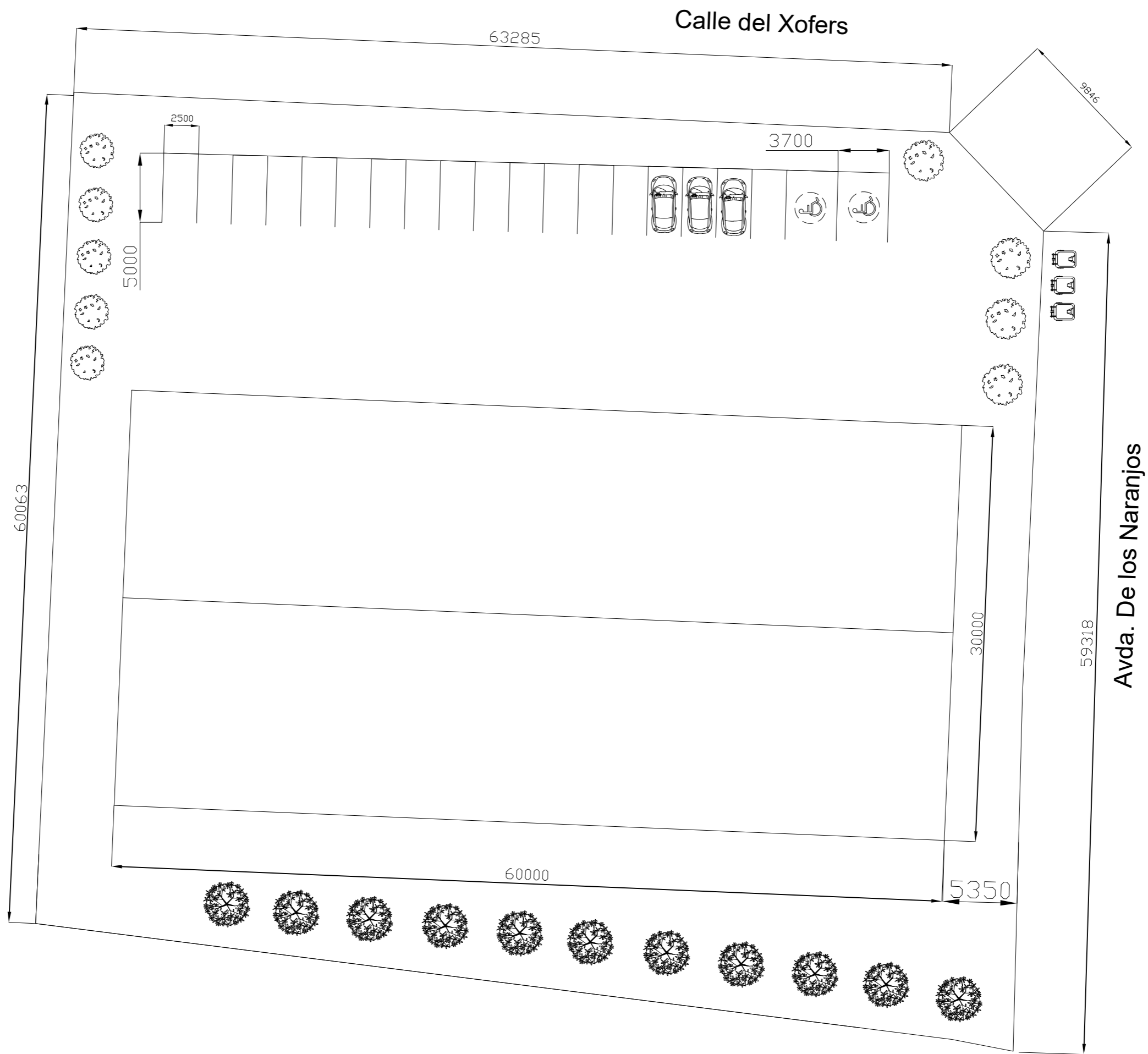


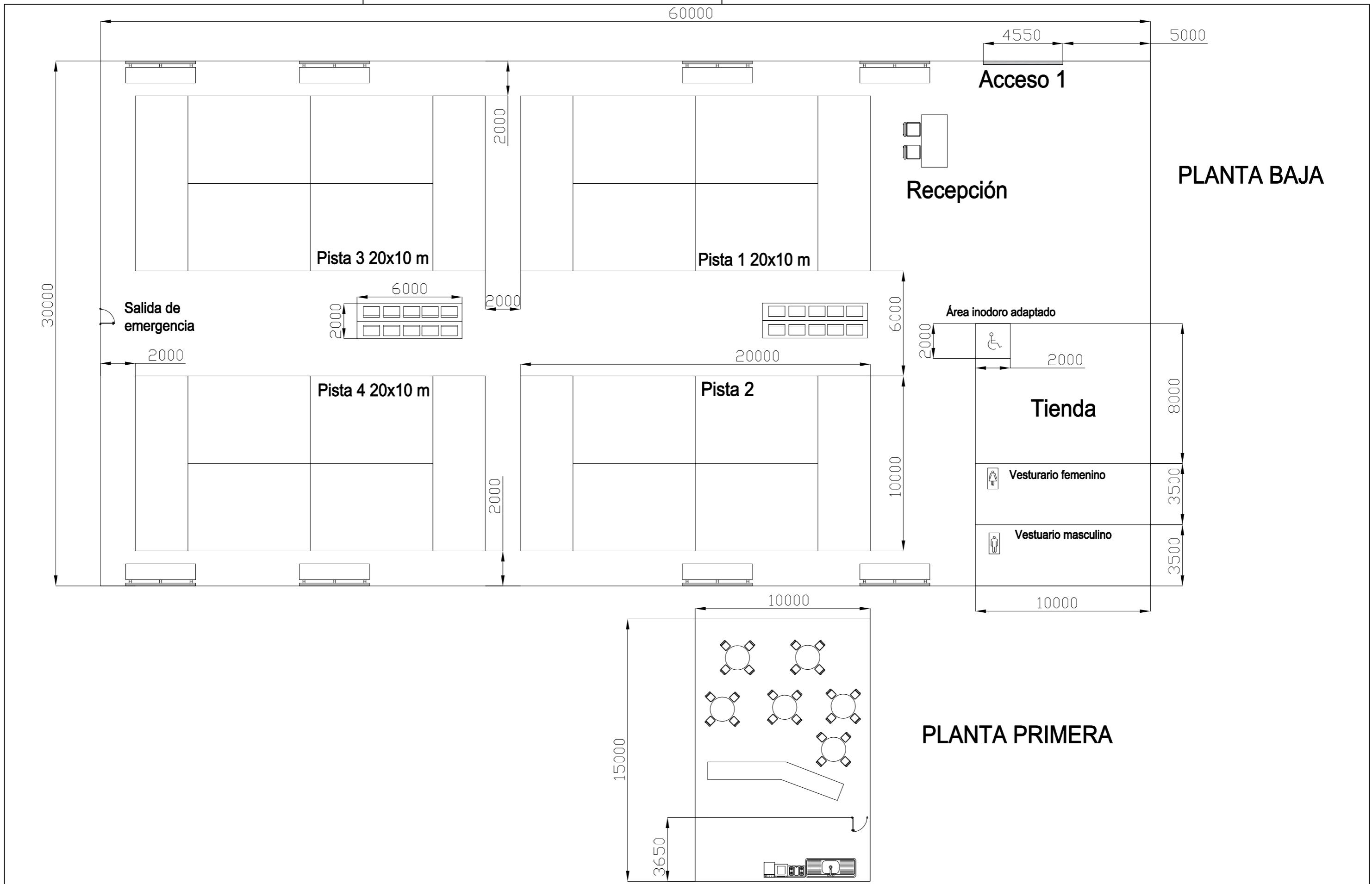
Polígono Industrial La Mina

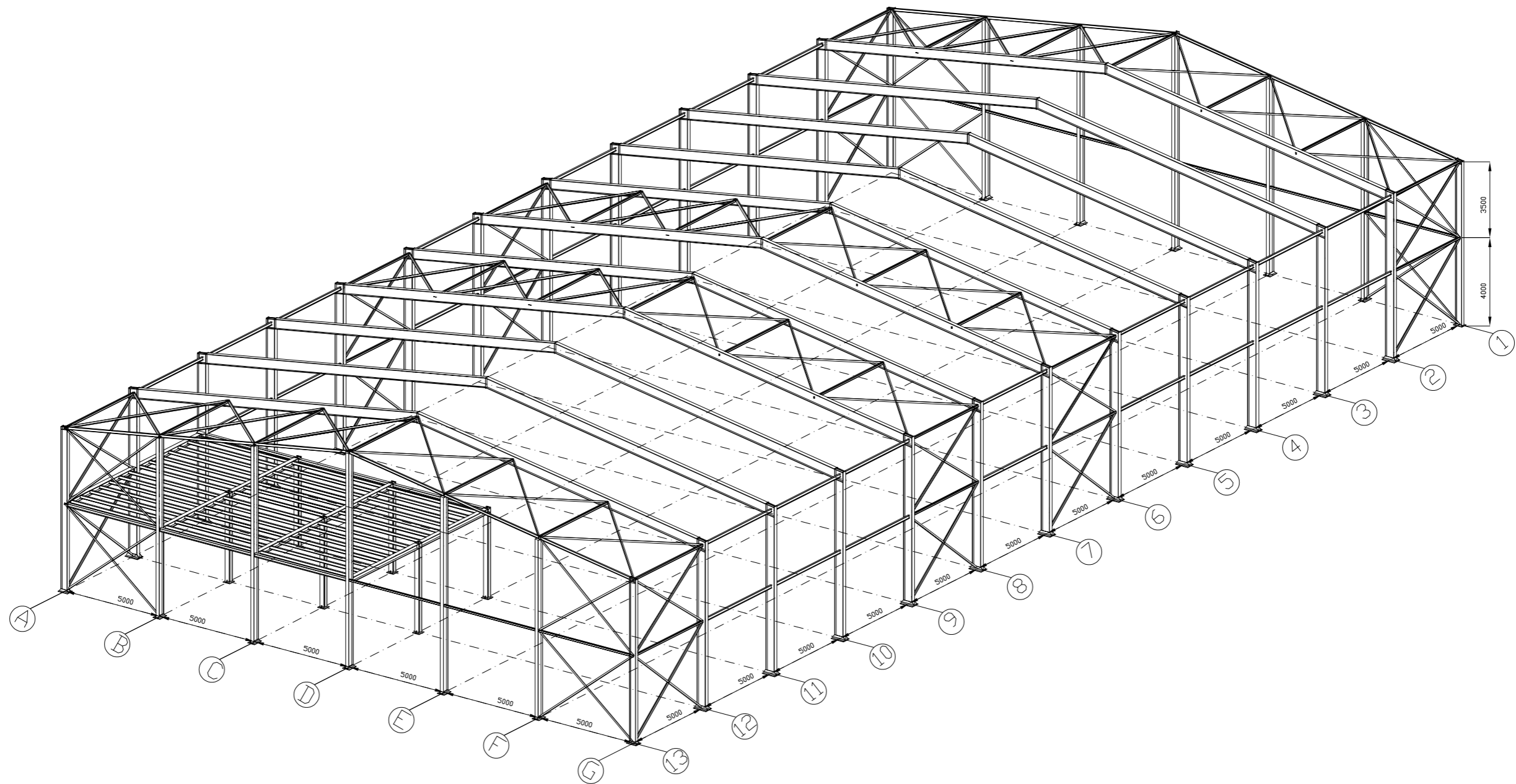


Parcela

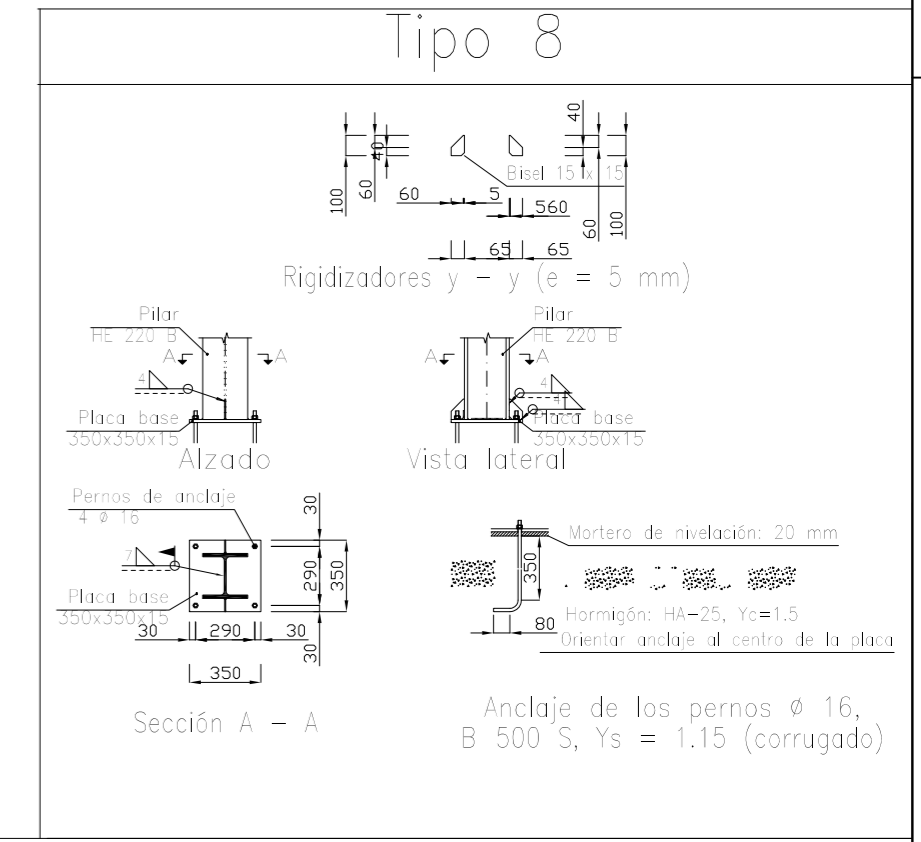
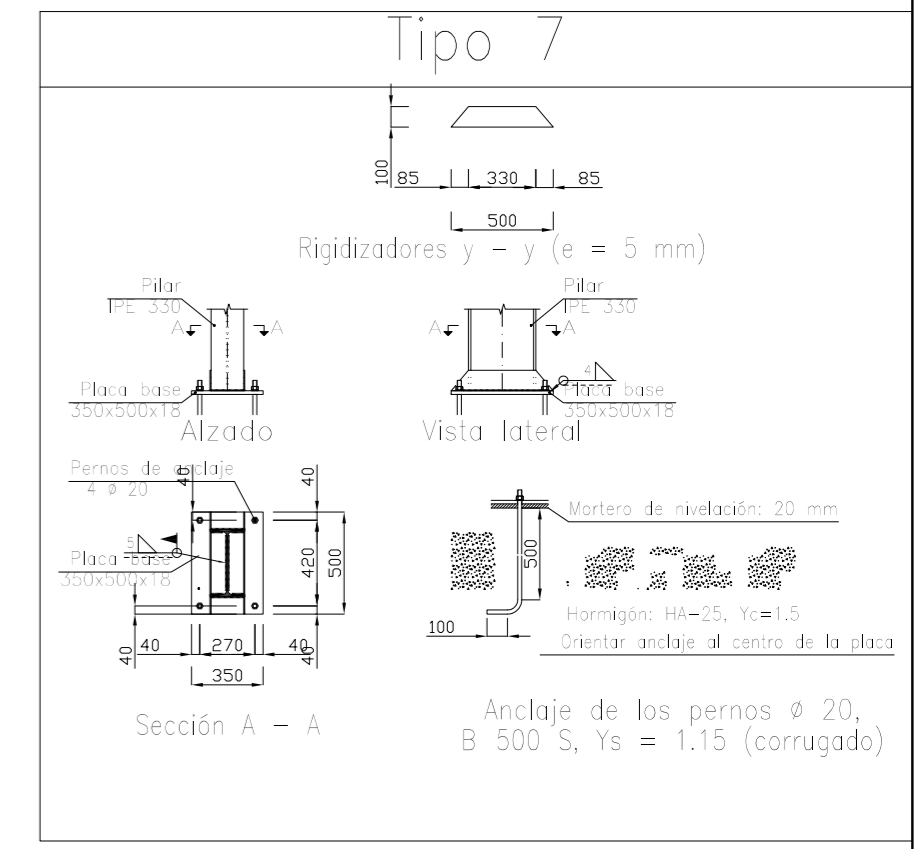
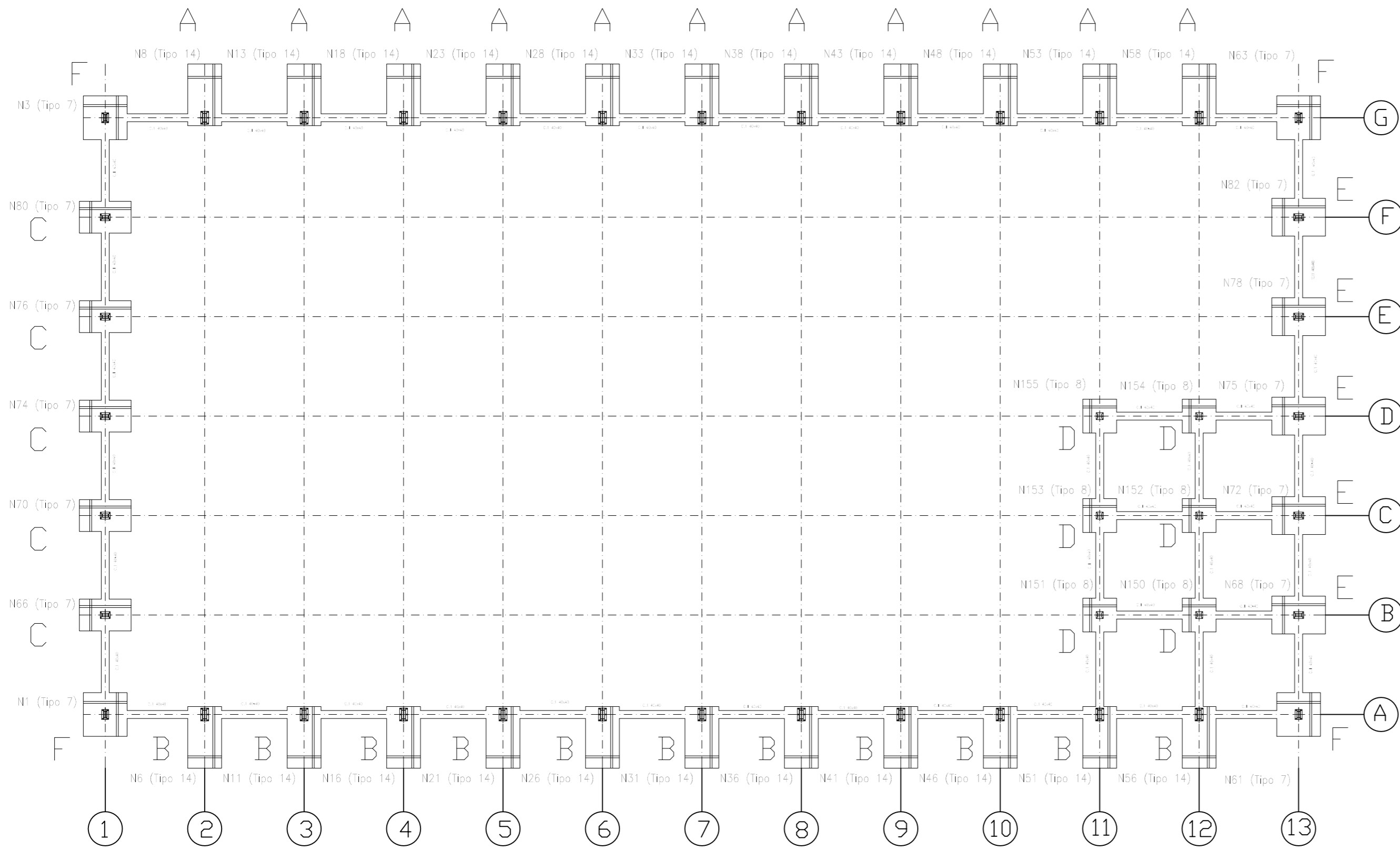




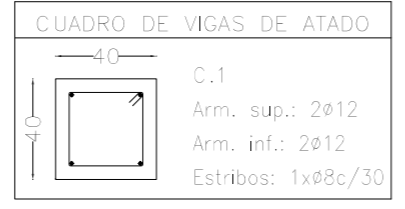




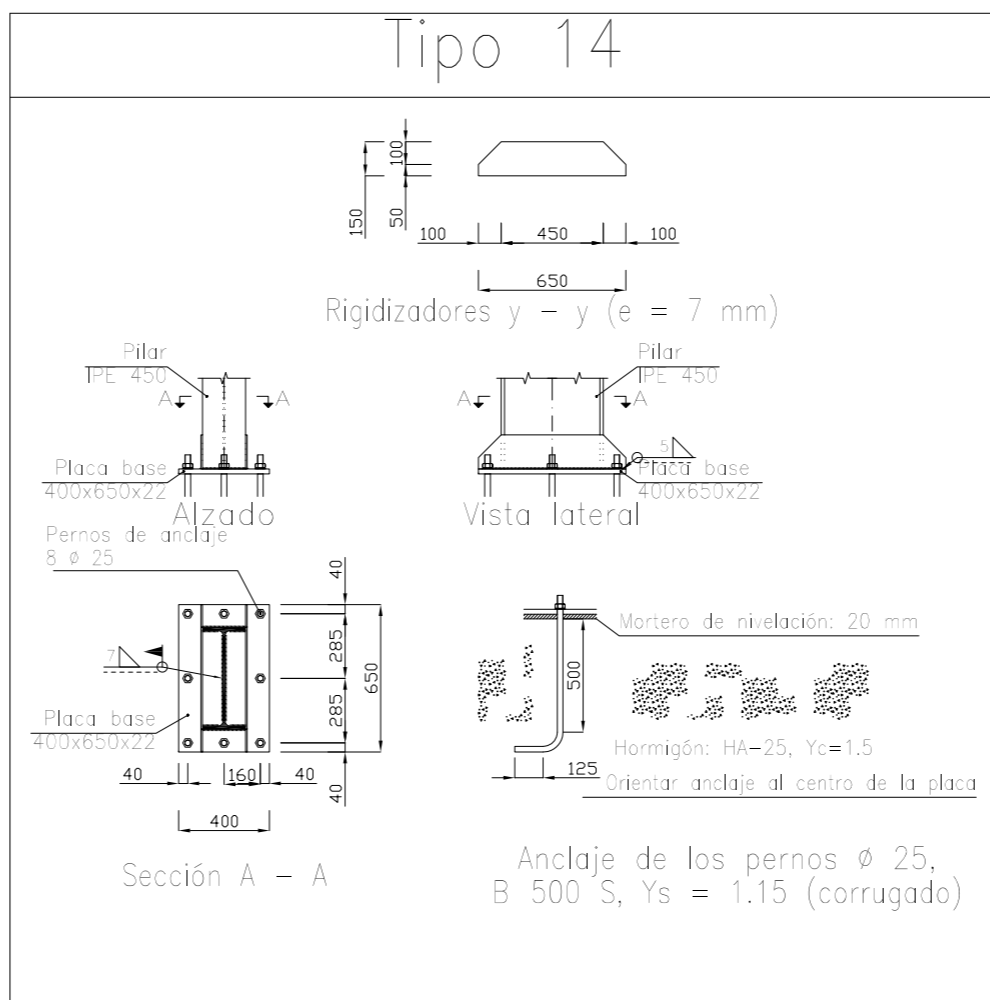
CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA			
ACERO EN ESTRUCTURA METÁLICA ( EAE Capítulo IV )		$\gamma_{M0}$	$\gamma_{M1}$
Perfiles laminados en caliente	S 275 - L.E. 275 N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{M0}=1,05$	$\gamma_{M1}=1,05$
Perfiles conformados en frío	S 235 - L.E. 235 N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{M0}=1,05$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



Cuadro de arranques			
Tipo	Referencias	Pernos de Placas de Anclaje	Dimensión de Placas de Anclaje
14	N33, N38, N43, N48, N53, N58, N28, N23, N18, N13, N8, N6, N11, N16, N21, N26, N31, N36, N41, N46, N51 y N56	8 Pernos Ø 25	Placa base (400x650x22)
7	N66, N70, N74, N76, N80, N82, N78, N75, N72, N68, N3, N1, N61 y N63	4 Pernos Ø 20	Placa base (350x500x18)
8	N155, N154, N153, N152, N151 y N150	4 Pernos Ø 16	Placa base (350x350x15)



CUADRO DE ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN							
Tipo	Referencias	Dimensiones (cm)	Canto (cm)	Armado inf. X	Armado inf. Y	Armado sup. X	Armado sup. Y
A	N8, N13, N18, N23, N28, N33, N38, N43, N48, N53 y N58	170x310	90	13Ø16c/24	7Ø16c/24	13Ø16c/24	7Ø16c/24
