



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

Cálculo estructural de un pabellón de deportes de 2520 m<sup>2</sup>  
en Catarroja (Valencia).

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales

AUTOR/A: Palau Luján, Ferran

Tutor/a: Ibáñez Usach, Carmen

CURSO ACADÉMICO: 2021/2022



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR INGENIERÍA  
INDUSTRIAL VALENCIA

Curso Académico:

# RESUMEN

El objetivo del siguiente Trabajo Final de Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales es llevar a cabo el diseño y cálculo de una estructura metálica de 2520 m<sup>2</sup>, que albergará una pista principal de baloncesto, en la localidad de Catarroja, Valencia.

Para llevar a cabo dichos cálculos estructurales se utilizará el programa CYPE Ingenieros, específicamente el Generador de pórticos y CYPE3D. A su vez, para llevar a cabo el diseño de los planos, se utilizará el programa AutoCAD.

Los cálculos y comprobaciones de la estructura siguen lo establecido en el Código Técnico de la Edificación, y en el Código Estructural y también se atenderá a lo establecido en la normativa urbanística correspondiente.

**Palabras Clave:** Estructura metálica; Pabellón de deportes; Catarroja; AutoCAD; CYPE; cálculo estructural.

# RESUM

L'objectiu del següent Treball Final de Grau en Enginyeria en Tecnologies Industrials és dur a terme el disseny i càlcul d'una estructura metàl·lica de 2520 m<sup>2</sup>, que albergarà una pista principal de bàsquet, en la localitat de Catarroja, València.

Per a dur a terme aquests càlculs estructurals s'utilitzarà el programa "CYPE Ingenieros", específicament el "Generador de pórticos" i "CYPE3D". Així mateix, per a dur a terme el disseny dels plans, s'utilitzarà el programa "AutoCAD".

Els càlculs i comprobacions de l'estructura segueixen el "Código Técnico de la Edificación" i el "Código Estructural" i també s'aplicarà la normativa urbanística corresponent.

**Paraules Clau:** Estructura metàl·lica; Pavelló d'esports; Catarroja; AutoCAD; CYPE; càlcul estructural.



# ABSTRACT

The aim of the present Final Degree Project in Industrial Technology Engineering is to carry out the design and structural calculations of the steel structure for a sports centre of 2520 m<sup>2</sup> which will contain a main basketball court, located in Catarroja, Valencia.

In order to carry out these calculations, the software used will be “CYPE Ingenieros”, specifically the “Generador de pórticos” and “CYPE3D”. “Autocad” software will be used in order to edit and design the plans.

The structural calculations will meet the requirements of “Código Técnico de la Edificación” and “Código Estructural” and also the urban planning code guidelines will be followed.

**Key Words:** Steel structure; sports centre; Catarroja; AutoCAD; CYPE; structural calculation.

# Índice.

I.	MEMORIA DESCRIPTIVA.....	9
1.	Objeto del Trabajo.....	10
2.	Introducción.....	10
2.1.	Antecedentes .....	10
2.2.	Justificación .....	10
3.	Normativa aplicada.....	11
4.	Situación y emplazamiento.....	11
4.1.	Normas urbanísticas.....	12
5.	Descripción general de la estructura.....	13
5.1.	Estudio funcional.....	13
5.2.	Distribución en planta.....	13
5.3.	Reparto de superficies.....	14
6.	Descripción de la solución adoptada.....	19
6.1.	Cimentación y solera.....	20
6.2.	Placas de anclaje.....	22
6.3.	Estructura.....	23
6.3.1.	Pórticos interiores.....	23
6.3.2.	Pórticos de fachada.....	25
6.3.3.	Fachadas laterales.....	27
6.3.4.	Cubierta.....	28
6.3.5.	Forjado.....	28
6.3.6.	Correas.....	29
6.3.7.	Juntas de dilatación y escalera.....	29
6.4.	Elementos constructivos.....	30
6.4.1.	Cerramiento de cubierta.....	30
6.4.2.	Cerramiento lateral.....	32
6.4.3.	Acabado del suelo.....	32
6.4.4.	Carpintería.....	33
7.	Resumen del presupuesto.....	34
7.1.	Análisis del presupuesto.....	35
8.	Bibliografía.....	36
II.	ANEXO DE CÁLCULO.....	37
1.	Modelo estructural.....	38

1.1.	Software utilizado.....	38
1.2.	Metodología de cálculo.....	38
2.	Materiales empleados.....	39
2.1.	Acero.....	39
2.2.	Hormigón.....	39
3.	Acciones sobre la estructura.....	40
3.1.	Acciones permanentes.....	40
3.1.1.	Peso propio.....	40
3.2.	Acciones variables.....	41
3.2.1.	Sobrecarga de uso.....	42
3.2.2.	Viento.....	42
3.2.3.	Nieve.....	45
3.2.4.	Acciones térmicas.....	46
3.3.	Bases de cálculo.....	46
3.4.	Estados límite.....	47
3.5.	Combinación de acciones.....	47
4.	Cálculo de la nave.....	49
4.1.	Dimensionamiento previo de la nave.....	49
4.2.	Coeficientes de pandeo.....	50
4.3.	Límites de flecha.....	52
5.	Comprobaciones y mediciones.....	52
5.1.	Correas de cubierta.....	52
5.1.1.	Comprobación de resistencia.....	53
5.1.2.	Comprobación de la flecha.....	57
5.2.	Correas laterales.....	57
5.2.1.	Comprobación de resistencia.....	57
5.2.2.	Comprobación de flecha.....	61
5.3.	Pórtico de fachada.....	61
5.3.1.	Flechas.....	61
5.3.2.	Comprobaciones E.L.U (Resumen).....	62
5.4.	Pórtico interior.....	65
5.4.1.	Flechas.....	65
5.4.2.	Comprobaciones E.L.U. (Resumen).....	66
5.5.	Arriostramiento en la cubierta.....	67
5.5.1.	Flechas.....	68
5.5.2.	Comprobaciones E.L.U (Resumen).....	68

5.6.	Fachada lateral y viga perimetral.....	68
5.6.1.	Flechas.....	68
5.6.2.	Comprobaciones E.L.U (Resumen).....	69
5.7.	Forjado.....	70
5.7.1.	Flechas.....	71
5.7.2.	Comprobaciones E.L.U. (Resumen).....	71
5.8.	Placas de Anclaje.....	73
5.8.1.	Tipo 1.....	73
5.8.2.	Tipo 2.....	77
5.8.3.	Tipo 3.....	81
5.9.	Cimentaciones.....	85
5.9.1.	Comprobación de la zapata tipo 1.....	85
5.9.2.	Comprobación de la zapata tipo 2.....	88
5.9.3.	Comprobación de la zapata tipo 3.....	90
5.9.4.	Comprobación de la zapata tipo 4.....	93
5.9.5.	Comprobación de la zapata tipo 5.....	96
5.9.6.	Comprobación de la zapata tipo 6.....	98
III.	PRESUPUESTO.....	102
1.	Acondicionamiento del terreno.....	103
2.	Cimentaciones.....	104
3.	Estructura.....	105
4.	Fachadas y particiones.....	107
5.	Cubiertas.....	107
6.	Carpintería, cerrajería y vidrios.....	108
7.	Revestimientos y trasdosados.....	109
8.	Resumen.....	109
IV.	PLANOS.....	111
1.	Plano de situación.....	112
2.	Emplazamiento.....	112
3.	Estructura 3D.....	112
4.	Distribución en planta.....	112
5.	Cimentación.....	112
6.	Alzado A (Fachada).....	112

7.	Alzado M (Fachada 2).....	112
8.	Alzado E (Fachada Mordida). ....	112
9.	Alzados B-D (Pórticos interiores simples). ....	112
10.	Alzados F-G (Pórticos interiores).....	112
11.	Alzados H-L (Pórticos interiores).....	112
12.	Alineaciones 1, 5 y 8 (Laterales).....	112
13.	Detalles laterales 1, 5 y 8. ....	112
14.	Detalles placas de anclaje. ....	112
15.	Forjado. ....	112
16.	Cubierta.....	112
17.	Cubierta. Distribución del cerramiento.....	112
18.	Alzados de las fachadas exteriores. ....	112
19.	Alzados de las fachadas laterales exteriores.....	112

## ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1.-	Localización de la parcela en la localidad de Catarroja, Valencia. (Fuente: Institut cartogràfic de València [5]) .....	11
Ilustración 2.-	Localización de la parcela elegida (FUENTE: Sede electrónica del catastro [6]) ..	12
Ilustración 3.-	Situación del edificio en la parcela.....	13
Ilustración 4.-	Distribución en planta del edificio principal (Planta baja).....	16
Ilustración 5.-	Distribución en planta del forjado (Planta 1).....	16
Ilustración 6.-	Medidas de una pista de baloncesto (FUENTE: NIDE 2015 BLC [4]) .....	18
Ilustración 7.-	Estructura 3D.....	19
Ilustración 8.-	Distribución de la rejilla de la nave. ....	19
Ilustración 9.-	Viga de atado HA-25/F/30/XC2 de 40x40cm. ....	21
Ilustración 10.-	Distribución de los tipos de zapata.....	21
Ilustración 11.-	Distribución de los tipos de placa de anclaje.....	23
Ilustración 12.-	Pórtico interior Tipo 1. ....	24
Ilustración 13.-	Pórtico interior Tipo 2. ....	24
Ilustración 14.-	Pórtico interior Tipo 3. ....	24
Ilustración 15.-	Pórtico de fachada (delantero). ....	25
Ilustración 16.-	Pórtico de fachada (trasero). ....	25
Ilustración 17.-	Fachada del retranqueo. ....	27
Ilustración 18.-	Fachada latera 1 de la nave principal.....	27
Ilustración 19.-	Cubierta.....	28
Ilustración 20.-	Forjado. ....	28
Ilustración 21.-	Distribución de las correas de la cubierta y los laterales.....	29
Ilustración 22.-	Localización de la junta de tipo coliso.....	29
Ilustración 23.-	Detalle junta dilatación tipo coliso (FUENTE: Apuntes CAD para el Cálculo de Estructuras Industriales). ....	30
Ilustración 24.-	Detalle de la escalera elegida. (FUENTE: Generador de precios de Cype).....	30

Ilustración 25.- Detalle del panel tipo sándwich de la cubierta (Fuente: Generador de precios de Cype). .....	31
Ilustración 26.- Detalle del lucernario de la cubierta (Fuente: Generador de precios de Cype).	31
Ilustración 27.- Detalle del panel sándwich lateral (Fuente: Generador de precios de Cype). ..	32
Ilustración 28.- Detalle del acabado del suelo (Fuente: Generador de precios de Cype).....	33
Ilustración 29.- Distribución de puertas y ventanas en las fachadas laterales del edificio.....	33
Ilustración 30.- Distribución de puertas en las fachadas delantera y trasera del edificio. ....	33
Ilustración 31.- Gráfico porcentual del presupuesto por capítulos. ....	35
Ilustración 32.- Menú "Datos generales" del Generador de Pórticos.....	41
Ilustración 33.- Peso propio del forjado.....	41
Ilustración 34.- Valores de las subcategorías de uso (Fuente: CTE DB SE-AE [7]).....	42
Ilustración 35.- Mapa de las zonas eólicas (Fuente: CTE DB SE-AE [7]). ....	43
Ilustración 36.- Mapa de las zonas climáticas invernales (Fuente: CTE DB SE-AE [7]).....	45
Ilustración 37.- Casos canónicos de disposición de una barra (Fuente: DB SE-A [9]).....	50
Ilustración 38.- Coeficientes de distribución (Fuente: CTE DB SE-A [9]). ....	51
Ilustración 39.- Tablade coeficientes de rigidez (Fuente: CTE DBSE-A [9]).....	51
Ilustración 40.- Pórtico de fachada. ....	61
Ilustración 41.- Pórtico interior. ....	65
Ilustración 42.- Cubierta.....	67
Ilustración 43.- Fachada lateral y viga perimetral.....	68
Ilustración 44.- Forjado (2D). ....	70
Ilustración 45. Zapata tipo 1.....	85
Ilustración 46.- Zapata tipo 2. ....	88
Ilustración 47.- zapata tipo 3.....	90
Ilustración 48.- Zapata tipo 4. ....	93
Ilustración 49.- Zapata tipo 5 .....	96
Ilustración 50.- Zapata tipo 6. ....	98

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Normas Urbanísticas de Catarroja .....	12
Tabla 2.- Distribución del espacio en la planta baja.....	14
Tabla 3.- Distribución del espacio en la planta 1.....	14
Tabla 4.- Leyenda de la intensidad entre actividades. ....	15
Tabla 5.- Matriz relacional de actividades.....	15
Tabla 6.- Dimensiones e información general de las zapatas. ....	22
Tabla 7.- Dimensiones e información general de las placas de anclaje. ....	23
Tabla 8.- Características de los aceros S275JR y S235JR. ....	39
Tabla 9.- Características del acero B500S. ....	39
Tabla 10.- Características de los hormigones HA-25/F/30/XC2 y HL-150/F/30. ....	40
Tabla 11.- Valores de los parámetros en función del grado de aspereza (Fuente: CTE DB SE-AE [7]). ....	44
Tabla 12.- Valores de la sobrecarga de la nieve en un terreno horizontal (Fuente: CTE DB SE-AE). ....	46
Tabla 13.- Coeficientes parciales de seguridad para las acciones (Fuente. CTE DB SE [8]). ....	48
Tabla 14.- Coeficientes de simultaneidad (Fuente: CTE DB SE [8]).....	48
Tabla 15.- Valores de las esbelteces reducidas máximas.....	49
Tabla 16.- Tabla resumen de los límites de flecha. ....	52

# I. MEMORIA DESCRIPTIVA.

## 1. Objeto del Trabajo.

El presente Trabajo Final de Grado tiene como objetivo llevar a cabo el cálculo y diseño de una estructura de acero de 2520 m<sup>2</sup> que servirá como pabellón de baloncesto en el municipio de Catarroja (Valencia).

De manera paralela, se pretende aplicar los conocimientos adquiridos durante el Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales sobre la materia de Estructuras y Construcciones Industriales y poder utilizar los programas específicos para modelado de estructuras y edición de planos.

## 2. Introducción.

### 2.1. Antecedentes

Existen varios motivos por los cuales se ha llevado a cabo este proyecto. El primero de todos es que durante mucho tiempo el alumno autor de este trabajo intentó iniciarse en la práctica de diferentes deportes sin mucho éxito. Todo cambió cuando empezó a jugar al baloncesto, al cual jugó por más de 11 años. Este hecho inspiró al alumno para realizar el diseño de un pabellón para su localidad.

Hoy en día ya existe un pabellón multiusos situado en el extrarradio al oeste del pueblo, pero puesto que son las únicas instalaciones cubiertas de la localidad, muy a menudo hay solapes de horarios con otras actividades para las que también se usa el pabellón y que impiden a los equipos de baloncesto entrenar. Dar solución a esta problemática despertó el interés del estudiante por crear una instalación que se pudiese dedicar específicamente para usos relacionados con el baloncesto.

Asimismo, también ha habido ocasiones en las que, al disputarse competiciones con un elevado número de equipos implicados, ciertos partidos se veían aplazados por falta de otras pistas disponibles. Así, poder contar con una pista adicional facilitaría mucho dicha gestión para evitar solapamiento de horarios de partidos de categorías distintas.

### 2.2. Justificación

El motivo por el que se ha decidido llevar a cabo esta temática para el Trabajo Final de Grado fue el hecho de que las asignaturas relacionadas con los materiales y la edificación, específicamente Resistencia y Elasticidad de Materiales, Estructuras y Tecnología de la Construcción son las que más han interesado al alumno a lo largo del grado. Con este proyecto el estudiante ha sido capaz de unir varios aspectos como son la aplicación práctica de la ingeniería (a la hora de diseñar y calcular la estructura) y usar su experiencia con el baloncesto para el diseño de la distribución en planta.

Además, con este trabajo concluirán los estudios en el Grado de Ingeniería en Tecnologías Industriales que le permitirán acceder al Máster Universitario en Ingeniería Industrial. El estudiante confía en que tanto con la superación del grado como con la realización de este



Trabajo Final de Grado haya adquirido los conocimientos necesarios para poder seguir hacia delante con éxito tanto en el máster como en las futuras etapas laborales.

### 3. Normativa aplicada.

La realización de este TFG se ha apoyado en las siguientes normativas españolas que hacen referencia al entorno de la construcción:

- Código Técnico de la Edificación (CTE) aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo de 2006. (BOE 28-marzo-2006). [1]
- Código Estructural aprobado por el Real Decreto 470/2021, de 29 de junio de 2021. (BOE 29-junio-2021). [2]

Además de estos documentos técnicos, se ha consultado una serie de normativas más específicas, como:

- El Plan General de Ordenación Urbana de Catarroja de 21 de marzo de 2011.[3]
- Las normas NIDE del Consejo Superior de Deportes (CSD) [4] que tienen como objetivo declarar las medidas, diseño y condiciones oficiales que deben tenerse en cuenta a la hora de construir instalaciones deportivas, más concretamente, las relacionadas con el baloncesto. Dado la magnitud de estas normas, se han tenido en cuenta únicamente las normas NIDE 1: Campos Pequeños, precisamente las pistas polideportivas tipo 3.

### 4. Situación y emplazamiento.

La Ilustración 1 muestra tanto la zona general como un zoom de detalle donde se observa la ubicación de la parcela elegida para albergar la construcción de acero:



Ilustración 1.- Localización de la parcela en la localidad de Catarroja, Valencia. (Fuente: Institut cartogràfic de València [5])

Tal como se aprecia en ambas figuras la parcela se encuentra en la zona noroeste del pueblo, a las afueras, muy próxima a la avenida conocida como Camí Vell de Picassent. Se puede apreciar que se localiza cercana a la zona residencial, lo cual es estupendo a la hora de desplazarse hacia ella.

La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** que se muestra a continuación hace referencia a la distribución de parcelas ubicadas en la zona que se ha elegido para la

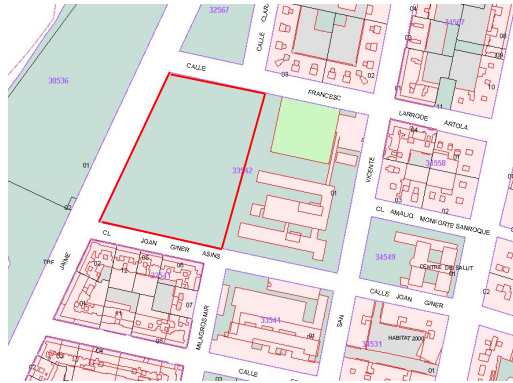


Ilustración 2.- Localización de la parcela elegida (FUENTE: Sede electrónica del catastro [6])

construcción del pabellón:

La parcela seleccionada tiene una superficie total de 12,020m<sup>2</sup> y cuenta con tres accesos directos a varias calles: la calle Joan Giner Asins, la calle Francesc Larrode Artola y la avenida Rei Jaime I, siendo esta última la de acceso principal.

En cuanto a la conexión con otros puntos de interés, el emplazamiento está bien comunicado, ya que se encuentra a una calle del Camí Vell de Picassent el cual conduce directamente a la autovía del Río Turia. Asimismo, se encuentra a 5 minutos en coche de la autovía V-30, coloquialmente conocida como “Pista de Silla” la cual, si se toma, se tarda unos 20 minutos en llegar a la ciudad de Valencia. En cuanto a la cercanía con otras localidades más pequeñas siguiendo el Camí Vell de Picassent por el oeste, se llega a la localidad de Albal y si se toma por el este, se llega a la localidad de Massanassa.

#### 4.1. Normas urbanísticas.

La siguiente tabla (Tabla 1) informa de la comparativa entre las especificaciones sobre edificación que aparecen en el PGOU del 21 de marzo de 2011 del Ayuntamiento de Catarroja [3] y las características que posee la nave diseñada:

Tabla 1.- Normas Urbanísticas de Catarroja

	Edificio Diseñado	Norma
Altura máxima (m)	8.7	9
Retranqueo mínimo (m)	5	5
Ocupación de la parcela (%)	21	40

## 5. Descripción general de la estructura.

### 5.1. Estudio funcional.

Tal y como se puede apreciar en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, la estructura se compone de una nave principal a dos aguas la cual tiene otra nave adosada con la misma inclinación, pero retranqueada 20m. Esto hace que la nave adquiera una planta en forma de “L”. En una parte del edificio, en la nave retranqueada, existe un altillo. Los detalles técnicos se explorarán a fondo en los apartados 5 y 6.

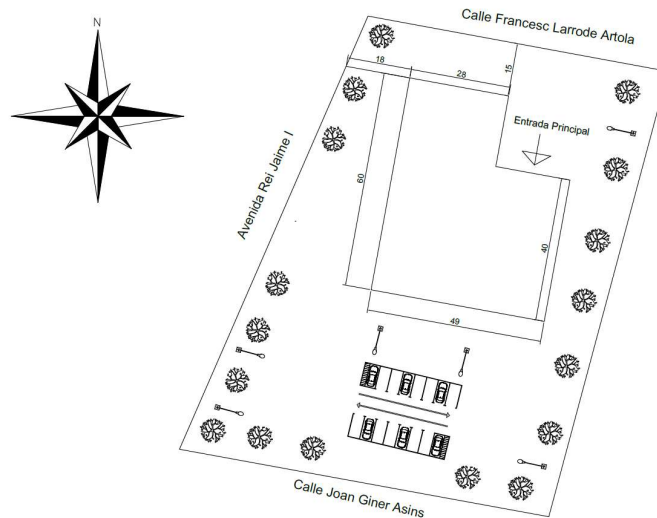


Ilustración 3.- Situación del edificio en la parcela.

### 5.2. Distribución en planta.

Para poder llevar a cabo una distribución en planta de manera eficiente primero hay que decidir cuáles serán los espacios finales y qué actividades se destinarán a dichos espacios.

Esta decisión se ha podido hacer gracias al proceso llevado a cabo con la llamada “Tabla matricial de la intensidad”. Se trata de un proceso iterativo que se ha visto en la asignatura de Proyectos.

En primer lugar, se deben enumerar todas las actividades y servicios que se dispondrán en la planta.

En este caso, son:

1. Vestuarios
2. Campo de juego
3. Gradas
4. Aseos
5. Almacén (principal y auxiliar)
6. Enfermería
7. Sala de reuniones
8. Secretaría

9. Conserjería
10. Oficinas
11. Sala de descanso
12. Sala de trabajo para delegados
13. Cafetería
14. Gimnasio
15. Sala multiusos

Todas las actividades que se listan en la lista anterior son las marcadas como necesarias por las normas NIDE [4] como las instalaciones básicas con las que debe contar un pabellón de baloncesto.

### 5.3. Reparto de superficies.

En el pabellón de baloncesto diseñado se han dispuesto los siguientes tamaños de superficies para las actividades definidas y que aparecen resumidas en la Tabla 2 y la Tabla 3:

- En la primera planta:

*Tabla 2.- Distribución del espacio en la planta baja.*

Uso del espacio	Superficie (m <sup>2</sup> )
Vestuarios (jugadores + árbitros)	380.5
Campo de juego	896
Gradas	154.6
Aseos	31.5
Almacén (principal + auxiliar)	60.6
Enfermería	46.56
Sala de reuniones	50.96
Secretaría	36.96
Conserjería	36.96
Oficinas	103.4
Sala de descanso	33.8
Sala de trabajo para delegados	50.96

- En la segunda planta:

*Tabla 3.- Distribución del espacio en la planta 1.*

Uso del espacio	Superficie (m <sup>2</sup> )
Gimnasio	249.32
Aseo	14.88
Cafetería	104
Sala de actividades/Multiusos	104

A continuación, es necesario concretar la escala de la intensidad que hay entre actividades, siendo dicha intensidad la necesidad de que una actividad esté lo más cerca posible de otra concreta. Esta escala obedece al código siguiente:

Tabla 4.- Leyenda de la intensidad entre actividades.

Valor	Necesidad de Cercanía
A	Absolutamente necesario
E	Especialmente importante
I	Importante
O	Importancia media
U	Sin importancia
X	No deseable

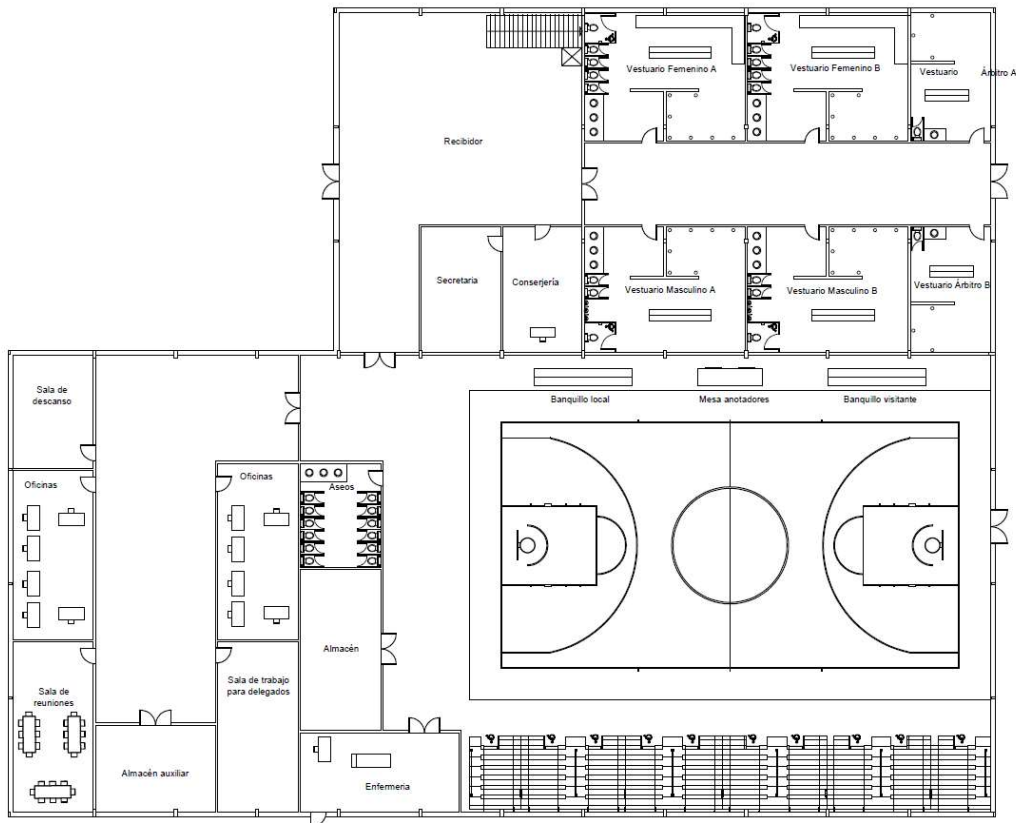
Una vez conocido el código, se crea una matriz cuyas filas y columnas corresponden a las actividades listadas anteriormente (para ahorrar espacio, se emplea la numeración anterior) y a cada par de actividades, se les asigna una letra según la necesidad de cercanía.

La matriz que se obtiene es la siguiente:

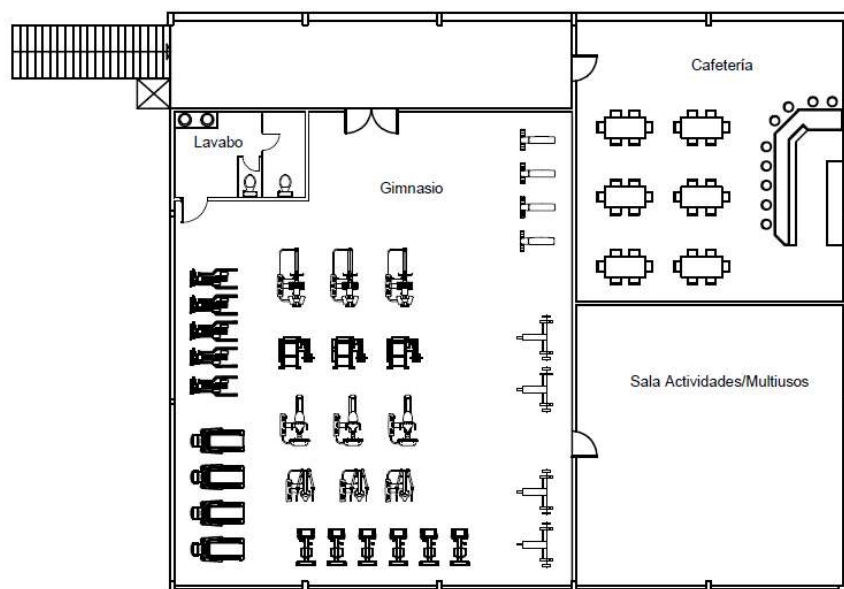
Tabla 5.- Matriz relacional de actividades.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	-	E	U	U	U	O	X	O	O	X	X	X	U	E	E
2		-	A	E	A	A	X	U	O	X	X	X	U	U	U
3			-	A	O	A	X	U	U	X	X	X	O	U	U
4				-	U	E	E	E	E	E	E	E	A	A	A
5					-	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U
6						-	I	I	I	I	I	I	I	I	I
7							-	O	O	A	O	A	O	X	X
8								-	I	I	O	I	O	O	O
9									-	I	I	I	U	O	O
10										-	A	E	U	X	X
11											-	A	U	X	X
12												-	U	X	X
13													-	E	E
14														-	E
15															-

Con la matriz ya completada, la solución definitiva que se ha elegido para la distribución en planta es la siguiente:



*Ilustración 4.- Distribución en planta del edificio principal (Planta baja).*



*Ilustración 5.- Distribución en planta del forjado (Planta 1).*

La fachada donde se encuentra la entrada principal del edificio está orientada hacia el norte, la cual da a la calle Francesc Larrode Artola. La puerta da al recibidor, el cual está formado por la secretaria y la conserjería, también hay un set de escaleras el cual da acceso a la segunda



planta, y enfrente el acceso a los vestuarios. También, entre la puerta principal y la secretaria, se encuentra una puerta adicional que da acceso a la pista.

Al cruzar la puerta, se puede observar un pasillo finito que acaba al final de la estructura. De manera simétrica, se cuenta con tres vestuarios a cada lado. Existen dos vestuarios femeninos más un vestuario individual para un árbitro y al otro lado dos vestuarios masculinos más uno para el segundo árbitro.

En la nave principal se encuentran los banquillos y la mesa de anotadores, y enfrente de estos, la pista principal. Más adelante se sitúan las gradas y la enfermería, la cual está pegada al almacén de equipo que a su vez es colindante con los aseos de uso general y público. La enfermería cuenta con una salida propia que está orientada al sur, a la calle Joan Giner Asins.

Asimismo, existe una puerta que da a un pasillo en forma de “L” invertida que conduce a las diversas salas de reuniones y oficinas de los trabajadores del pabellón, y a su vez, a un almacén auxiliar en caso de que no haya espacio o el uso del principal sea temporalmente imposible.

Si se sube a la segunda planta, desde el último escalón se podrá divisar un pasillo que conduce a un gimnasio, una sala multiusos y una cafetería.

El número de estancias, así como la cantidad de metros cuadrados y la actividad a la que están destinados han sido determinados en base a las normas NIDE [4] parte 16 que corresponde al diseño de los espacios auxiliares para deportistas. En este apartado se detallan las dimensiones apropiadas tanto para los vestuarios como para la enfermería y almacenes.

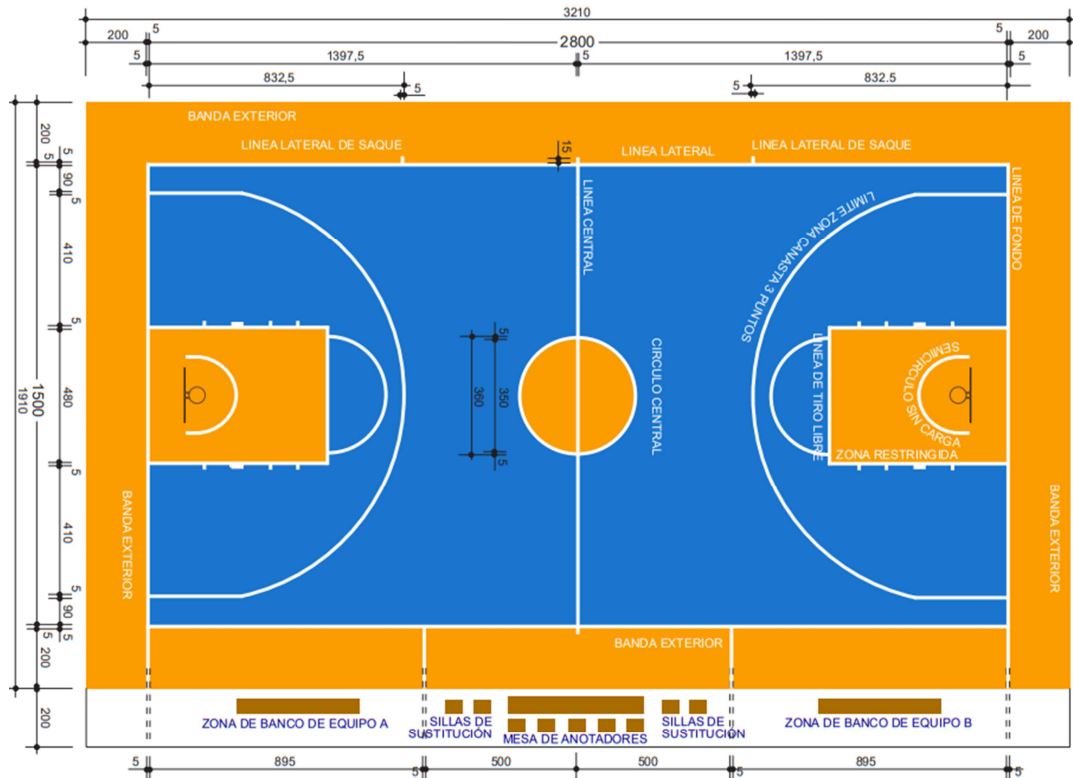
Realizando un simple análisis de las imágenes de las distribuciones en planta se puede ver que la enfermería cuenta con una salida a la calle principal de acuerdo con el apartado 16.3 de las normas NIDE [4] que estipula que es necesario una salida directa a la calle y asimismo que la ruta entre la pista y la enfermería sea directa y libre de obstáculos a la par que accesible desde las gradas. También se cuenta con otras salidas tanto al fondo de la pista, como en el pasillo de los vestuarios para salir en caso de emergencias.

Para el espacio de las gradas se ha tenido en cuenta la norma 6.1.3 de la NIDE [4] para pistas pequeñas. A este subapartado se le denomina “espacios auxiliares para espectadores” (EAE) dentro de la normativa, y en él se detalla toda la información con respecto al tamaño y extensión de las gradas:

- **Filas:** 0.85m (0.40 asiento + 0.45 paso)
- **Ancho de los asientos:** 0.5m
- **Altura de los asientos:** 0.42m
- **Pasos centrales o intermedios:**  $\geq 1.2$ m
- **Plazas reservadas para usuarios de silla de ruedas:** 1/100 plazas

Atendiendo ahora a la norma NIDE BLC de 2015 [4], la cual es la específica para pistas pequeñas de baloncesto, en el apartado 1 “tamaño del campo”, se indica que las dimensiones de la pista de juego han de ser de las siguientes características:

- **Ancho:** 15m
- **Largo:** 28m
- **Altura libre de obstáculos:** 7m. Obstáculos incluyen lámparas o cualquier cosa que se halle sobre la pista de juego.
- **Banda de seguridad:** 2m en cada dirección, tanto el ancho como el largo.



Una vez vista en detalle la distribución en planta de las instalaciones deportivas del pabellón, en los siguientes apartados se pasa a describir la estructura metálica diseñada para tal fin.



## 6. Descripción de la solución adoptada.

La Ilustración 7 siguiente muestra la estructura en 3D que se ha desarrollado usando Cype 3D

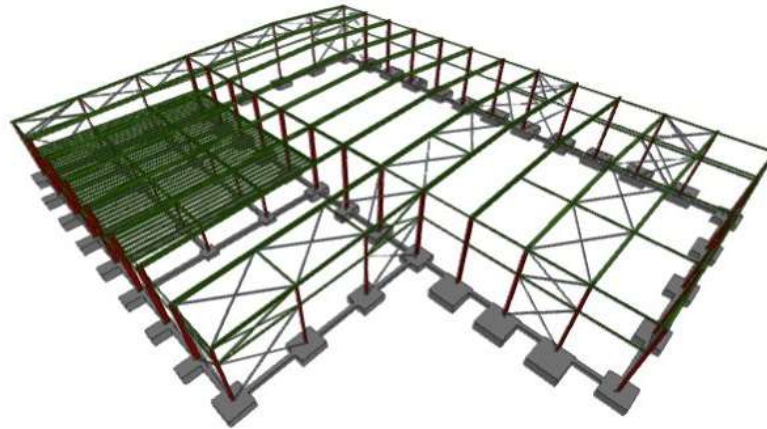


Ilustración 7.- Estructura 3D.

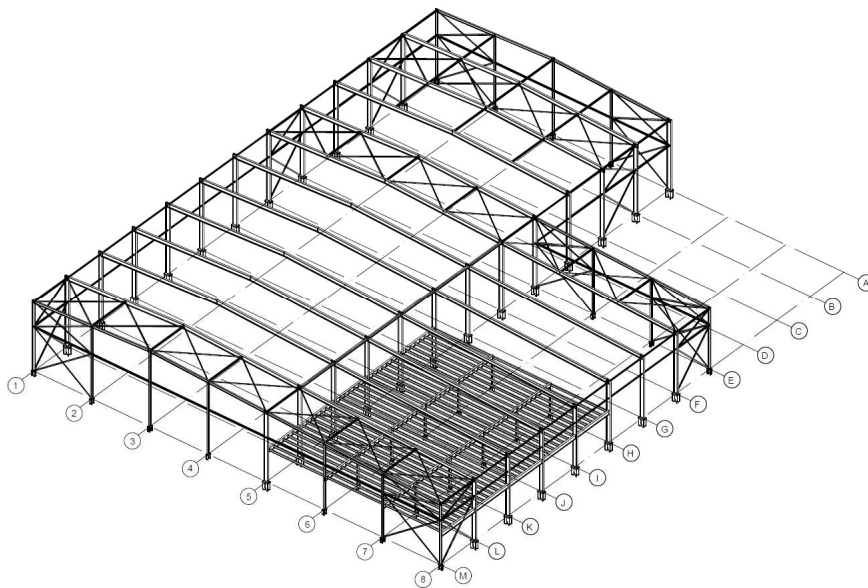


Ilustración 8.- Distribución de la rejilla de la nave.