B	N6, N11, N16, N21, N26, N31, N36, N41, N46, N51 y N56	170x310	90	13Ø16c/24	7Ø16c/24	13Ø16c/24	7Ø16c/24
C	N66, N70, N74, N76 y N80	160x260	78	16Ø12c/16	9Ø12c/16	16Ø12c/16	9Ø12c/16
D	N150, N151, N152, N153, N154 y N155	170x170	50	7Ø12c/25	7Ø12c/25	7Ø12c/25	7Ø12c/25
E	N68, N72, N75, N78 y N82	190x270	80	10Ø16c/27	7Ø16c/27	10Ø16c/27	7Ø16c/27
F	N1, N3, N61 y N63	220x220	75	7Ø16c/29	7Ø16c/29	7Ø16c/29	7Ø16c/29



Características de los materiales - Zapatas de cimentación												
Materiales	Hormigón							Acero				
	Nivel Control	Coef. Pandeo	Tipo	Consistencia	Tamaño máx. (mm)	Exposición Alentada	Recubrimiento nominal	Recubrimiento nominal sobre el terreno	Nivel Control	Características		
Zapatas	estático	7	Ø16	Ø16-25	haca y otro	35 mm	HA	70 mm	80 mm	Ø16	F 110	B500S
Estrizos	estático	7	Ø16	Ø16-25	haca y otro	35 mm	HA	70 mm	80 mm	Ø16	F 110	B500S
Espección (Aciones)	normal	7	Ø16	Ø16-25	haca y otro	35 mm	HA	70 mm	80 mm	Ø16	F 110	B500S

Adaptado a la Instrucción EHE-08

Notas:

- Control Estático en EHE-08, según el control normal
- Datos según EHE-08
- El acero utilizado deberá estar garantizado con un fabricante reconocido: Siles, CESTIS, CC-ENC, ...

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA

Proyecto: **PROYECTO ESTRUCTURAL DE UN CENTRO DEPORTIVO DE PÁDEL DE 1800 m<sup>2</sup> SITUADO EN EL POLÍGONO INDUSTRIAL LA MINA**

Fecha: **Julio 2021**

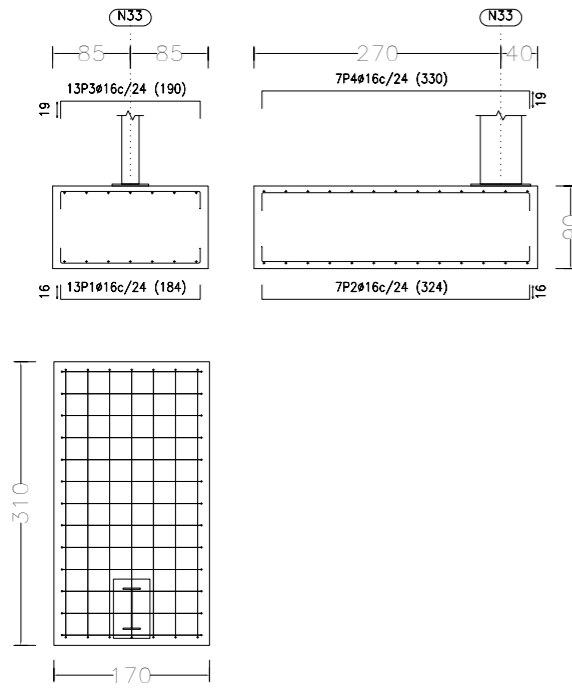
Plano: **Cimentación**

Escala: **1/200**

Nº Plano:

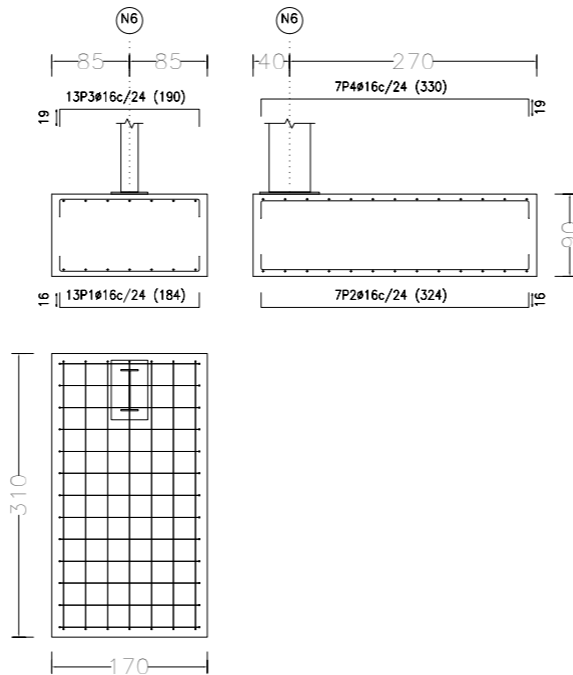
Jose Antonio Gómez-Pastrana Martínez  
Autor proyecto

N33, N38, N43, N48, N53, N58, N28, N23, N18, N13 y N8



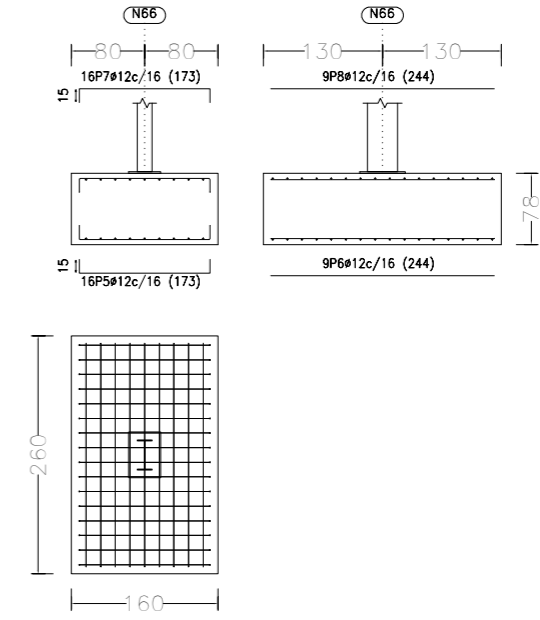
### Tipo A

N6, N11, N16, N21, N26, N31, N36, N41, N46, N51 y N56



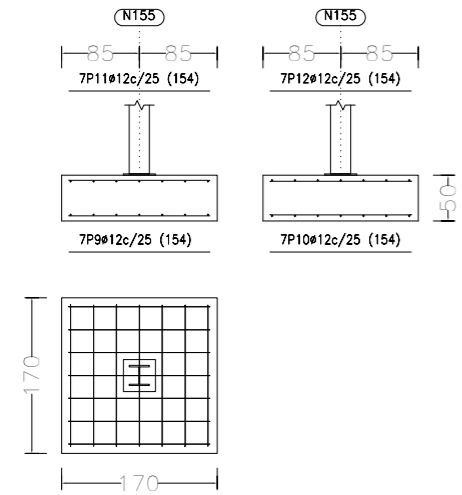
### Tipo B

N66, N70, N74, N76 y N80



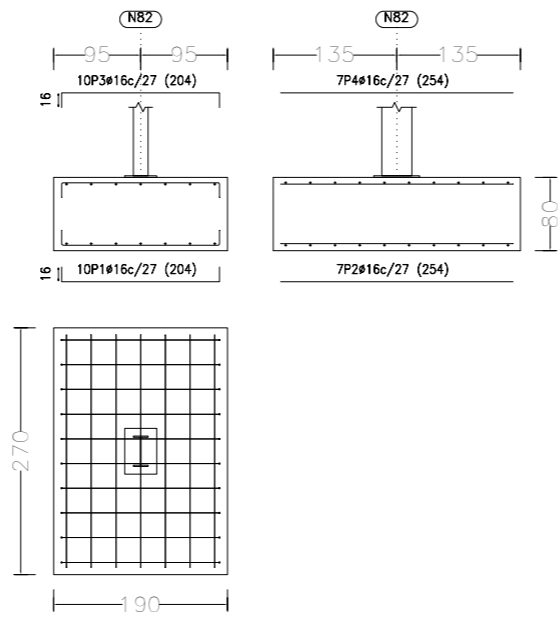
### Tipo C

N155, N154, N153, N152, N151 y N150



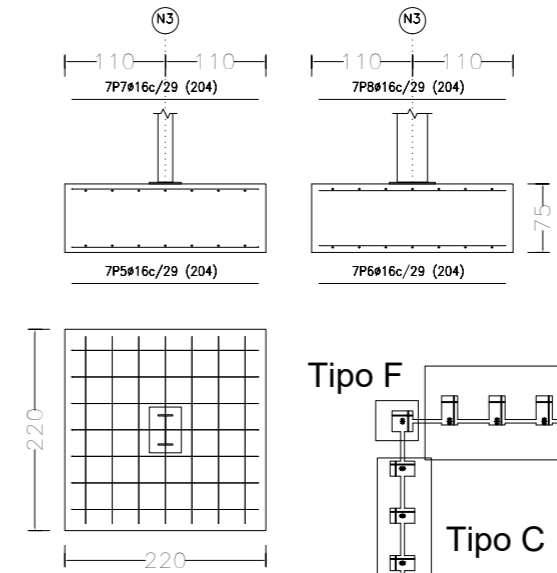
### Tipo D

N82, N78, N75, N72 y N68



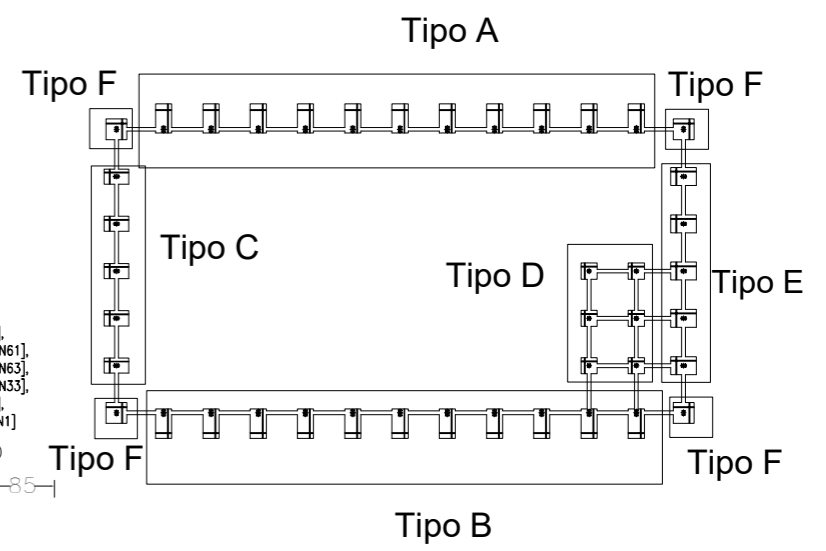
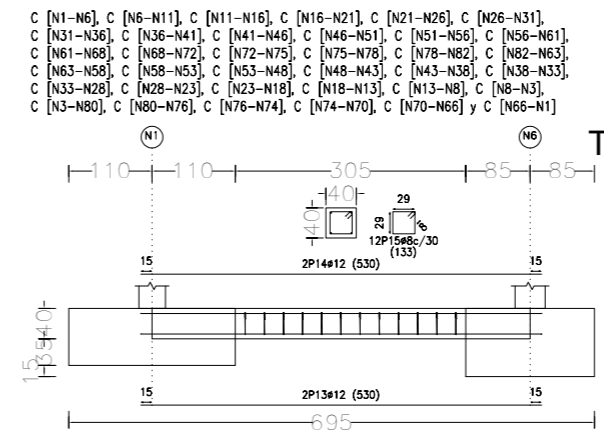
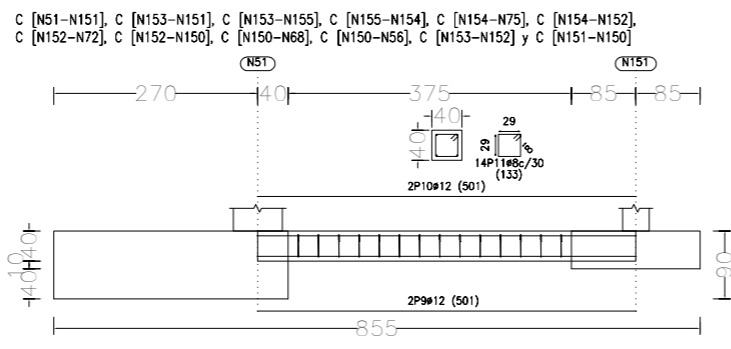
### Tipo E

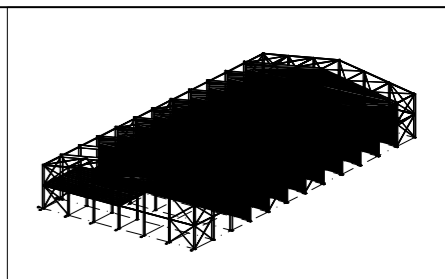
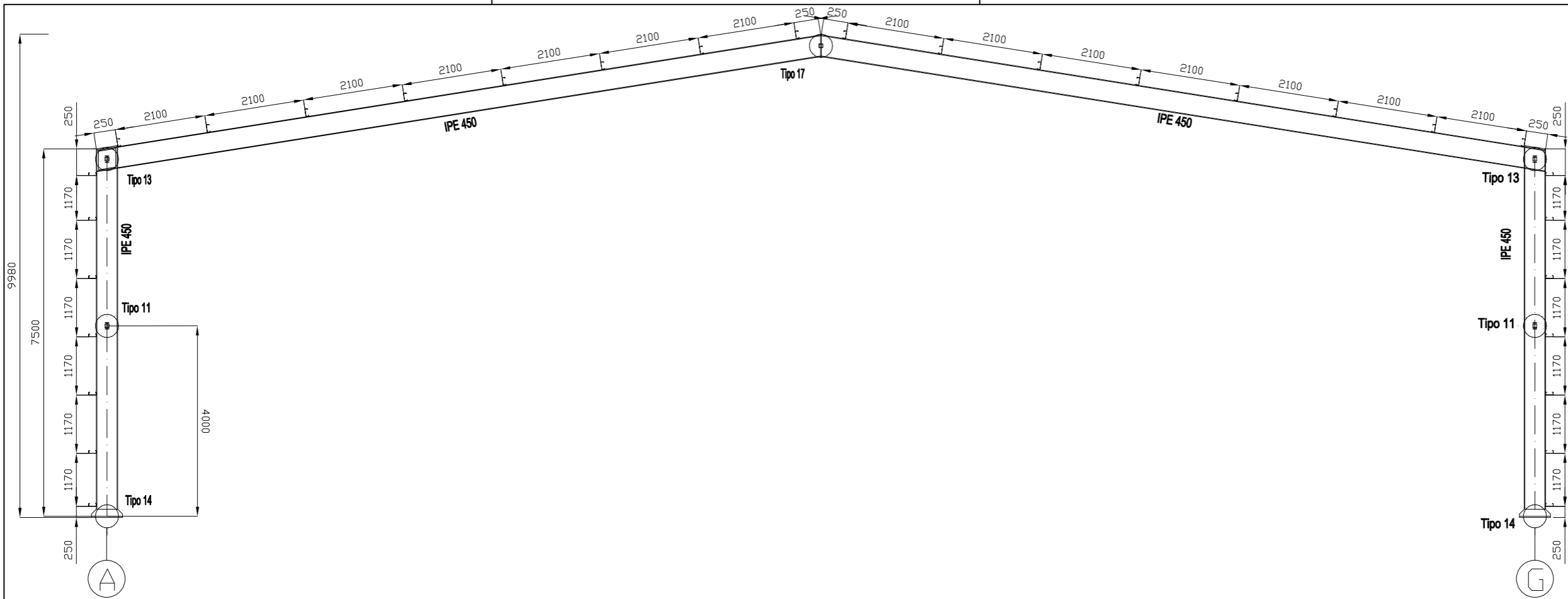
N3, N1, N61 y N63



### Tipo F

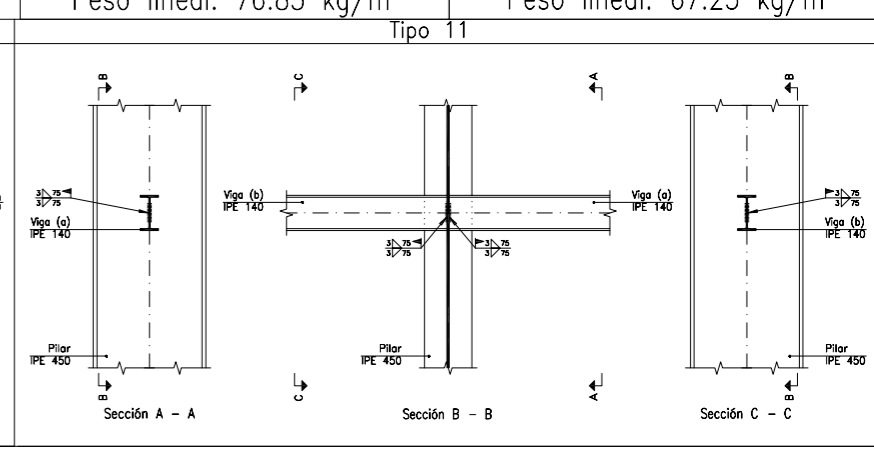
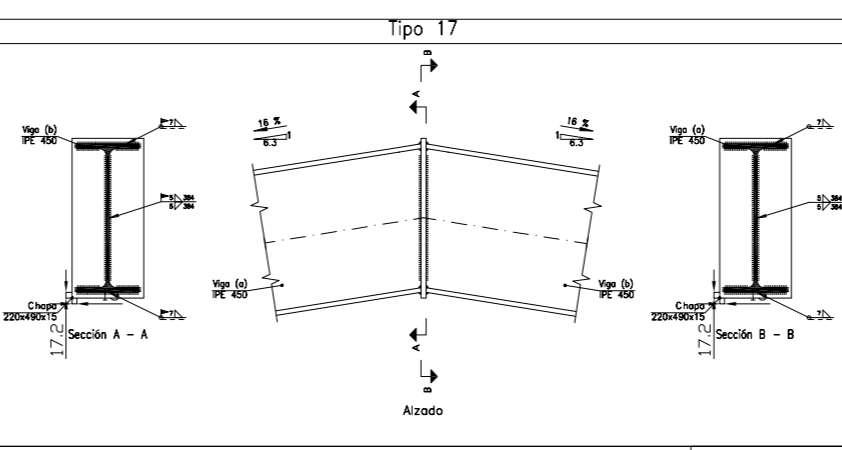
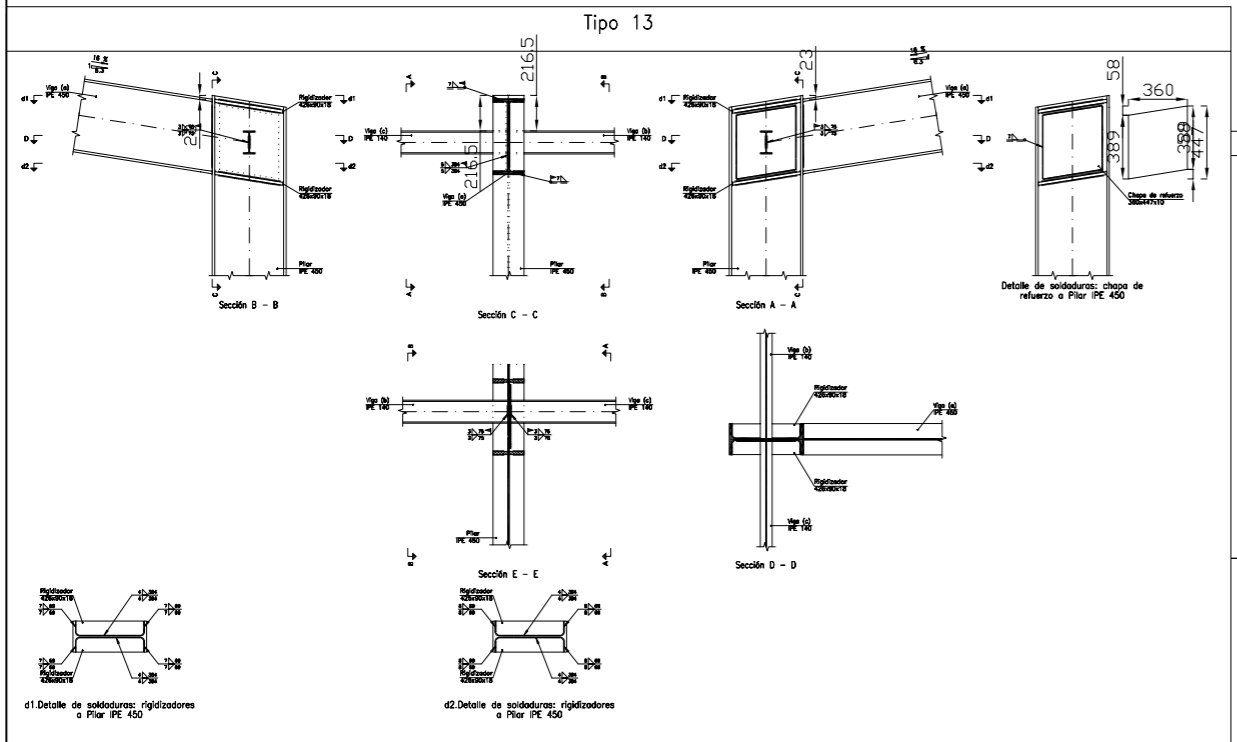
Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ys=1.15 (kg)
N6=N11=N16=N21=N26=N31 N36=N41=N46=N51=N56	1	ø16	13	184	2392	37.8
	2	ø16	7	324	2268	35.8
	3	ø16	13	190	2470	39.0
	4	ø16	7	330	2310	36.5
Total+10%: (x11):					164.0	1804.0
N66=N70=N74=N76=N80	5	ø12	16	173	2768	24.6
	6	ø12	9	244	2196	19.5
	7	ø12	16	173	2768	24.6
	8	ø12	9	244	2196	19.5
Total+10%: (x5):					97.0	485.0
C [N51-N151]=C [N153-N151] C [N153-N155]=C [N155-N154] C [N154-N75]=C [N154-N152] C [N152-N72]=C [N152-N150] C [N150-N68]=C [N150-N56] C [N153-N152] y C [N151-N150]	9	ø12	2	501	1002	8.9
	10	ø12	2	501	1002	8.9
	11	ø8	14	133	1862	7.3
Total+10%: (x12):					27.6	331.2
					ø8:	96.0
					ø12:	720.2
					ø16:	1804.0
					Total:	2620.2