Para poder tener el espacio suficiente para albergar todas las actividades que se llevan a cabo dentro de un pabellón, se ha calculado y modelado la estructura anterior que cuenta con dos naves, una principal a dos aguas y una adosada a un agua. Los detalles y medidas de ambas se detallan a continuación.

La nave principal cuenta con:

- Altura de pilar: 8m.
- Altura de cumbrera: 8.7m
- Luz: 28m
- Pendiente: 5%.
- Profundidad: 60m

- Superficie: 1680m<sup>2</sup>

La nave adosada por otra parte está formada por:

- Altura de pilar: 7m.
- Altura de cumbrera: 8m.
- Luz: 21m
- Pendiente: 5%
- Profundidad: 40m
- Superficie: 840m<sup>2</sup>

La superficie total que alberga la suma de ambas naves es de 2520m<sup>2</sup>. De carácter más general, los pórticos interiores están separados por crujías de 5m tanto en la nave principal como en la adosada. El número total de pórticos es de 13, siendo dos de ellos las fachadas y los 11 restantes pórticos interiores.

De estos 11 pórticos interiores, seis de ellos son compartidos por la nave principal y la adosada, unidos mediante pilares centrales de 8m de altura. La fachada trasera de la adosada y la principal también está compartida. Por otra parte, la fachada frontal en el retranqueo es una combinación de fachada exterior e interior debido a que entre ellas hay una diferencia de 20m de profundidad. La frontal es enteramente parte de la nave principal, luego cuenta con las medidas listadas anteriormente.

Además, a la nave adosada se le ha añadido un altillo a 3.50m de altura con respecto del suelo, que alberga una superficie total de 525m<sup>2</sup>.

Durante los siguientes subapartados se detallan todos los diferentes elementos estructurales de los cuales está compuesta la estructura.

### 6.1. Cimentación y solera.

El trabajo de la cimentación es el de transmitir las cargas provenientes de la estructura al terreno de manera que queden distribuidas de forma uniforme por la zapata para que los correspondientes Estados Límites (Últimos y de Servicio) no se superen.

El paso previo al vertido del hormigón que se va a utilizar para las zapatas es crear una capa de 10cm de un hormigón con una diferente composición a la del hormigón estructural llamado hormigón de limpieza. Su principal objetivo es evitar que el hormigón de las zapatas quede en contacto con el suelo para evitar contaminación y desecación, y además asegurar una superficie regular para el vertido del hormigón estructural.

Hay una serie de características que debe cumplir el hormigón de limpieza, y son las siguientes:

- La dosificación mínima del cemento ha de ser de 150 kg/m<sup>3</sup>.
- El tamaño máximo de árido ha de ser inferior a 30mm.

Siguiendo estas especificaciones se concluye que la capa de hormigón de limpieza será del tipo HL-150/F/30. Estos datos vienen del CE: Anejo 10.

El hormigón estructural de las zapatas y vigas de atado es HA-25/F/30/XC2, siendo:

- 25 hace referencia a la resistencia característica a compresión del hormigón, medida en MPa.
- La F, es la consistencia siendo esta fluida, es decir, que el asiento en un cono de Abrams está entre 100-150mm.
- 20mm de tamaño máximo de árido.
- XC2, la exposición ambiente, en este caso, elementos de hormigón armado o pretensado permanentemente en contacto con agua o entradas en suelos no agresivos.

De este hormigón se van a colocar un total de 55 zapatas aisladas que estarán unidas por una viga de atado de 40x40cm del tipo que se aprecia en la Ilustración 9, para de este modo estabilizar más la cimentación.

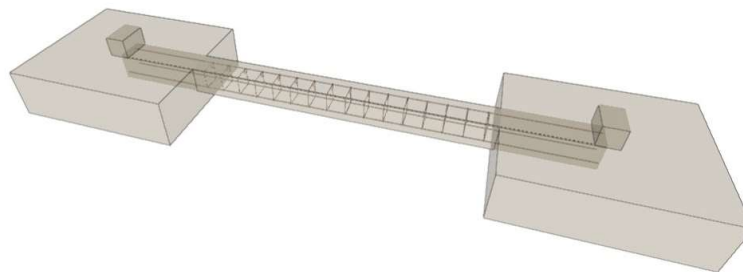


Ilustración 9.- Viga de atado HA-25/F/30/XC2 de 40x40cm.

A continuación, se muestra una planta de la cimentación donde se observa la posición de las zapatas (Ilustración 10), así como una tabla técnica con las dimensiones y el agrupamiento que se ha llevado a cabo en aras de simplificar el diseño:

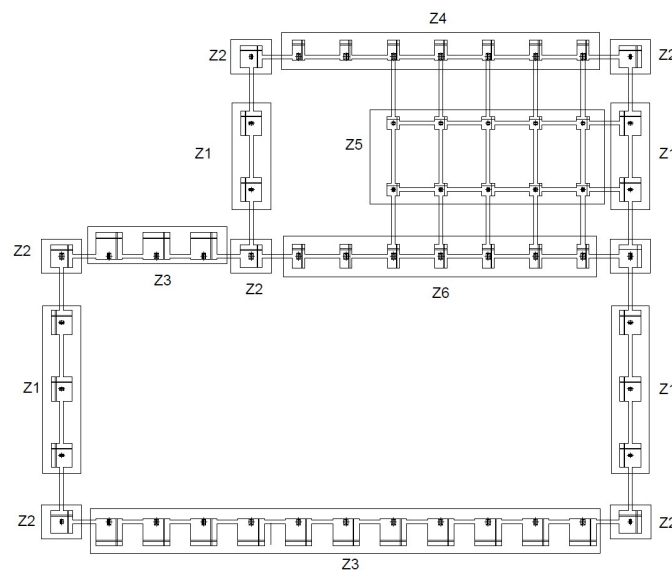
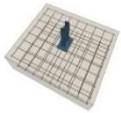

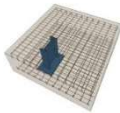

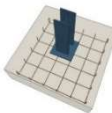
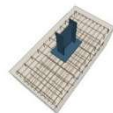


Ilustración 10.-Distribución de los tipos de zapata.

A continuación, la Tabla 6 muestra al detalle las dimensiones de cada tipo de zapata:

Tabla 6.- Dimensiones e información general de las zapatas.

GRUPO	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6
<b>Dimensiones (mm)</b>	255x220x75	235x235x75	280x290x95	130x220x95	135x135x40	130x255x95
<b>Armado sup. X</b>	8Ø16c/28	8Ø16c/30	22Ø12c/12.5	17Ø12c/12	6Ø12c/23	11Ø16c/23
<b>Armado sup. Y</b>	9Ø16c/29	8Ø16c/30	12Ø16c/23	10Ø12c/12	6Ø12c/23	12Ø12c/12
<b>Armado inf. X</b>	8Ø16c/28	8Ø16c/30	22Ø12c/12.5	17Ø12c/12	6Ø12c/23	11Ø16c/23
<b>Armado inf. Y</b>	9Ø16c/29	8Ø16c/30	12Ø16c/23	10Ø12c/12	6Ø12c/23	11Ø12c/12
<b>Imagen 3D</b>						

Para más detalles consultar el plano 5: Cimentación.

En cuanto a la solera, se ha decidido emplear una losa maciza de hormigón HA-25/F/30/XC2. Dicha capa tiene un espesor de 10cm con malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2.20 UNE-EN 10080 como armadura de reparto, colocada sobre separadores homologados.

## 6.2. Placas de anclaje.

Las placas de anclaje son los elementos que sirven de unión entre la estructura y las zapatas de cimentación con la peculiaridad de que estos dos elementos son de características distintas. Por ellas, se transmiten los esfuerzos de la estructura a la cimentación que luego los transmiten al terreno.

Varios elementos componen una placa de anclaje, siendo el primero de ellos la propia placa, formada de acero S275JR.

La unión entre cimentación y placa es posible mediante el uso de pernos roscados de anclaje, hechos de acero del tipo B500S. Todos ellos del mismo diámetro en una misma placa, están colocados de manera simétrica respecto al eje de flexión y poseen patillas a 90º para poder reducir la longitud de anclaje gracias a la acción mecánica aportada por dicha forma.

Debido al tipo de esfuerzos que soportan, se ha visto necesario añadir cartelas de rigidez soldadas a la placa, para aumentar su resistencia a flexión, siendo estas del mismo tipo de acero que las propias placas, acero S275JR.

A continuación, en la Ilustración 11 y la Tabla 7 se muestra un esquema de la distribución de los tipos de placas de anclaje que se han modelado y las dimensiones y datos generales propios de las mismas respectivamente:

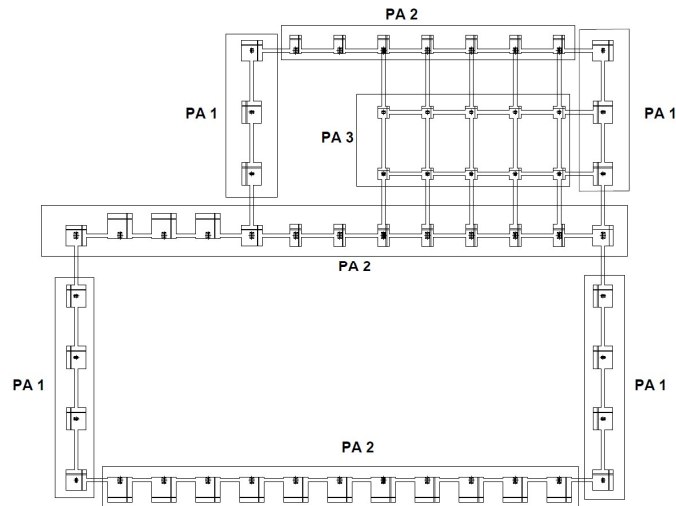
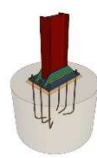

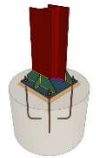


Ilustración 11.- Distribución de los tipos de placa de anclaje.

Tabla 7.- Dimensiones e información general de las placas de anclaje.

PA	1	2	3
<b>Pernos</b>	6 pernos Ø16mm L = 40cm	4 pernos, Ø16mm L = 30cm	4 pernos, Ø32mm L = 65cm
<b>Dimensiones placa base (mm)</b>	300x450x18	350x350x15	450x700x25
<b>Imagen 3D</b>			

Para información adicional, consultar el plano 14: Detalles de placas de anclaje.

### 6.3. Estructura.

La estructura está formada a partir de perfiles de acero laminado en caliente del mismo tipo que las placas de anclaje: S275JR. De este acero se han creado todos los elementos que conforman la estructura, es decir, los pilares, jácenas, arrostros, vigas y viguetas del forjado, y vigas perimetrales, a excepción de las correas de cubierta y laterales, las cuales están hechas a partir de acero S235.

#### 6.3.1. Pórticos interiores.

Puesto que se trata de una nave formada por una nave principal y una adosada con retranqueo, se dispone de varios tipos de pórticos interiores, los cuales varían en cuanto a los perfiles de los cuales están compuestos.

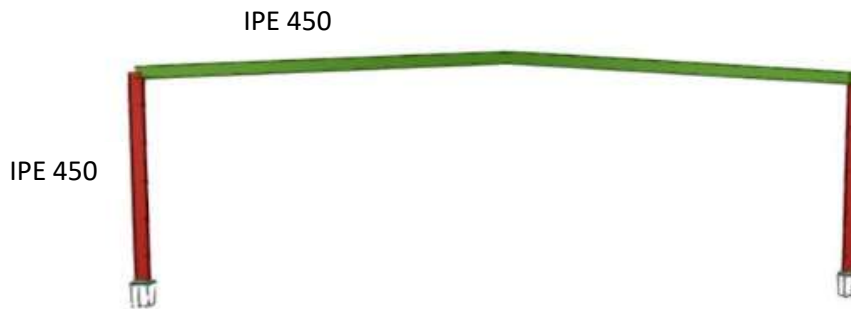


Ilustración 12.- Pórtico interior Tipo 1.

En primer lugar, se tiene el pórtico interior al que se ha llamado “Tipo 1”. Se trata de los pórticos en las posiciones B, C y D de la rejilla, es decir, los que solo forman parte de la nave principal y no la adosada pues están junto al retranqueo de la nave adosada. Están formados por dos perfiles IPE 450 a los lados unidos por una jácena del mismo perfil con una inclinación del 5%.

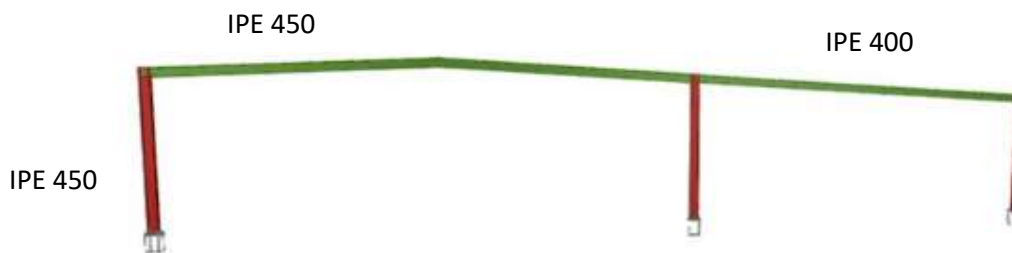


Ilustración 13.- Pórtico interior Tipo 2.

En segundo lugar, se ha modelado el pórtico interior al que se ha denominado “Tipo 2”. Este se halla en las posiciones F y G de la rejilla de la estructura 3D, pues se encuentra en el punto en el cual no hay rentranqueo, y es parte, por tanto, tanto de la nave principal como la adosada. Está formado por perfiles IPE 450 tanto para los extremos del pórtico como para el pilar central y dos jácenas de perfil IPE 450 con inclinación del 5% en la nave principal y una jácena de perfil IPE 400 con la misma inclinación para la nave adosada.

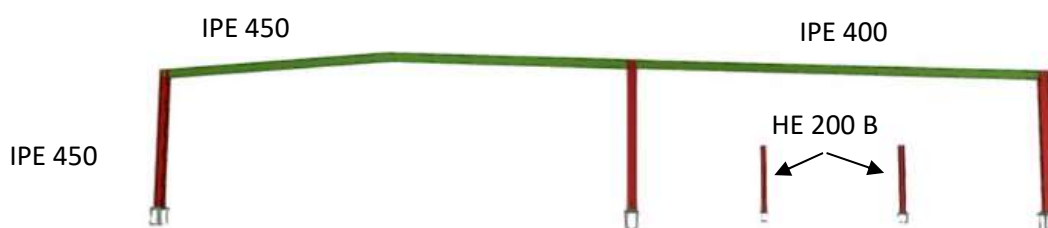


Ilustración 14.- Pórtico interior Tipo 3.

Por último, se dispone del pórtico “Tipo 3”, el cual se localiza desde la posición H hasta la L. Los elementos que lo forman son exactamente los mismos que los que forman el pórtico “Tipo 2”,

con la excepción de que este cuenta con los pilares que sostienen el forjado, los cuales son del perfil HE 200 B.

### 6.3.2. Pórticos de fachada.

A continuación, la Ilustración 15 y la Ilustración 16 son imágenes de tanto la fachada frontal como la trasera respectivamente:

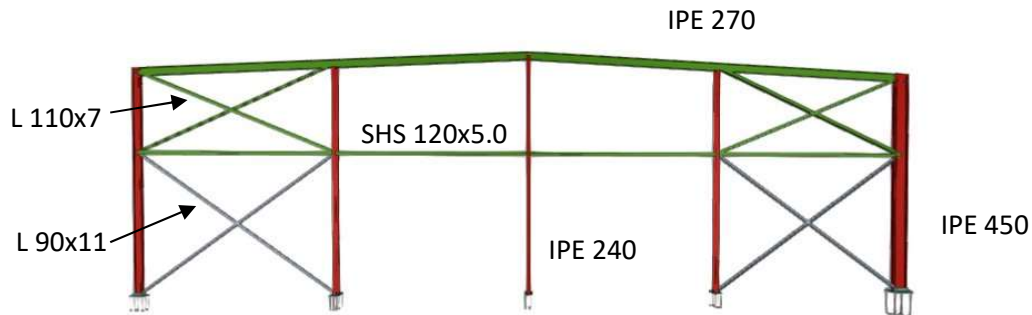


Ilustración 15.- Pórtico de fachada (delantero).

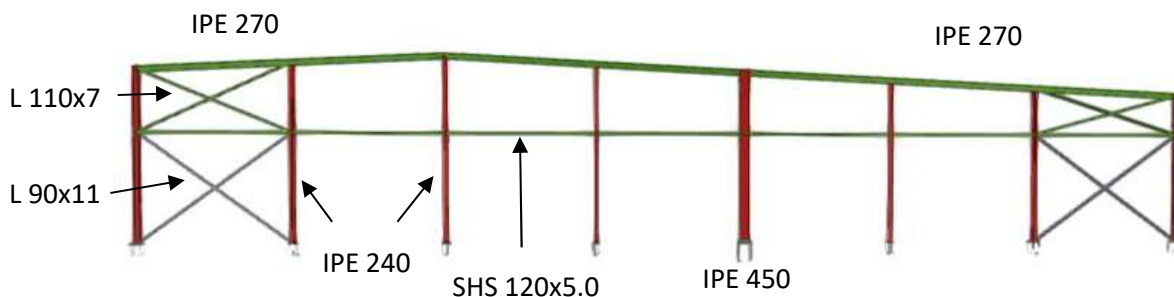


Ilustración 16.- Pórtico de fachada (trasero).

Se ha mostrado una imagen de ambas pues no son iguales, por lo que los elementos que las componen, aunque sean bastante parecidos, no están distribuidos idénticamente.

En la fachada delantera (Ilustración 15) se pueden observar cuatro elementos estructurales:

1. Pórtico:  
Cuenta con cinco pilares separados 7m cada uno dando así una luz total de 28m.
2. Viga a contraviento: siguen una distribución del tipo Pratt.
3. Arriostramiento de fachada frontal y lateral:  
Estará formado mediante la unión de las cruces de San Andrés y el arriostramiento dispuesto de manera horizontal situado a 5.12m de altura al suelo. Este sistema es igual que en la fachada trasera.
4. La viga perimetral:  
Se encuentra dos alturas siendo una de estas alturas, la que se encuentra el arriostramiento (5.12m) y a 8m (altura de cabeza de pilar).



En la fachada trasera (Ilustración 16), los elementos estructurales son los que siguen:

1. Pórtico:  
A diferencia del delantero, éste cuenta con ocho pilares separados 7m cada uno. De estos ocho pilares, solamente cinco pertenecen a la nave principal, siendo los tres restantes de la nave adosada.
2. Viga a contraviento: Misma distribución que en la fachada delantera.
3. Arriostramiento de fachada frontal y lateral:  
A la misma altura que la fachada delantera.
4. La viga perimetral:  
Se encuentra a dos alturas: a 5.12m, siendo esta la altura del arriostramiento y a 7m que es la altura de cabeza de pilar del extremo del pórtico el lateral.

Al igual que con los pórticos interiores, debido al retranqueo, se podría decir que el modelo de la nave generado cuenta con tres tipos de fachadas. Estas serían: la fachada delantera, la cual se ve en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**; la fachada trasera tal y como se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**; y la que se denominará fachada del retranqueo que se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

La fachada delantera está compuesta por cinco pilares, de los cuales los tres interiores y el exterior son perfiles IPE 240, mientras que el pilar restante es un IPE 450. Las jácenas son perfiles IPE 270 inclinadas un 5%.

A la altura de 5.12m se encuentra una viga horizontal del sistema de arriostramiento, que, al dividir los pilares en dos partes, reduce la esbeltez de dichos pilares igualando sus longitudes de pandeo. Esta viga está formada por un perfil SHS 120x5.0.

Entre los pilares 1 y 2, y 4 y 5, se encuentran cuatro diagonales que conforman el sistema contraviento. Estas diagonales forman lo que se conoce como Cruces de San Andrés o CSA. Las CSA que se encuentran entre la jácena y la viga del montante están formadas por perfiles en L 110x7, mientras que las que se encuentran entre dicha viga y el suelo están formadas por perfiles en L 90x11, siendo ambos perfiles laminados en caliente.

La fachada trasera está compuesta por ocho pilares, los cuales son todos perfiles tipo IPE 240 a excepción del perfil de unión entre la nave principal y la adosada, el cual es IPE 450. Para las jácenas, CSA y montante se emplean los mismos perfiles que para la fachada delantera.

Por último, se tiene la fachada del retranqueo, que se denomina de este modo pues este pórtico está formado por un pórtico de fachada (la parte de la nave adosada) y un pórtico interior (la parte de la nave principal). Esto se aclara en la siguiente imagen:



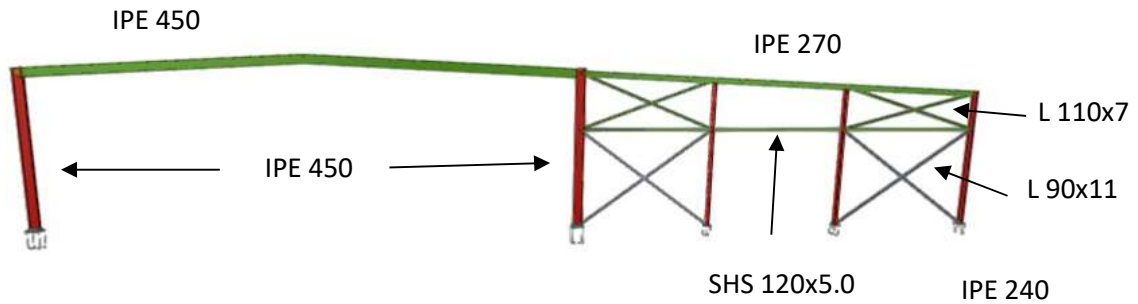


Ilustración 17.- Fachada del retranqueo.

Se observa que la parte de la fachada, que es la de interés en este apartado, está formada por cuatro pilares, siendo todos ellos de perfil IPE 240 excepto el compartido, que es un IPE 450 al igual que el resto de pilares compartidos. El resto de elementos que forman la fachada son iguales al resto de las fachadas.

### 6.3.3. Fachadas laterales.

A pesar de que la estructura posee cuatro alineaciones laterales distintas, solo se hará énfasis en el lateral 1 (ver Ilustración 18) pues es la que contiene el mayor número de elementos de los que aportar detalles. El resto de los laterales contienen los mismos perfiles, pero a cotas distintas.

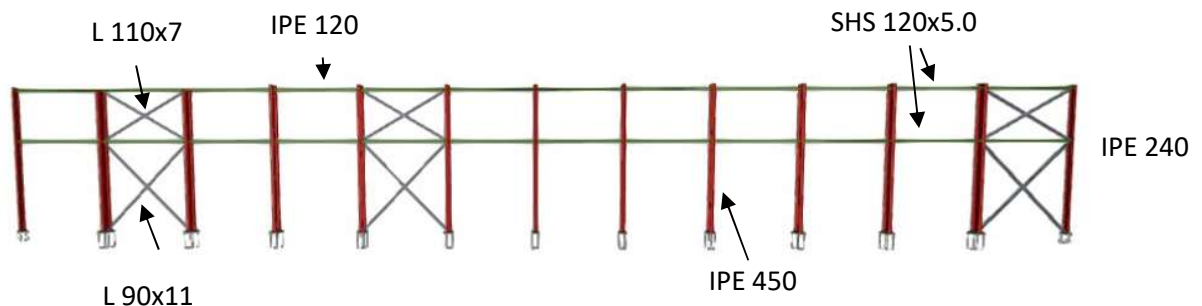


Ilustración 18.- Fachada lateral 1 de la nave principal.

La fachada lateral 1 está compuesta por 13 pilares de perfil IPE 450 los cuales tienen a la altura de cabeza de pilar (8m) y a la altura del arriostramiento (5.12m) una viga perimetral de perfil IPE 120, la cual trabaja a tracción, a excepción de los huecos los cuales contienen CSA, en cuyo caso las vigas horizontales serán de un perfil SHS 120x5.0, idéntico al de los pórticos de fachada. Todas las CSA de los laterales están formadas por perfiles en L 90x11 laminados en caliente.

Como se ha mencionado anteriormente, en la fachada 8 (lateral de la nave adosada), todos los perfiles son idénticos, siendo la única diferencia que la viga perimetral colocada en la cabeza del pilar estará colocada a 7m en lugar de 8.

En cuanto al lateral que se formaría en la línea divisoria de las naves, el único cambio es que en lugar de contar con dos vigas horizontales, se contaría con una única viga de perfil IPE 270 situada a la altura de coronación de 8.7m.

#### 6.3.4. Cubierta.

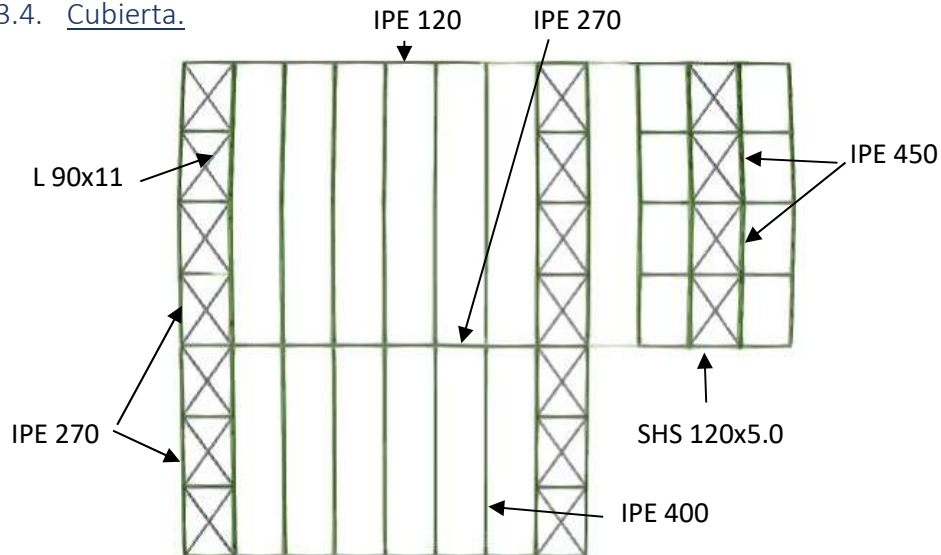


Ilustración 19.- Cubierta.

La cubierta está compuesta en los vanos 1, 8 y 11 por dos dobles vigas dispuestas en tipo Pratt. Todos los perfiles para los montantes y la viga perimetral son los mismos que los descritos en los apartados anteriores siendo las diagonales perfiles en L y huecos los montantes.

#### 6.3.5. Forjado.

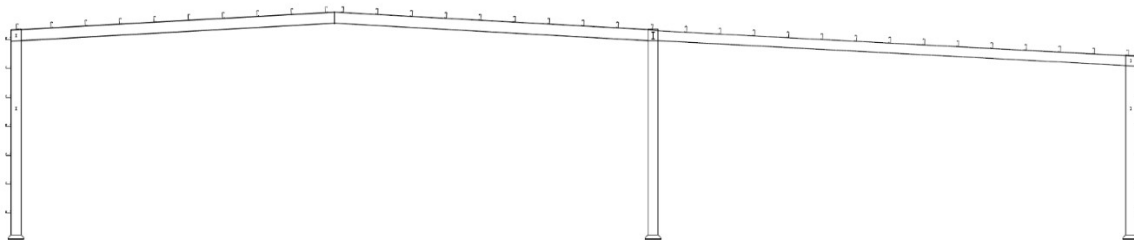


Ilustración 20.- Forjado.

El forjado, como ya se ha descrito anteriormente, se encuentra a una altura de 3.5m del suelo y está sostenido por seis pilares IPE 450 en el extremo izquierdo, cinco pilares IPE 450 y un pilares IPE 240 en el extremo derecho, dos pilares IPE 240 en la fachada y cinco pilares HE 200 B en la intersección. La separación de los pilares es de 7m en el eje perpendicular y 5m en el

eje paralelo. El forjado unidireccional está compuesto por vigas IPE 450 y por viguetas IPE 220 con una separación de 0.7m. Una vez creado, será rellenado por hormigón del mismo tipo que las zapatas, es decir hormigón HA-25/F/30/XC2.

#### 6.3.6. Correas.



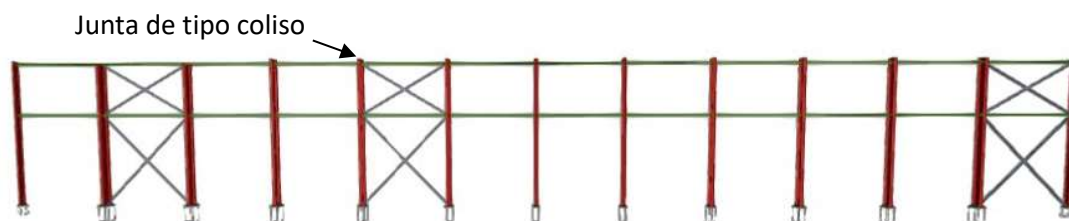
*Ilustración 21.- Distribución de las correas de la cubierta y los laterales.*

La cantidad total de las correas que se ha dispuesto para los pórticos de la estructura es de 47 correas, siendo la distribución de 34 correas en la cubierta siete correas en el lateral de la nave principal y seis en el lateral de la nave adosada. La diferencia del número de correas en los laterales radica en que la altura del lateral de la nave principal es de 8m mientras que el de la adosada es de 7m.

En cuanto al pórtico de la nave principal (el Tipo 1 mencionado anteriormente), solo dispone de diez correas en la cubierta pues no hay nave adosada junto a ella, mientras que tiene un total de 14 correas laterales pues ambos miden 8m.

La separación entre correas de cubierta es de 1.92m dejando 0.2m entre extremos y en los laterales es de 1.1m. Se ha elegido un perfil tipo CF-160x2.0 de acero S235 conformado en frío.

#### 6.3.7. Juntas de dilatación y escalera.



*Ilustración 22.- Localización de la junta de tipo coliso.*

A 15m de la fachada delantera y a 40m de la trasera, se encuentra la junta de dilatación de tipo coliso, la cual divide la nave en dos partes, tal y como se ilustra en la imagen anterior (Ilustración 22). Esta división se lleva a cabo para evitar que existan agrietamientos causados por contracciones y dilataciones en los elementos constructivos debido a cambios en la

temperatura ambiente. En cuanto al resto de uniones se ha optado por uniones soldadas que han sido generadas por el programa Cype 3D.

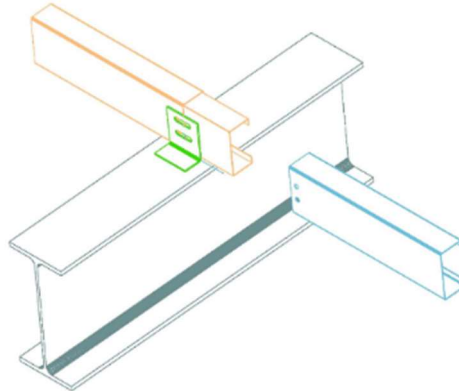


Ilustración 23.- Detalle junta dilatación tipo coliso (FUENTE: Apuntes CAD para el Cálculo de Estructuras Industriales).

En cuanto a la escalera que da acceso a la planta superior, se ha elegido una escalera prefabricada, compuesta por zancas y mesetas, hechas de acero laminado S275JR. Dicha escalera está formada por piezas simples de perfiles laminados en caliente.



Ilustración 24.- Detalle de la escalera elegida. (FUENTE: Generador de precios de Cype).

#### 6.4. Elementos constructivos.

A continuación, se detallan los materiales y acabados que van a tener los elementos envolventes de la estructura principal de acero al igual que el hormigón de la cimentación.

##### 6.4.1. Cerramiento de cubierta.

El cerramiento de la cubierta estará formado por paneles de tipo sándwich pues su principal ventaja es que tiene una buena relación entre ligereza, resistencia y facilidad de montaje. Sirve

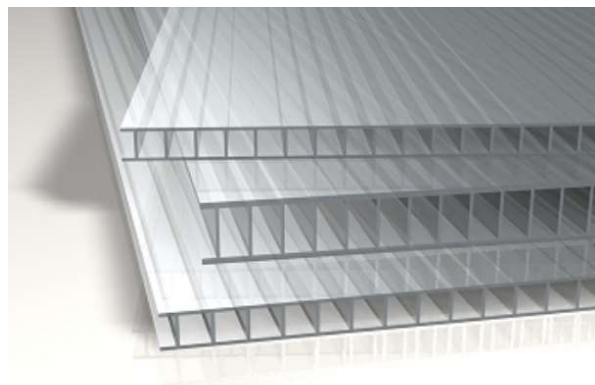
también de aislante acústico y térmico pues está formado por dos chapas de acero, una que da al interior y otra que da al exterior con una capa de aislamiento hecho de poliuretano entre ellas. El espesor de las dos chapas metálicas es de 0.5mm cada una.

En cuanto a dimensiones, el espesor total es de 30mm, la anchura de 1000mm y tendrá un acabado prelacado de color blanco.



*Ilustración 25.- Detalle del panel tipo sándwich de la cubierta (Fuente: Generador de precios de Cype).*

A su vez, se utilizarán lucernarios a base de placas de policarbonato celular para dar paso a la luz natural. Estas placas serán incoloras, de 16mm de espesor. Se dispondrán de manera que se intercalen dos paneles metálicos seguido de uno de policarbonato y otros dos paneles metálicos. Estos detalles se pueden consultar en plano 17: Cubierta. Distribución del cerramiento.



*Ilustración 26.- Detalle del lucernario de la cubierta (Fuente: Generador de precios de Cype).*

#### 6.4.2. Cerramiento lateral.

Al igual que en la cubierta, para los cerramientos verticales se ha optado por usar también paneles tipo sándwich.

La principal función de este cerramiento es el de transmitir las cargas debidas al viento a la estructura principal.

Los paneles están formados por dos chapas del mismo espesor que los paneles de la cubierta, pero de acero galvanizado. El aislante térmico es de lana de roca. La chapa interior y exterior será de chapa lisa con una anchura de 1100mm y un espesor total de 50mm. En la Ilustración 27 se ejemplifica el tipo de cerramiento escogido.

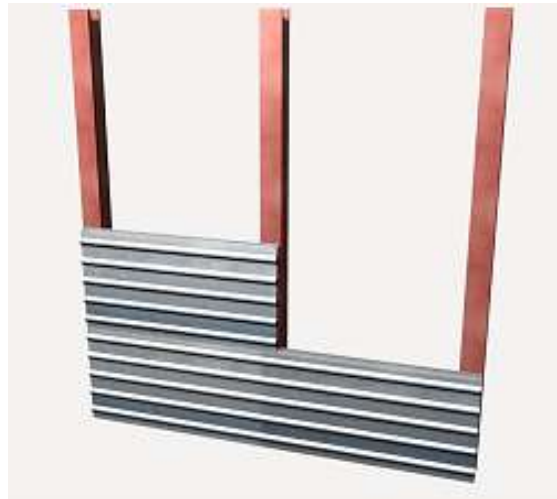
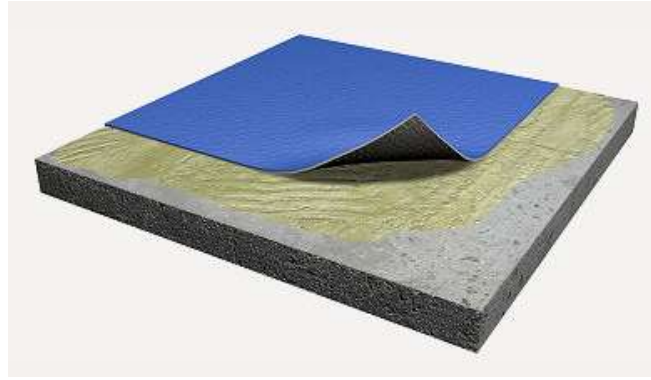


Ilustración 27.- Detalle del panel sándwich lateral (Fuente: Generador de precios de Cype).

#### 6.4.3. Acabado del suelo.

Para el acabado del suelo de la pista se ha elegido un pavimento vinílico deportivo para pistas de interior. Tiene 9mm de espesor, un porcentaje de absorción de impactos del 39%. La base no tiene riesgo de humedad proveniente de debajo del suelo con un peso de 5.4 kg/m<sup>2</sup>. Este suelo está formado por capas, siendo la superficial de vinilo plastificado, seguido de una malla de fibra de vidrio sobre una capa de espuma de densidad alta. Este material se suministra en rollos. Se muestra un ejemplo del tipo de suelo en la Ilustración 28.

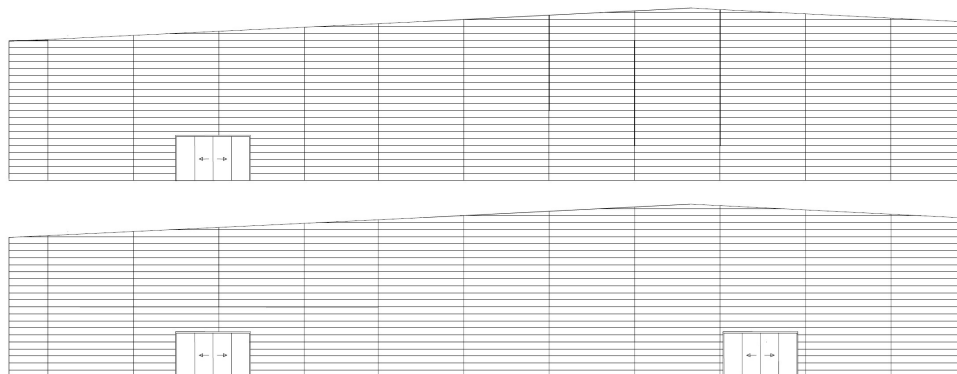


Il·lustració 28.- Detalle del acabado del suelo (Fuente: Generador de precios de Cype).

#### 6.4.4. Carpintería.



Il·lustració 29.- Distribución de puertas y ventanas en las fachadas laterales del edificio.