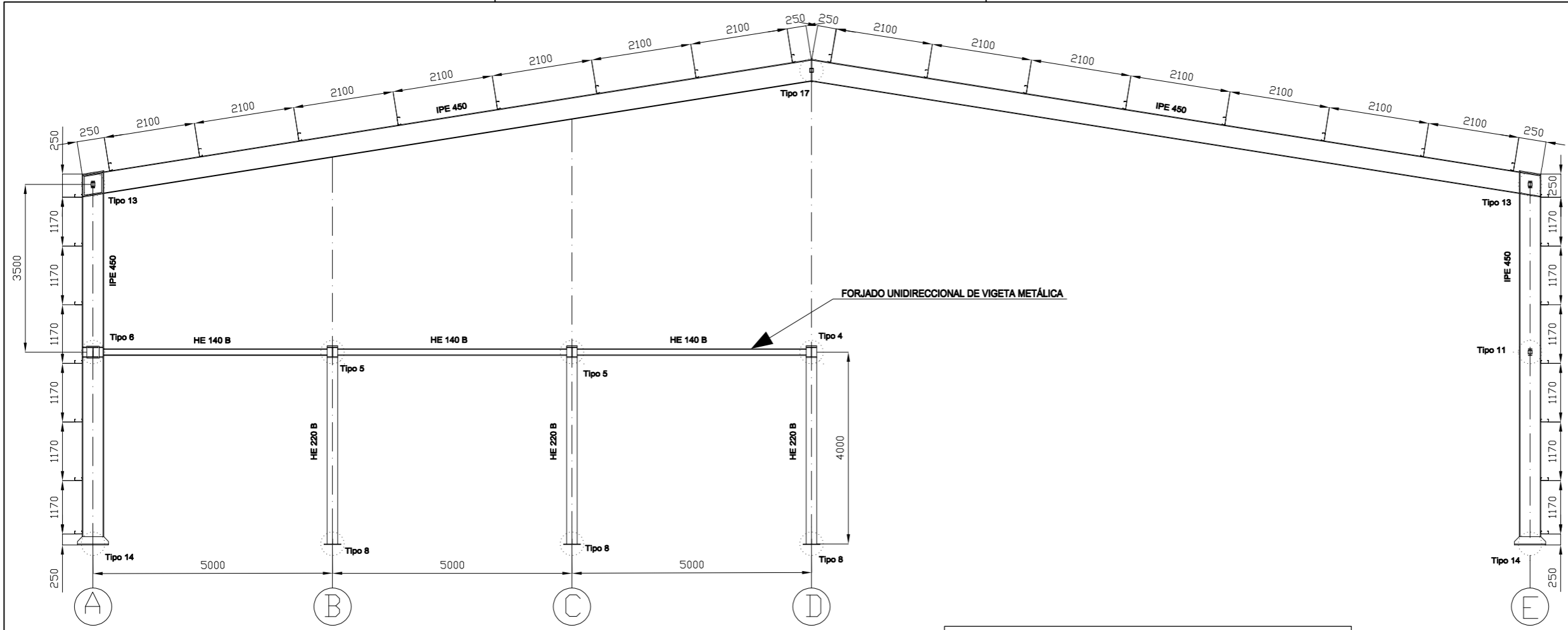
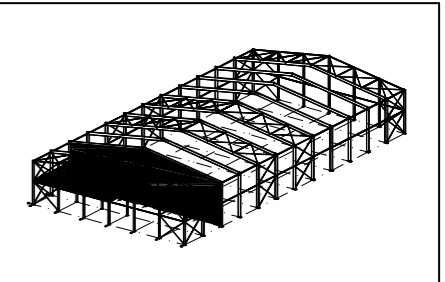


Correas en cubiertas  
 Tipo de Acero: S235  
 Tipo de perfil: CF-160x2.0  
 Separación: 2.10 m.  
 Número de correas: 16  
 Peso lineal: 76.83 kg/m

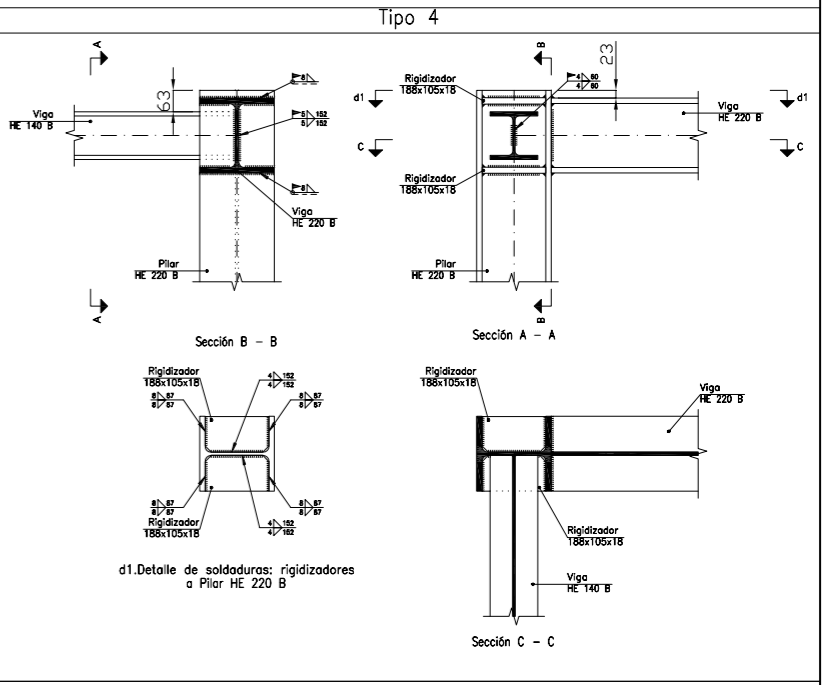
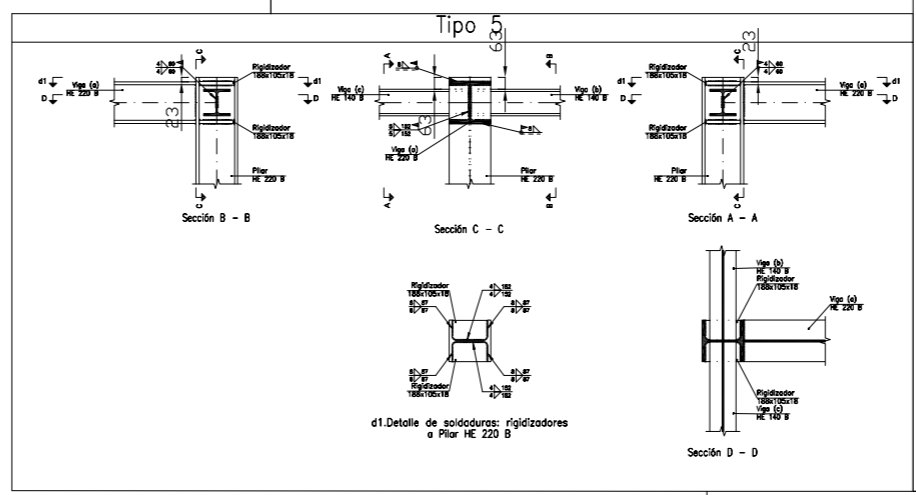
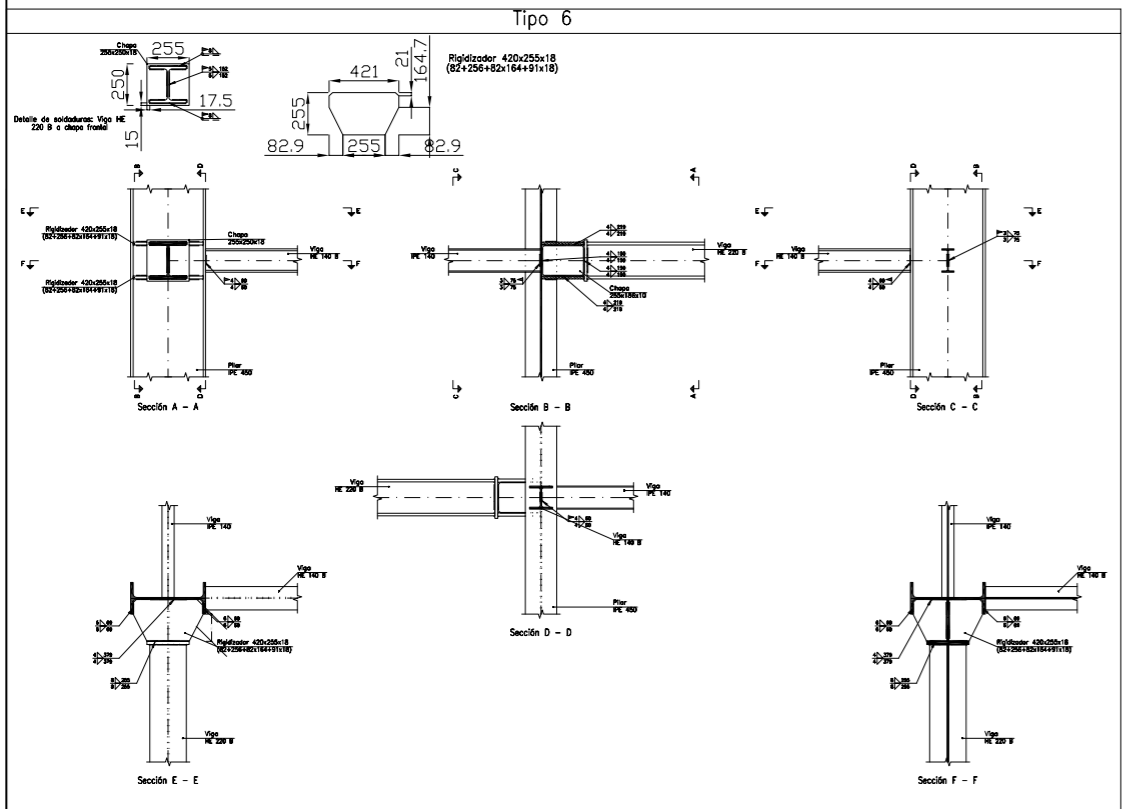
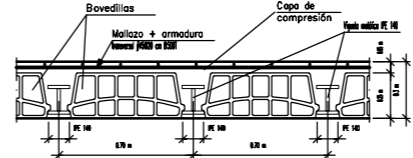
Correas en laterales  
 Tipo de Acero: S235  
 Tipo de perfil: CF-160x2.0  
 Separación: 1.17 m.  
 Número de correas: 14  
 Peso lineal: 67.23 kg/m