Il·lustració 30.- Distribución de puertas en las fachadas delantera y trasera del edificio.

En las ilustraciones anteriores se puede ver la distribución y localización de las puertas y ventanas en los laterales y las fachadas del edificio respectivamente. Para las puertas dobles, se ha optado por unas puertas correderas automáticas, de aluminio y vidrio, con sistema de apertura central, de dos hojas deslizantes de 100x210cm. Para las interiores, se han elegido puertas interiores de una hoja, lisa, de 203x82.5x3.5cm. Para las ventanas, aluminio, cuatro hojas correderas, dimensiones 3000x1600mm. Se cuenta con una puerta en la fachada trasera

y dos en la delantera. En cuanto a las fachadas laterales, se cuenta con tres ventanas y una puerta que da a la enfermería y en el lateral opuesto hay siete ventanas.

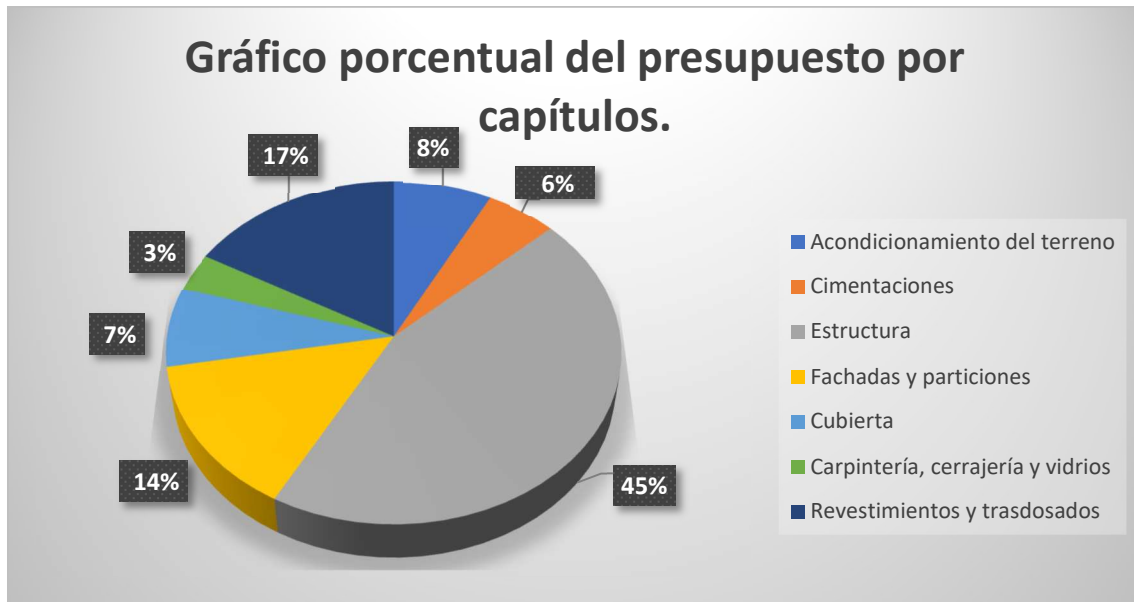
## 7. Resumen del presupuesto.

Capítulos	Importe (€)
<b>1. Acondicionamiento del terreno</b>	
<b>Total Capitulo 1:</b>	<b>65,254.73</b>
<b>2. Cimentaciones</b>	
<b>Total Capitulo 2:</b>	<b>47,192.57</b>
<b>3. Estructura</b>	
<b>Total Capitulo 3:</b>	<b>382,860.84</b>
<b>4. Fachadas y particiones</b>	
<b>Total Capitulo 4:</b>	<b>120,833.52</b>
<b>5. Cubierta</b>	
<b>Total Capitulo 5:</b>	<b>64,238.48</b>
<b>6. Carpintería, cerrajería y vidrios</b>	
<b>Total Capitulo 6:</b>	<b>30,098.14</b>
<b>7. Revestimientos y trasdosados</b>	
<b>Total Capitulo 7:</b>	<b>143,388.00</b>
<b>Presupuesto de ejecución de material (PEM)</b>	<b>853,866.28</b>
Gastos generales: 13%	111,002.62
Beneficio industrial: 6%	51,231.98
<b>Presupuesto de ejecución por contrata (PEC)</b>	<b>1,016,100.88</b>
IVA: 21%	213,381.18
<b>Presupuesto base de licitación (PBI)</b>	<b>1,229,482.06</b>

El presupuesto base de licitación asciende a un total de **UN MILLÓN DOSCIENTOS VEINTINUEVE MIL CUATROCIENTOS OCHENTA Y DOS EUROS CON SEIS CÉNTIMOS.**



7.1. Análisis del presupuesto.



*Ilustración 31.- Gráfico porcentual del presupuesto por capítulos.*

La mayor parte del presupuesto se destina a la estructura, un 45%, pues el acero tiene un alto coste y se ha utilizado una gran cantidad de este material para llevar a cabo la nave, puesto que se trata de una estructura de acero y hormigón.

En cuanto al resto de los elementos principales que componen la nave, el conjunto del cerramiento, es decir, las fachadas y la cubierta, y el revestimiento y los trasdosados, suponen un total del 38% del presupuesto, lo cual es muy significativo.

## 8. Bibliografía.

- [1] Código Técnico de la Edificación (CTE). Real Decreto Real Decreto 314/2006. 17 marzo 2006.
- [2] Instrucción de Hormigón Estructural EHE-21 aprobada por el Real Decreto 470/2021, de 29 de junio de 2021.
- [3] Plan General de Ordenación Urbana del 21 de marzo de 2011 Ayuntamiento de Catarroja.
- [4] NIDE Normativa sobre Instalaciones Deportivas y para el Esparcimiento del Consejo Superior de Deportes para campos pequeños. Consejo Superior de Deportes.
- [5] Institut Cartogràfic València. <http://icv.gva.es/>
- [6] Sede electrónica del catastro. <https://www.sedecatastro.gob.es/>
- [7] Código Técnico de la Edificación CTE. Documento Básico de Seguridad Estructural, Acciones en la Edificación (DB SE-AE). Real Decreto 314/2006. 17 de marzo 2006.
- [8] Código Técnico de la Edificación CTE. Documento Básico de Seguridad Estructural. Real Decreto 314/2006. 17 marzo 2006.
- [9] Código Técnico de la Edificación CTE. Documento Básico de Seguridad Estructural, Acero DB SE-A. Real Decreto 314/2006. 17 de marzo de 2006.

## II. ANEXO DE CÁLCULO.

## 1. Modelo estructural.

Este capítulo trata sobre todos los cálculos que se han llevado para el modelado de la estructura. Se describirán las ecuaciones usadas tanto en el dimensionamiento previo como las ecuaciones de cumplimiento de acciones.

Asimismo, se hará una descripción más detallada de los materiales empleados en la estructura y de los programas informáticos empleados para llevar a cabo la tarea que atañe este Trabajo Final de Grado.

### 1.1. Software utilizado.

El programa empleado de manera principal para poder dimensionar la estructura de acero es Cype Ingenieros, el cual tiene un gran número de módulos con los que trabajar. Concretamente para llevar a cabo la tarea se ha usado Cype 3D, no sin un previo diseño de los pórticos mediante el uso del Generador de Pórticos.

En el dicho paso previo, es decir durante el uso del módulo del Generador de Pórticos, se detalló y creó la geometría que tendrían los pórticos de la nave, así como las cargas externas a las que estaría sometida la estructura. Para finalizar esta fase, se dimensionaron y añadieron tanto las correas de la cubierta como las de los laterales.

Una vez hecho este paso, se procedió al uso de Cype 3D para completar la estructura tridimensional y dimensionarla.

Una vez completada y aún más importante, comprobada la nave, se procedió a su exportación a AutoCad, donde se editaron los planos que fueron proporcionados por Cype 3D.

### 1.2. Metodología de cálculo.

Como se ha comentado en el subcapítulo anterior, la primera toma de contacto fue por medio del Generador de Pórticos, donde se diseñó e introdujo tanto las dimensiones básicas del pórtico como las acciones correspondientes según la zona donde está situado y su uso. Estos datos corresponden a las alturas de los pilares, pendientes de la cubierta, altura de coronación, luces y sobrecargas de uso, viento y nieve respectivamente.

Una vez terminada esta parte, todos los datos se exportaron a Cype 3D, programa que se empleó para introducir el resto de los elementos que conforman la nave en su totalidad. También se definen y calculan los cimientos y las placas de anclaje que los conectan a la estructura. Hay que destacar que, debido a la geometría irregular en planta del edificio, tras la importación del modelo del Generador de pórticos es necesario realizar una serie de acciones y pasos para retranquear la nave adosada: modificar la geometría, trasladar los paños de cargas y mover las cargas superficiales ya generadas. Asimismo, se diseñaron y definieron las distintas uniones y perfiles de las barras a las que más adelante se ajustaron las betas de pandeo y flechas. Estos dos aspectos se explicarán en detalle en el apartado de cálculo.

## 2. Materiales empleados.

En estos subapartados describe en detalle las características de los materiales que han sido empleados en la estructura.

### 2.1. Acero.

Para llevar a cabo la construcción del pabellón ha sido necesario el uso de tres tipos de acero, siendo estos: el acero S275JR, tanto para los perfiles de la nave como las placas de anclaje, el acero S235JR, para las correas localizadas en cubierta y laterales y, por último, el acero B500S para los pernos que anclan la placa a la zapata.

Las características de los aceros S275JR, S235JR y B500S se muestran en la Tabla 8 y la Tabla 9 respectivamente:

*Tabla 8.- Características de los aceros S275JR y S235JR.*

Designación	S275JR	S235JR
Tipo de acero	Laminado	Conformado
Módulo de elasticidad, E (MPa)	210000	210000
Módulo de Poisson, $\nu$ (adim.)	0.3	0.3
Peso específico, $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	77.01	77.01
Módulo de cortadura, G (MPa)	81000	81000
Coefficiente de dilatación térmica, $\alpha$ (m/m <sup>2</sup> C)	0.000012	0.000012
Límite elástico, $f_y$ (MPa)	275	235

*Tabla 9.- Características del acero B500S.*

Designación	B500S
Tipo de acero	Corrugado
Módulo de elasticidad, E (MPa)	206000
Módulo de Poisson, $\nu$ (adim.)	0.3
Módulo de cortadura, G (MPa)	81000
Límite elástico, $f_y$ (MPa)	500

### 2.2. Hormigón.

En cuanto al hormigón, se han usado dos tipos distintos, uno como hormigón de limpieza, el cual será HL-150/B/30 y el otro del tipo HA-25/F/30/XC2, para las zapatas, las vigas de atado y para la capa de compresión del forjado.

Las principales características se detallan en la Tabla 10.

Tabla 10.- Características de los hormigones HA-25/F/30/XC2 y HL-150/F/30.

	Hormigón armado HA-25/F/30/XC2	Hormigón armado HL-150/F/30
Resistencia a la compresión $f_{ck}$ (N/mm <sup>2</sup> )	25	150
Consistencia	Fluida	Fluida
Tamaño máximo de árido (mm)	30	30
Exposición al ambiente	XC2	-

### 3. Acciones sobre la estructura.

Para poder llevar a cabo el cálculo estructural es necesario tener en cuenta las acciones y cargas que actúan sobre la misma durante la vida útil de la estructura. Dentro de estas acciones se diferencian dos grupos principales: las acciones permanentes y variables.

En las permanentes se encuentran cargas como el peso propio mientras que en las variables se agrupan, entre otras, acciones debidas al viento o la nieve. Todas las que se han tenido en cuenta durante el diseño de la nave han sido las que aparecen indicadas en el CTE DB SE-AE [7], en los apartados 2,3 y 4.

#### 3.1. Acciones permanentes.

Dícese de toda acción que no sufre una variación en su magnitud ni en su posición con el paso del tiempo. En esta categoría se incluyen acciones tales como el peso propio. Para esta estructura se tendrá en cuenta únicamente el peso propio como acción permanente sobre ella misma.

##### 3.1.1. Peso propio.

En esta acción se tiene en cuenta el peso de todos los distintos elementos que conforman la estructura, por ejemplo, las jácenas, pilares, la cubierta, el forjado y los elementos arrastrantes.

El valor final que se calcula como peso propio es el que se obtiene como valor medio de las dimensiones nominales y los pesos específicos medios.

En este caso, el programa calcula el peso total de los distintos elementos teniendo en cuenta los tipos de los perfiles escogidos en el diseño. A este peso se le ha sumado el peso propio estimado para los elementos constructivos, siendo este de 0.15kN/m<sup>2</sup> del cerramiento de la cubierta y 0.15kN/m<sup>2</sup> debido al cerramiento del lateral. El peso total de la cubierta sumará a 0.30kN/m<sup>2</sup> pues se tendrá en cuenta el peso de una posible futura instalación de paneles fotovoltaicos, los cuales tienen un peso estimado de 0.15kN/m<sup>2</sup>.

La Ilustración 32 muestra la pantalla donde se han de definir los valores de los pesos propios de la cubierta y del lateral:

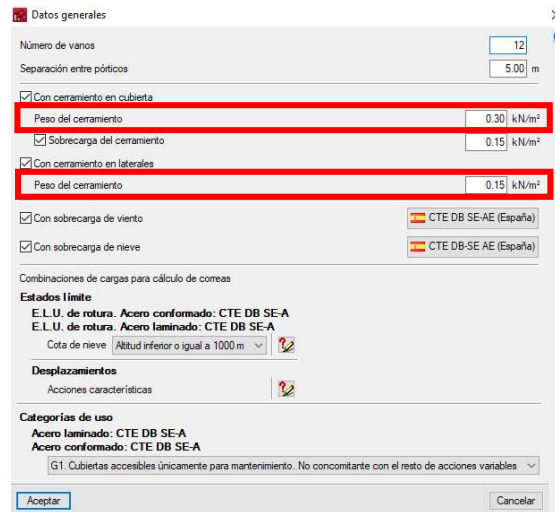


Ilustración 32.- Menú "Datos generales" del Generador de Pórticos.

Por otra parte, el peso del forjado también se define, y este se ha estimado en 3kN/m<sup>2</sup> tal y como se aprecia en la Ilustración 33:

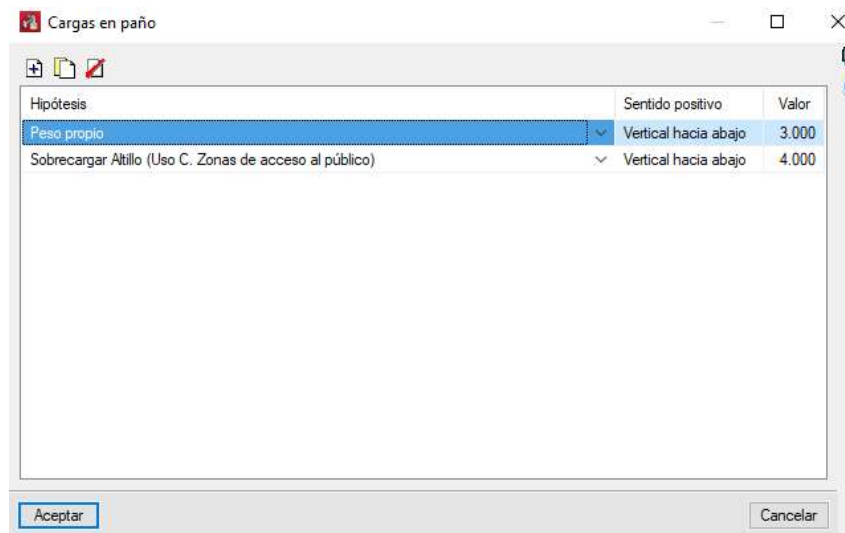


Ilustración 33.- Peso propio del forjado.

### 3.2. Acciones variables.

Las acciones variables son aquellas acciones que, al contrario que las permanentes, pueden actuar, o no, de manera constante con el paso del tiempo. Se tendrán en cuenta las sobrecargas debidas al uso y las debidas a la acción climática, es decir, debidas al viento y a la nieve.

### 3.2.1. Sobrecarga de uso.

Se define como el peso de todo lo que puede gravitar sobre el edificio por razón de uso. Esto puede ser por ocupación o por el mobiliario. A modo de simplificación, los efectos de la sobrecarga de uso se simularán por medio de la aplicación de una carga distribuida uniformemente en la cubierta de las naves y en la planta del forjado.

Atendiendo a la Tabla 3.1 del DB SE-AE [7], la cual se puede ver en la Ilustración 34 se aplicará la categoría de uso G1 a la cubierta de la estructura, pues se trata de una cubierta a la cual no se accederá a menos que sea necesario su mantenimiento y tiene un valor de inclinación menor de 20° (la cubierta de la nave tiene una inclinación de 2. 86°).

Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

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

Ilustración 34.- Valores de las subcategorías de uso (Fuente: CTE DB SE-AE [7]).

En cuanto al uso del forjado, se le aplicará la subcategoría C4, destinada a zonas de gimnasio o actividades físicas.

### 3.2.2. Viento.

El Código Técnico de la Edificación SE-AE [7] define la carga debida al viento como “la distribución y el valor de las presiones que ejerce el viento sobre un edificio y las fuerzas resultantes depende 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 en la realidad tiene todo tipo de direcciones, pero para simplificar los cálculos bastará la consideración en dos direcciones ortogonales cualesquiera. Se asume que es una carga perpendicular a la superficie a la que está expuesta puesto que la mayoría del viento actúa de este modo.

Dicha carga se expresa mediante la siguiente fórmula:

$$q_e = q_b \times C_e(z) \times C_p \quad (1)$$

donde:

- $q_e$ : presión estática (kN/m<sup>2</sup>)
- $q_b$ : Presión dinámica. Ésta depende de dónde esté emplazada la construcción. Se calcula de la siguiente manera:

$$q_b = 0.5 \times \delta \times v_b^2 \quad (2)$$

- $\delta$ : Densidad del aire. Depende de la altitud, de la temperatura del ambiente y de la fracción del agua en suspensión. Por lo general, se adopta un valor de 1.25 kg/m<sup>3</sup>.
- $v_b$ : Velocidad media del viento a lo largo de un periodo de 10 minutos.

Puesto que la velocidad del viento no es constante y depende de factores como la humedad y el relieve de los alrededores, la norma divide la península en tres zonas distintas donde a cada una se le asigna un valor para dicha velocidad.

La Ilustración 35 que se muestra a continuación es un mapa donde se recogen dichas zonas:

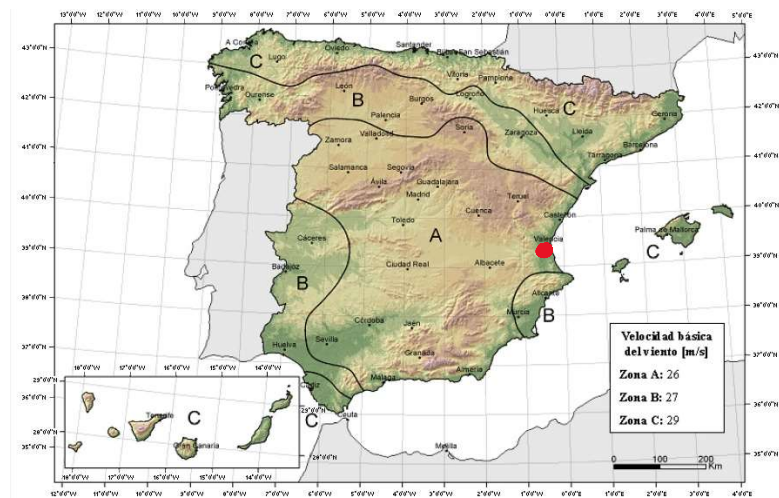


Ilustración 35.- Mapa de las zonas eólicas (Fuente: CTE DB SE-AE [7]).

Puesto que el emplazamiento de la nave se encuentra en la localidad de Catarroja, la cual pertenece a la provincia de Valencia, se le asigna una velocidad media del viento de 26 m/s pues es perteneciente a la zona A. Se ha marcado la zona en la figura con un punto rojo.

Luego con la densidad y la velocidad del viento se calcula una presión dinámica de 0.42 kN/m<sup>2</sup>.

- $C_e(g,z)$ : Coeficiente de exposición. Tiene en cuenta los efectos de las turbulencias originadas por el relieve y topografía del terreno. Depende del grado de aspereza del terreno ( $g$ ) y de la cota del punto a considerar ( $z$ ).
  - Cota del punto considerado: En el caso de las naves industriales, la altura  $z$  para determinar el coeficiente de exposición en los diferentes planos del edificio será la altura de referencia. Para simplificar el cálculo, se empleará la altura de cumbrera. Para este caso,  $z$  tendrá el valor de 8.7 m.
  - El grado de aspereza viene dado por una tabla la cual tabula en función de cómo es el entorno donde se sitúa la nave. En este caso se empleará un grado de aspereza de IV, ya que el edificio se sitúa en una zona industrial.

Tabla 11.- Valores de los parámetros en función del grado de aspereza (Fuente: CTE DB SE-AE [7]).

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

Una vez introducido el grado de aspereza, se sacan los valores de  $k$ ,  $L(m)$  y  $Z(g)$  y con ellos se calcula el valor de  $F$ , el coeficiente de rugosidad:

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

Una vez calculado el coeficiente de rugosidad, se calcula  $C_e$ :

$$C_e = F(g, z) \times [F(g, z) + 7 \times k(g)] \quad (4)$$

- $C_p$ : Es el coeficiente eólico. Cada superficie del edificio sufre el efecto del viento de manera distinta, pues depende de la forma de la estructura, la dirección relativa del viento y la posición de la nave. Para obtener los coeficientes eólicos se recurre a las tablas D.3, D.6 y D.9 del Anejo D del CTE-DB-SE-AE.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, se tienen las siguientes hipótesis consideradas en el modelado:

1.  $V(0^\circ)$  H1: Viento a  $0^\circ$ , presión exterior tipo 1 sin acción en el interior
2.  $V(0^\circ)$  H2: Viento a  $0^\circ$ , presión exterior tipo 2 sin acción en el interior
3.  $V(90^\circ)$  H1: Viento a  $90^\circ$ , presión exterior tipo 1 sin acción en el interior
4.  $V(180^\circ)$  H1: Viento a  $180^\circ$ , presión exterior tipo 1 sin acción en el interior
5.  $V(180^\circ)$  H2: Viento a  $180^\circ$ , presión exterior tipo 2 sin acción en el interior
6.  $V(270^\circ)$  H1: Viento a  $270^\circ$ , presión exterior tipo 1 sin acción en el interior

3.2.3. Nieve.

La distribución e intensidad de la carga de la nieve sobre el edificio depende del clima del lugar donde esté emplazado, la precipitación y su tipo, la forma de la cubierta y el efecto del viento.

La carga causada por la nieve,  $q_n$ , viene dada por la siguiente expresión:

$$q_n = \mu(\alpha) \times s_k(H, ZC) \quad (5)$$

siendo:

- $\mu(\alpha)$ : el coeficiente de forma de la cubierta. A su vez, depende de la inclinación de la cubierta. Si la inclinación  $\alpha < 30^\circ$ ,  $\mu = 1$  y la nieve no puede deslizar. Si  $\alpha > 60^\circ$ ,  $\mu = 0$  y toda la nieve desliza. En casos intermedios se debe interpolar linealmente.
- $s_k$ : el valor característico de la carga de nieve. Depende principalmente de la altitud topográfica y de la zona climática. Al igual que con las zonas del viento vistas anteriormente, el territorio español está dividido en zonas climáticas invernales tal y como se ve en la Ilustración 36:



Ilustración 36.- Mapa de las zonas climáticas invernales (Fuente: CTE DB SE-AE [7]).

Puesto que la nave está localizada en la provincia de Valencia, se le asigna la zona climática 5. Se ha marcado la zona en la figura con un punto rojo.

Una vez conocida la zona climática y la altitud topográfica, en este caso 13m, se sustituyen los siguientes datos en la Tabla E.2 del CTE SE-AE [7]:

Tabla 12.- Valores de la sobrecarga de la nieve en un terreno horizontal (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
2.200	-	8,0	-	-	-	-	-

### 3.2.4. Acciones térmicas.

Los edificios y sus elementos (principalmente los elementos metálicos) se ven sometidos a deformaciones y cambios en su geometría debido a variaciones de temperatura del ambiente. En este caso no se tendrán en cuenta estas acciones explícitamente pues el edificio cuenta con juntas de dilatación, luego no existen elementos continuos de más de 40m de longitud. Estas juntas se materializan a través de las juntas con agujeros colisos detalladas en la memoria y los planos, las cuales permiten las dilataciones y contracciones libres de la estructura.

### 3.3. Bases de cálculo.

Existen una serie de requisitos y exigencias básicas para garantizar una seguridad estructural correcta. Estas vienen estipuladas en el CTE DB-SE [8], y son dos:

1. Exigencia básica SE 1 – Resistencia y Estabilidad: *“La resistencia y la estabilidad serán las adecuadas para que no se generen riesgos indebidos, de forma que se mantenga la resistencia y la estabilidad frente a las acciones e influencias previsibles durante las fases de construcción y usos previstos de los edificios, y que un evento extraordinario no produzca consecuencias desproporcionadas respecto a la causa original y se facilite el mantenimiento previsto.”*

Se define que hay resistencia de la estructura portante cuando un elemento estructural, sección, punto o unión entre elementos si en cualquier situación de dimensionado se cumple que el valor del efecto de las acciones ( $E_d$ ) es menor o igual que el valor del cálculo de la resistencia ( $R_d$ ) que le corresponde.

$$E_d \leq R_d \tag{6}$$

Se define que hay estabilidad del conjunto del edificio si para todas las situaciones dimensionadas se cumple que el valor de cálculo del efecto de las acciones desestabilizadoras ( $E_{d,dst}$ ) es menor o igual al valor de cálculo del efecto de las acciones estabilizadora ( $E_{d,stab}$ ).

$$E_{d,dst} \leq E_{d,stab} \quad (7)$$

2. Exigencia básica SE 2 – Aptitud al servicio: *“La aptitud al servicio será conforme con el uso previsto del edificio, de forma que no se produzcan deformaciones inadmisibles, se limite a un nivel aceptable la probabilidad de un comportamiento dinámico inadmisibles y no se produzcan degradaciones o anomalías inadmisibles.”*

### 3.4. Estados límite.

Esta metodología permite llevar a cabo la comprobación de que, durante una situación concreta en el tiempo, se lleguen a cumplir los requisitos estructurales en el edificio. Se distinguen dos tipos de Estados Límite:

1. Estado Límite Último (E.L.U): La superación de estos Estados Límite supone un riesgo para los humanos pues puede desembocar en un colapso parcial o total del mismo.
2. Estado Límite de Servicio (E.L.S): La superación de estos Estados Límite supone un riesgo al confort y bienestar de las personas, al adecuado funcionamiento del edificio y a su apariencia.

### 3.5. Combinación de acciones.

Para llevar a cabo la verificación de los Estados Límite mencionados anteriormente, es necesario utilizar una serie de coeficientes parciales los cuales determinarán el efecto de acciones combinadas ante una comprobación determinada. Se definen las siguientes combinaciones:

- E.L.U – Capacidad portante.  
El valor de cálculo de los efectos de las acciones  $E_d$  en una situación persistente (condiciones normales de uso) o transitoria (condiciones aplicables durante un tiempo limitado excluyendo las acciones accidentales) se determina mediante combinaciones de acciones a partir de la fórmula:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \times G_{k,j} + \gamma_P \times P + \gamma_{Q,1} \times Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \times \psi_{0,i} \times Q_{k,i} \quad (8)$$

donde se considera las acciones simultáneas de:

- Las acciones permanentes ( $\gamma_G \times G_k$ ), donde se incluye el pretensado ( $\gamma_G \times P$ )
- Una acción variable cualquiera ( $\gamma_Q \times Q_k$ ) que se tomará como la principal
- El sumatorio del resto de acciones variables ( $\gamma_G \times \Psi_0 \times G_k$ ) llamadas concomitantes, multiplicadas por el valor de combinación.

Los valores del coeficiente parcial de seguridad,  $\gamma$ , se encuentran tabulados dependiendo de si el efecto que conllevan es favorable o desfavorable en la Tabla 13:

Tabla 13.- Coeficientes parciales de seguridad para las acciones (Fuente. CTE DB SE [8]).

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

<sup>(1)</sup> Los coeficientes correspondientes a la verificación de la resistencia del terreno se establecen en el DB-SE-C

Por otra parte, los coeficientes de simultaneidad,  $\Psi$ , se encuentran tabulados en la Tabla 14:

Tabla 14.- Coeficientes de simultaneidad (Fuente: CTE DB SE [8]).

	$\Psi_0$	$\Psi_1$	$\Psi_2$
Sobrecarga superficial de uso (Categorías según DB-SE-AE)			
• Zonas residenciales (Categoría A)	0,7	0,5	0,3
• Zonas administrativas (Categoría B)	0,7	0,5	0,3
• Zonas destinadas al público (Categoría C)	0,7	0,7	0,6
• Zonas comerciales (Categoría D)	0,7	0,7	0,6
• Zonas de tráfico y de aparcamiento de vehículos ligeros con un peso total inferior a 30 kN (Categoría E)	0,7	0,7	0,6
• Cubiertas transitables (Categoría F)		<sup>(1)</sup>	
• Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento (Categoría G)	0	0	0
Nieve			
• para altitudes > 1000 m	0,7	0,5	0,2
• para altitudes ≤ 1000 m	0,5	0,2	0
Viento	0,6	0,5	0
Temperatura	0,6	0,5	0
Acciones variables del terreno	0,7	0,7	0,7

<sup>(1)</sup> En las cubiertas transitables, se adoptarán los valores correspondientes al uso desde el que se accede.

- E.L.S. – Aptitud al servicio.  
Se definen las tres combinaciones características para este Estado Límite:

- Acciones de corta duración de efecto irreversible

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} * Q_{k,i} \quad (9)$$

- Acciones de corta duración de efecto reversible

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \psi_{1,1} * Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} * Q_{k,i} \quad (10)$$

- Acciones de larga duración- casi permanentes

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} * Q_{k,i} \quad (11)$$

#### 4. Cálculo de la nave.

En los siguientes subcapítulos se detallan todas las consideraciones y cálculos previos que fueron necesarios para definir el modelo de cálculo, incluido el predimensionado de la estructura metálica. Esto también incluye la determinación de los coeficientes de pandeo, las esbelteces límites de los perfiles y los límites de flecha.

##### 4.1. Dimensionamiento previo de la nave.

Los perfiles de las barras se elegirán en función del radio de giro mínimo necesario según la esbeltez reducida máxima que marca la norma. El radio de giro mínimo se obtiene por medio de la expresión:

$$l_k = \beta \times l \rightarrow i \geq \frac{l_k}{\bar{\lambda} * \lambda_{lim}} \quad (12)$$

siendo:

- $l_k$ : longitud de pandeo.
- $\beta$ : coeficiente de pandeo, el cual depende de las condiciones de contorno de los extremos de la barra.
- $l$ : longitud de la barra.
- $i$ : radio de giro de la barra.
- $\bar{\lambda}$ : esbeltez reducida de la barra.
- $\lambda_{lim}$ : esbeltez límite de la barra.

Dependiendo del tipo de barra, la esbeltez reducida máxima de dicha barra varía. Los valores para las esbelteces reducidas máximas se pueden ver en la tabla siguiente:

Tabla 15.- Valores de las esbelteces reducidas máximas.

Barra	$\bar{\lambda}_{max}$ :
Pilar	<2 en pórtico interior (en plano XZ y XY); <2 en fachada (en plano XZ y XY)
Jácena	<2 en pórtico interior (en plano XZ y XY); <2 en fachada (en plano XZ y XY)
Montante (CSA)	<2
Diagonal (CSA)	<3
Viga perimetral	<4

La esbeltez límite se puede considerar constante pues es únicamente dependiente del tipo de material que se emplee para la barra, y se calcula mediante la expresión:

$$\lambda_{lim} = \sqrt{\frac{\pi^2 \times E}{f_y}} \quad (13)$$



siendo:

- $f_y$  : el límite elástico en MPa.
- $E$  : módulo de elasticidad en MPa.

Puesto que todas las barras empleadas en la estructura principal son de acero S275JR, se tiene un límite elástico de 275 MPa y un módulo de elasticidad de 210000 MPa, que, al sustituir en la expresión anterior, dan un valor constante para la esbeltez límite de 86.814.

#### 4.2. Coeficientes de pandeo.

Por otra parte, como ya se ha mencionado, el coeficiente de pandeo  $\beta$  depende: de las condiciones de contorno de la barra, es decir, de cómo estén conectados los extremos de la misma a las barras adyacentes; y del grado de traslacionalidad de la estructura (GT).

Las condiciones de contorno se expresan mediante dos parámetros llamados  $\eta_1$  y  $\eta_2$ , que son los coeficientes de distribución de los extremos 1 y 2 de la barra respectivamente. Si la barra en cuestión tiene la capacidad de girar en un extremo, el valor de  $\eta$  en dicho extremo tendrá un valor de 1. Si no puede girar, dicho de otra manera, si está empotrado, el valor de  $\eta$  en ese extremo será de 0. Existe un tercer parámetro que define la beta de pandeo, siendo este el grado de traslacionalidad (GT).

Existen cinco casos canónicos para los coeficientes de pandeo:






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

Ilustración 37.- Casos canónicos de disposición de una barra (Fuente: DB SE-A [9]).

Como no todas las barras de la nave se corresponden con alguno de los casos canónicos, es necesario realizar un cálculo aparte para poder determinar el estado de los extremos para así determinar tanto  $\eta_1$  y  $\eta_2$ . Se utiliza el método general de cálculo de pilares en edificios, el cual está descrito en el DB SE-A [9] apartado 6.3.2.5.

Las barras para las cuales se ha tenido que aplicar el método general que se detalla más adelante son:

- Pilares en los extremos del edificio
- Pilares compartidos por ambas naves
- Pilares interiores en pórticos de fachada



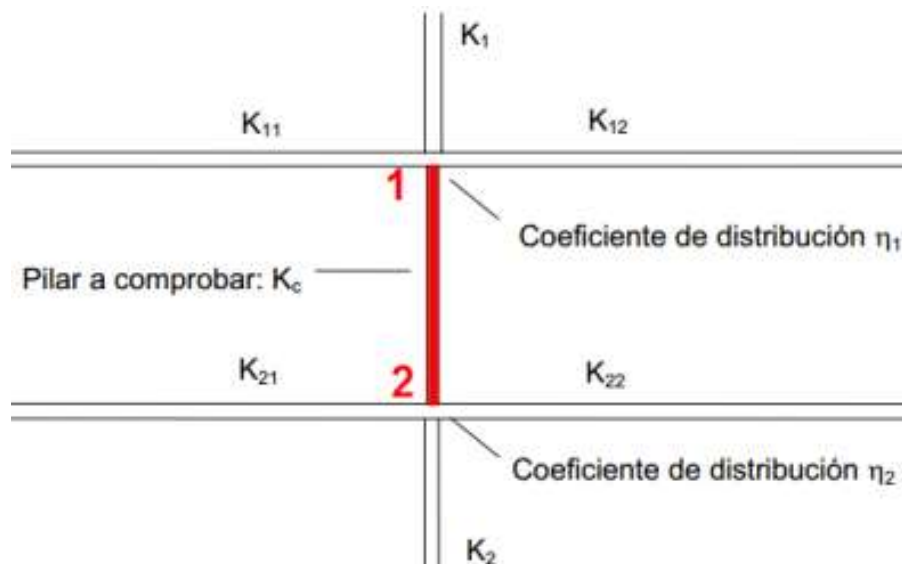


Ilustración 38.- Coeficientes de distribución (Fuente: CTE DB SE-A [9]).

Se aprecia de la Ilustración 38 que las condiciones de movimiento en los extremos dependen de las barras a los que están unidos. Los parámetros K representan los coeficientes de rigidez de las barras. Si la barra no está unida a nada, el valor correspondiente de rigidez es nulo.

Para poder utilizar este método de cálculo es necesario saber si el modo de pandeo a considerar es traslacional o intraslacional. Es necesario saber esto pues el coeficiente de rigidez es dependiente de esto.

**Tabla 6.5 Coeficiente de rigidez eficaz para una viga en comportamiento elástico**

Condiciones de coacción al giro en la viga en el extremo contrario al considerado.	Coeficiente de rigidez eficaz K de la viga	
	sin compresión relevante	con compresión <sup>(1)</sup>
empotrado	1,0 EI/L	1,0 EI/L (1-0,4 N/N <sub>cn</sub> )
articulado	0,75 EI/L	0,75 EI/L (1 - 1,0 N/N <sub>cn</sub> )
giro igual y de igual signo	1,5 EI/L	1,5 EI/L (1-0,2 N/N <sub>cn</sub> )
giro igual y de signo opuesto	0,5 EI/L	0,5 EI/L (1-1,0 N/N <sub>cn</sub> )
giro θ <sub>a</sub> en el nudo considerado y giro θ <sub>b</sub> en el otro	(1 + 0,5 θ <sub>b</sub> / θ <sub>a</sub> ) EI/L	

<sup>(1)</sup> N<sub>cn</sub> se refiere al valor crítico a compresión de la viga considerada. El caso general (-) no está contemplado

Ilustración 39.- Tablade coeficientes de rigidez (Fuente: CTE DBSE-A [9]).

En la Ilustración 39, el valor subrayado en rojo es el valor para modos de pandeo traslacionales y el valor subrayado en azul es el valor para modos de pandeo intraslacionales.

En este caso, es más desfavorable considerar el modo de pandeo traslacional (GT = 1). Una vez conocido este dato, se procede a calcular los coeficientes de distribución con las siguientes expresiones:

$$\eta_1 = \frac{K_c + K_1}{K_c + K_1 + K_{11} + K_{12}} \quad (14)$$

$$\eta_2 = \frac{K_c + K_2}{K_c + K_2 + K_{21} + K_{22}} \quad (15)$$

Ahora, solo falta sustituir en la expresión de cálculo de la beta de pandeo para estructuras traslacionales:

$$\beta = \sqrt{\frac{1 - 0,2 * (\eta_1 + \eta_2) - 0,12 * \eta_1 * \eta_2}{1 - 0,8 * (\eta_1 + \eta_2) + 0,6 * \eta_1 * \eta_2}} \geq 1 \quad (16)$$

Con esta última incógnita resuelta, se terminan todos los calculo previos para poder dimensionar todas las barras que van a ser elegidas en Cype 3D.

#### 4.3. Límites de flecha.

A continuación, en la Tabla 16 se muestran los límites de flecha según el tipo de barra que compone la estructura metálica:

*Tabla 16.- Tabla resumen de los límites de flecha.*

Barra	Flecha máxima relativa xy	Flecha máxima relativa xz	Flecha activa relativa xy	Flecha activa relativa xz
Pilar fachada	L/300	L/300	L/300	L/300
Pilar lateral	L/300	L/250	L/300	L/250
Jácena fachada	L/300	L/300	L/300	L/300
Jácena interior	L/300	L/300	L/300	L/300
Montantes	L/300	L/300	L/300	L/300
CSA	L/300	L/300	L/300	L/300
Forjado	-	L/400	-	L/400
Pilares forjado	L/300	L/250	L/300	L/250

## 5. Comprobaciones y mediciones.

### 5.1. Correas de cubierta.

Para las correas de cubierta se ha elegido un perfil CF-160x2.0 de acero S235JR. La separación entre ellas es de 1.91 metros con una flecha límite de L/300 y tres vanos. El tipo de fijación es rígida.

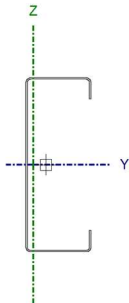
Se va a tener en cuenta la anotación que se detalla a continuación para todos los cálculos que se desarrollarán en los subcapítulos siguientes:

**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

5.1.1. Comprobación de resistencia.

Comprobación de resistencia
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. Aprovechamiento: 91.06 %

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)
	0.954, 5.000, 8.048	0.954, 0.000, 8.048	5.000	6.12	239.67	30.47	0.08	-11.38	0.00
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme (3) Coordenadas del centro de gravedad									
	Pandeo			Pandeo lateral					
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.					
$\beta$	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: $\beta$ : Coeficiente de pandeo L <sub>k</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico									

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 = 91.1	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0 m η = 20.4	N.P. <sup>(7)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	N.P. <sup>(10)</sup>	<b>CUMPLE</b> η = 91.1
<p>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</p> <p><sup>(1)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.</p> <p><sup>(2)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.</p> <p><sup>(3)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.</p> <p><sup>(4)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.</p> <p><sup>(5)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay flexión biaxial para ninguna combinación.</p> <p><sup>(6)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.</p> <p><sup>(7)</sup> No hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p><sup>(8)</sup> No hay interacción entre axil de compresión y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p><sup>(9)</sup> No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p><sup>(10)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.</p>														

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

Se debe satisfacer:

$$h/t \leq 250$$

$$h / t : \underline{75.5} \quad \checkmark$$

$$b/t \leq 90$$

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

$$c/t \leq 30$$

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

Los rigidizadores proporcionan suficiente rigidez, ya que se cumple:

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

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

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.

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

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

**Resistencia a tracción** (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.2)

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

**Resistencia a compresión** (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.3)

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

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

Se debe satisfacer:

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

$\eta : 0.911$  ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.954, 5.000, 8.048, para la combinación de acciones 0.80\*G1 + 0.80\*G2 + 1.50\*V(0°) H1.

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

**M<sub>y,Ed</sub><sup>+</sup>** : 6.05 kN·m

Para flexión negativa:

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

**M<sub>y,Ed</sub><sup>-</sup>** : 0.00 kN·m

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

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

**M<sub>c,Rd</sub>** : 6.64 kN·m

Donde:

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

**W<sub>eff</sub>** : 29.67 cm<sup>3</sup>

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

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

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

**γ<sub>M0</sub>** : 1.05

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

La comprobación a pandeo lateral no procede, ya que 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 flexión. Eje Z** (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.4.1)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

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

La comprobación no procede, ya que no hay flexión biaxial para ninguna combinación.

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

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

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

Se debe satisfacer:

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

$\eta$  : 0.204 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.954, 5.000, 8.048, para la combinación de acciones 0.80\*G1 + 0.80\*G2 + 1.50\*V(0°) H1.

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

**V<sub>Ed</sub>** : 7.59 kN

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

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

**V<sub>b,Rd</sub>** : 37.13 kN

Donde:

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

**h<sub>w</sub>** : 155.95 mm

**t**: Espesor.

**t** : 2.00 mm

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

**φ** : 90.0 grados

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

$$0.83 < \bar{\lambda}_w < 1.40 \rightarrow f_{bv} = 0.48 \cdot f_{yb} / \bar{\lambda}_w$$

**f<sub>bv</sub>** : 124.98 MPa

Siendo:

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

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

**λ<sub>w</sub>** : 0.90

Donde:

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

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

**E**: Módulo de elasticidad.

**E** : 210000.00 MPa

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

**γ<sub>M0</sub>** : 1.05

**Resistencia a tracción y flexión** (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículos 6.1.8 y 6.3)

No hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

**Resistencia a compresión y flexión** (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículos 6.1.9 y 6.2.5)

No hay interacción entre axil de compresión y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

**Resistencia a cortante, axil y flexión** (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.10)

No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

**Resistencia a torsión combinada con axil, flexión y cortante** (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

5.1.2. Comprobación de la flecha.

Comprobación de flecha
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. Porcentajes de aprovechamiento: - Flecha: 90.58 %


El aprovechamiento pésimo se produce para la combinación de hipótesis 1.00\*G1 + 1.00\*G2 + 1.00\*Q + 1.00\*N(EI) + 1.00\*V (90°) H1 a una distancia 2.500 m del origen en el tercer vano de la correa.

5.2. Correas laterales.

El tipo de perfil es el mismo que para las correas de cubierta. La separación de estas es de 1.1 metros con un vano. La flecha límite también es de 1/300 y el tipo de fijación también es rígida.

5.2.1. Comprobación de resistencia.

Comprobación de resistencia
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. Aprovechamiento: 62.42 %

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)
	0.000, 5.000, 0.550	0.000, 0.000, 0.550	5.000	6.12	239.67	30.47	0.08	-11.38	0.00
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme (3) Coordenadas del centro de gravedad									
	Pandeo			Pandeo lateral					
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.					
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									

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 lateral	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx.</sub> Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	x: 2.5 m η = 62.4	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	x: 5 m η = 9.2	N.P. <sup>(7)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	N.P. <sup>(10)</sup>	<b>CUMPLE</b> η = 62.4	
<p>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</p> <p><sup>(1)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.</p> <p><sup>(2)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.</p> <p><sup>(3)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.</p> <p><sup>(4)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.</p> <p><sup>(5)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay flexión biaxial para ninguna combinación.</p> <p><sup>(6)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.</p> <p><sup>(7)</sup> No hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p><sup>(8)</sup> No hay interacción entre axil de compresión y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p><sup>(9)</sup> No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p><sup>(10)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.</p>															

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

Se debe satisfacer:

$h/t \leq 250$

$h / t : \underline{75.5} \checkmark$

$b/t \leq 90$

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

$c/t \leq 30$

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

Los rigidizadores proporcionan suficiente rigidez, ya que se cumple:

$0.2 \leq c/b \leq 0.6$

$c / b : \underline{0.304}$

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.

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

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

**Resistencia a tracción** (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.2)

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

**Resistencia a compresión** (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.3)

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



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

Se debe satisfacer:

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

$\eta$  : 0.624 ✓

Para flexión positiva:

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

$M_{y,Ed}^+$  : 0.00 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.500 m del nudo 0.000, 5.000, 0.550, para la combinación de acciones 0.80\*G1 + 0.80\*G2 + 1.50\*V(270°) H2.

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

$M_{y,Ed}^-$  : 4.14 kN·m

La resistencia de cálculo a flexión  $M_{c,Rd}$  viene dada por:

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

$M_{c,Rd}$  : 6.64 kN·m

Donde:

$W_{eff}$ : Módulo resistente eficaz correspondiente a la fibra de mayor tensión.

$W_{eff}$  : 29.67 cm<sup>3</sup>

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

$f_{yb}$  : 235.00 MPa

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

$\gamma_{M0}$  : 1.05

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

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

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

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

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

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

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

La comprobación no procede, ya que no hay flexión biaxial para ninguna combinación.

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

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

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

Se debe satisfacer:

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

$\eta$  : 0.092 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.000, 0.000, 0.550, para la combinación de acciones 0.80\*G1 + 0.80\*G2 + 1.50\*V(270°) H2.

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

**V<sub>Ed</sub>** : 3.42 kN

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

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

**V<sub>b,Rd</sub>** : 37.13 kN

Donde:

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

**h<sub>w</sub>** : 155.95 mm

**t**: Espesor.

**t** : 2.00 mm

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

**φ** : 90.0 grados

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

$$0.83 < \bar{\lambda}_w < 1.40 \rightarrow f_{bv} = 0.48 \cdot f_{yb} / \bar{\lambda}_w$$

**f<sub>bv</sub>** : 124.98 MPa

Siendo:

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

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

**λ<sub>w</sub>** : 0.90

Donde:

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

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

**E**: Módulo de elasticidad.

**E** : 210000.00 MPa

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

**γ<sub>M0</sub>** : 1.05

**Resistencia a tracción y flexión** (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículos 6.1.8 y 6.3)

No hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

**Resistencia a compresión y flexión** (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículos 6.1.9 y 6.2.5)

No hay interacción entre axil de compresión y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

**Resistencia a cortante, axil y flexión** (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.10)

No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

**Resistencia a torsión combinada con axil, flexión y cortante** (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

### 5.2.2. Comprobación de flecha.

Comprobación de flecha
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.
Porcentajes de aprovechamiento:
- Flecha: 85.08 %

El aprovechamiento pésimo se produce para la combinación de hipótesis 1.00\*G1 + 1.00\*G2 + 1.00\*V (270°) H2 a una distancia 2.500 m del origen en el primer vano de la correa.

### 5.3. Pórtico de fachada.

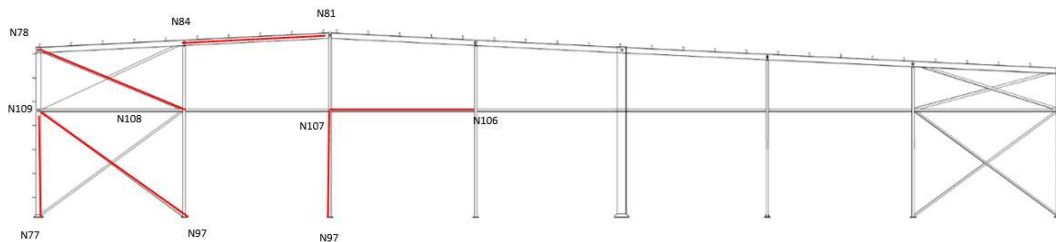


Ilustración 40.- Pórtico de fachada.

#### 5.3.1. Flechas.

De ahora en adelante se aplicarán las siguientes referencias en todos los cálculos:

- Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor pésimo de la flecha.
- L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima 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)
N77/N78	2.560	9.39	2.880	0.80	2.560	15.31	2.880	1.28
	2.560	L/553.5	2.880	L/(>1000)	2.560	L/553.5	2.880	L/(>1000)

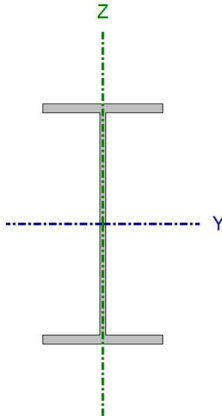
Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N78/N81	3.855	0.94	3.154	3.03	4.205	1.72	3.154	4.55
	3.855	L/(>1000)	3.154	L/(>1000)	3.855	L/(>1000)	3.154	L/(>1000)
N98/N81	3.840	0.10	5.120	14.45	3.840	0.19	5.120	28.56
	3.840	L/(>1000)	5.120	L/602.0	3.840	L/(>1000)	5.120	L/602.0
N107/N106	2.188	0.00	3.500	5.30	2.188	0.00	3.500	5.30
	-	L/(>1000)	3.500	L/(>1000)	-	L/(>1000)	3.500	L/(>1000)
N97/N109	7.589	0.00	5.962	0.00	8.131	0.00	7.589	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N108/N78	3.785	11.44	3.785	19.43	3.785	11.43	3.785	19.41
	3.785	L/661.7	3.785	L/389.6	3.785	L/662.4	3.785	L/390.0

5.3.2. Comprobaciones E.L.U (Resumen).

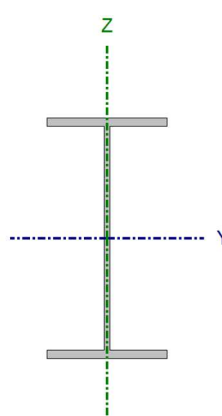
Barras	COMPROBACIONES (CÓDIGO ESTRUCTURAL)														Estado
	$\lambda_w$	$N_t$	$N_c$	$M_y$	$M_z$	$V_z$	$V_y$	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	$M_t$	$M_t V_z$	$M_t V_y$	
N77/N109	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 5.12 m $\eta = 2.7$	x: 0 m $\eta = 30.2$	x: 0 m $\eta = 8.1$	x: 0 m $\eta = 50.6$	x: 0 m $\eta = 3.0$	x: 0 m $\eta = 2.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 83.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 3.0$	x: 0 m $\eta = 2.9$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 83.3$
N84/N81	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 7.009 m $\eta = 2.7$	x: 0 m $\eta = 3.8$	x: 0 m $\eta = 10.7$	x: 0 m $\eta = 1.7$	x: 0 m $\eta = 3.0$	x: 0 m $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 12.8$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta = 3.0$	x: 0 m $\eta = 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 12.8$
N98/N107	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 5.12 m $\eta = 1.0$	x: 0 m $\eta = 13.5$	x: 0 m $\eta = 57.5$	x: 0 m $\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 10.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 53.3$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 57.5$
N107/N106	x: 0.438 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 2.9$	$\eta = 0.9$	x: 3.5 m $\eta = 5.7$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.5$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0.438 m $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(6)</sup>	x: 3.5 m $\eta = 8.6$	x: 0.438 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 8.6$

Barras	COMPROBACIONES (CÓDIGO ESTRUCTURAL)													Estado
	$N_t$	$N_c$	$M_y$	$M_z$	$V_z$	$V_y$	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	$M_t$	$M_t V_z$	$M_t V_y$	
N97/N109	$\eta = 5.3$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(7)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 5.3$
N108/N78	x: 7.569 m $\eta = 5.2$	x: 0 m $\eta = 3.7$	x: 3.785 m $\eta = 23.7$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.5$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0.473 m $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(6)</sup>	x: 3.785 m $\eta = 27.3$	x: 0.473 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 27.3$

Barra N77/N109

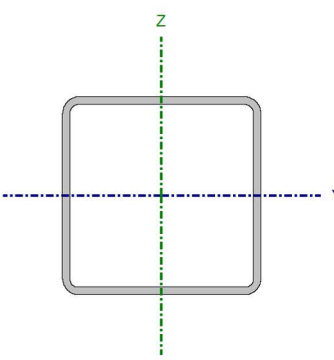
Perfil: IPE 240							
Material: Acero (S275 (UNE-EN 10025-2))							
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )
	N77	N109	5.120	39.10	3892.00	284.00	12.95
	Notas: <sup>(1)</sup> Inercia respecto al eje indicado <sup>(2)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme						
		Pandeo		Pandeo lateral			
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
	β	0.70	0.70	0.00	0.00		
	L <sub>k</sub>	3.584	3.584	0.000	0.000		
	C <sub>m</sub>	1.000	1.000	1.000	1.000		
	C <sub>1</sub>	-		1.000			
Notación: β: Coeficiente de pandeo L <sub>k</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico							

Barra N84/N81

Perfil: IPE 270							
Material: Acero (S275 (UNE-EN 10025-2))							
	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> )
	N84	N81	7.009	45.90	5790.00	420.00	15.90
	Notas: <sup>(1)</sup> Inercia respecto al eje indicado <sup>(2)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme						
		Pandeo		Pandeo lateral			
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
	β	0.27	1.00	0.00	0.00		
	L <sub>k</sub>	1.914	7.009	0.000	0.000		
	C <sub>m</sub>	1.000	0.500	1.000	1.000		
	C <sub>1</sub>	-		1.000			
Notación: β: Coeficiente de pandeo L <sub>k</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico							

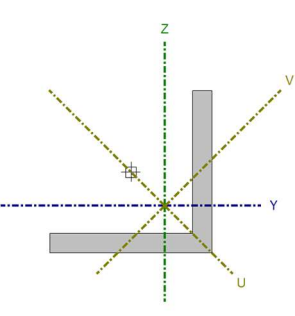
Barra N107/N106

Perfil: SHS 120x5.0						
Material: Acero (S275 (UNE-EN 10025-2))						
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> )
N107	N106	7.000	22.34	484.16	484.16	778.02
Notas: <sup>(1)</sup> Inercia respecto al eje indicado <sup>(2)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme						
	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
β	1.00	1.00	0.00	0.00		
L <sub>k</sub>	7.000	7.000	0.000	0.000		
C <sub>m</sub>	1.000	1.000	1.000	1.000		
C <sub>1</sub>	-		1.000			
Notación: β: Coeficiente de pandeo L <sub>k</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico						



Barra N97/N109

Perfil: L 90 x 90 x 11										
Material: Acero (S275 (UNE-EN 10025-2))										
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas							
Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>yz</sub> <sup>(4)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	y <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	z <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	α <sup>(5)</sup> (grados)
N97	N109	8.673	18.70	137.60	137.60	80.66	7.50	18.80	-18.80	-45.0
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 <sup>(4)</sup> Producto de inercia <sup>(5)</sup> Es el ángulo que forma el eje principal de inercia U respecto al eje Y, positivo en sentido antihorario.										
	Pandeo		Pandeo lateral							
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.						
β	0.00	0.00	0.00	0.00						
L <sub>k</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000						
C <sub>m</sub>	1.000	1.000	1.000	1.000						
C <sub>1</sub>	-		1.000							
Notación: β: Coeficiente de pandeo L <sub>k</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico										



Barra N108/N78

Perfil: L108/N78 110 x 110 x 7										
Material: Acero (S275 (UNE-EN 10025-2))										
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas							
Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>yz</sub> <sup>(4)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	y <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	z <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	α <sup>(5)</sup> (grados)
N108	N78	7.569	15.10	172.70	172.70	101.76	2.44	25.60	-25.60	-45.0
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 <sup>(4)</sup> Producto de inercia <sup>(5)</sup> Es el ángulo que forma el eje principal de inercia U respecto al eje Y, positivo en sentido antihorario.										
		Pandeo				Pandeo lateral				
		Plano XY		Plano XZ		Ala sup.		Ala inf.		
β		0.00		0.00		0.00		0.00		
L <sub>k</sub>		0.000		0.000		0.000		0.000		
C <sub>m</sub>		1.000		1.000		1.000		1.000		
C <sub>1</sub>		-				1.000				
Notación: β: Coeficiente de pandeo L <sub>k</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico										

5.4. Pórtico interior.

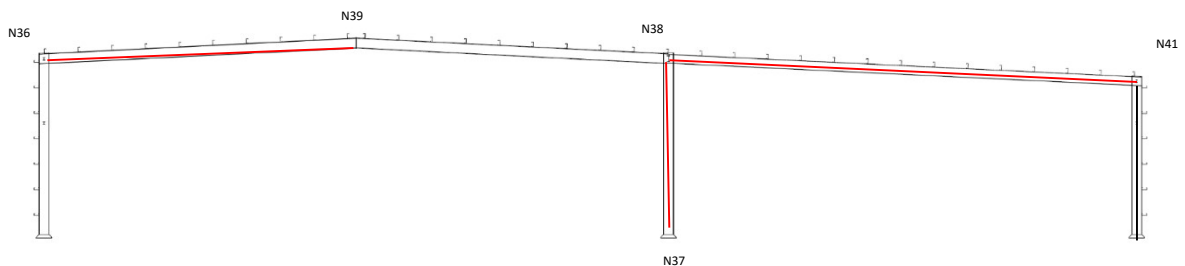


Ilustración 41.- Pórtico interior.

5.4.1. Flechas.

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)	
N37/N38	3.500	0.66	6.000	2.82	3.500	1.08	6.500	4.31	
	3.500	L/(>1000)	6.000	L/(>1000)	3.500	L/(>1000)	6.000	L/(>1000)	
N36/N39	8.410	0.06	9.111	11.37	8.410	0.10	9.111	19.09	
	8.410	L/(>1000)	9.111	L/(>1000)	8.410	L/(>1000)	9.111	L/(>1000)	
N41/N38	12.614	0.38	9.461	25.11	12.614	0.63	9.461	43.41	
	12.614	L/(>1000)	9.461	L/794.5	12.614	L/(>1000)	9.461	L/795.3	

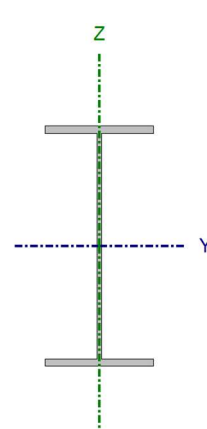
5.4.2. Comprobaciones E.L.U. (Resumen).

Barras	COMPROBACIONES (CÓDIGO ESTRUCTURAL)														Estado
	$\lambda_w$	$N_t$	$N_c$	$M_y$	$M_z$	$V_z$	$V_y$	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	$M_t$	$M_y V_z$	$M_z V_y$	
N37/N38	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 17.9$	x: 8 m $\eta = 32.2$	x: 0 m $\eta = 1.3$	$\eta = 3.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 8 m $\eta = 34.8$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 34.8$
N36/N39	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 14.017 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 7.9$	x: 0 m $\eta = 63.9$	x: 14.017 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 9.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 63.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 9.3$	$\eta < 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 63.9$
N41/N38	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 21.024 m $\eta = 0.4$	x: 0 m $\eta = 1.5$	x: 21.024 m $\eta = 67.9$	x: 21.024 m $\eta = 0.1$	x: 21.024 m $\eta = 9.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 21.024 m $\eta = 46.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 21.024 m $\eta = 6.2$	$\eta < 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 67.9$

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

Barra N41/N38

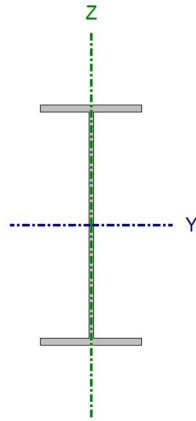
Perfil: IPE 400 Material: Acero (S275 (UNE-EN 10025-2))						
Nudos	Longitud		Características mecánicas			
	Inicial	Final	(m)	Área (cm <sup>2</sup> )	$I_y^{(1)}$ (cm <sup>4</sup> )	$I_z^{(1)}$ (cm <sup>4</sup> )
N41	N38	21.024	84.50	23130.00	1318.00	51.28
Notas: <sup>(1)</sup> Inercia respecto al eje indicado <sup>(2)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme						
	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
$\beta$	0.09	1.00	0.00	0.00		
$L_K$	1.914	21.000	0.000	0.000		
$C_m$	1.000	0.650	1.000	1.000		
$C_1$	-		1.000			
Notación: $\beta$ : Coeficiente de pandeo $L_K$ : Longitud de pandeo (m) $C_m$ : Coeficiente de momentos $C_1$ : Factor de modificación para el momento crítico						





Barra N37/38

Perfil: IPE 450						
Material: Acero (S275 (UNE-EN 10025-2))						
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> )
N37	N38	8.000	98.80	33740.00	1676.00	66.75
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme						
	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
β	0.70	1.22	0.00	0.00		
L <sub>k</sub>	5.600	9.798	0.000	0.000		
C <sub>m</sub>	1.000	0.900	1.000	1.000		
C <sub>1</sub>	-		1.000			
Notación: β: Coeficiente de pandeo L <sub>k</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico						



5.5. Arriostramiento en la cubierta.

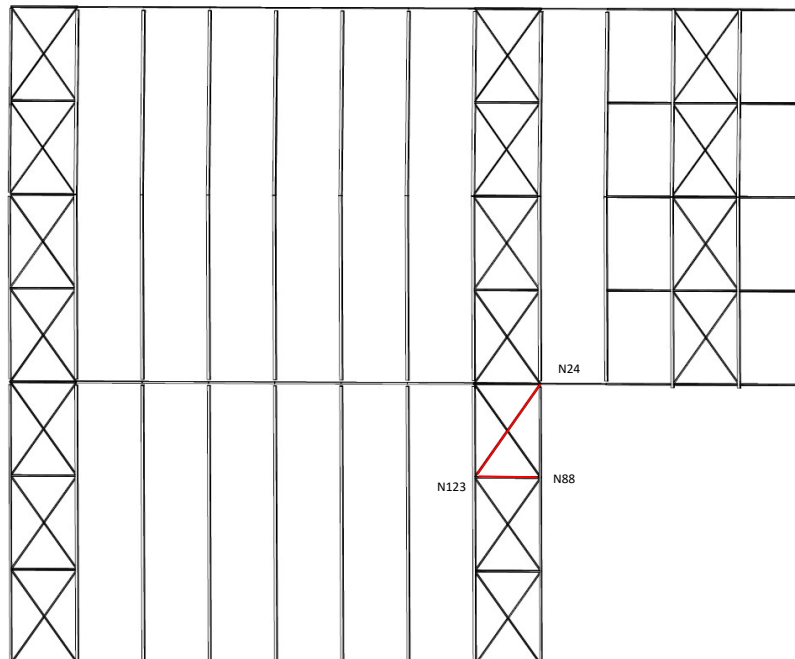


Ilustración 42.- Cubierta.

5.5.1. Flechas.

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)
N123/N24	0.538	0.00	0.538	0.00	1.614	0.00	0.538	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)

5.5.2. Comprobaciones E.L.U (Resumen).

Barra	COMPROBACIONES (CÓDIGO ESTRUCTURAL)													Estado
	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>	
N123/N24	η = 7.0	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(7)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	<b>CUMPLE</b> η = 7.0

*Comprobaciones que no proceden (N.P.):*

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

5.6. Fachada lateral y viga perimetral.

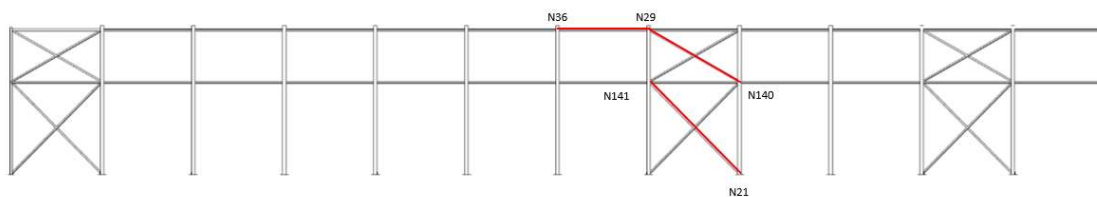


Ilustración 43.- Fachada lateral y viga perimetral.

5.6.1. Flechas.

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)
N21/N141	5.815	0.00	5.815	0.00	5.815	0.00	4.473	0.00

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)
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N140/N29	5.409	0.00	1.803	0.00	2.885	0.00	4.688	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N29/N36	4.375	0.00	2.500	1.25	4.375	0.00	2.500	1.25
	-	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)	-	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)

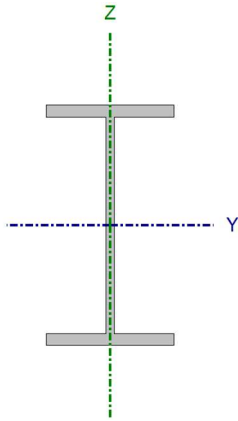
5.6.2. Comprobaciones E.L.U (Resumen).

Barras	COMPROBACIONES (CÓDIGO ESTRUCTURAL)												Estado	
	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>z</sub>		M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>
N21/N141	η = 6.6	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(7)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	<b>CUMPLE</b> η = 6.6
N140/N29	η = 3.8	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(7)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	<b>CUMPLE</b> η = 3.8

Barras	COMPROBACIONES (CÓDIGO ESTRUCTURAL)												Estado		
	λ <sub>w</sub>	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>		M <sub>t</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>
N29/N36	x: 0.313 m λ <sub>w</sub> ≤ λ <sub>w,max</sub> Cumple	η = 5.4	η = 2.9	x: 2.5 m η = 2.7	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	x: 0 m η = 0.4	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	x: 0.313 m η < 0.1	N.P. <sup>(4)</sup>	x: 2.5 m η = 2.7	x: 0.313 m η < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(7)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	<b>CUMPLE</b> η = 5.4

Barra N29/N36

Perfil: IPE 120						
Material: Acero (S275 (UNE-EN 10025-2))						
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> )
N29	N36	5.000	13.20	318.00	27.70	1.69
Notas: <sup>(1)</sup> Inercia respecto al eje indicado <sup>(2)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme						
	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
$\beta$	0.00	0.00	0.00	0.00		
L <sub>K</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000		
C <sub>m</sub>	1.000	1.000	1.000	1.000		
C <sub>1</sub>	-		1.000			
Notación: $\beta$ : 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						



5.7. Forjado.

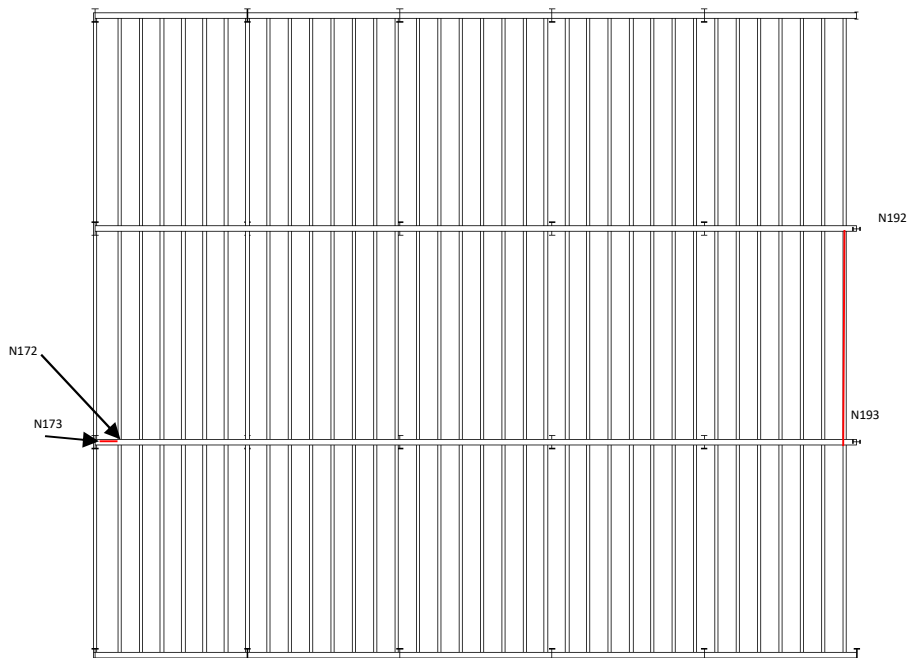
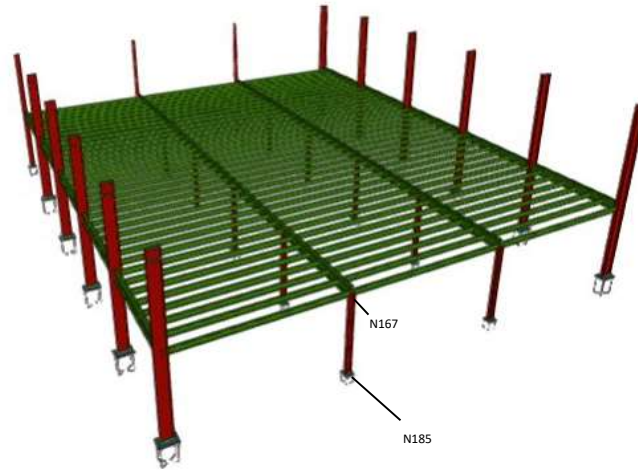


Ilustración 44.- Forjado (2D).



### 5.7.1. Flechas.

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)
N173/N172	1.675	0.07	2.200	1.89	1.675	0.10	2.200	1.93
	1.675	L/(>1000)	2.200	L/(>1000)	1.675	L/(>1000)	2.200	L/(>1000)
N185/N167	3.500	2.64	3.500	1.66	3.500	4.67	3.500	3.02
	3.500	L/(>1000)	3.500	L/(>1000)	3.500	L/(>1000)	3.500	L/(>1000)
N193/N192	0.875	0.00	3.500	16.34	6.125	0.00	3.500	16.32
	-	L/(>1000)	3.500	L/428.5	-	L/(>1000)	3.500	L/428.8

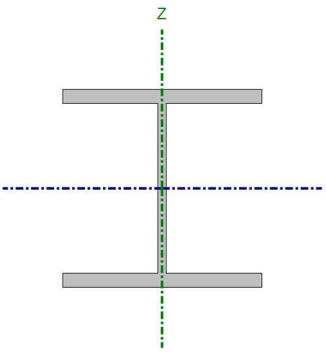
### 5.7.2. Comprobaciones E.L.U. (Resumen).

Barras	COMPROBACIONES (CÓDIGO ESTRUCTURAL)														Estado
	$\lambda_{wv}$	$N_t$	$N_c$	$M_y$	$M_z$	$V_z$	$V_y$	$M_x V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	$M_t$	$M_t V_z$	$M_t V_y$	
N173/N324	$\lambda_{wv} \leq \lambda_{wv, \text{máx}}$ Cumple	$\eta = 0.1$	$\eta = 0.3$	x: 0.8 m $\eta = 19.7$	x: 0.8 m $\eta = 0.5$	x: 0 m $\eta = 16.2$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.8 m $\eta = 19.9$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 19.9$
N185/N167	x: 0 m $\lambda_{wv} \leq \lambda_{wv, \text{máx}}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	x: 0 m $\eta = 26.9$	x: 0 m $\eta = 6.4$	x: 3.5 m $\eta = 20.9$	$\eta = 0.8$	$\eta = 0.8$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.5 m $\eta = 50.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.7$	$\eta = 0.3$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 50.5$
N193/N192	x: 0.438 m $\lambda_{wv} \leq \lambda_{wv, \text{máx}}$ Cumple	$\eta = 0.6$	$\eta = 0.3$	x: 3.5 m $\eta = 64.7$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0 m $\eta = 11.5$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0.438 m $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(6)</sup>	x: 3.5 m $\eta = 65.1$	x: 0.438 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 65.1$

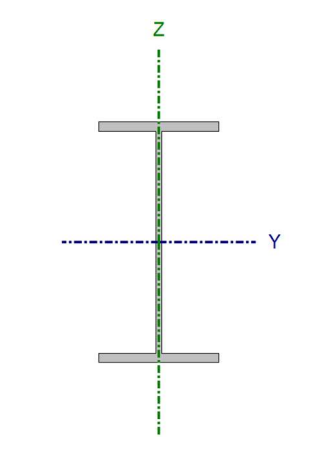
Comprobaciones que no proceden (N.P.):

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

Barra N185/N167

Perfil: HE 200 B							
Material: Acero (S275 (UNE-EN 10025-2))							
	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> )
	N185	N167	3.500	78.10	5696.00	2003.00	59.70
	Notas: <sup>(1)</sup> Inercia respecto al eje indicado <sup>(2)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme						
			Pandeo		Pandeo lateral		
			Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
	β	2.00	2.00	0.00	0.00		
	L <sub>k</sub>	7.000	7.000	0.000	0.000		
	C <sub>m</sub>	1.000	1.000	1.000	1.000		
	C <sub>1</sub>	-		1.000			
Notación: β: Coeficiente de pandeo L <sub>k</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico							

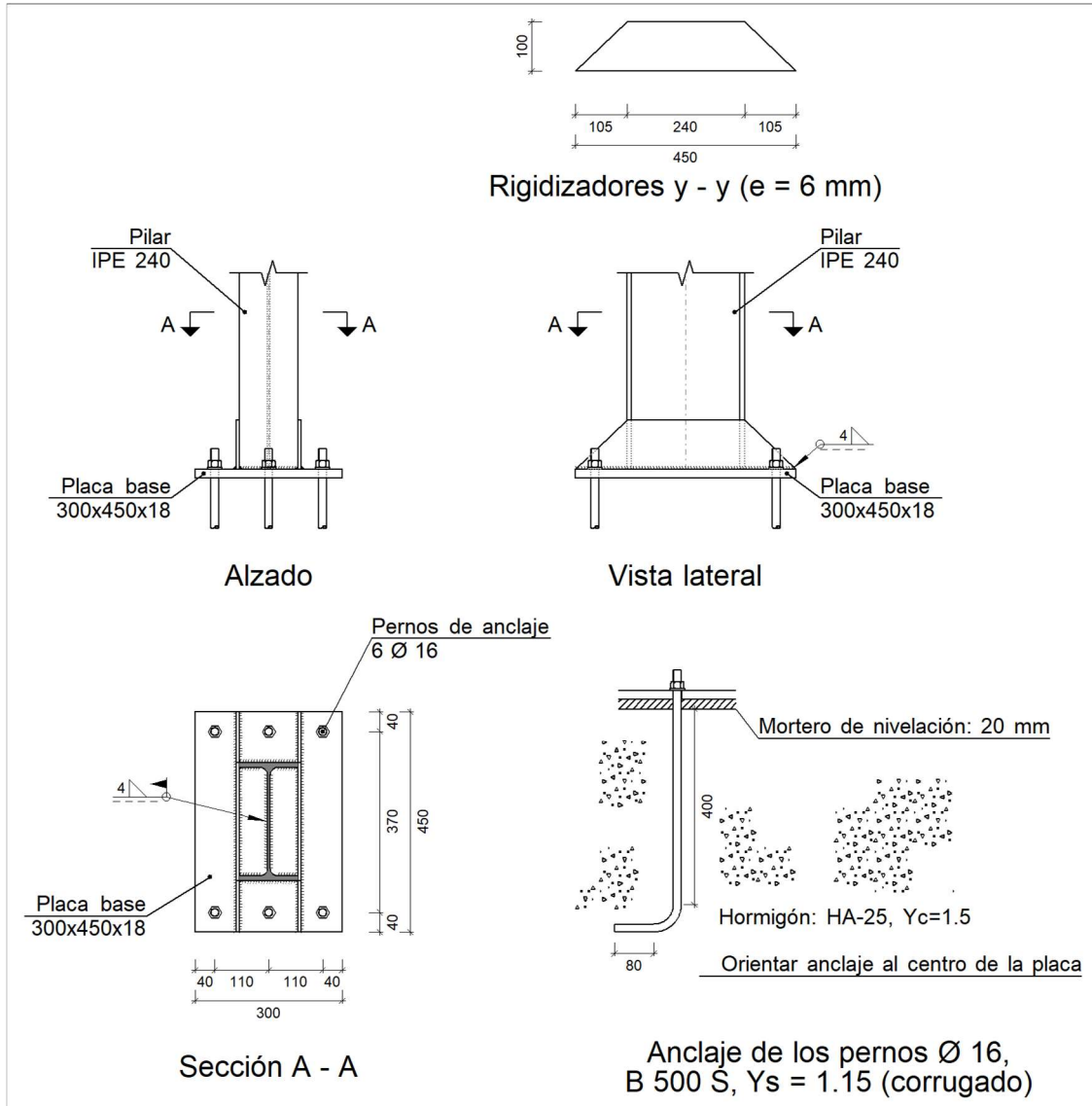
Barra N193/N192

Perfil: IPE 220							
Material: Acero (S275 (UNE-EN 10025-2))							
	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> )
	N193	N192	7.000	33.40	2772.00	205.00	9.03
	Notas: <sup>(1)</sup> Inercia respecto al eje indicado <sup>(2)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme						
			Pandeo		Pandeo lateral		
			Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
	β	0.00	1.00	0.00	0.00		
	L <sub>k</sub>	0.000	7.000	0.000	0.000		
	C <sub>m</sub>	1.000	1.000	1.000	1.000		
	C <sub>1</sub>	-		1.000			
Notación: β: Coeficiente de pandeo L <sub>k</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico							

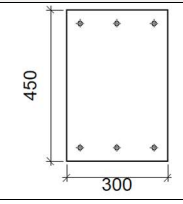
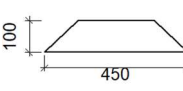
5.8. Placas de Anclaje.