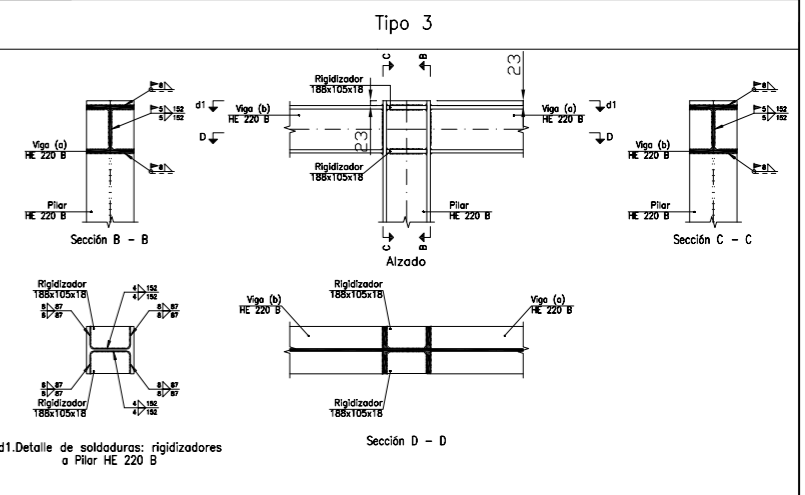
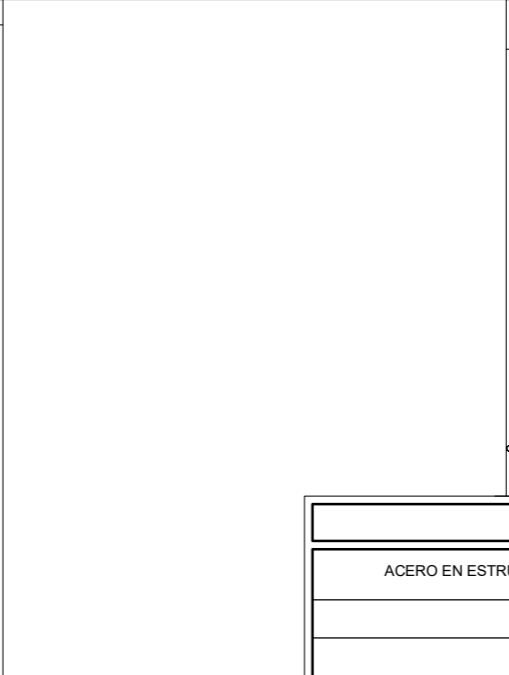
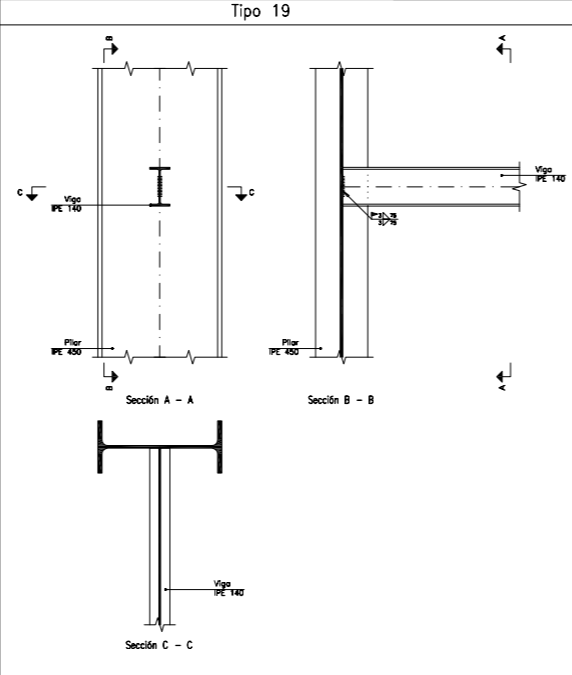
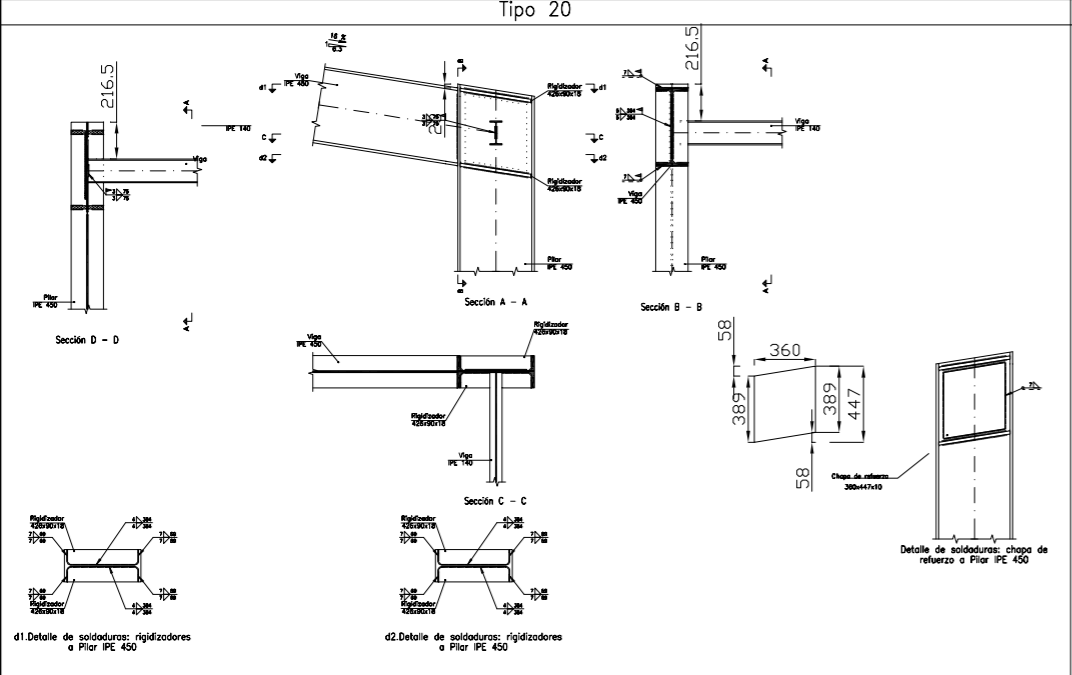
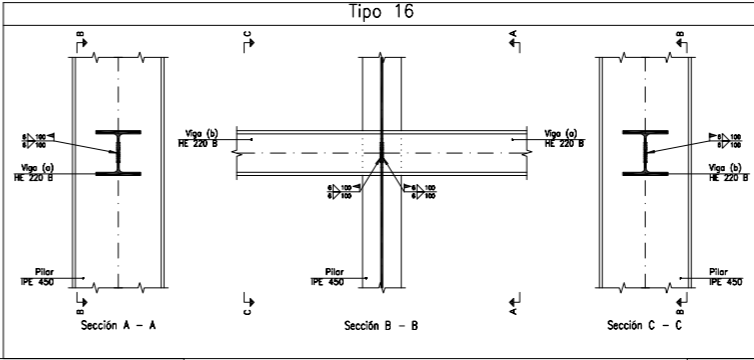
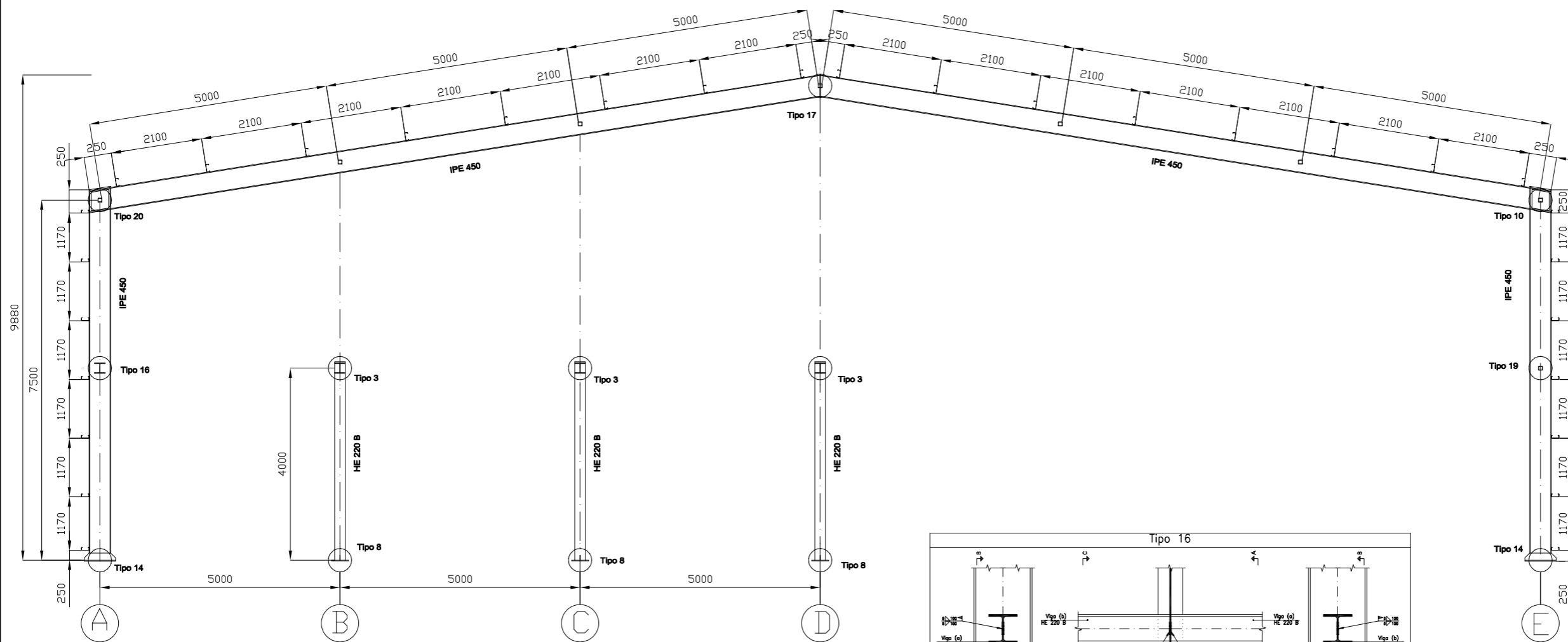
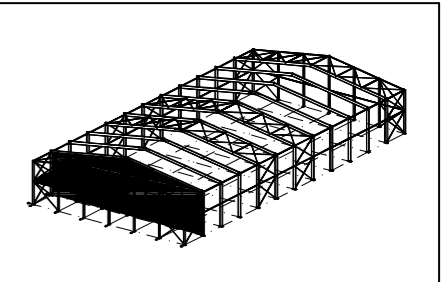
CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA			
ACERO EN ESTRUCTURA METÁLICA ( EAE Capítulo IV )			
		$\gamma_{M0}$	$\gamma_{M1}$
Perfiles laminados en caliente	S 275 - L.E. 275 N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{M0}=1,05$	$\gamma_{M1}=1,05$
Perfiles conformados en frío	S 235 - L.E. 235 N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{M0}=1,05$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



Detalle del forjado

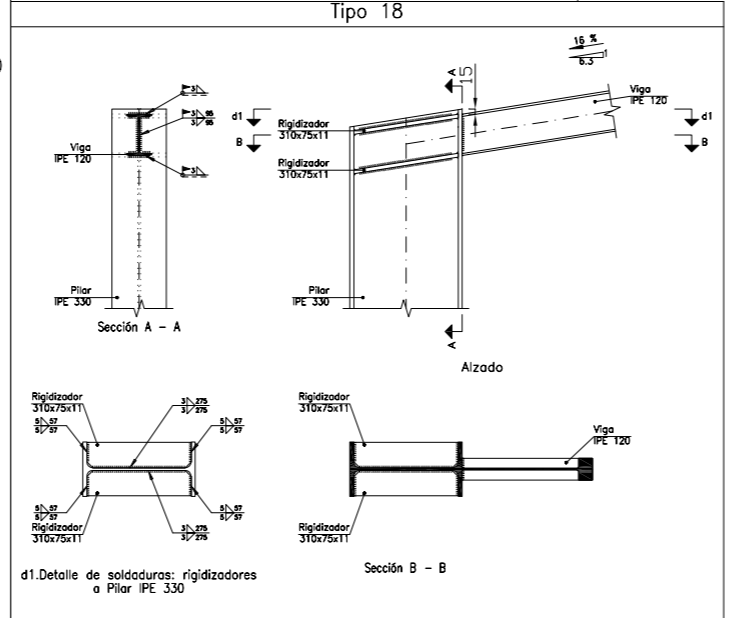
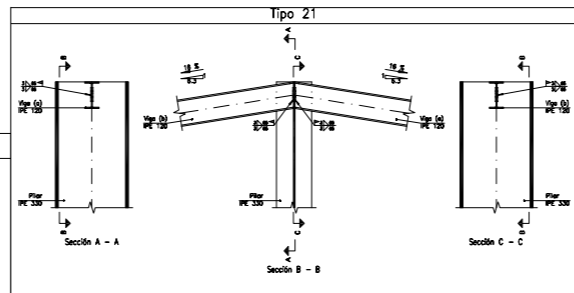
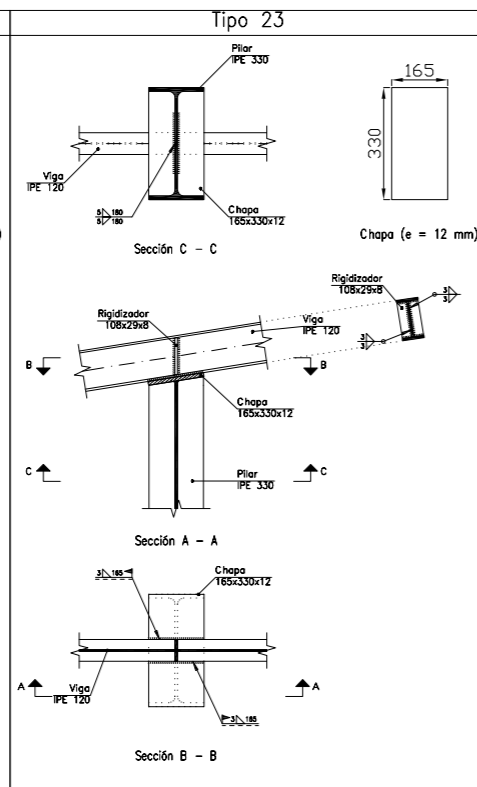
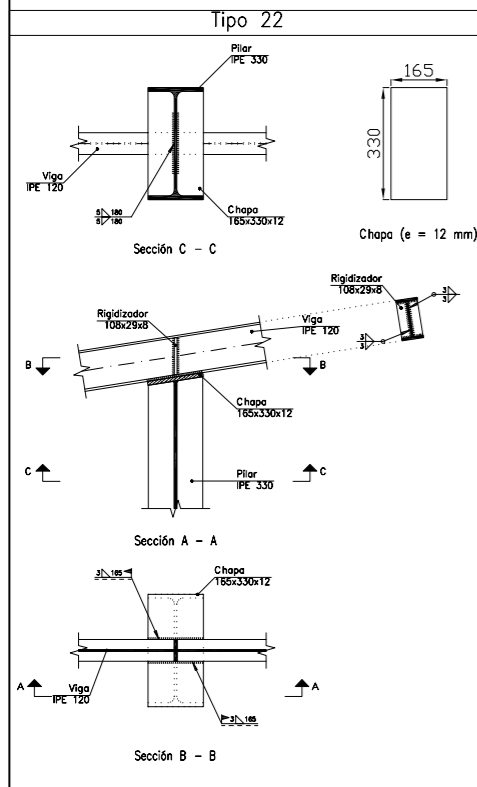
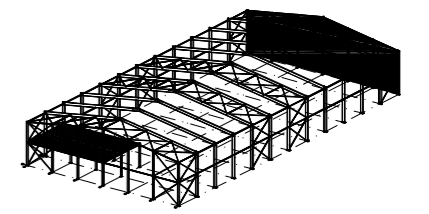
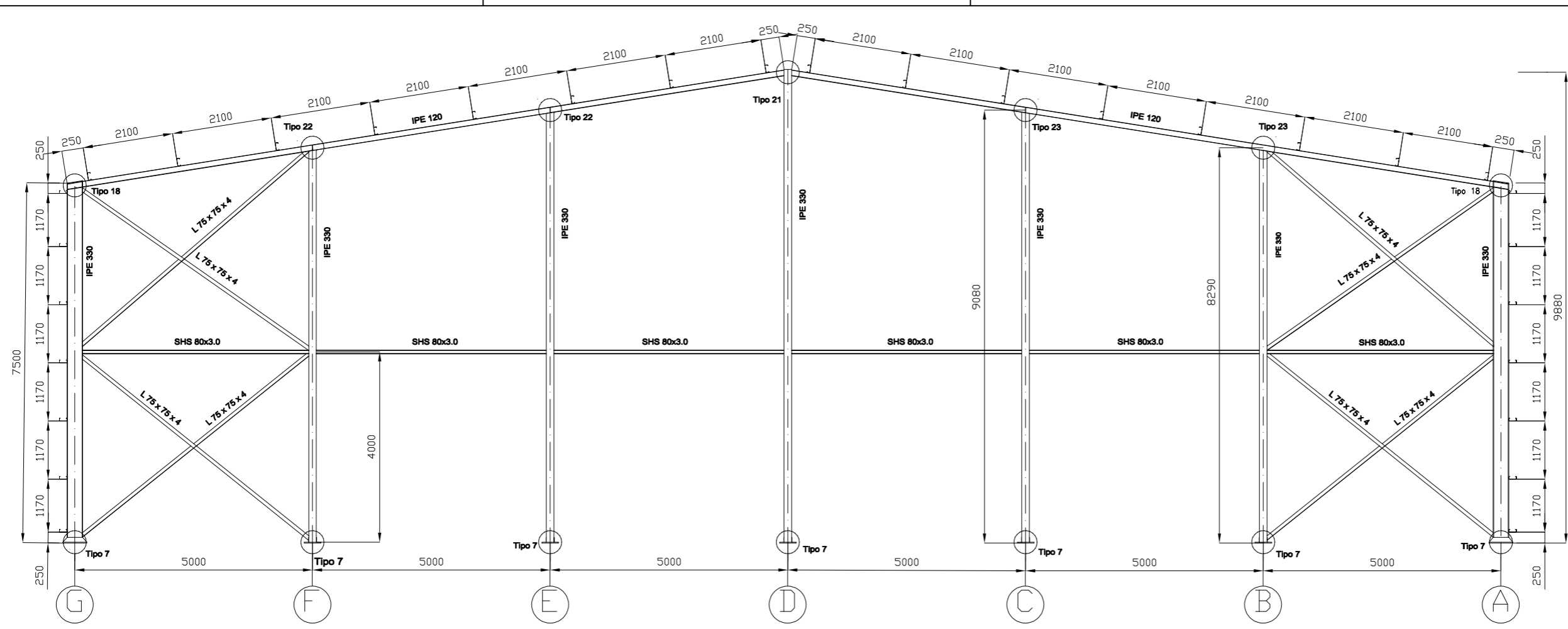


CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA			
ACERO EN ESTRUCTURA METÁLICA ( EAE Capítulo IV )			
Perfiles laminados en caliente	S 275 - L.E. 275 N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{M0}=1,05$	$\gamma_{M1}=1,05$
Perfiles conformados en frío	S 235 - L.E. 235 N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{M0}=1,05$	$\gamma_{M1}=1,05$



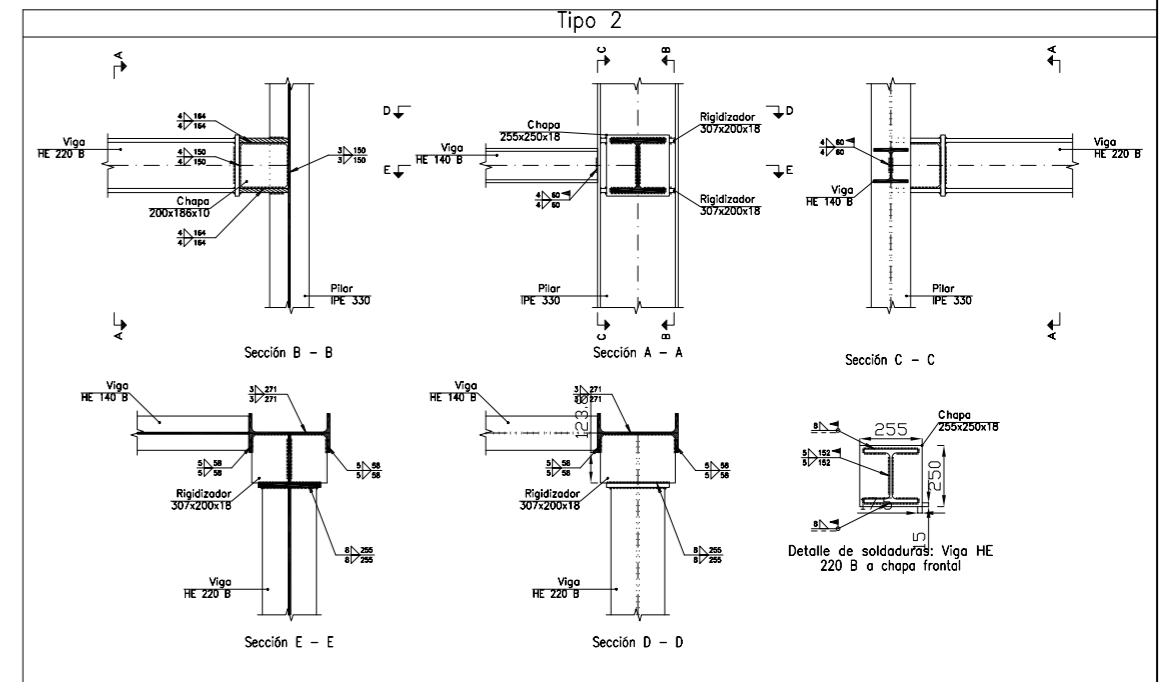
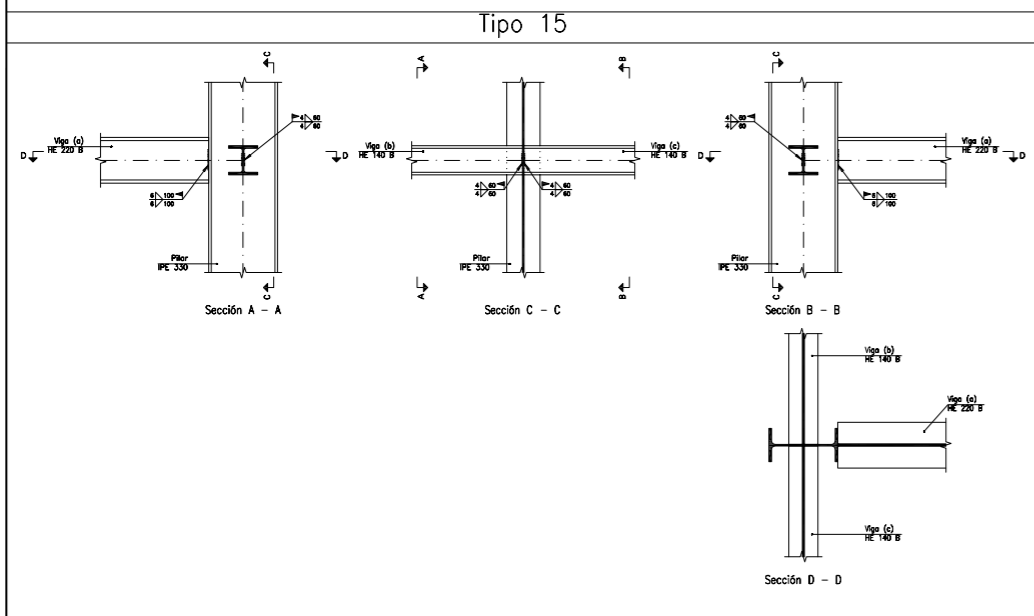
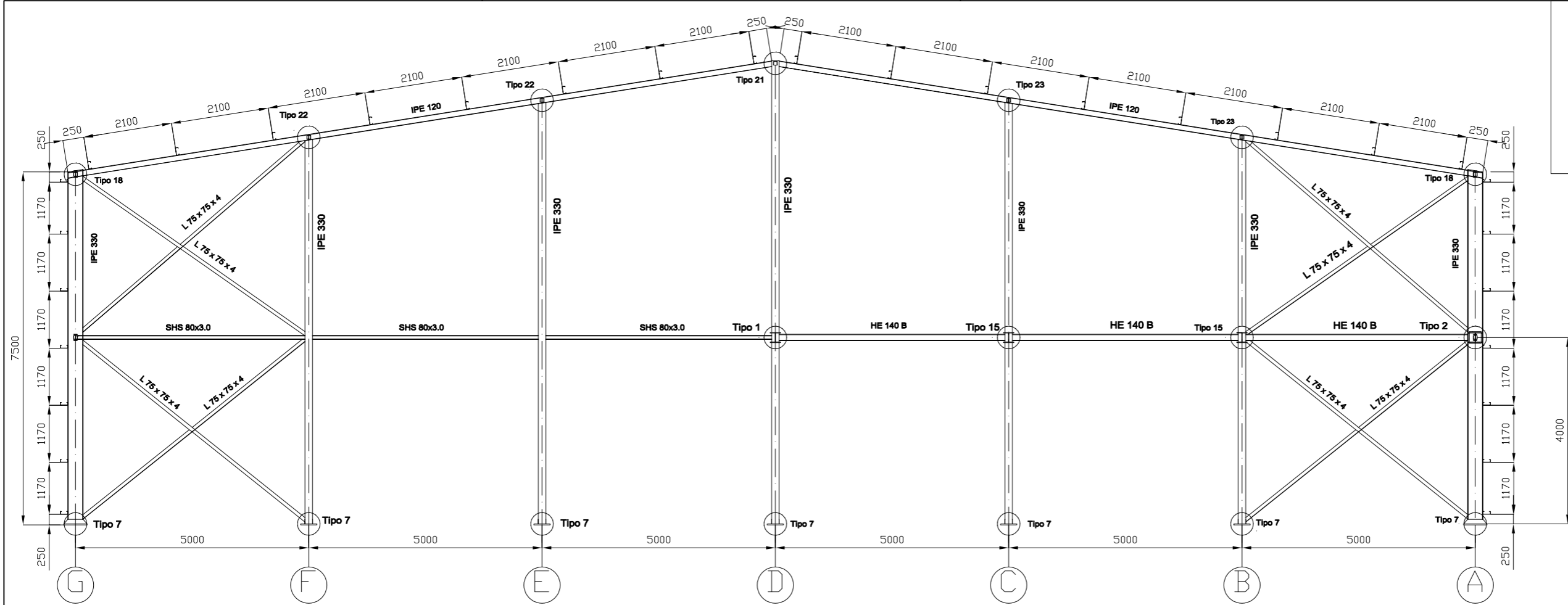
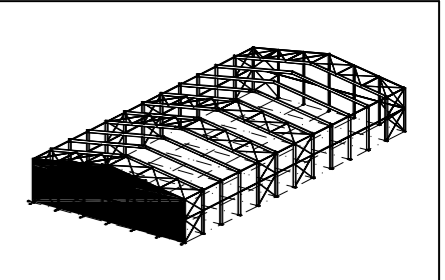
CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA			
ACERO EN ESTRUCTURA METÁLICA ( EAE Capítulo IV )			
Perfiles laminados en caliente	S 275 - L.E. 275 N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{M0}$	$\gamma_{M1}$
		$\gamma_{M0}=1,05$	$\gamma_{M1}=1,05$
Perfiles conformados en frío	S 235 - L.E. 235 N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{M0}$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





Correas en cubiertas	Correas en laterales
Tipo de Acero: S235	Tipo de Acero: S235
Tipo de perfil: CF-160x2.0	Tipo de perfil: CF-160x2.0
Separación: 2.10 m.	Separación: 1.17 m.
Número de correas: 16	Número de correas: 14
Peso lineal: 76.83 kg/m	Peso lineal: 67.23 kg/m

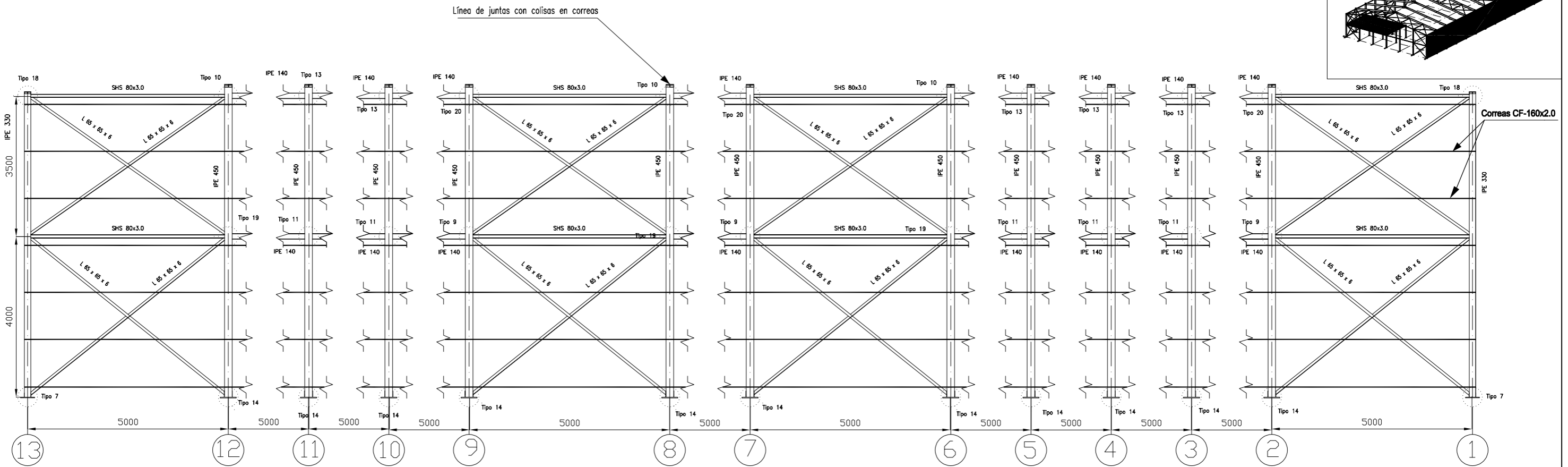
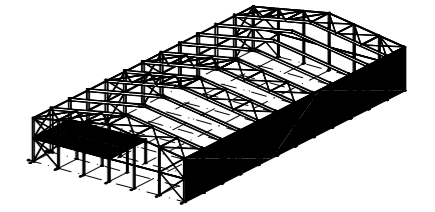
CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA			
ACERO EN ESTRUCTURA METÁLICA ( EAE Capítulo IV )		$\gamma_{M0}$	$\gamma_{M1}$
Perfiles laminados en caliente	S 275 - L.E. 275 N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{M0}=1,05$	$\gamma_{M1}=1,05$
Perfiles conformados en frío	S 235 - L.E. 235 N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{M0}=1,05$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



Correas en cubiertas  
 Tipo de Acero: S235  
 Tipo de perfil: CF-160x2.0  
 Separación: 2.10 m.  
 Número de correas: 16  
 Peso lineal: 76.83 kg/m

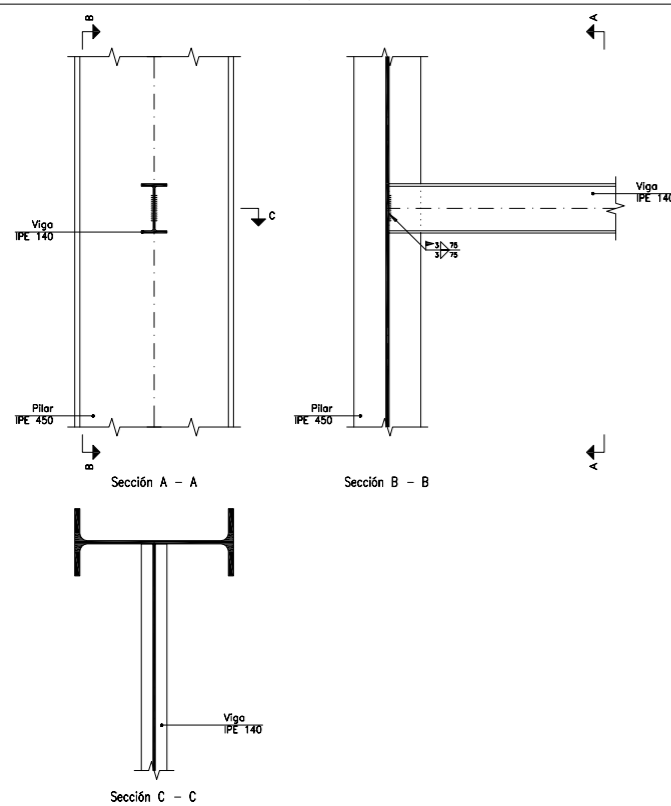
Correas en laterales  
 Tipo de Acero: S235  
 Tipo de perfil: CF-160x2.0  
 Separación: 1.17 m.  
 Número de correas: 14  
 Peso lineal: 67.23 kg/m

CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA			
ACERO EN ESTRUCTURA METÁLICA ( EAE Capítulo IV )			
		$\gamma_{M0}$	$\gamma_{M1}$
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>	$\gamma_{M0}=1,05$	$\gamma_{M1}=1,05$

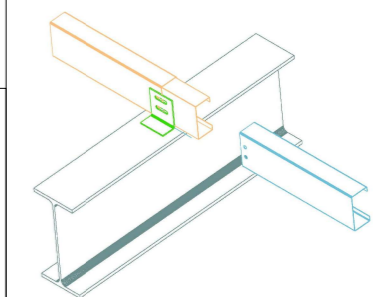


Correas CF-160x2.0

Tipo 9



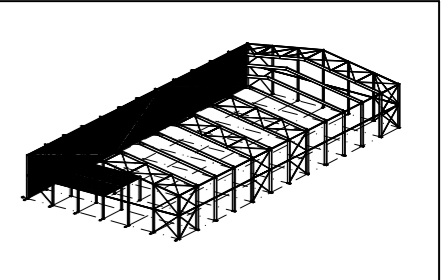
Línea de juntas con colisas en correas CF 160x2.0