5.8.1. Tipo 1.

a) Detalle de la placa de anclaje:



b) Descripción de los componentes de la unión:

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f <sub>y</sub> (MPa)	f <sub>u</sub> (MPa)
Placa base		300	450	18	6	16	S275 (UNE-EN 10025-2)	275.0	410.0
Rigidizador		450	100	6	-	-	S275 (UNE-EN 10025-2)	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Pilar IPE 240

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	4	788	6.2	90.00

*a: Espesor de garganta  
l: Longitud del cordón de soldadura  
t: Espesor de la pieza*

2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 32 mm Calculado: 111 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 32 mm Calculado: 45 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 32 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 41.9	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 18 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		



Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
- Tracción:	Máximo: 71.12 kN Calculado: 52.98 kN	Cumple
- Cortante:	Máximo: 49.78 kN Calculado: 7.45 kN	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 71.12 kN Calculado: 63.63 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 63.92 kN Calculado: 50.19 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 500 MPa Calculado: 255.278 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 158.4 kN Calculado: 6.75 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 275 MPa	
- Derecha:	Calculado: 154.437 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 145.897 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 213.869 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 216.584 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 723.33	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 751.584	Cumple
- Arriba:	Calculado: 3721.23	Cumple
- Abajo:	Calculado: 3671.91	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 275 MPa Calculado: 132.876 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.171		
- Punto de tensión local máxima: (0, -0.1725)		

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Rigidizador y-y (x = -63): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	450	6.0	90.00
Rigidizador y-y (x = 63): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	450	6.0	90.00
<i>a: Espesor de garganta l: Longitud del cordón de soldadura t: Espesor de la pieza</i>					

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	β <sub>w</sub>
	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>  </sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = -63): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 63): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85

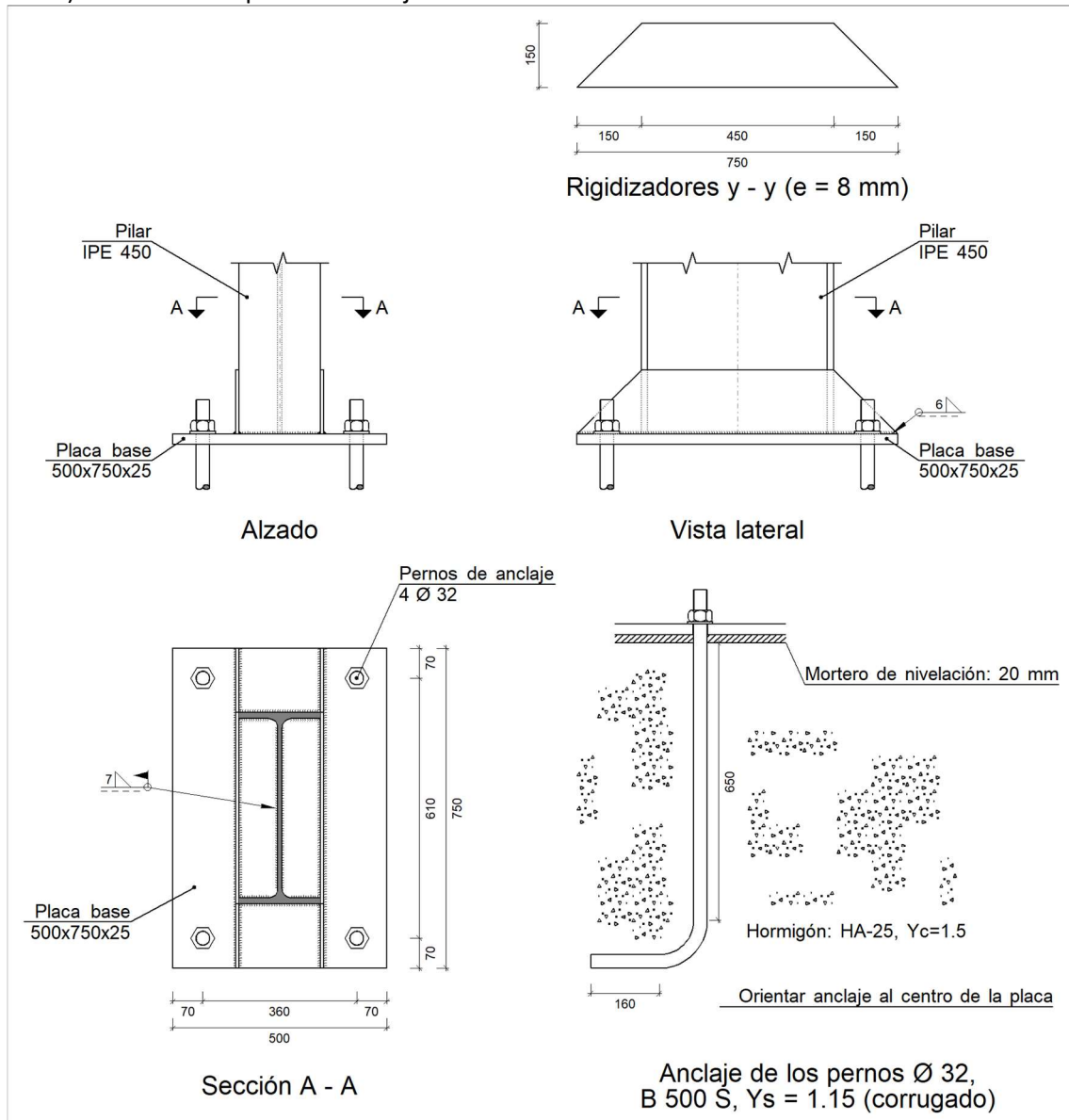
d) Medición

Soldaduras				
f <sub>u</sub> (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	4	1761
	En el lugar de montaje	En ángulo	4	788

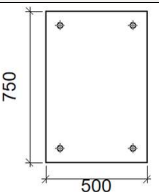
Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tuercas	Clase 6	6	ISO 4032-M16
Arandelas	Dureza 200 HV	6	ISO 7089-16

5.8.2. Tipo 2.

a) Detalle de la placa de anclaje:



b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f <sub>y</sub> (MPa)	f <sub>u</sub> (MPa)
Placa base		500	750	25	4	32	S275 (UNE-EN 10025-2)	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		750	150	8	-	-	S275 (UNE-EN 10025-2)	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Pilar IPE 450

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	7	1415	9.4	90.00	

*a: Espesor de garganta  
l: Longitud del cordón de soldadura  
t: Espesor de la pieza*

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

2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 64 mm Calculado: 360 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 64 mm Calculado: 77 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 64 mm Calculado: 70 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 45.9	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 37 cm Calculado: 65 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción:	Máximo: 231.13 kN Calculado: 176.22 kN	Cumple

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
- Cortante:	Máximo: 161.79 kN Calculado: 26.33 kN	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 231.13 kN Calculado: 213.84 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 255.69 kN Calculado: 155.98 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 500 MPa Calculado: 202.013 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 440 kN Calculado: 23.53 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 275 MPa	
- Derecha:	Calculado: 114.51 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 113.771 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 214.167 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 204.559 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 920.706	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 1174.05	Cumple
- Arriba:	Calculado: 4279.71	Cumple
- Abajo:	Calculado: 4451.34	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 275 MPa Calculado: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.146		

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Rigidizador y-y (x = -99): Soldadura a la placa base	En ángulo	6	750	8.0	90.00	
Rigidizador y-y (x = 99): Soldadura a la placa base	En ángulo	6	750	8.0	90.00	
<i>a: Espesor de garganta</i> <i>l: Longitud del cordón de soldadura</i> <i>t: Espesor de la pieza</i>						

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	β <sub>w</sub>
	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>  </sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = -99): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 99): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85

d) Medición

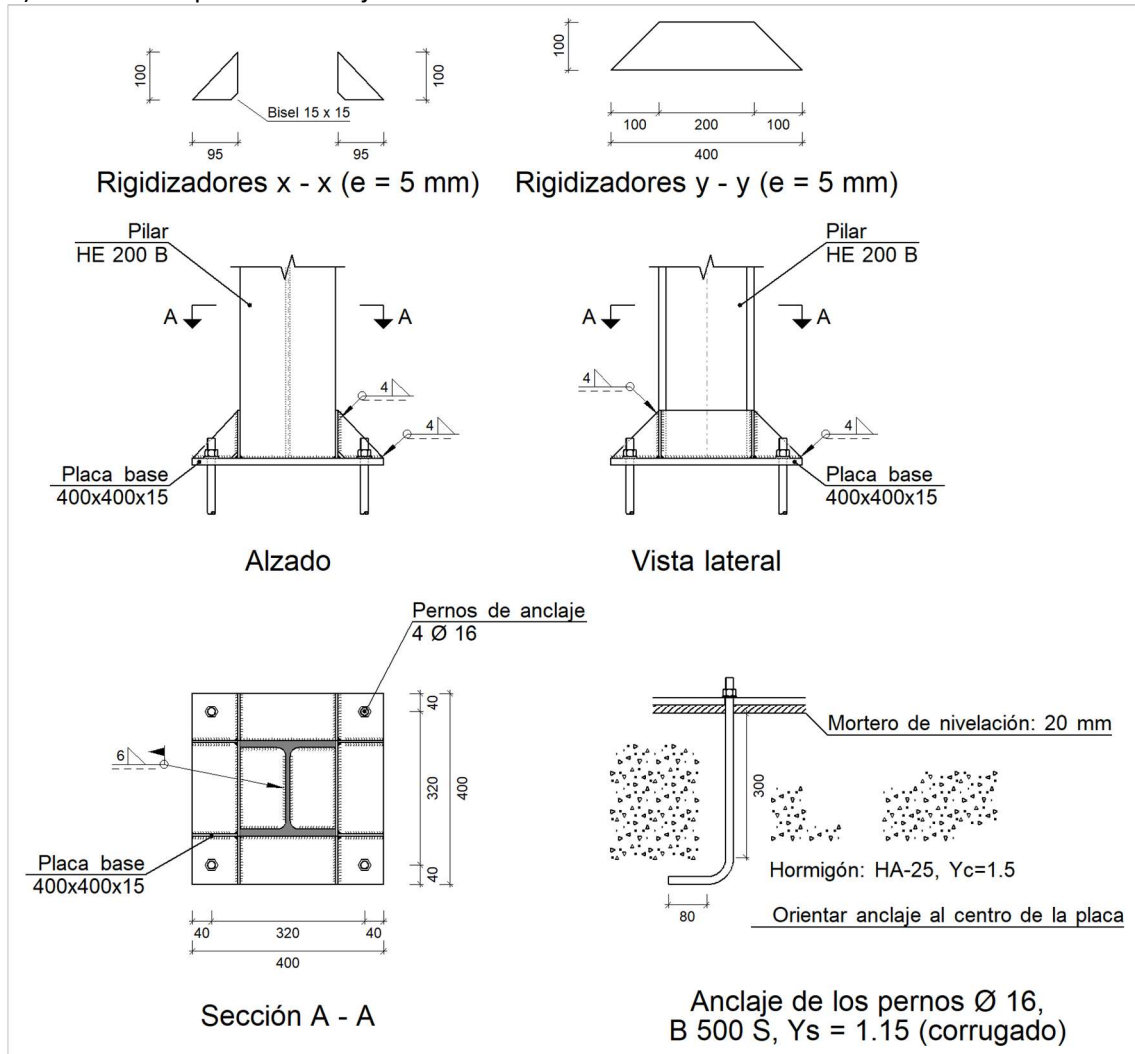
Soldaduras				
f <sub>u</sub> (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	6	2942
	En el lugar de montaje	En ángulo	7	1415

Elementos de tornillería no normalizados		
Tipo	Cantidad	Descripción
Tuercas	4	T32
Arandelas	4	A32

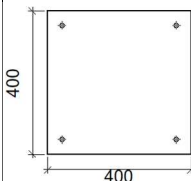
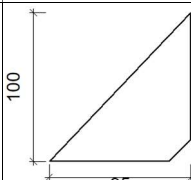
Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275 (UNE-EN 10025-2)	Placa base	1	500x750x25	73.59
	Rigidizadores pasantes	2	750/450x150/0x8	11.30
	Total			84.90
B 500 S, Y <sub>s</sub> = 1.15 (corrugado)	Pernos de anclaje	4	∅ 32 - L = 727 + 311	26.21
	Total			26.21

5.8.3. Tipo 3

a) Detalle de la placa de anclaje:



b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f <sub>y</sub> (MPa)	f <sub>u</sub> (MPa)
Placa base		400	400	15	4	16	S275 (UNE-EN 10025-2)	275.0	410.0
Rigidizador		95	100	5	-	-	S275 (UNE-EN 10025-2)	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		400	100	5	-	-	S275 (UNE-EN 10025-2)	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Pilar HE 200 B

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	6	978	9.0	90.00	

*a: Espesor de garganta  
l: Longitud del cordón de soldadura  
t: Espesor de la pieza*

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

2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 32 mm Calculado: 320 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 32 mm Calculado: 55 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 32 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores:	Máximo: 50	
- Paralelos a X:	Calculado: 49	Cumple
- Paralelos a Y:	Calculado: 49	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 18 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		



Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
- Tracción:	Máximo: 53.34 kN Calculado: 8.61 kN	Cumple
- Cortante:	Máximo: 37.34 kN Calculado: 2.4 kN	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 53.34 kN Calculado: 12.03 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 63.92 kN Calculado: 8.44 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 500 MPa Calculado: 44.0114 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 132 kN Calculado: 2.17 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 275 MPa	
- Derecha:	Calculado: 167.266 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 156.965 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 126.475 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 174.172 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 7332.61	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 7857.33	Cumple
- Arriba:	Calculado: 10051.8	Cumple
- Abajo:	Calculado: 6917.27	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 275 MPa Calculado: 51.2597 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.0997		
- Punto de tensión local máxima: (0.105, 0.1)		

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Rigidizador x-x (y = -98): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	95	5.0	90.00
Rigidizador x-x (y = -98): Soldadura al rigidizador en el extremo	En ángulo	4	85	5.0	90.00
Rigidizador x-x (y = -98): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	95	5.0	90.00
Rigidizador x-x (y = -98): Soldadura al rigidizador en el extremo	En ángulo	4	85	5.0	90.00

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Rigidizador x-x (y = 98): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	95	5.0	90.00
Rigidizador x-x (y = 98): Soldadura al rigidizador en el extremo	En ángulo	4	85	5.0	90.00
Rigidizador x-x (y = 98): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	95	5.0	90.00
Rigidizador x-x (y = 98): Soldadura al rigidizador en el extremo	En ángulo	4	85	5.0	90.00
Rigidizador y-y (x = -103): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	400	5.0	90.00
Rigidizador y-y (x = 103): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	400	5.0	90.00

a: Espesor de garganta  
l: Longitud del cordón de soldadura  
t: Espesor de la pieza

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 x-x (y = -98): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = -98): Soldadura al rigidizador en el extremo	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = -98): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = -98): Soldadura al rigidizador en el extremo	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = 98): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = 98): Soldadura al rigidizador en el extremo	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = 98): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = 98): Soldadura al rigidizador en el extremo	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = -103): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 103): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85

d) Medición

Soldaduras				
f <sub>u</sub> (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	4	2520
	En el lugar de montaje	En ángulo	6	978

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

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275 (UNE-EN 10025-2)	Placa base	1	400x400x15	18.84
	Rigidizadores pasantes	2	400/200x100/0x5	2.36
	Rigidizadores no pasantes	4	95/0x100/0x5	0.75
	Total			21.94
B 500 S, Ys = 1.15 (corrugado)	Pernos de anclaje	4	Ø 16 - L = 351 + 155	3.20
	Total			3.20

## 5.9. Cimentaciones.

### 5.9.1. Comprobación de la zapata tipo 1.



Ilustración 45. Zapata tipo 1.

Referencia: N100		
Dimensiones: 255 x 220 x 75		
Armados: Xi:Ø12c/11 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø12c/11 Ys:Ø16c/21		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0419868 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0426735 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0512082 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>		

Referencia: N100		
Dimensiones: 255 x 220 x 75		
Armados: Xi:Ø12c/11 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø12c/11 Ys:Ø16c/21		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección X:	Reserva seguridad: 131535.6 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 602.1 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 55.54 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 48.06 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 39.44 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 28.15 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 231.4 kN/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo: <i>Criterio de CYPE</i>		
	Mínimo: 15 cm Calculado: 75 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N100:	Mínimo: 40 cm Calculado: 68 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1</i>		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0013	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0013	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0013	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0013	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1</i>		
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 11 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 11 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 21 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>		
	Mínimo: 10 cm	

Referencia: N100		
Dimensiones: 255 x 220 x 75		
Armados: Xi:Ø12c/11 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø12c/11 Ys:Ø16c/21		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 11 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 11 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 21 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>49.5</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 48 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 48 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 48 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 48 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 24 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.11		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.09		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 504.23 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 584.38 kN		

5.9.2. Comprobación de la zapata tipo 2.



Ilustración 46.- Zapata tipo 2.

Referencia: N3		
Dimensiones: 235 x 235 x 75		
Armados: Xi: Ø16c/21 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/21		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0237402 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0237402 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0309996 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: 849.4 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 574.9 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 13.48 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 10.32 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 9.12 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 5.89 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 29.6 kN/m <sup>2</sup>	Cumple
<i>Criterio de CYPE</i>		

Referencia: N3		
Dimensiones: 235 x 235 x 75		
Armados: Xi: Ø16c/21 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/21		
Comprobación	Valores	Estado
Canto mínimo: <i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 75 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N3:	Mínimo: 65 cm Calculado: 67 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1</i>	Mínimo: 0.0012	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0013	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0013	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0013	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0013	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 21 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 21 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>49.5</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 18 cm	Cumple

Referencia: N3		
Dimensiones: 235 x 235 x 75		
Armados: Xi: Ø16c/21 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/21 Ys:Ø16c/21		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 18 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 34 cm Calculado: 34 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 34 cm Calculado: 34 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 16 cm	
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.03		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.02		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 537.98 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 537.98 kN		

5.9.3. Comprobación de la zapata tipo 3.

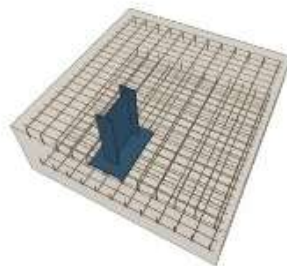


Ilustración 47.- zapata tipo 3.

Referencia: N21		
Dimensiones: 280 x 290 x 95		
Armados: Xi:Ø20c/26 Yi:Ø16c/16 Xs:Ø20c/26 Ys:Ø16c/16		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		



Referencia: N21		
Dimensiones: 280 x 290 x 95		
Armados: Xi:Ø20c/26 Yi:Ø16c/16 Xs:Ø20c/26 Ys:Ø16c/16		
Comprobación	Valores	Estado
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0416925 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0623916 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0888786 MPa	Cumple
<b>Vuelco de la zapata:</b>		
<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: 1176.3 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 74.4 %	Cumple
<b>Flexión en la zapata:</b>		
- En dirección X:	Momento: 35.14 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 257.33 kN·m	Cumple
<b>Cortante en la zapata:</b>		
- En dirección X:	Cortante: 16.19 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 151.96 kN	Cumple
<b>Compresión oblicua en la zapata:</b>		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 67.7 kN/m <sup>2</sup>	Cumple
<i>Criterio de CYPE</i>		
<b>Canto mínimo:</b>		
<i>Criterio de CYPE</i>		
Mínimo: 15 cm	Calculado: 95 cm	Cumple
<b>Espacio para anclar arranques en cimentación:</b>		
- N21:	Mínimo: 65 cm Calculado: 87 cm	Cumple
<b>Cuantía geométrica mínima:</b>		
<i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1</i>		
Mínimo: 0.0012	Calculado: 0.0013	Cumple
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0013	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0013	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0013	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0013	Cumple
<b>Diámetro mínimo de las barras:</b>		
<i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1</i>		
Mínimo: 12 mm	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple

Referencia: N21		
Dimensiones: 280 x 290 x 95		
Armados: Xi:Ø20c/26 Yi:Ø16c/16 Xs:Ø20c/26 Ys:Ø16c/16		
Comprobación	Valores	Estado
Separación máxima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>49.5</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 20 cm Calculado: 37 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 20 cm Calculado: 37 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 151 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 28 cm Calculado: 37 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 28 cm Calculado: 37 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 154 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 19 cm	Cumple

Referencia: N21		
Dimensiones: 280 x 290 x 95		
Armados: Xi:Ø20c/26 Yi:Ø16c/16 Xs:Ø20c/26 Ys:Ø16c/16		
Comprobación	Valores	Estado
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo flexible		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.04		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.24		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 802.16 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 774.50 kN		

5.9.4. Comprobación de la zapata tipo 4.



Ilustración 48.- Zapata tipo 4.

Referencia: N30		
Dimensiones: 130 x 255 x 95		
Armados: Xi:Ø16c/16 Yi:Ø20c/26 Xs:Ø16c/16 Ys:Ø20c/26		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0776952 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0949608 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.155783 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: 4531.1 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 8.3 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 15.00 kN·m	Cumple

Referencia: N30		
Dimensiones: 130 x 255 x 95		
Armados: Xi:Ø16c/16 Yi:Ø20c/26 Xs:Ø16c/16 Ys:Ø20c/26		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección Y:	Momento: 96.15 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 61.51 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 87.1 kN/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo: <i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 95 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N30:	Mínimo: 65 cm Calculado: 87 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.00123 Calculado: 0.00124	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.00123 Calculado: 0.00124	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0012 Calculado: 0.0013	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0012 Calculado: 0.0013	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1</i>		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple

Referencia: N30		
Dimensiones: 130 x 255 x 95		
Armados: Xi:Ø16c/16 Yi:Ø20c/26 Xs:Ø16c/16 Ys:Ø20c/26		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 26 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>49.5</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: 32 cm Calculado: 32 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 32 cm Calculado: 32 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
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 32 cm Calculado: 32 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 32 cm Calculado: 32 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:		
- 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: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple

Referencia: N30		
Dimensiones: 130 x 255 x 95		
Armados: Xi:Ø16c/16 Yi:Ø20c/26 Xs:Ø16c/16 Ys:Ø20c/26		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.02		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.21		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 0.00 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 359.63 kN		

5.9.5. Comprobación de la zapata tipo 5.



Ilustración 49.- Zapata tipo 5

Referencia: N185		
Dimensiones: 135 x 135 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/23 Yi:Ø12c/23		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0705339 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.101632 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.118211 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: 371.2 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 349.4 %	Cumple
Flexión en la zapata:		

Referencia: N185		
Dimensiones: 135 x 135 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/23 Yi:Ø12c/23		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección X:	Momento: 22.53 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 21.99 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 31.59 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 30.80 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 375.1 kN/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo: <i>Criterio de CYPE</i>		
	Mínimo: 15 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N185:	Mínimo: 30 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0012 Calculado: 0.0013	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0013	Cumple
Diámetro mínimo de las barras:		
- Parrilla inferior: <i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1</i>	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>		
- Armado inferior dirección X:	Máximo: 30 cm Calculado: 23 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 23 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 10 cm Calculado: 23 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 23 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>49.5</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 24 cm	Cumple

Referencia: N185		
Dimensiones: 135 x 135 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/23 Yi:Ø12c/23		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 12 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.30		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.29		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 187.96 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 187.96 kN		

5.9.6. Comprobación de la zapata tipo 6.



Ilustración 50.- Zapata tipo 6.

Referencia: N44		
Dimensiones: 130 x 255 x 95		
Armados: Xi:Ø16c/16 Yi:Ø20c/26 Xs:Ø16c/16 Ys:Ø20c/26		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0770085 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.116445 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.140381 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>		



Referencia: N44		
Dimensiones: 130 x 255 x 95		
Armados: Xi:Ø16c/16 Yi:Ø20c/26 Xs:Ø16c/16 Ys:Ø20c/26		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección X:	Reserva seguridad: 806.4 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 261.0 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 25.38 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 81.39 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 18.05 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 133.8 kN/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo: <i>Criterio de CYPE</i>		
	Mínimo: 15 cm Calculado: 95 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N44:	Mínimo: 65 cm Calculado: 87 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.00123 Calculado: 0.00124	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.00123 Calculado: 0.00124	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0012 Calculado: 0.0013	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0012 Calculado: 0.0013	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1</i>		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>		
- Armado inferior dirección X:	Máximo: 30 cm Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple

Referencia: N44		
Dimensiones: 130 x 255 x 95		
Armados: Xi:Ø16c/16 Yi:Ø20c/26 Xs:Ø16c/16 Ys:Ø20c/26		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 26 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>49.5</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: 32 cm Calculado: 32 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 32 cm Calculado: 32 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
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 32 cm Calculado: 32 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 32 cm Calculado: 32 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:		
- 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: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple

Referencia: N44		
Dimensiones: 130 x 255 x 95		
Armados: Xi:Ø16c/16 Yi:Ø20c/26 Xs:Ø16c/16 Ys:Ø20c/26		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.03		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.18		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 0.00 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 359.63 kN		

### III. PRESUPUESTO.

## 1. Acondicionamiento del terreno.

Tanto el software empleado para llevar a cabo el presupuesto, como la base de datos de donde se han consultado los diferentes precios de las partidas de obra, provienen del programa Cype. Para generar el presupuesto se ha usado el portal Arquímedes y para la información de los precios se ha usado el Generados de Precios también de Cype.

Código	Tipo	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
<b>A</b>	<b>Capítulo</b>		<b>Acondicionamiento del terreno</b>		<b>65,254.73</b>	<b>65,254.73</b>
<b>AD</b>	<b>Capítulo</b>		<b>Movimiento de tierras en edificación</b>		<b>19,869.53</b>	<b>19,869.53</b>
<b>ADL005</b>	Partida	m <sup>2</sup>	Desbroce y limpieza del terreno de topografía con desniveles mínimos, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: pequeñas plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como mínima 25 cm; y carga a camión.	12,020	1,15	13,823
<b>ADE010</b>	Partida	m <sup>3</sup>	Excavación de zanjas para cimentaciones hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, y carga a camión.	209.443	26.62	5,575.29
<b>GTB020</b>	Partida	m <sup>3</sup>	Canon de vertido por entrega de tierras procedentes de la excavación, en vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos.	209.443	2.25	471.24
			<b>AD</b>		<b>19,869.53</b>	<b>19,869.53</b>
<b>AN</b>	<b>Capítulo</b>		<b>Nivelación</b>		<b>45.385,20</b>	<b>45.385,20</b>
<b>ANS</b>	<b>Capítulo</b>		<b>Soleras</b>		<b>45.385,20</b>	<b>45.385,20</b>
<b>ANS010</b>	Partida	m <sup>2</sup>	Solera de hormigón armado de 10 cm de espesor, realizada con hormigón HA-25/F/20/XC2 fabricado en central, y vertido desde camión, y malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080 como armadura de reparto, colocada sobre separadores homologados, extendido y vibrado manual mediante regla vibrante, sin tratamiento de su superficie; con juntas de retracción de 5 mm de espesor, mediante corte con disco de diamante. Incluso panel de poliestireno expandido de 3 cm de espesor, para la ejecución de juntas de dilatación.	2.520,00	18,01	45.385,20
			<b>AN</b>		<b>45.385,20</b>	<b>45.385,20</b>
			<b>A</b>		<b>65,254.73</b>	<b>65,254.73</b>

## 2. Cimentaciones.

Código	Tipo	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
<b>C</b>	<b>Capítulo</b>		<b>Cimentaciones</b>		<b>47,192.57</b>	<b>47,192.57</b>
<b>CR</b>	<b>Capítulo</b>		<b>Regularización</b>		<b>3,178.59</b>	<b>3,178.59</b>
<b>CRL030</b>	Partida	m <sup>2</sup>	Capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, de 10 cm de espesor, de hormigón HL-150/F/30, fabricado en central y vertido desde camión, en el fondo de la excavación previamente realizada.	376.610	8.44	3,178.59
			<b>CR</b>		<b>3,178.59</b>	<b>3,178.59</b>
<b>CS</b>	<b>Capítulo</b>		<b>Superficiales</b>		<b>34,905.77</b>	<b>34,905.77</b>
<b>CSZ030</b>	Partida	m <sup>3</sup>	Zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/F/30/XC2 fabricado en central, y vertido con cubilote, y acero, UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 31,4 kg/m <sup>3</sup> . Incluso armaduras de espera del pilar, alambre de atar y separadores.	209.443	166.66	34,905.77
			<b>CS</b>		<b>34,905.77</b>	<b>34,905.77</b>
<b>CA</b>	<b>Capítulo</b>		<b>Arriostramientos</b>		<b>9,108.21</b>	<b>9,108.21</b>
<b>CAV030</b>	Partida	m <sup>3</sup>	Viga de atado de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/F/30/XC2 fabricado en central, y vertido con cubilote, y acero, UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 52 kg/m <sup>3</sup> . Incluso alambre de atar y separadores.	44.930	202.72	9,108.21
			<b>CA</b>		<b>9,108.21</b>	<b>9,108.21</b>
			<b>C</b>		<b>47,192.57</b>	<b>47,192.57</b>

### 3. Estructura.

Código	Tipo	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
<b>E</b>	<b>Capítulo</b>		<b>Estructuras</b>		<b>382,860.84</b>	<b>382,860.84</b>
<b>EA</b>	<b>Capítulo</b>		<b>Acero</b>		<b>281,620.64</b>	<b>281,620.64</b>
<b>EAM040</b>	Partida	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.	2,145.800	2.65	5,686.37
<b>EAM040b</b>	Partida	kg	Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie Hot Finished SHS, colocado con uniones soldadas en obra.	5,313.930	2.65	14,081.91
<b>EAM040c</b>	Partida	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.	89,415.910	2.65	236,952.16
<b>EAM040d</b>	Partida	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.	9,396.300	2.65	24,900.20
			<b>EA</b>		<b>281,620.64</b>	<b>281,620.64</b>
<b>EAS</b>	<b>Capítulo</b>		<b>Placas de anclaje</b>		<b>10,505.61</b>	<b>10,505.61</b>
<b>EAS005</b>	Partida	Ud	Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central biselado, de 450x300 mm y espesor 20 mm, con 6 pernos soldados, de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 16 mm de diámetro y 40 cm de longitud total.	14	87.26	1,221.64
<b>EAS005b</b>	Partida	Ud	Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central biselado, de 450x300 mm y espesor 20 mm, con 6 pernos soldados, de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 16 mm de diámetro y 40 cm de longitud total.	31	275.77	8,548.87
<b>EAS005c</b>	Partida	Ud	Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central biselado, de 400x400 mm y espesor 15 mm, con 4 pernos soldados, de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 16 mm de diámetro y 30 cm de longitud total.	10	73.51	735.1
			<b>EAS</b>		<b>10,505.61</b>	<b>10,505.61</b>

<b>EAT</b>	<b>Capítulo</b>		<b>Estructuras para cubiertas y laterales</b>		<b>30,890.04</b>	<b>30,890.04</b>
<b>EAT030</b>	Partida	kg	Acero UNE-EN 10162 S235JRC, en correas metálicas formadas por piezas simples de perfiles conformados en frío de las series omega, L, U, C o Z, acabado galvanizado, fijadas a las cerchas con uniones soldadas en obra. 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. Estas van en la cubierta.	5,846	3.54	20,694.84
<b>EAT030b</b>	Partida	kg	Acero UNE-EN 10162 S235JRC, en correas metálicas formadas por piezas simples de perfiles conformados en frío de las series omega, L, U, C o Z, acabado galvanizado, fijadas a las cerchas con uniones soldadas en obra. 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. Estas van en los laterales.	2,880	3.54	10,195.20
			<b>EAS</b>		<b>30,890.04</b>	<b>30,890.04</b>
<b>EAF</b>	<b>Capítulo</b>		<b>Forjados</b>		<b>51,087.75</b>	<b>51,087.75</b>
<b>EAF010</b>	Partida	m <sup>2</sup>	Forjado de 25 = 20+5 cm de canto, compuesto de: viguetas de acero laminado en caliente UNE-EN 10025 S275JR, en perfiles simples, IPE 220; bovedilla de hormigón, 60x20x20 cm; capa de compresión de hormigón armado de 5 cm de espesor, realizada con hormigón HA-25/F/20/XC2 fabricado en central, y vertido con cubilote, volumen de hormigón 0,08 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> , acero UNE-EN 10080 B 500 S en zona de refuerzo de negativos, cuantía 1,8 kg/m <sup>3</sup> , y malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080, como armadura de reparto; montaje y desmontaje del sistema de encofrado.	525.00	97.31	51,087.75
			<b>EAF</b>		<b>51,087.75</b>	<b>51,087.75</b>
<b>EAE</b>	<b>Capítulo</b>		<b>Escaleras</b>		<b>8,756.80</b>	<b>8,756.80</b>
<b>EAE010</b>	Partida	kg	Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura de escalera compuesta de zancas y mesetas, formada por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM, acabado con imprimación antioxidante, con uniones soldadas en obra. El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje.	1,040	8.42	8,756.80
			<b>EAE</b>		<b>8,756.80</b>	<b>8,756.80</b>
			<b>E</b>		<b>382,860.84</b>	<b>382,860.84</b>



#### 4. Fachadas y particiones.

Código	Tipo	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
<b>F</b>	<b>Capítulo</b>		<b>Fachadas y particiones</b>		<b>120,833.52</b>	<b>120,833.52</b>
<b>FL</b>	<b>Capítulo</b>		<b>Fachadas ligeras</b>		<b>120,833.52</b>	<b>120,833.52</b>
<b>FLA030</b>	Partida	m <sup>2</sup>	Fachada de paneles sándwich aislantes, de 50 mm de espesor y 1100 mm de anchura, formados por doble cara metálica de chapa lisa de acero galvanizado, 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 horizontal 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.	1,702.600	70.97	120,833.52
			<b>FL</b>		<b>120,833.52</b>	<b>120,833.52</b>
			<b>F</b>		<b>120,833.52</b>	<b>120,833.52</b>

#### 5. Cubiertas.

Código	Tipo	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
<b>Q</b>	<b>Capítulo</b>		<b>Cubiertas</b>		<b>64,238.48</b>	<b>64,238.48</b>
<b>QU</b>	<b>Capítulo</b>		<b>Componentes de cubiertas inclinadas</b>		<b>64,238.48</b>	<b>64,238.48</b>
<b>QUM020</b>	Partida	m <sup>2</sup>	Cobertura de paneles sándwich aislantes de acero, con la superficie exterior grecada y la superficie interior lisa, de 30 mm de espesor y 1000 mm de anchura, formados por doble cara metálica de chapa estándar de acero, acabado prelacado, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de poliuretano de densidad media 40 kg/m <sup>3</sup> , y accesorios, colocados con un solape del panel superior de 200 mm y fijados mecánicamente sobre entramado ligero metálico, en cubierta inclinada, con una pendiente mayor del 10%. Incluso accesorios de fijación de los paneles sándwich, cinta flexible de butilo, adhesiva por ambas caras, para el sellado de estanqueidad de los solapes entre paneles sándwich y pintura antioxidante de secado rápido, para la protección de los solapes entre paneles sándwich.	1,723.200	33.52	57,761.66
<b>QUP020</b>	Partida	m <sup>2</sup>	Cobertura de placas translúcidas planas de policarbonato celular, de 6 mm de espesor, con una transmisión de luminosidad del 90%, fijadas mecánicamente sobre entramado ligero metálico o de madera, en cubierta inclinada, con una pendiente mayor del 10%.	13	22.03	6,476.82
			<b>QU</b>		<b>64,238.48</b>	<b>64,238.48</b>
			<b>Q</b>		<b>64,238.48</b>	<b>64,238.48</b>

6. Carpintería, cerrajería y vidrios.

Código	Tipo	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
<b>L</b>	<b>Capítulo</b>		<b>Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares</b>		<b>30,098.14</b>	<b>30,098.14</b>
<b>LB</b>	<b>Capítulo</b>		<b>Puertas automáticas de acceso peatonal</b>		<b>17,528.96</b>	<b>17,528.96</b>
<b>LBL020</b>	Partida	Ud	Puerta corredera automática, de aluminio y vidrio, para acceso peatonal, con sistema de apertura central, de dos hojas deslizantes de 100x210 cm y dos hojas fijas 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; cuatro 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.	4	4,382.24	17,528.96
			<b>LB</b>		<b>17,528.96</b>	<b>17,528.96</b>
<b>LT</b>	<b>Capítulo</b>		<b>Puertas interiores técnicas</b>		<b>8,336.8</b>	<b>8,336.88</b>
<b>LTM010</b>	Partida	Ud	Block de puerta interior técnica abatible, de madera, para edificio de uso público, de una hoja, lisa, de 203x82,5x3,5 cm, compuesto por alma de tablero aglomerado de partículas, recubierto con laminado de alta presión (HPL), formado por varias capas de papel kraft impregnadas en resina fenólica, cantos de placa laminada compacta de alta presión (HPL), bastidor de tablero contrachapado y cerco de madera de pino; sobre precerco de pino país de 90x35 mm. Incluso pernios, manilla y cerradura de acero inoxidable, accesorios, herrajes de colgar y espuma de poliuretano para relleno de la holgura entre precerco y block de puerta.	24	347.37	8,336.88
			<b>LT</b>		<b>8,336.88</b>	<b>8,336.88</b>
<b>LC</b>	<b>Capítulo</b>		<b>Carpintería</b>		<b>4,232.3</b>	<b>4,232.3</b>
<b>LCL060</b>	Partida	Ud	Ventana de aluminio, gama básica, cuatro hojas correderas, dimensiones 3000x1600 mm, acabado lacado color blanco con el sello QUALICOAT, que garantiza el espesor y la calidad del proceso de lacado, compuesta de hoja de 22 mm y marco de 60 mm, junquillos, galce, juntas de estanqueidad de EPDM, manilla y herrajes, según UNE-EN 14351-1; transmitancia térmica del marco: $U_{h,m}$ = desde 5,7 W/(m <sup>2</sup> K); espesor máximo del acristalamiento: 15 mm, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 3, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase 7A, 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, sellador adhesivo y silicona neutra para sellado perimetral de las juntas exterior e interior, entre la carpintería y la obra.	10	423.23	4,232.3
			<b>LC</b>		<b>4,232.3</b>	<b>4,232.3</b>
			<b>L</b>		<b>30,098.14</b>	<b>30,098.14</b>

## 7. Revestimientos y trasdosados.

Código	Tipo	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
<b>R</b>	<b>Capítulo</b>		<b>Revestimientos y trasdosados</b>		<b>143,388</b>	<b>143,388</b>
<b>RS</b>	<b>Capítulo</b>		<b>Pavimentos</b>		<b>143,388</b>	<b>143,388</b>
<b>RSH010</b>	Partida	m <sup>2</sup>	Pavimento vinílico deportivo indoor para la práctica de baloncesto, de 9 mm de espesor, formado por un complejo con superficie de vinilo plastificado, reforzado con una malla de fibra de vidrio, sobre una capa de espuma de alta densidad con estructura celular cerrada, suministrado en rollos,	2,520	56.9	143,388
			<b>RS</b>		<b>143,388</b>	<b>143,388</b>
			<b>R</b>		<b>143,388</b>	<b>143,388</b>

## 8. Resumen.

Capítulos	Importe (€)
1. Acondicionamiento del terreno	65,254.73
2. Cimentaciones	47,192.57
3. Estructura	382,860.84
4. Fachadas y particiones	120,833.52
5. Cubierta	64,238.48
6. Carpintería, cerrajería y vidrios	30,098.14
7. Revestimiento y trasdosados	143,388
<b>Presupuesto de ejecución de material (PEM)</b>	<b>853,866.28</b>

El presupuesto de ejecución de material de la obra asciende a la cantidad de **OCHOCIENTOS CINCUENTA Y TRES MIL OCHOCIENTOS SESENTA Y SEIS EUROS VEINTIOCHO CÉNTIMOS.**

Presupuesto de ejecución por contrata (PEC) y presupuesto base de licitación:

<b>Presupuesto de ejecución de material (PEM)</b>	<b>853,866.28</b>
Gastos generales: 13%	111,002.62
Beneficio industrial: 6%	51,231.98
<b>Presupuesto de ejecución por contrata (PEC)</b>	<b>1,016,100.88</b>
IVA: 21%	213,381.18
<b>Presupuesto base de licitación (PBI)</b>	<b>1,229,482.06</b>

El presupuesto base de licitación asciende a un total de **UN MILLÓN DOSCIENTOS VEINTINUEVE MIL CUATROCIENTOS OCHENTA Y DOS EUROS CON SEIS CÉNTIMOS.**

## IV. PLANOS.

1. Plano de situación.
2. Emplazamiento.
3. Estructura 3D.
4. Distribución en planta.
5. Cimentación.
6. Alzado A (Fachada).
7. Alzado M (Fachada 2).
8. Alzado E (Fachada Mordida).
9. Alzados B-D (Pórticos interiores simples).
10. Alzados F-G (Pórticos interiores).
11. Alzados H-L (Pórticos interiores).
12. Alineaciones 1, 5 y 8 (Laterales).
13. Detalles laterales 1, 5 y 8.
14. Detalles placas de anclaje.
15. Forjado.
16. Cubierta.
17. Cubierta. Distribución del cerramiento.
18. Alzados de las fachadas exteriores.
19. Alzados de las fachadas laterales exteriores.





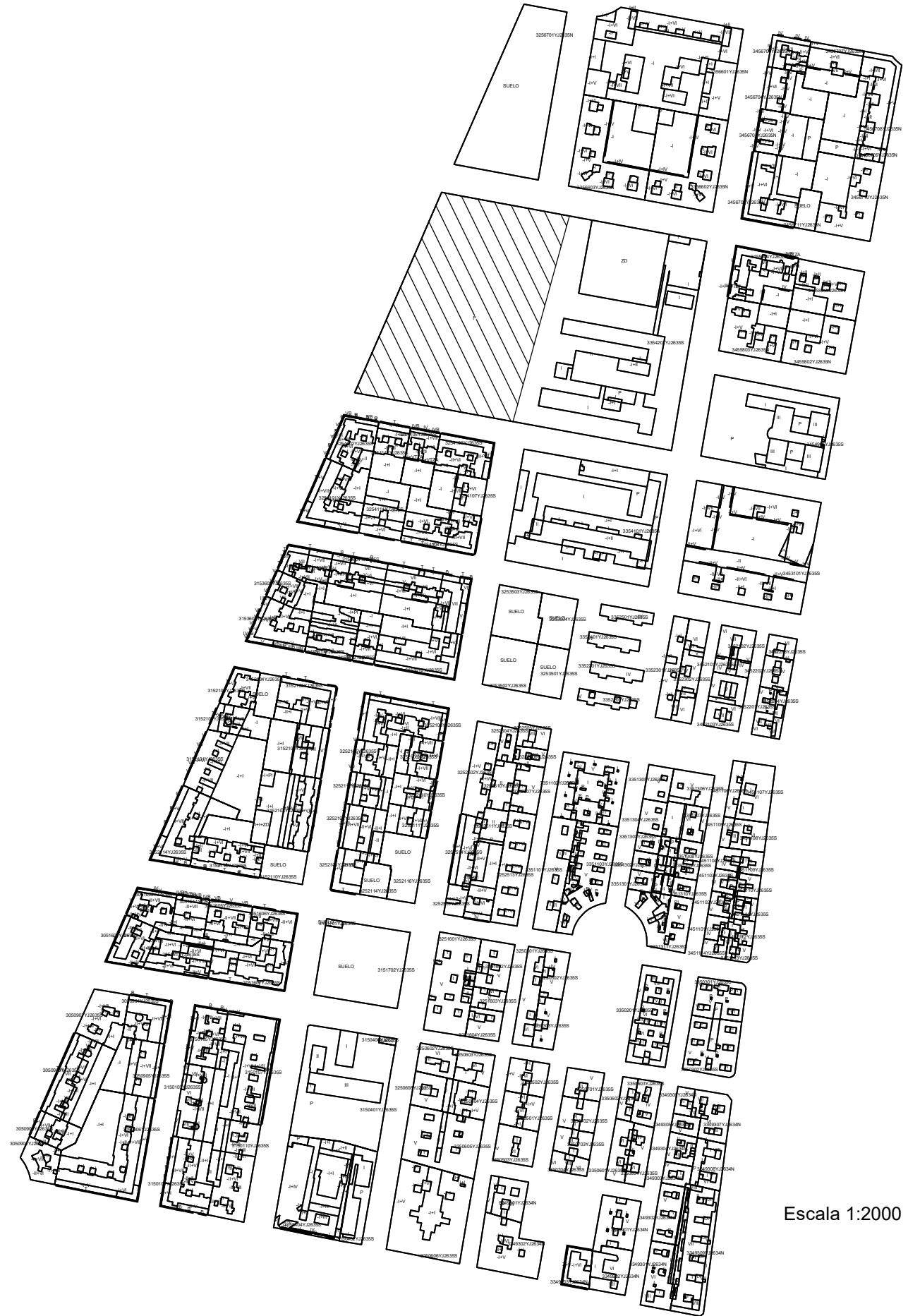
Catarroja

Escala 1:20000



Zoom de la zona.

Escala 1:4000



Escala 1:2000

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERIA EN TECNOLOGIAS INDUSTRIALES



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA

Proyecto: **PROYECTO ESTRUCTURAL DE PABELLÓN DE DEPORTES DE 2520 m<sup>2</sup> SITUADO EN CATARROJA (VALENCIA)**

Plano: **Plano de situación.**

Autor: **Ferran Palau Luján.**

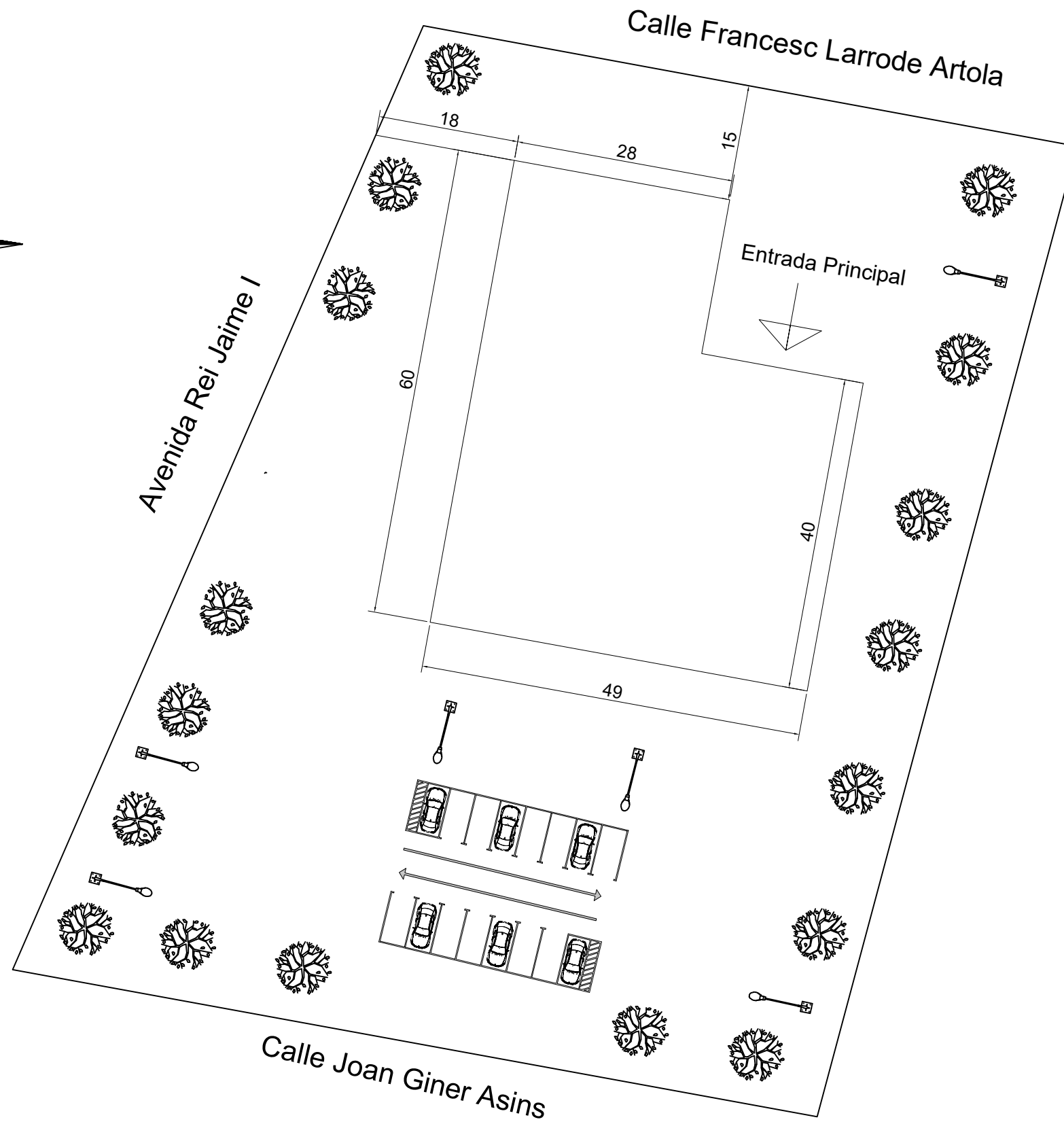
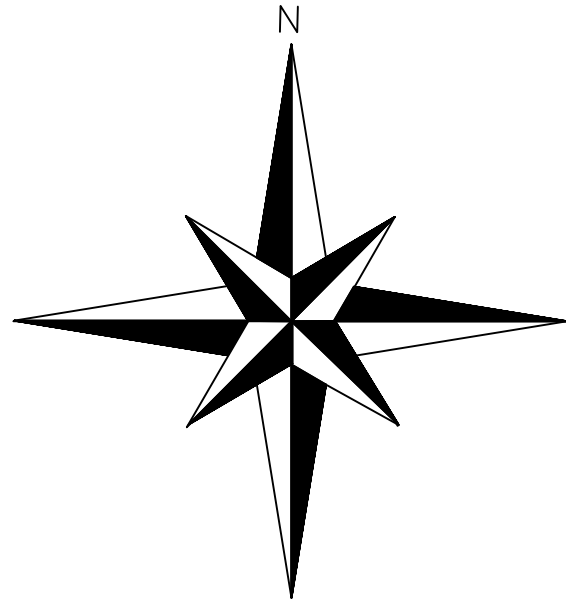
Fecha: **Septiembre 2022**

Escala: **VE**

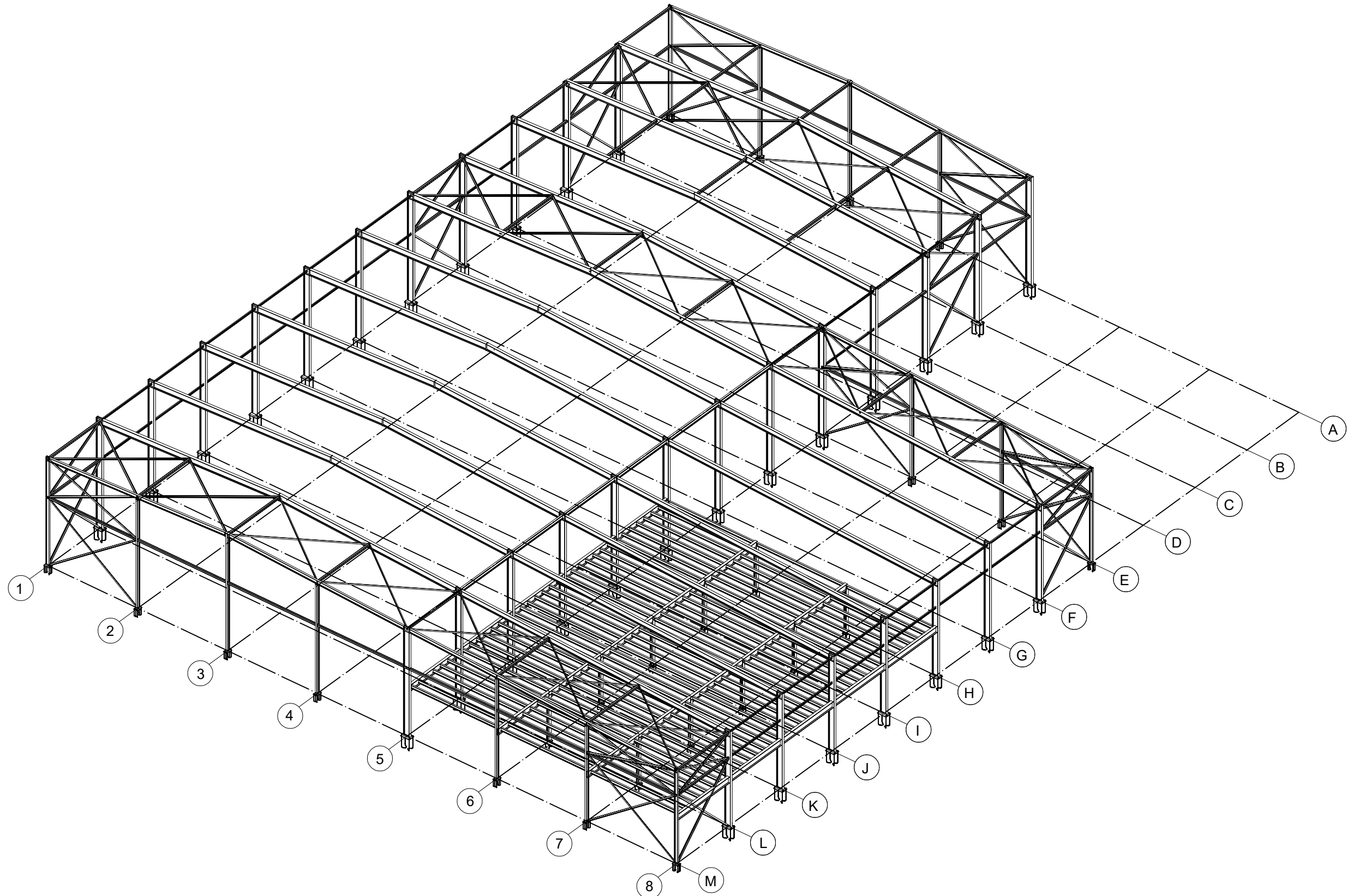
Nº Plano:

**1**









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

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA

Proyecto: **PROYECTO ESTRUCTURAL DE PABELLÓN DE DEPORTES DE 2520 m<sup>2</sup> SITUADO EN CATARROJA (VALENCIA)**

Plano: **Estructura 3D.**

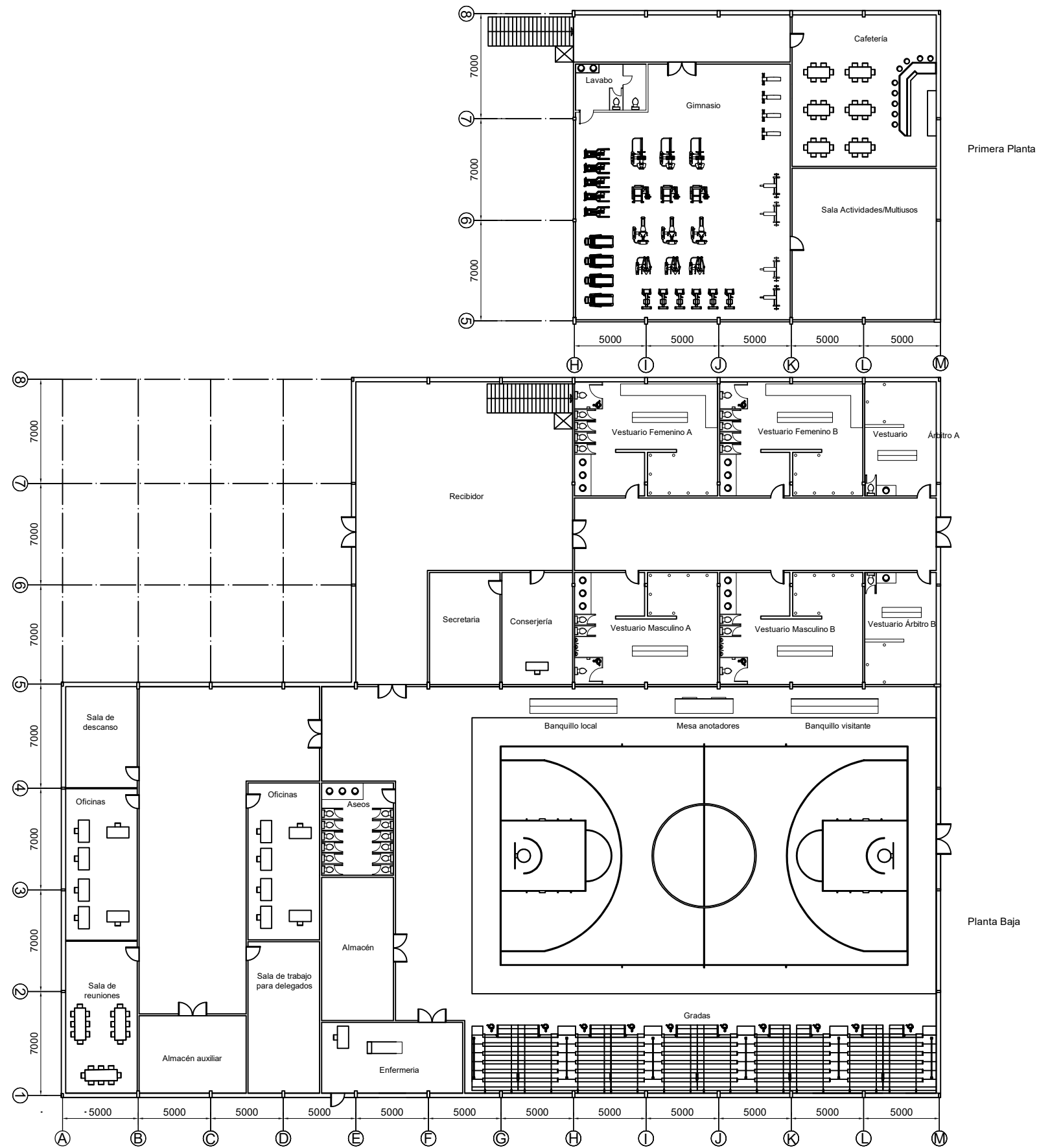
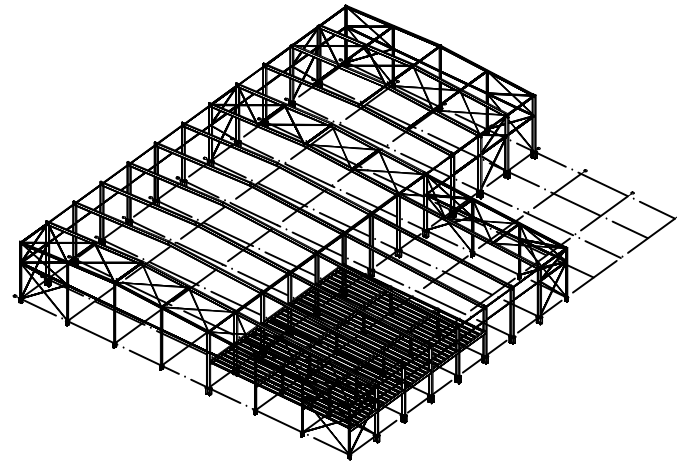
Autor: **Ferran Palau Luján.**

Fecha: **Septiembre 2022**

Escala: **1:250**

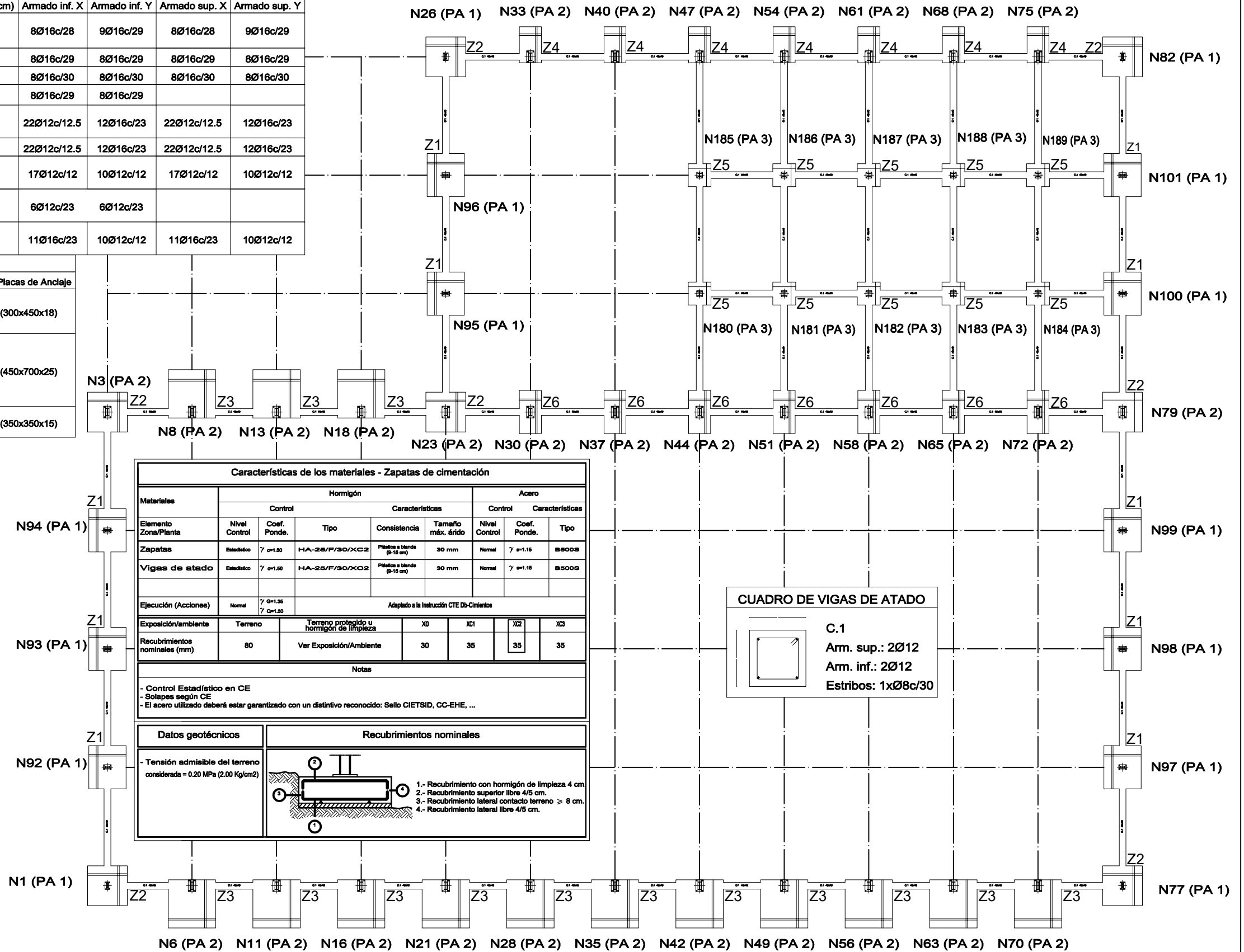
Nº Plano:

**3**



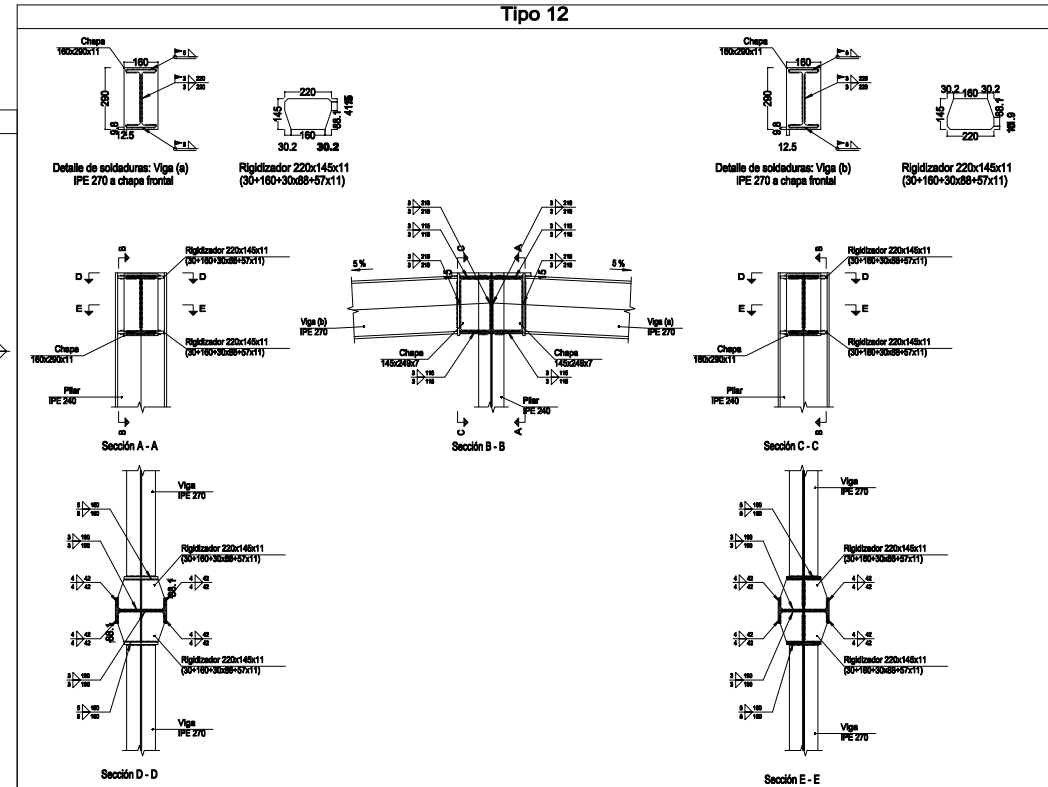
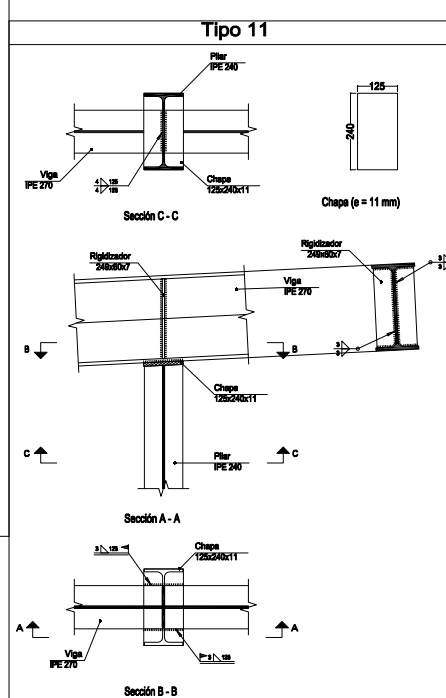
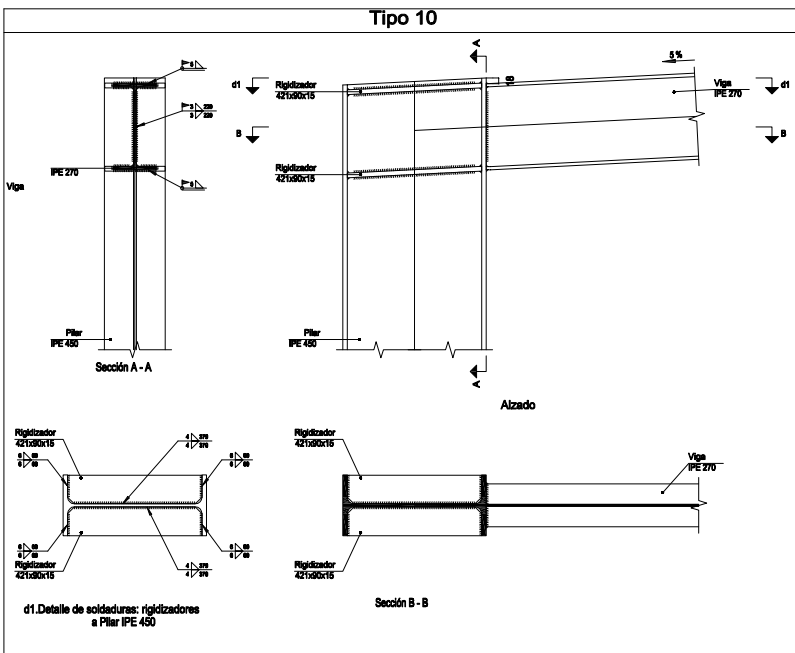
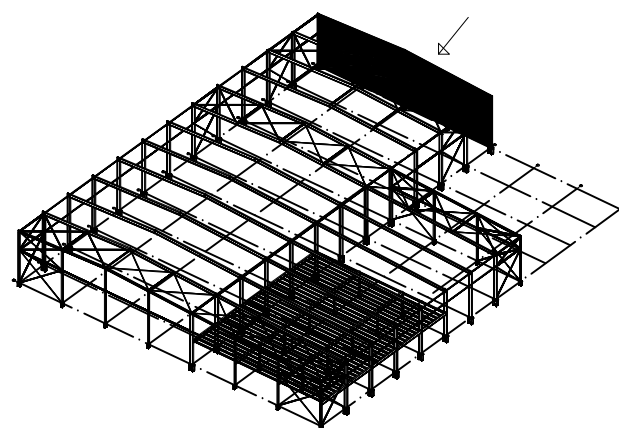
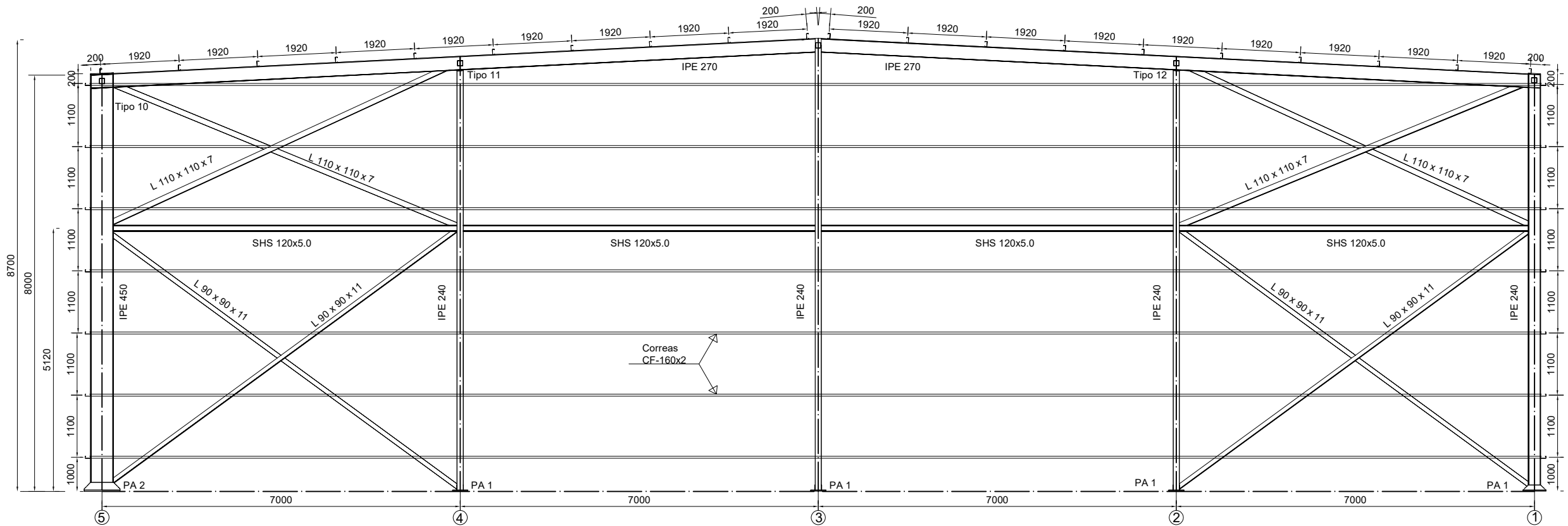
CUADRO DE ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN							
Grupo	Referencias	Dimensiones (cm)	Canto (cm)	Armado inf. X	Armado inf. Y	Armado sup. X	Armado sup. Y
Z1	N92, N93, N94, N95, N96, N97, N98, N99, N100 y N101	255x220	75	8Ø16c/28	9Ø16c/29	8Ø16c/28	9Ø16c/29
Z2	N1, N3, N26, N77 y N82	235x235	75	8Ø16c/29	8Ø16c/29	8Ø16c/29	8Ø16c/29
	N23	235x235	73	8Ø16c/30	8Ø16c/30	8Ø16c/30	8Ø16c/30
	N79	235x235	75	8Ø16c/29	8Ø16c/29		
Z3	N6, N11, N16, N21, N28, N35, N42, N49, N56, N63 y N70	280x290	95	22Ø12c/12.5	12Ø16c/23	22Ø12c/12.5	12Ø16c/23
	N8, N13 y N18	280x290	95	22Ø12c/12.5	12Ø16c/23	22Ø12c/12.5	12Ø16c/23
Z4	N33, N40, N47, N54, N61, N68 y N75	130x220	95	17Ø12c/12	10Ø12c/12	17Ø12c/12	10Ø12c/12
Z5	N180, N181, N182, N183, N184, N185, N186, N187, N188 y N189	135x135	40	6Ø12c/23	6Ø12c/23		
Z6	N30, N37, N44, N51, N58, N65 y N72	130x255	95	11Ø16c/23	10Ø12c/12	11Ø16c/23	10Ø12c/12

Cuadro de arranques			
Tipo de PA	Referencias	Pernos de Placas de Anclaje	Dimensión de Placas de Anclaje
PA 1	N1, N97, N77, N98, N100, N101, N26, N96, N95, N82, N99, N92, N83 y N94	6 Pernos Ø 16	Placa base (300x450x18)
PA 2	N3, N23, N79, N8, N13, N18, N6, N11, N16, N21, N28, N35, N42, N49, N56, N63, N70, N61, N54, N47, N40, N33, N30, N37, N44, N51, N58, N65, N72, N75 y N68	4 Pernos Ø 32	Placa base (450x700x25)
PA 3	N185, N186, N187, N180, N181, N182, N183, N188, N189 y N184	4 Pernos Ø 16	Placa base (350x350x15)