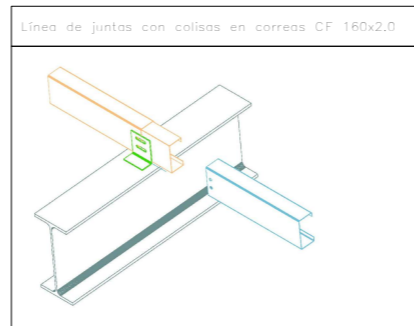
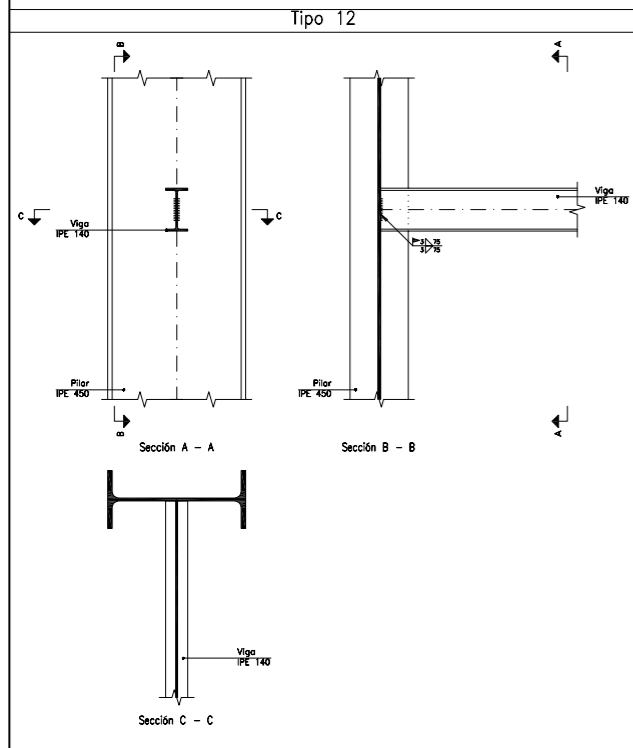
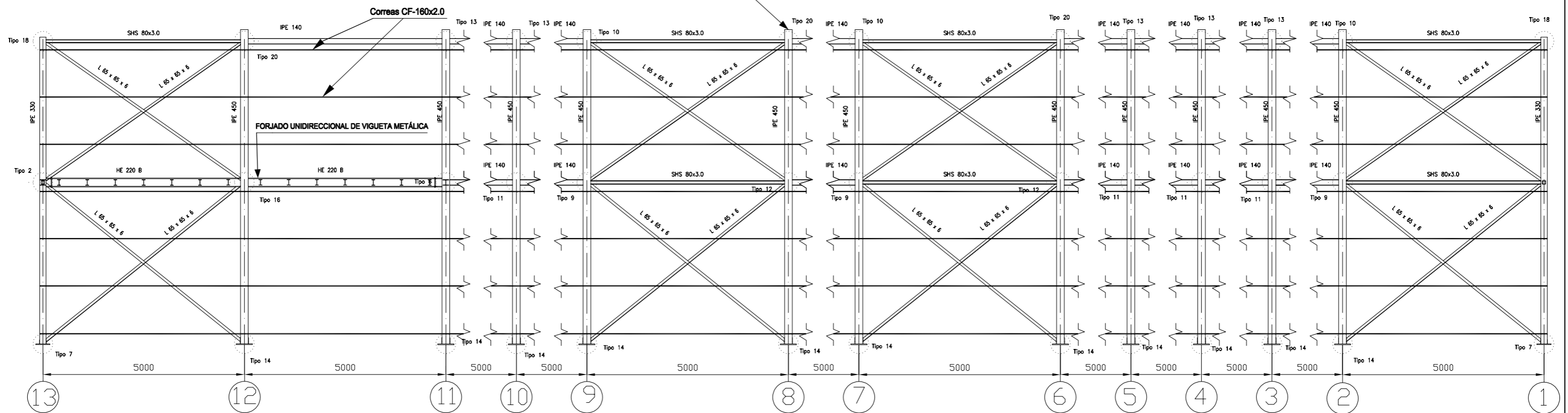
Correas en laterales  
 Tipo de Acero: S235  
 Tipo de perfil: CF-160x2.0  
 Separación: 1.17 m.  
 Número de correas: 14  
 Peso lineal: 67.23 kg/m

CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA

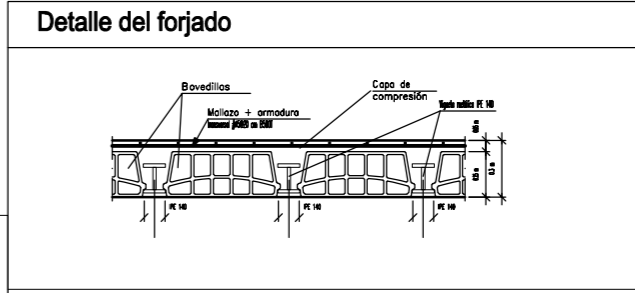
ACERO EN ESTRUCTURA METÁLICA ( EAE Capítulo IV )		$\gamma_{M0}$	$\gamma_{M1}$
Perfiles laminados en caliente	S 275 - L.E. 275 N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{M0}=1,05$	$\gamma_{M1}=1,05$
Perfiles conformados en frío	S 235 - L.E. 235 N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{M0}=1,05$	$\gamma_{M1}=1,05$



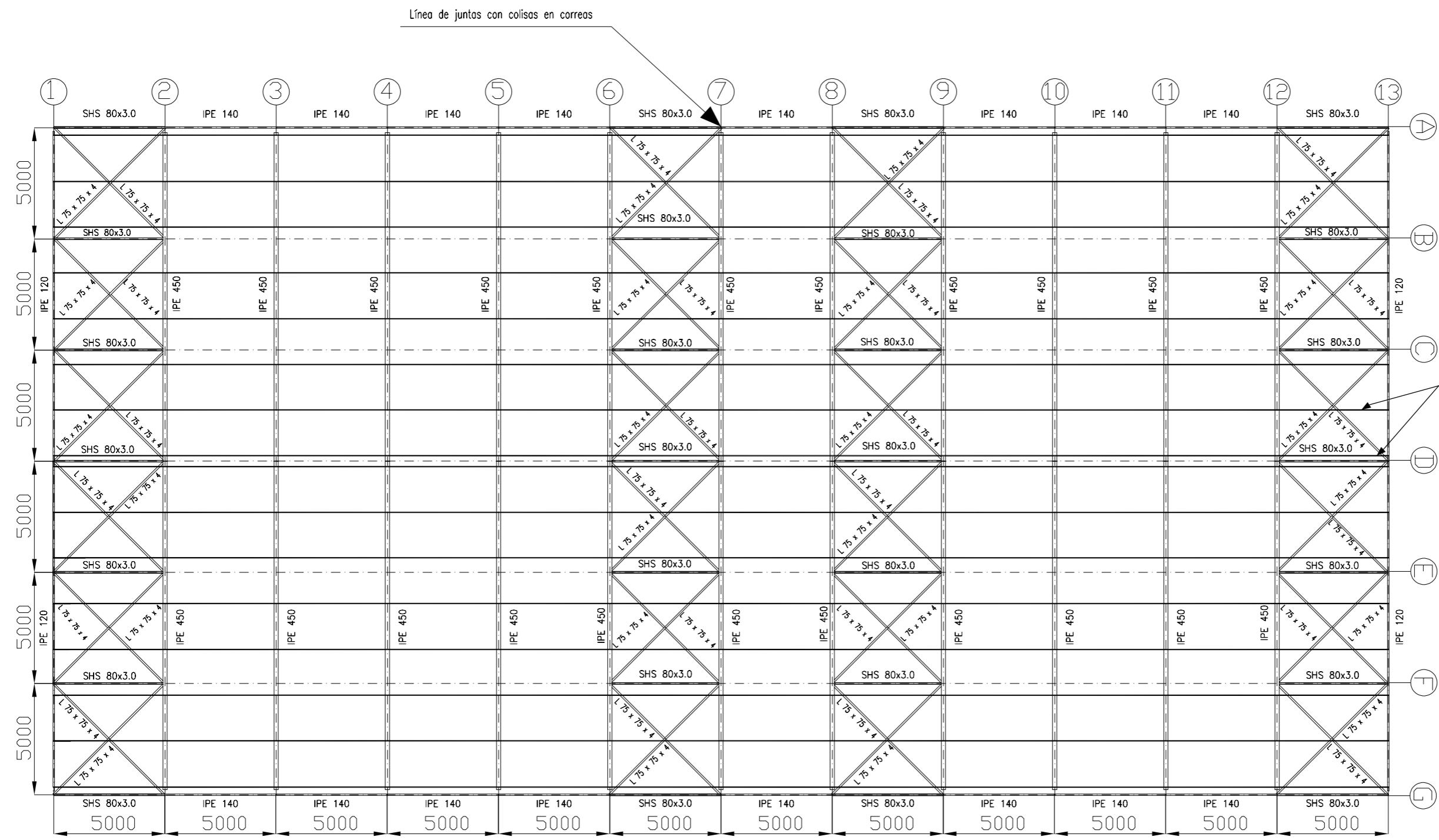
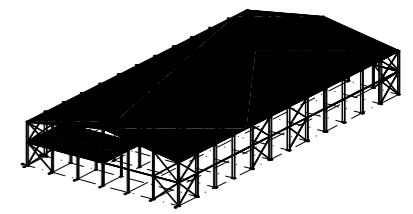
Línea de juntas con colisas en correas



Correas en laterales  
 Tipo de Acero: S235  
 Tipo de perfil: CF-160x2.0  
 Separación: 1.17 m.  
 Número de correas: 14  
 Peso lineal: 67.23 kg/m

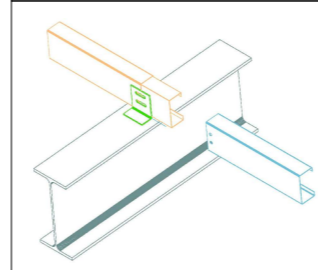


CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA			
ACERO EN ESTRUCTURA METÁLICA ( EAE Capítulo IV )			
		$\gamma_{M0}$	$\gamma_{M1}$
Perfiles laminados en caliente	S 275 - L.E. 275 N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{M0}=1,05$	$\gamma_{M1}=1,05$
Perfiles conformados en frío	S 235 - L.E. 235 N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{M0}=1,05$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



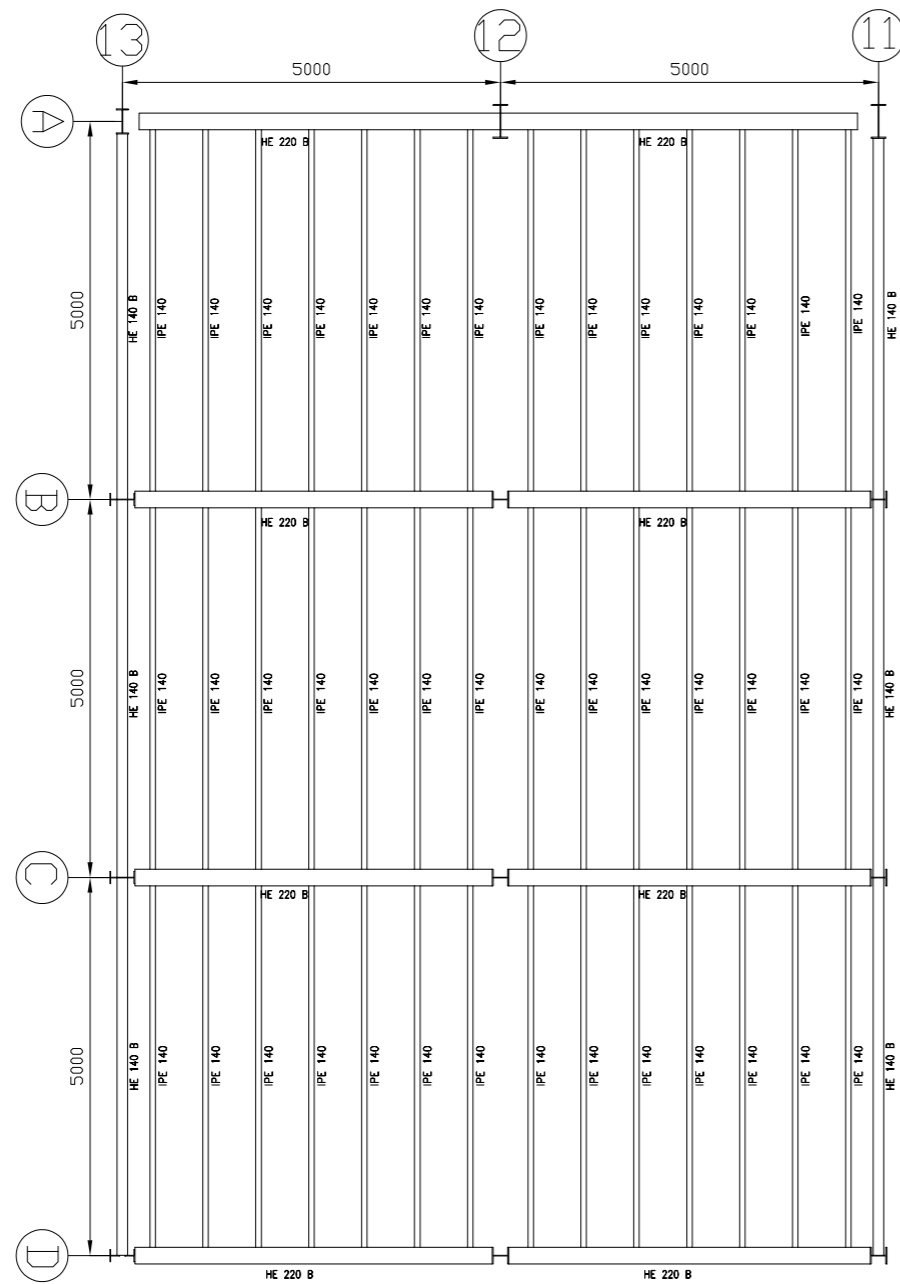
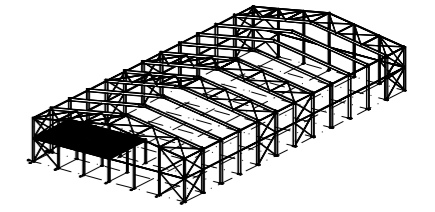
Correas CF-160x2.0

Línea de juntas con colisas en correas CF 160x2.0



Correas en cubiertas  
 Tipo de Acero: S235  
 Tipo de perfil: CF-160x2.0  
 Separación: 2.10 m.  
 Número de correas: 16  
 Peso lineal: 76.83 kg/m

CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA			
ACERO EN ESTRUCTURA METÁLICA ( EAE Capítulo IV )		$\gamma_{M0}$	$\gamma_{M1}$
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>	$\gamma_{M0}=1.05$	$\gamma_{M1}=1.05$



Características de los materiales – Forjados Unidireccionales

Materiales	Hormigón							Acero		
	Control				Características			Control	Características	
Elemento Zona/Planta	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo	Consistencia	Tamaño máx. árido	Exposición Ambiente	Recubrimiento nominal	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo
	Estadístico	$\gamma_c = 1.50$	H-25/B20	Blando (8-9 cm)	20mm	Ila	70 mm	Normal	$\gamma_s = 1.15$	B500S
Ejecución (Acciones)	Normal	$\gamma_G = 1.35$ $\gamma_Q = 1.50$	Adaptado a la Instrucción EHE-08							