Características de los materiales - Zapatas de cimentación								
Materiales	Hormigón				Acero			
	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo	Consistencia	Tamaño máx. árido	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo
Zapatas	Estadístico	γ = 1.50	HA-25/F/30/XC2	Plástica a blanda (8-15 cm)	30 mm	Normal	γ = 1.15	B500B
Vigas de atado	Estadístico	γ = 1.50	HA-25/F/30/XC2	Plástica a blanda (8-15 cm)	30 mm	Normal	γ = 1.15	B500B
Ejecución (Acciones)	Normal	γ = 1.35 γ = 1.50	Adaptado a la Instrucción CTE D6-Cimientos					
Exposición/ambiente	Terreno	Terreno protegido u hormigón de limpieza		X0	X1	X2	X3	
Recubrimientos nominales (mm)	80	Ver Exposición/Ambiente		30	35	35	35	
Notas								
- Control Estadístico en CE - Solapes según CE - El acero utilizado deberá estar garantizado con un distintivo reconocido: Sello CIETSID, CC-EHE, ...								
Datos geotécnicos				Recubrimientos nominales				
- Tensión admisible del terreno considerada = 0.20 MPa (2.00 Kg/cm2)				<p>1.- Recubrimiento con hormigón de limpieza 4 cm. 2.- Recubrimiento superior libre 4/5 cm. 3.- Recubrimiento lateral contacto terreno ≥ 8 cm. 4.- Recubrimiento lateral libre 4/5 cm.</p>				

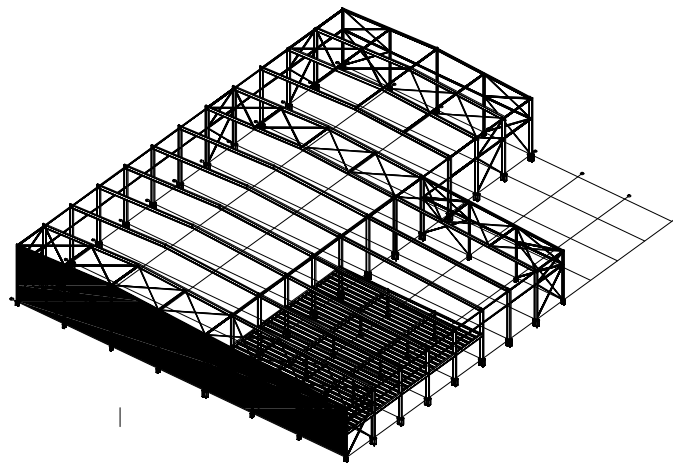
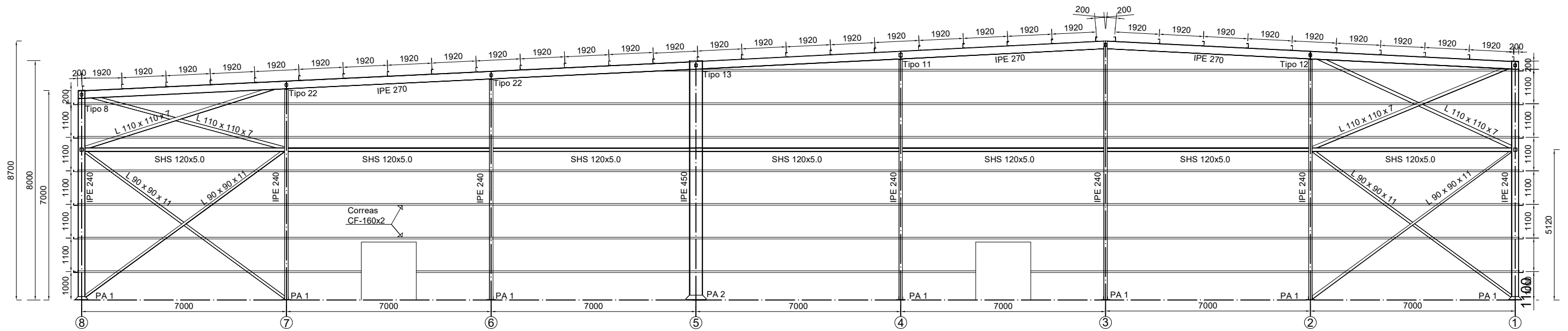
CUADRO DE VIGAS DE ATADO	
C.1	Arm. sup.: 2Ø12 Arm. inf.: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/30



**Correas en cubiertas**  
 Tipo de Acero: S235  
 Tipo de perfil: CF-160x2.0  
 Separación: 1.92 m.  
 Número de correas: 20  
 Peso lineal: 134.45 kg/m

**Correas en laterales**  
 Tipo de Acero: S235  
 Tipo de perfil: CF-160x2.0  
 Separación: 1.10 m.  
 Número de correas: 14  
 Peso lineal: 72.03 kg/m

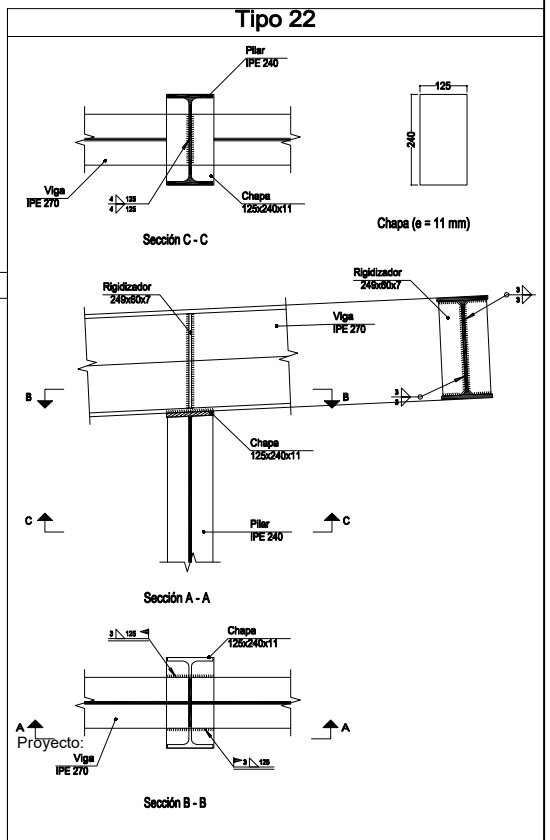
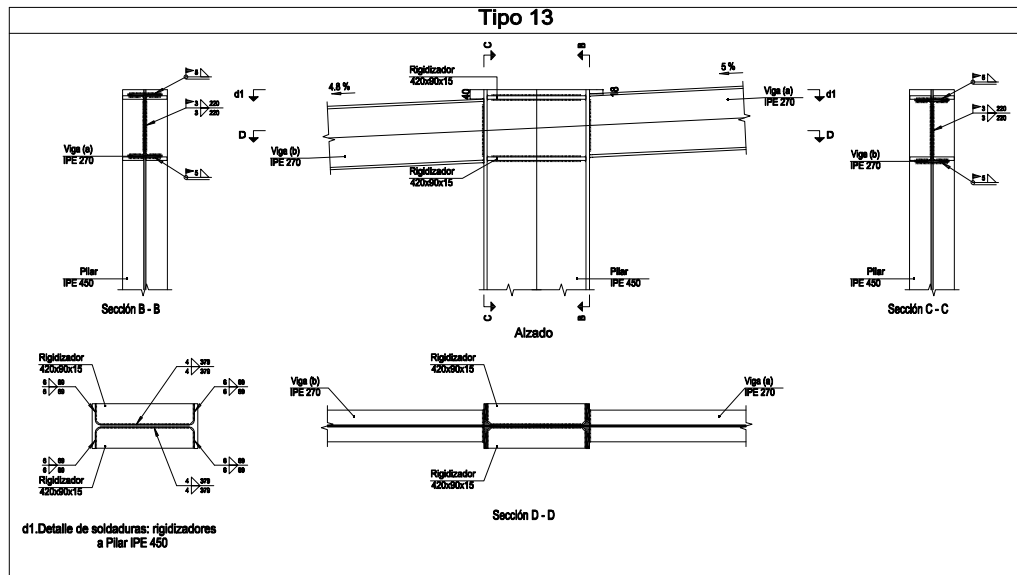
CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA			
ACERO EN ESTRUCTURA METÁLICA ( CE Capitulo 18, Artículo 83, Tabla 83.1.d)			
Perfiles laminados en caliente	S 275 - L.E. 275 N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{M0}=1,05$	$\gamma_{M1}=1,05$
Perfiles conformados en frío	S 235 - L.E. 235 N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{M0}=1,05$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

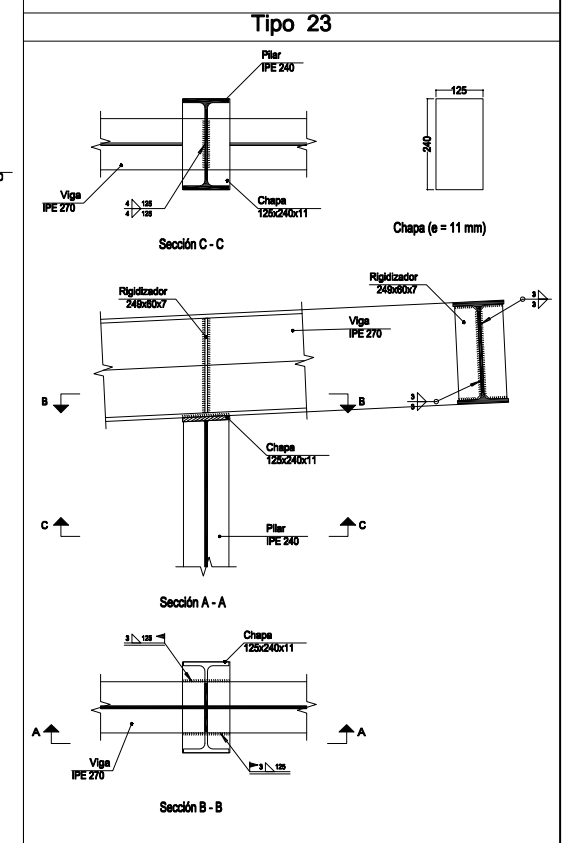
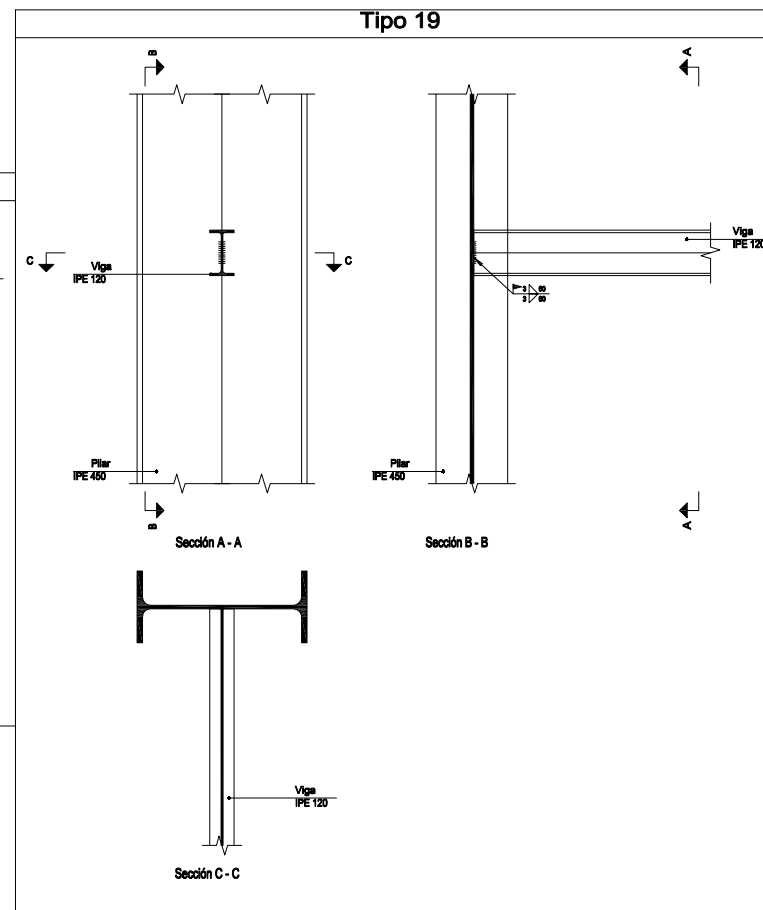
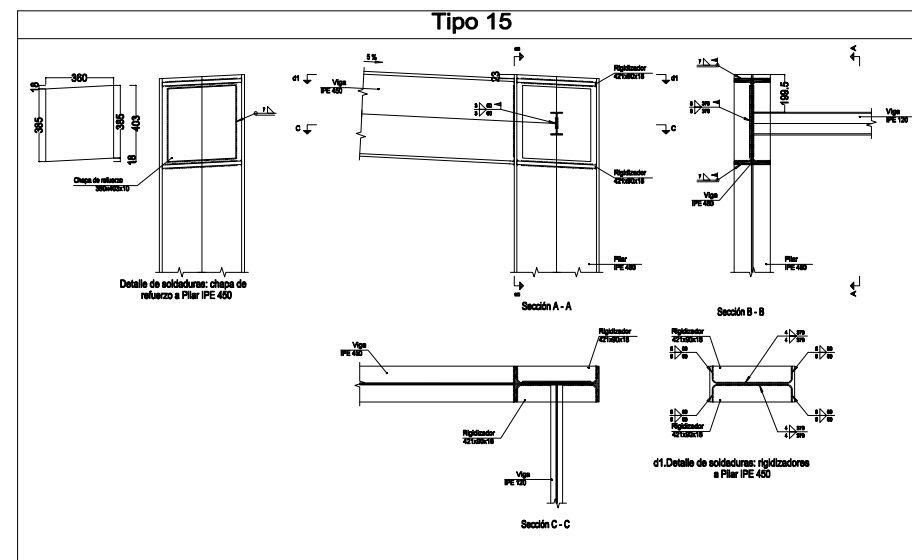
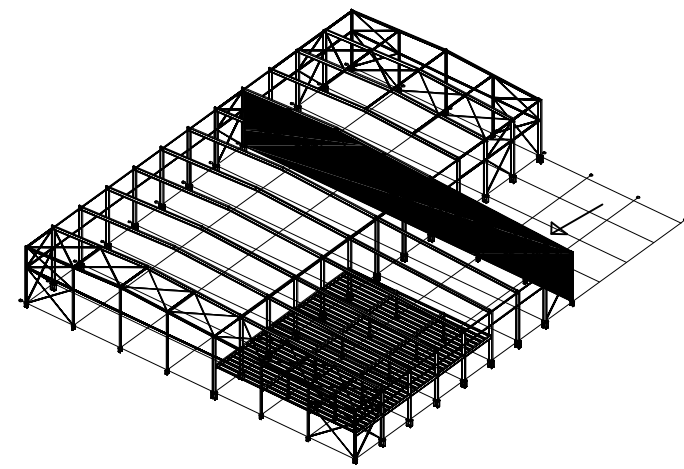
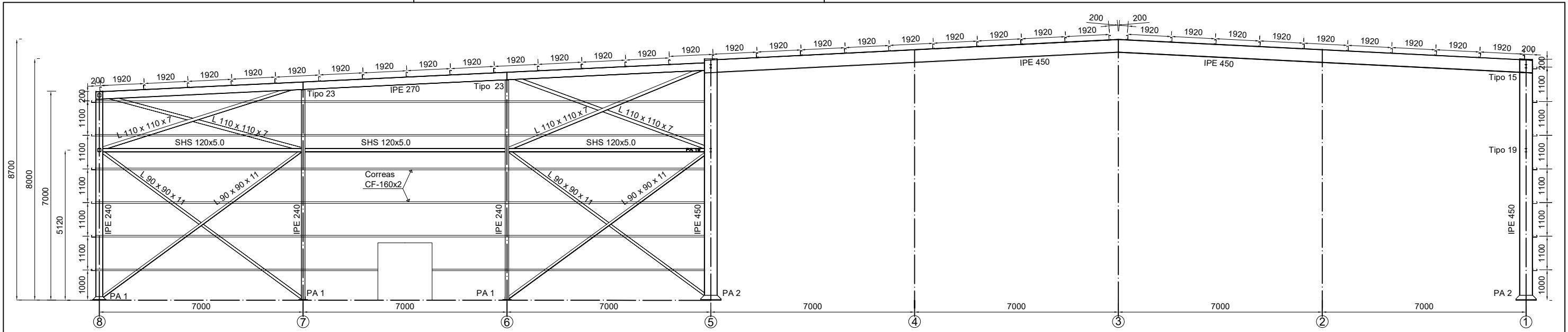


**Correas en cubiertas**  
 Tipo de Acero: S235  
 Tipo de perfil: CF-160x2.0  
 Separación: 1.92 m.  
 Número de correas: 34  
 Peso lineal: 134.45 kg/m

**Correas en laterales**  
 Tipo de Acero: S235  
 Tipo de perfil: CF-160x2.0  
 Separación: 1.10 m.  
 Número de correas: 13  
 Peso lineal: 72.03 kg/m

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

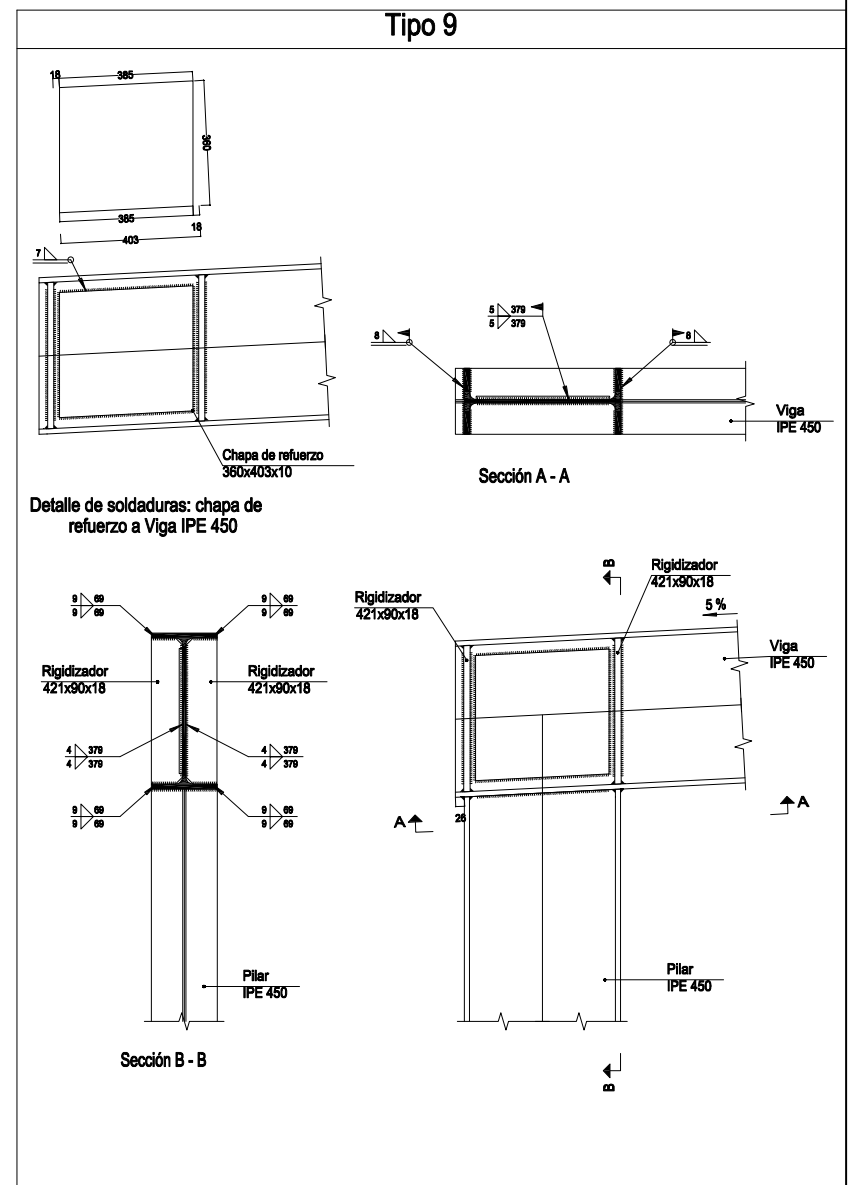
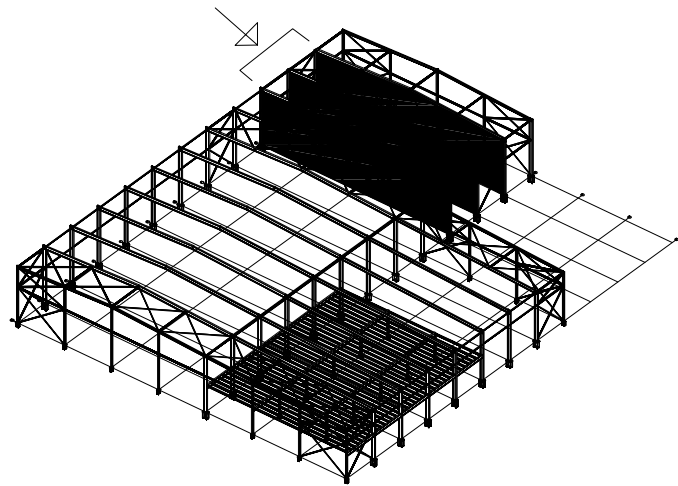
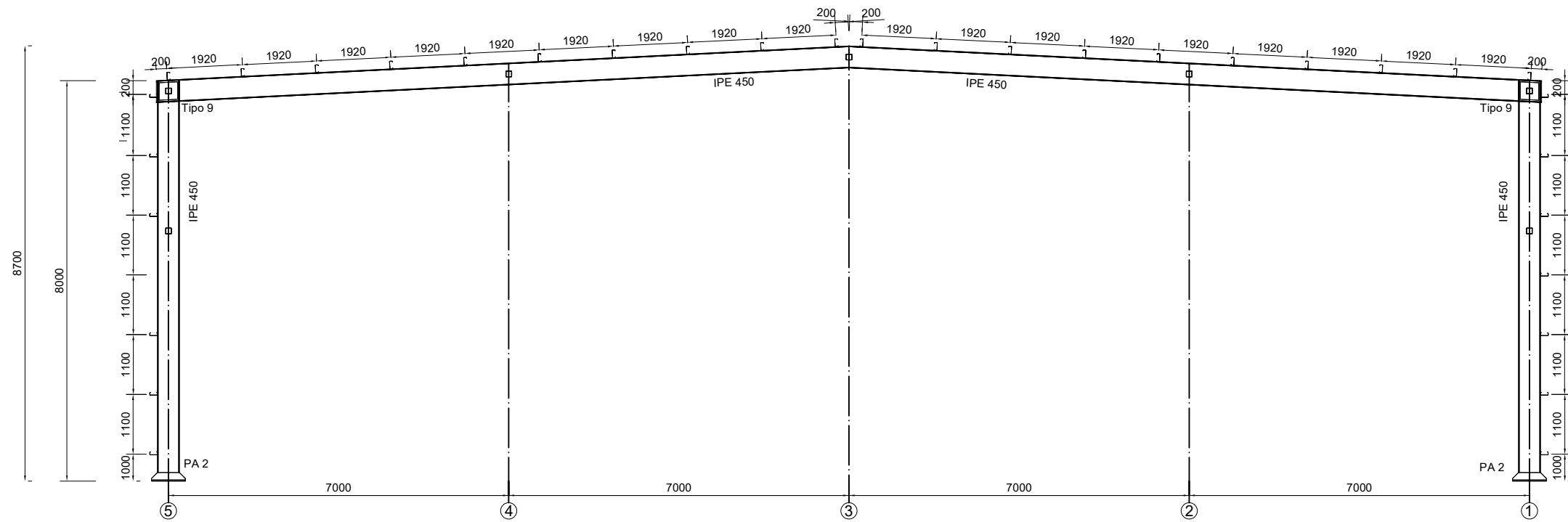




**Correas en cubiertas**  
 Tipo de Acero: S235  
 Tipo de perfil: CF-160x2.0  
 Separación: 1.92 m.  
 Número de correas: 34  
 Peso lineal: 134.45 kg/m

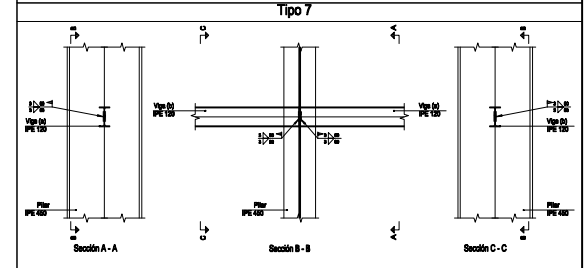
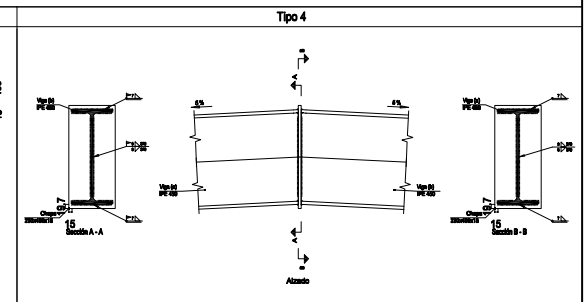
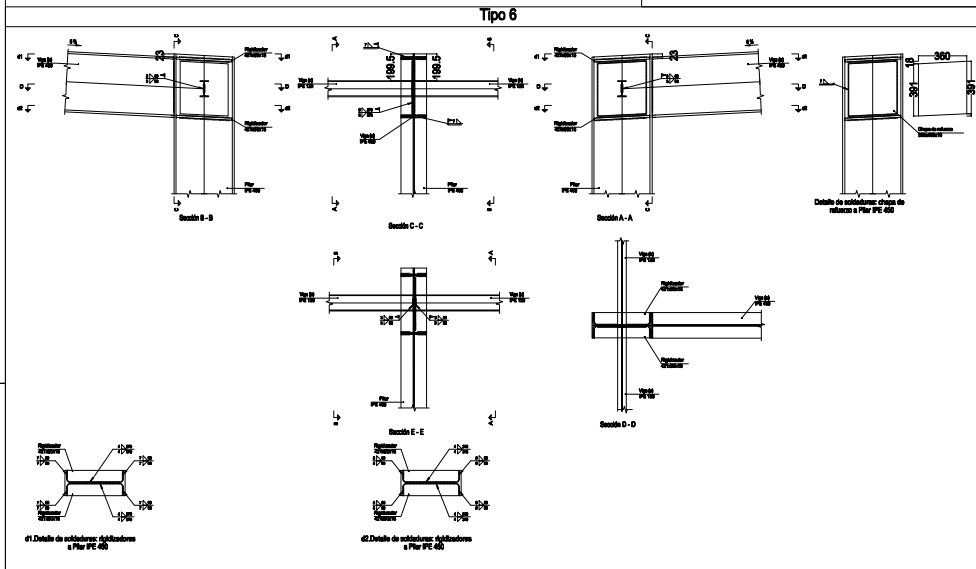
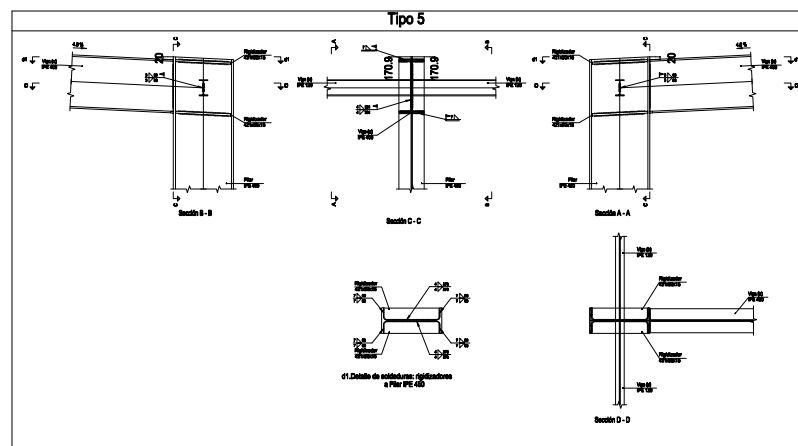
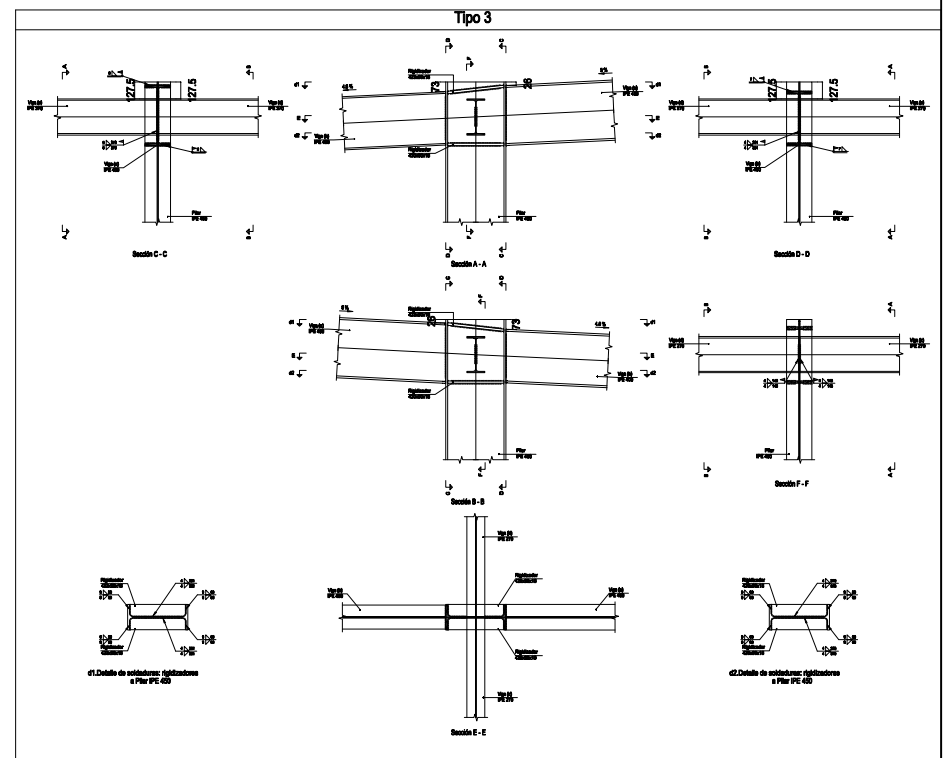
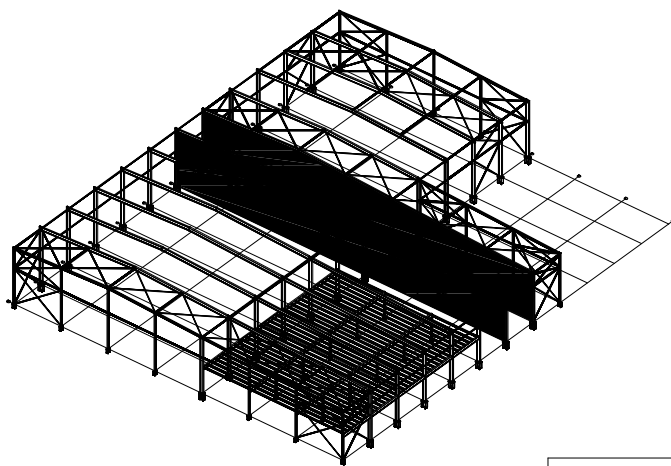
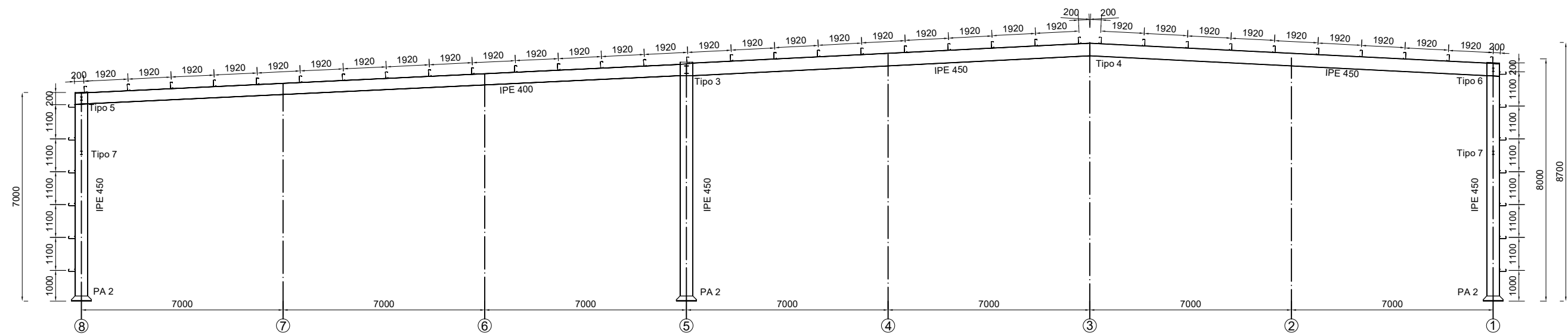
**Correas en laterales**  
 Tipo de Acero: S235  
 Tipo de perfil: CF-160x2.0  
 Separación: 1.10 m.  
 Número de correas: 13  
 Peso lineal: 72.03 kg/m

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



<b>Correas en cubiertas</b>
Tipo de Acero: S235
Tipo de perfil: CF-160x2.0
Separación: 1.92 m.
Número de correas: 20
Peso lineal: 134.45 kg/m
<b>Correas en laterales</b>
Tipo de Acero: S235
Tipo de perfil: CF-160x2.0
Separación: 1.10 m.
Número de correas: 13
Peso lineal: 72.03 kg/m

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



**Correas en cubiertas**  
 Tipo de Acero: S235  
 Tipo de perfil: CF-160x2.0  
 Separación: 1.92 m.  
 Número de correas: 34  
 Peso lineal: 134.45 kg/m

**Correas en laterales**  
 Tipo de Acero: S235  
 Tipo de perfil: CF-160x2.0  
 Separación: 1.10 m.  
 Número de correas: 13  
 Peso lineal: 72.03 kg/m

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

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



Proyecto: **PROYECTO ESTRUCTURAL DE PABELLÓN DE DEPORTES DE 2520 m<sup>2</sup> SITUADO EN CATARROJA (VALENCIA)**

Plano: **Alzados F-G (Pórticos interiores).**

Autor: **Ferran Palau Luján.**

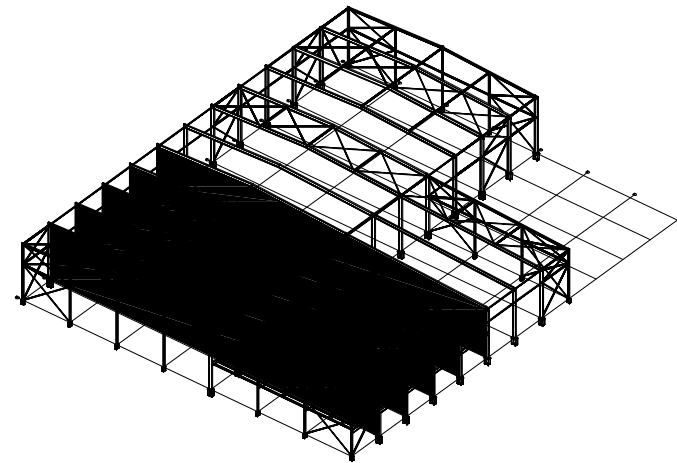
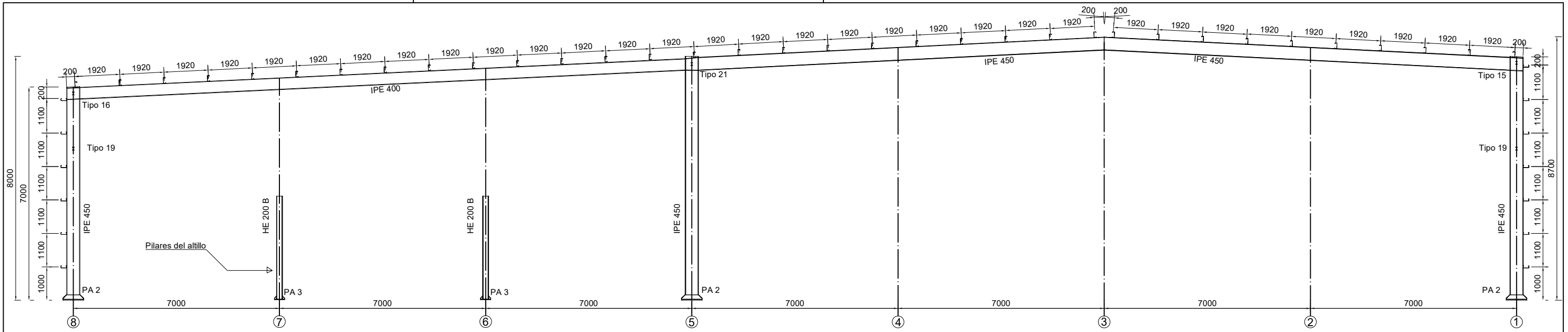
Fecha: **Septiembre 2022**

Escala: **1:150**

Nº Plano:

**10**

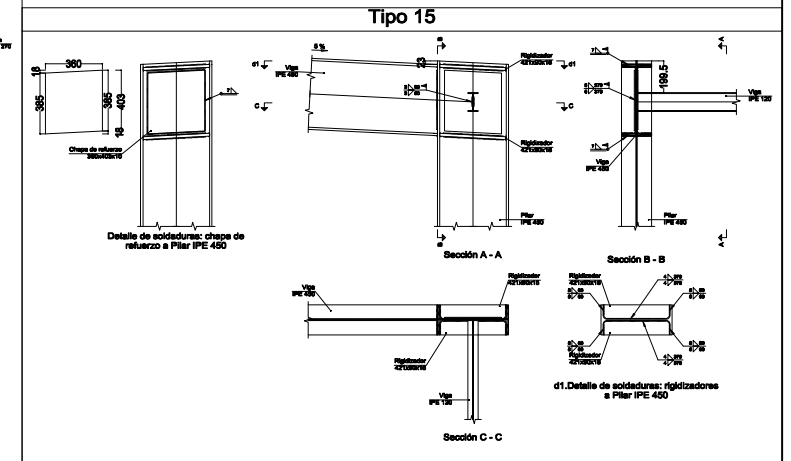
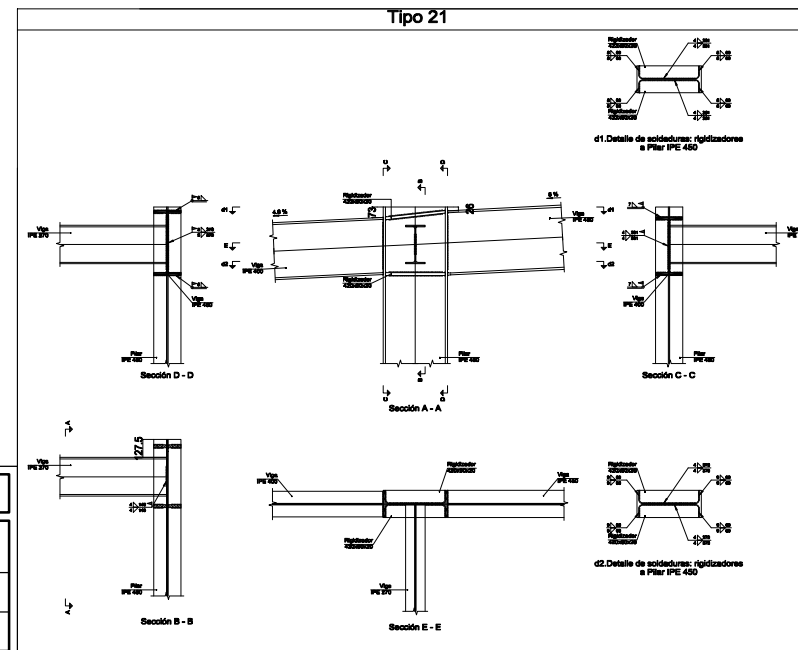