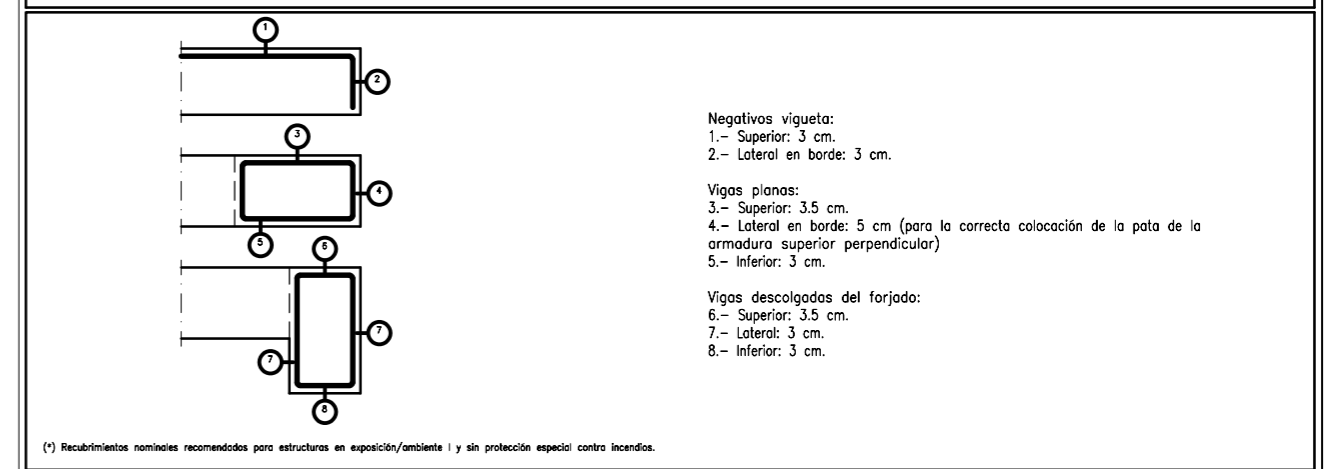
Notas

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

Datos del Forjado – Planta altillo

Cargas	
Peso propio Zona aligerada:	2.44 kN/m <sup>2</sup>
Sobrecarga de uso:	4.00 kN/m <sup>2</sup>
<b>Carga total Zona aligerada:</b>	<b>6.44 kN/m<sup>2</sup></b>

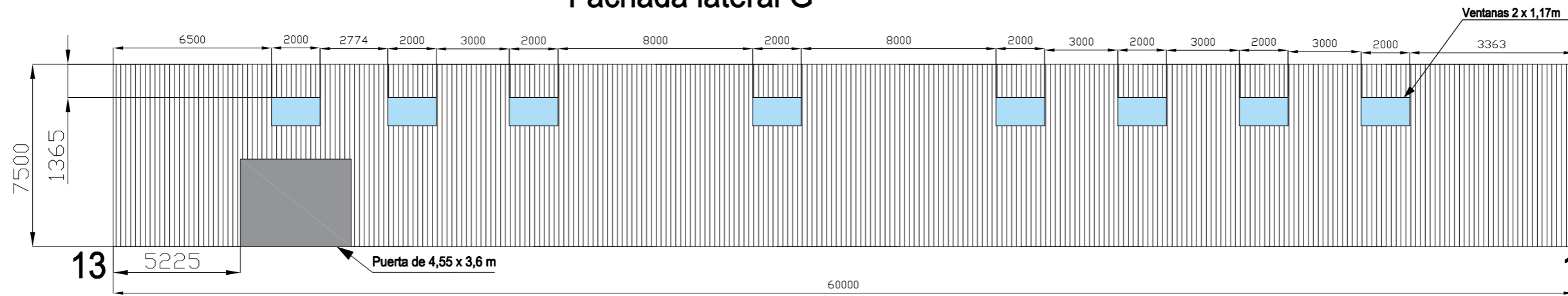
Recubrimientos nominales (\*)



CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA

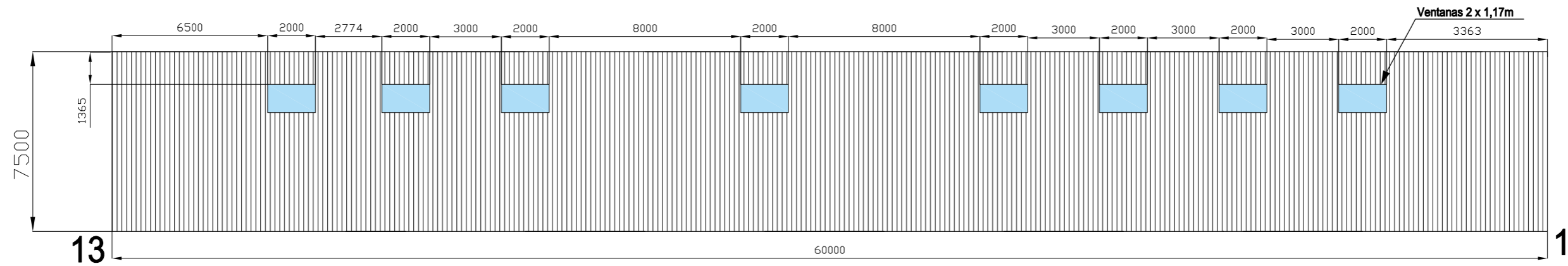
ACERO EN ESTRUCTURA METÁLICA ( EAE Capítulo IV )	$\gamma_{M0}$	$\gamma_{M1}$
Perfiles laminados en caliente S 275 - L.E. 275 N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{M0} = 1.05$	$\gamma_{M1} = 1.05$
Perfiles conformados en frío S 235 - L.E. 235 N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{M0} = 1.05$	$\gamma_{M1} = 1.05$

### Fachada lateral G

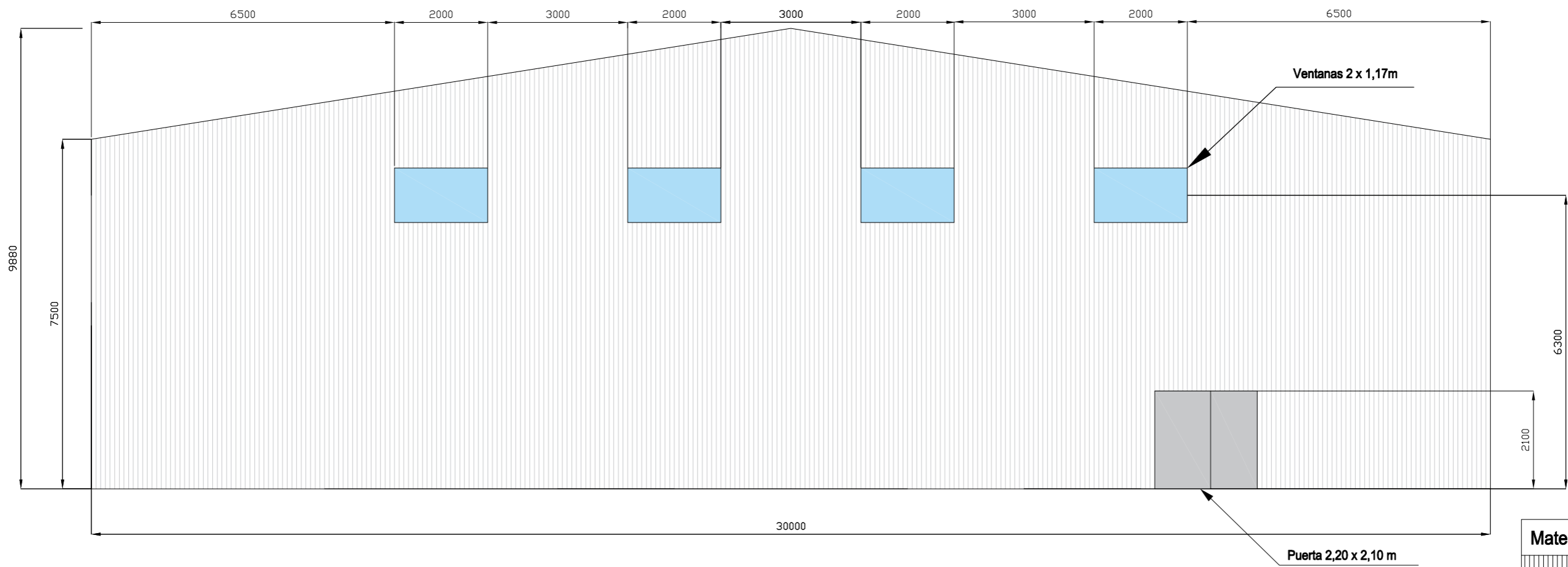


Materiales de cerramiento	
	Panel tipo Sándwich
	Ventana de aluminio
	Puerta de chapa prelacada

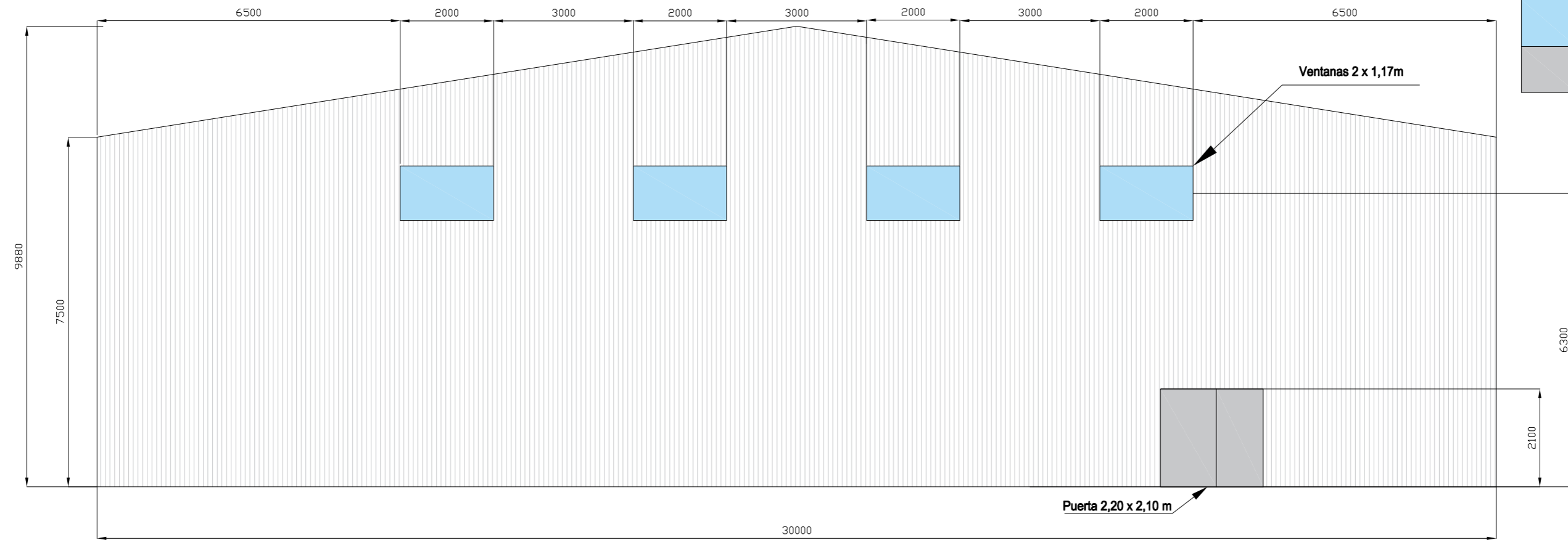
### Fachada lateral A






### Pórtico de fachada 13

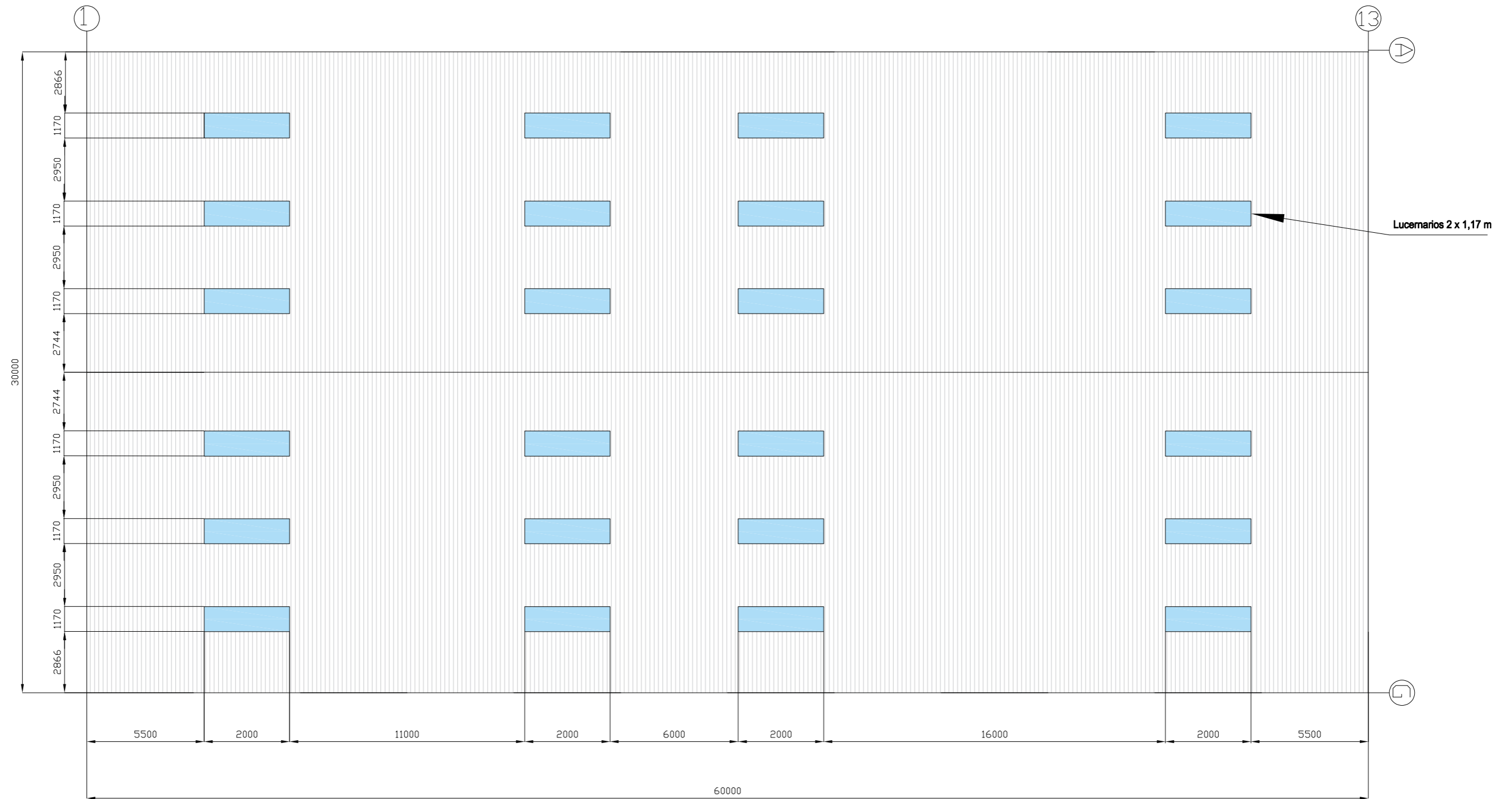




### Pórtico de fachada 1



Materiales de cerramiento	
	Panel tipo Sándwich
	Ventana de aluminio
	Puerta peatonal





Materiales de cerramiento	
	Panel tipo Sándwich
	Lucernario