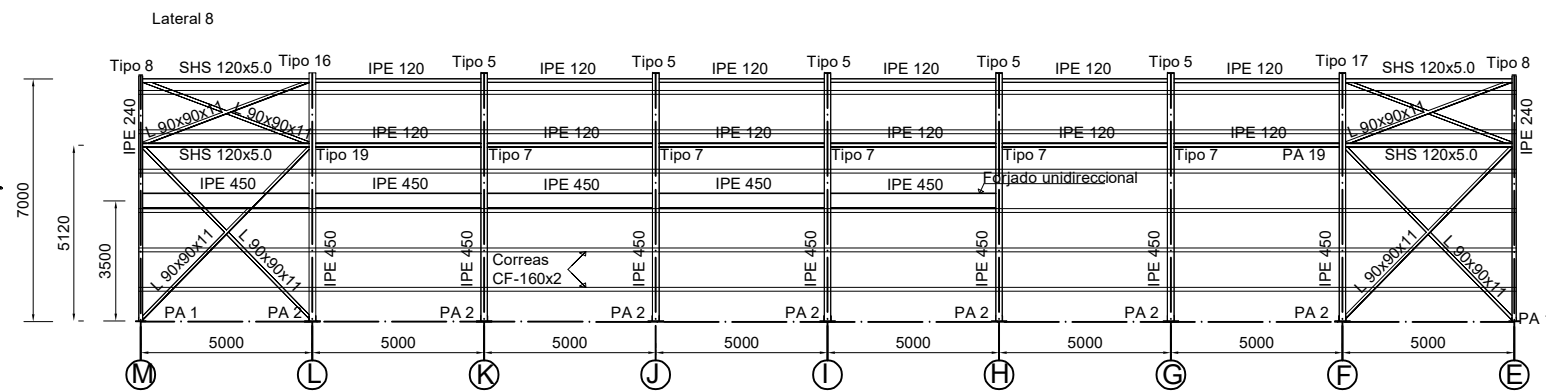
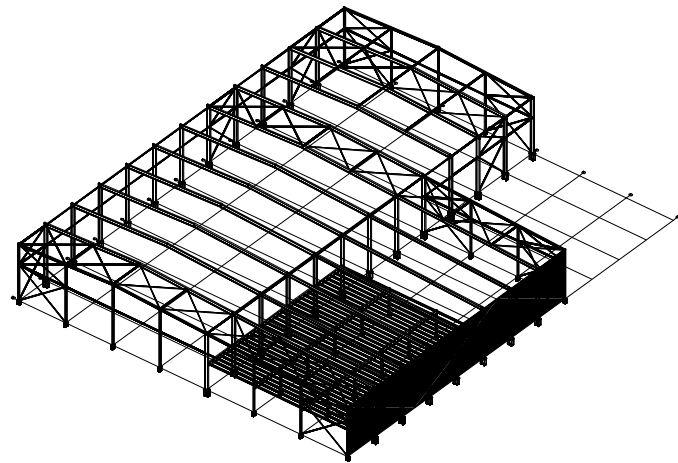
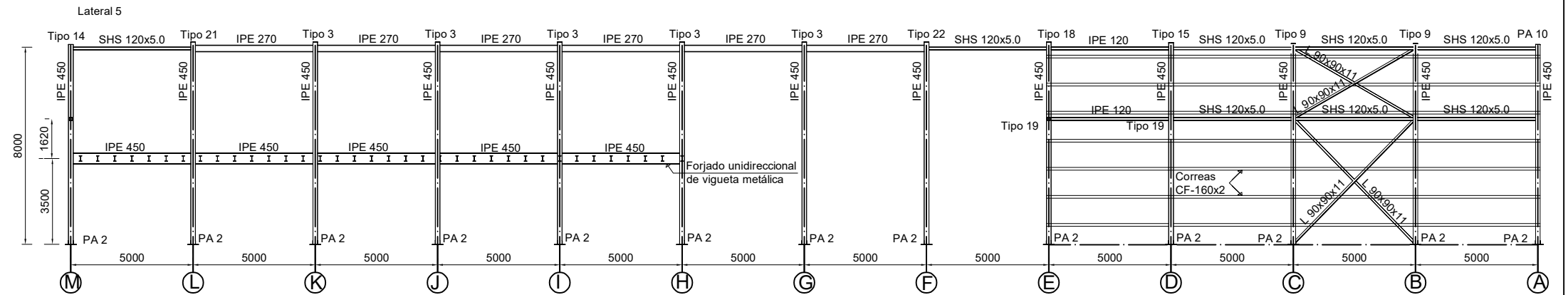
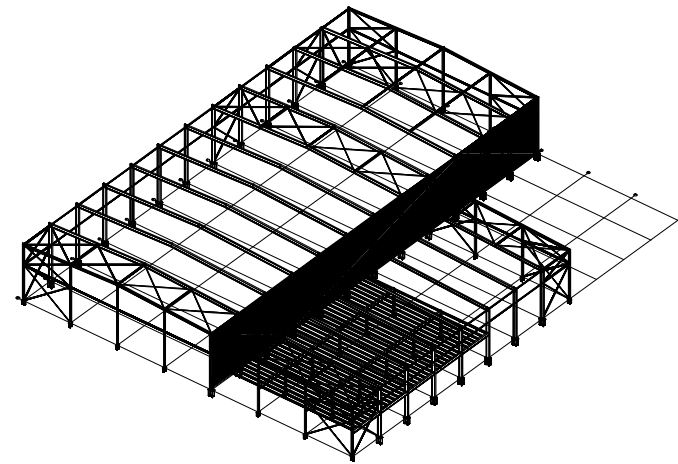
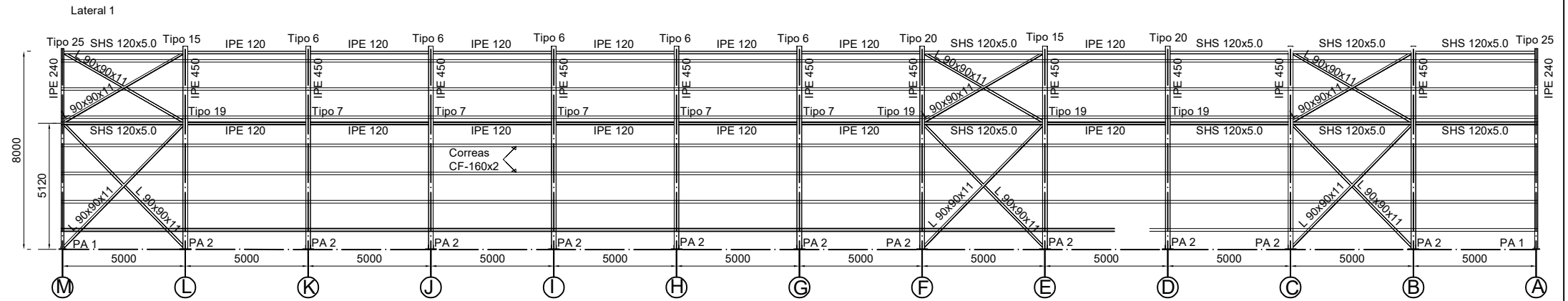
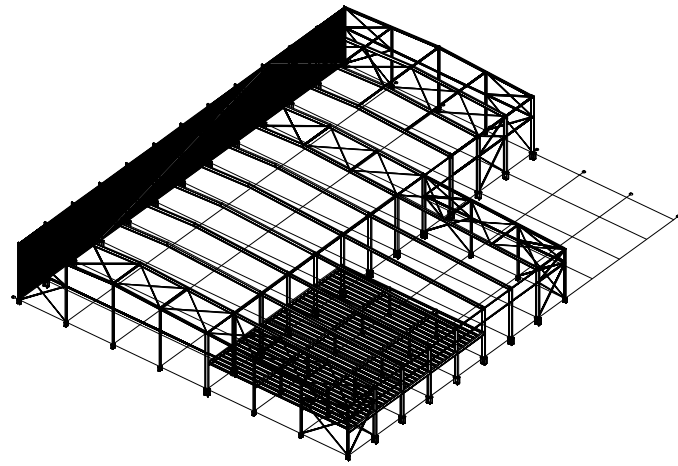


**Correas en cubiertas**  
 Tipo de Acero: S235  
 Tipo de perfil: CF-160x2.0  
 Separación: 1.92 m.  
 Número de correas: 34  
 Peso lineal: 134.45 kg/m

**Correas en laterales**  
 Tipo de Acero: S235  
 Tipo de perfil: CF-160x2.0  
 Separación: 1.10 m.  
 Número de correas: 13  
 Peso lineal: 72.03 kg/m

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





**Correas en cubiertas**  
 Tipo de Acero: S235  
 Tipo de perfil: CF-160x2.0  
 Separación: 1.92 m.  
 Número de correas: 34  
 Peso lineal: 134.45 kg/m

**Correas en laterales**  
 Tipo de Acero: S235  
 Tipo de perfil: CF-160x2.0  
 Separación: 1.10 m.  
 Número de correas: 13  
 Peso lineal: 72.03 kg/m

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

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



Proyecto: **PROYECTO ESTRUCTURAL DE PABELLÓN DE DEPORTES DE 2520 m<sup>2</sup> SITUADO EN CATARROJA (VALENCIA)**

Plano: **Alineaciones 1, 5 y 8 (Laterales).**

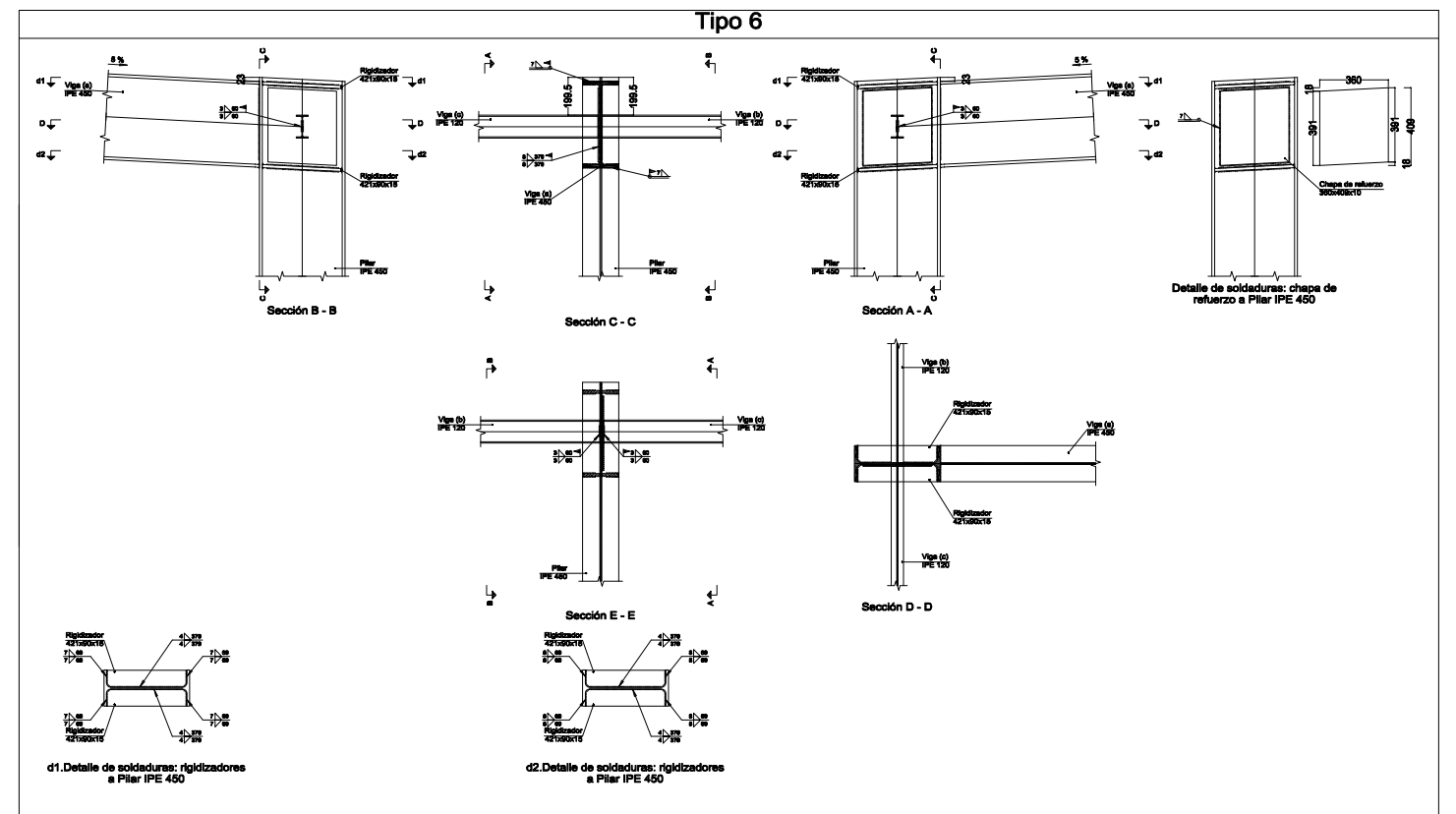
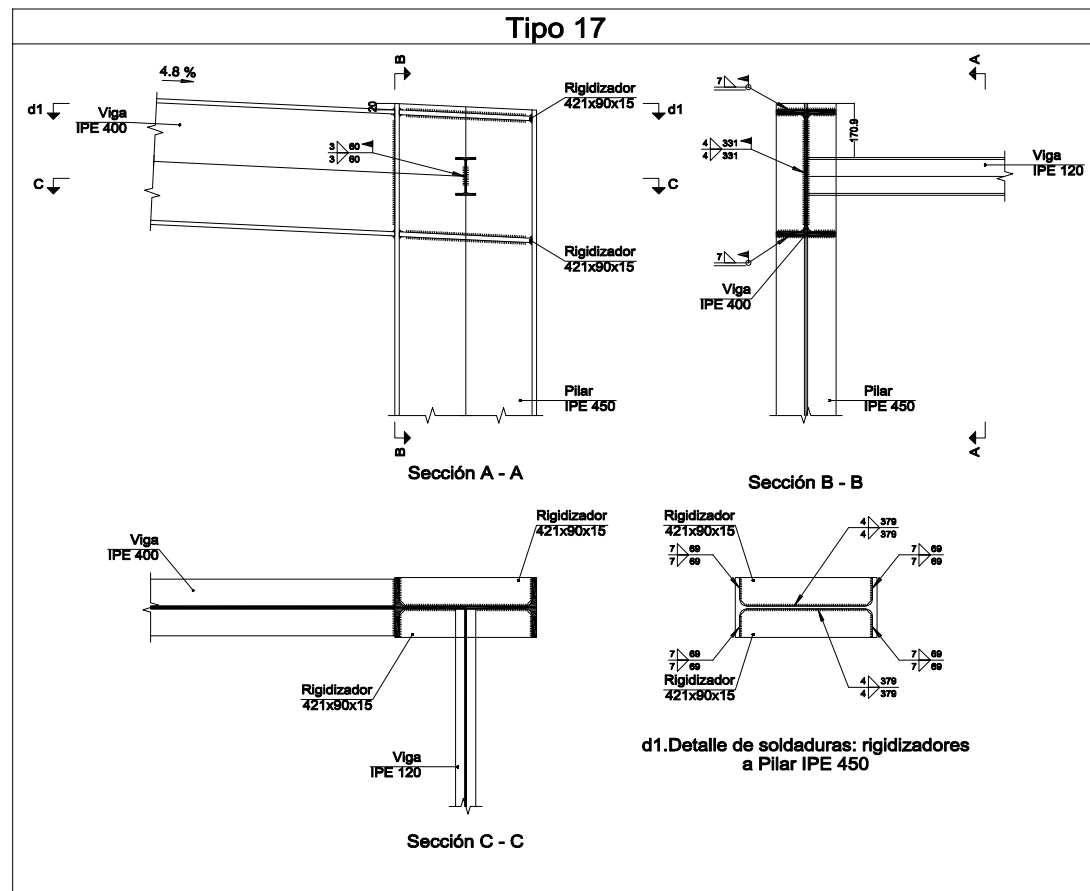
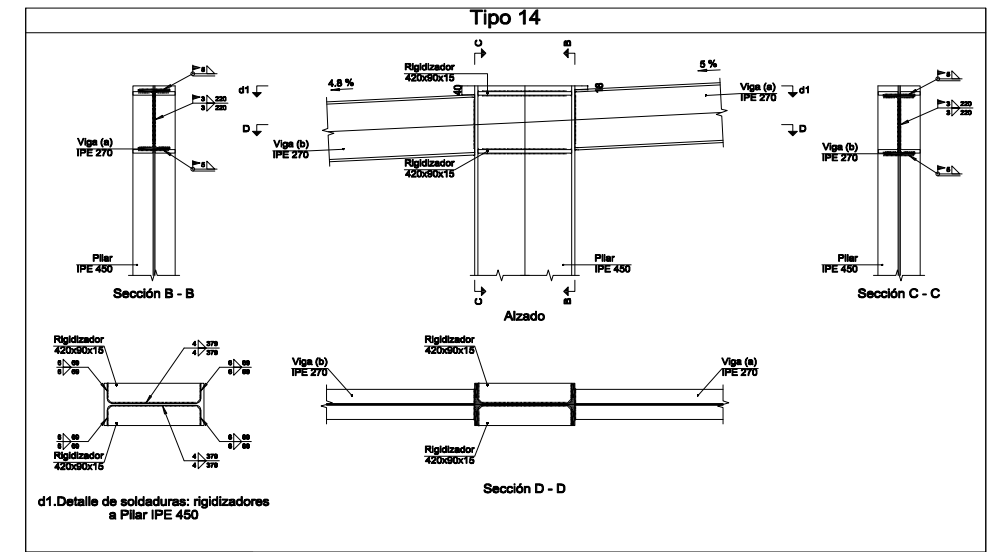
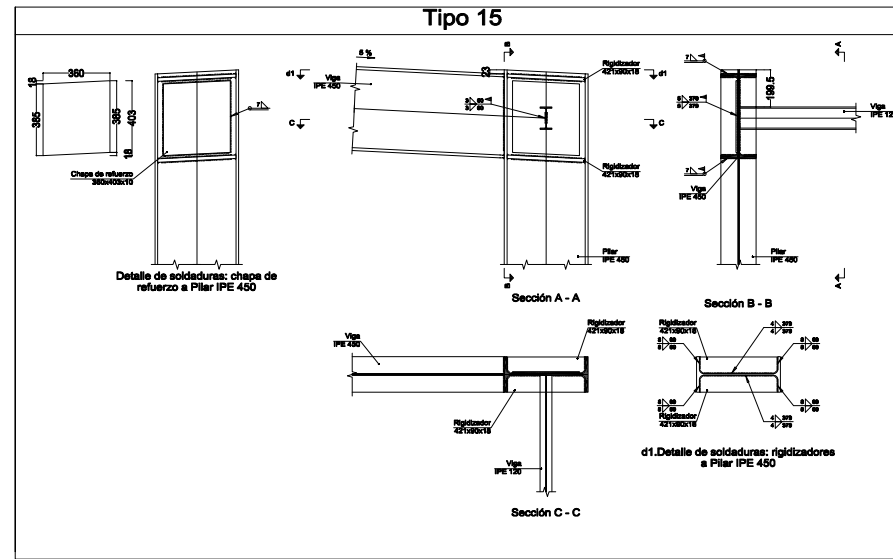
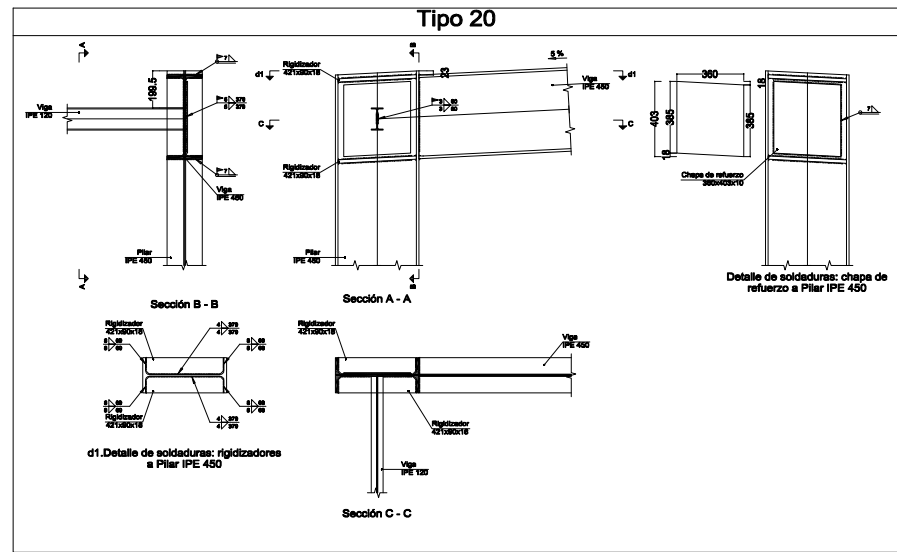
Autor: **Ferran Palau Luján.**

Fecha: **Septiembre 2022**

Escala: **1:200**

Nº Plano:

**12**

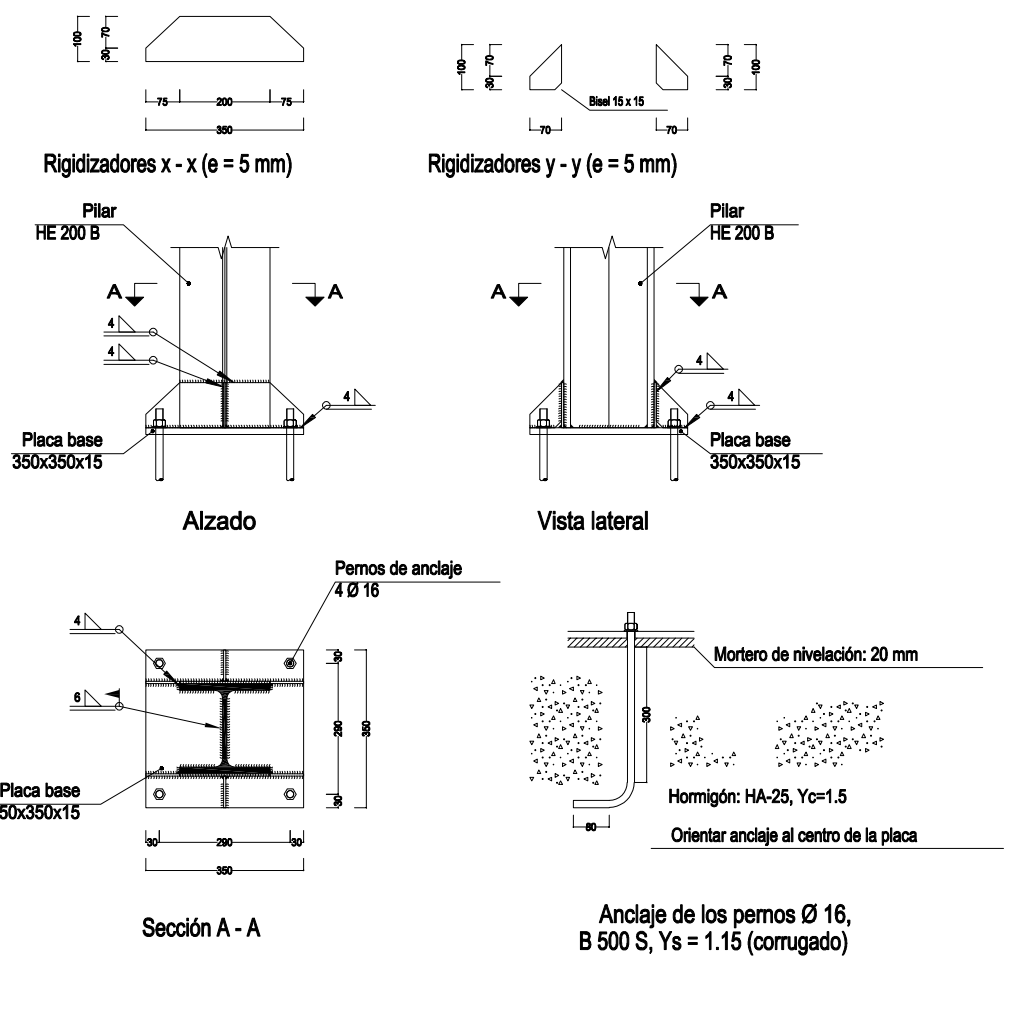
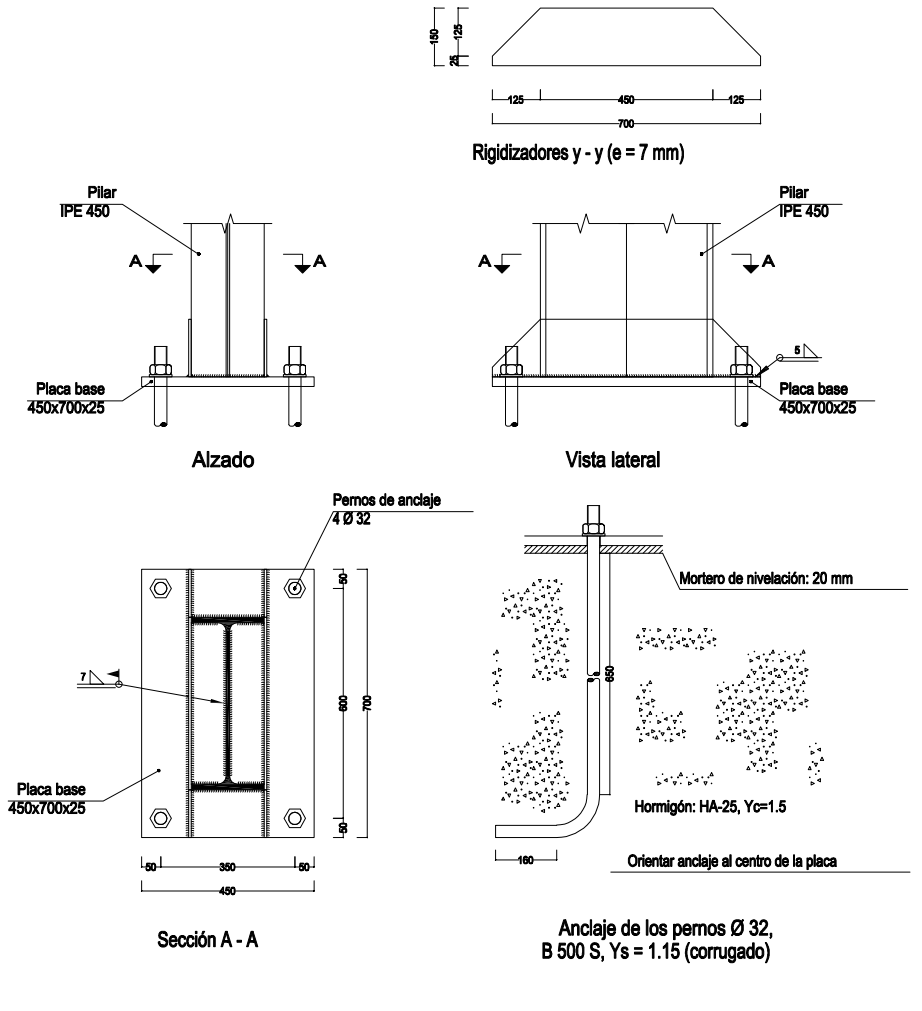
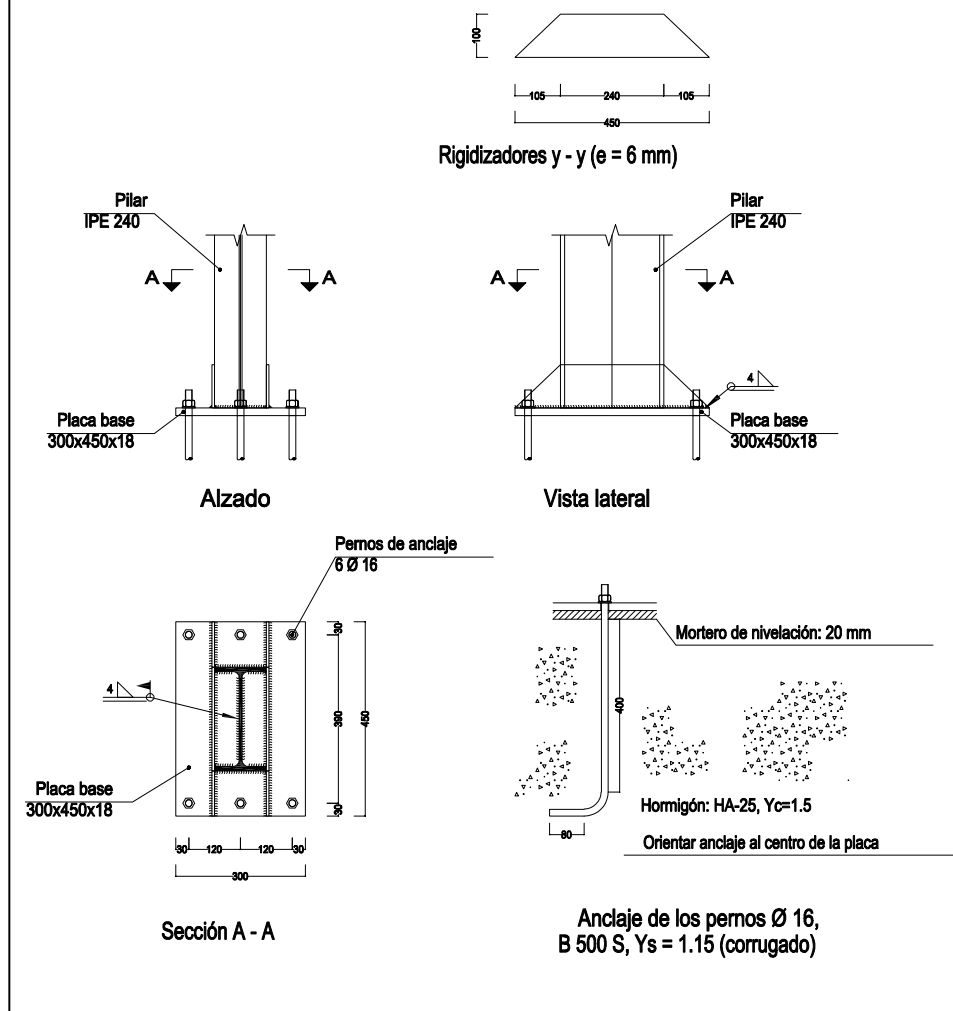


CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA			
ACERO EN ESTRUCTURA METÁLICA ( CE Capitulo 18, Artículo 83, Tabla 83.1.d)		$\gamma_{M0}$	$\gamma_{M1}$
Perfiles laminados en caliente	S 275 - L.E. 275 N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{M0}=1,05$	$\gamma_{M1}=1,05$
Perfiles conformados en frío	S 235 - L.E. 235 N/mm <sup>2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

**PA 1**

**PA 2**

**PA 3**



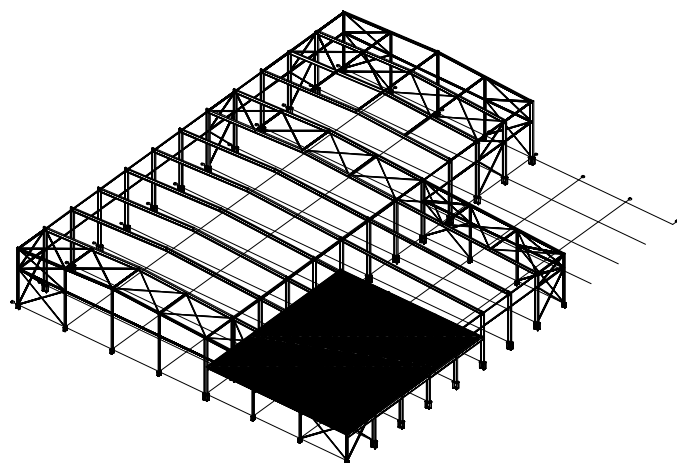
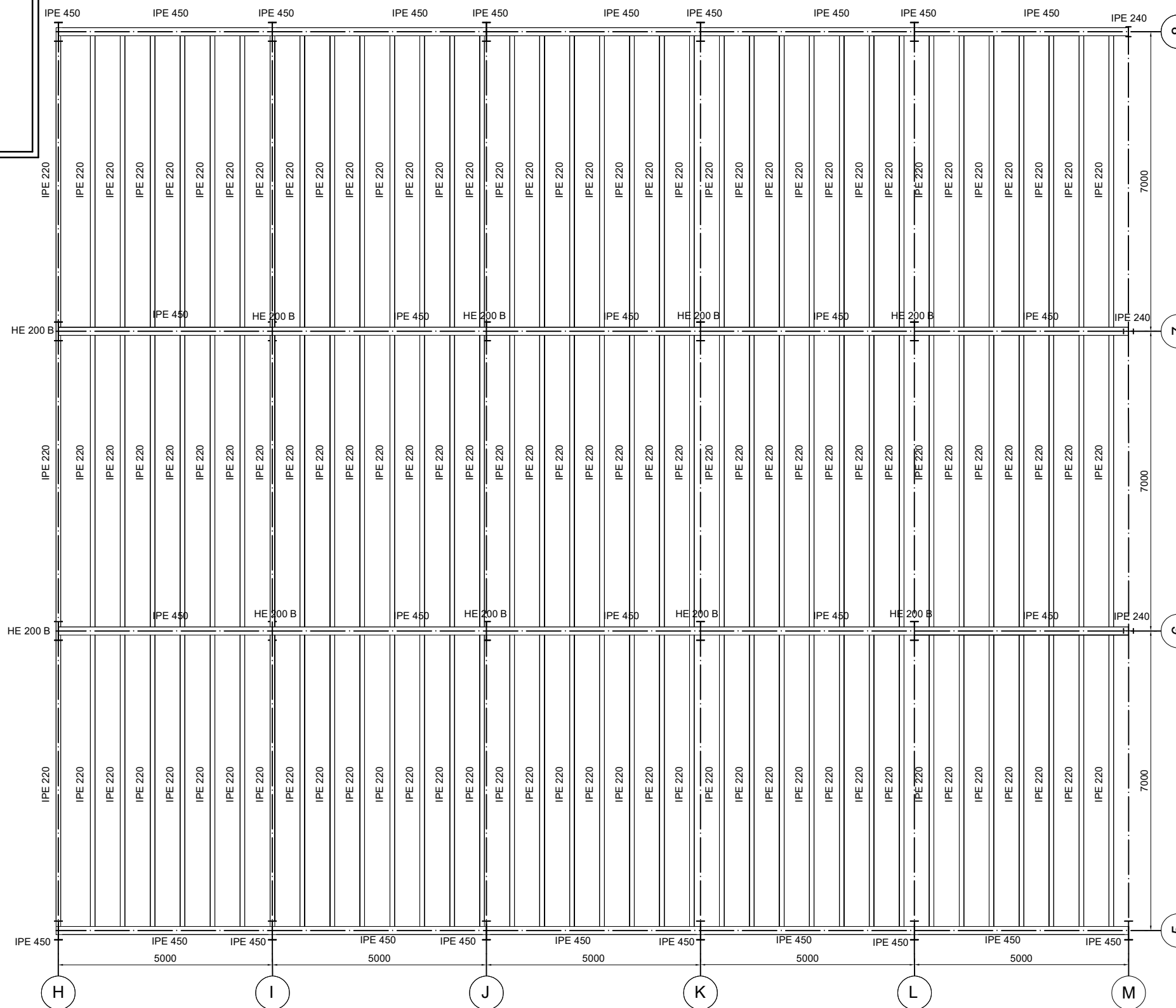
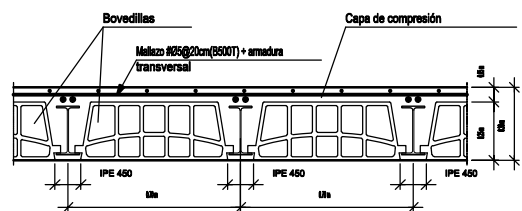
CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA			
ACERO EN ESTRUCTURA METÁLICA ( CE Capitulo 18, Artículo 83, Tabla 83.1.d)		$\gamma_{M0}$	$\gamma_{M1}$
Perfiles laminados en caliente	S 275 - L.E. 275 N/mm <sup>2</sup>	$\gamma_{M0}=1,05$	$\gamma_{M1}=1,05$
Perfiles conformados en frío	S 235 - L.E. 235 N/mm <sup>2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

Datos del Forjado - Planta 1

Cargas

Peso propio  
Zona aligerada: 3 kN/m<sup>2</sup>  
Sobrecarga de uso: 4 kN/m<sup>2</sup>

Sección tipo del forjado



CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA

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

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA

Proyecto: **PROYECTO ESTRUCTURAL DE PABELLÓN DE DEPORTES DE 2520 m<sup>2</sup> SITUADO EN CATARROJA (VALENCIA)**

Plano: **Forjado.**

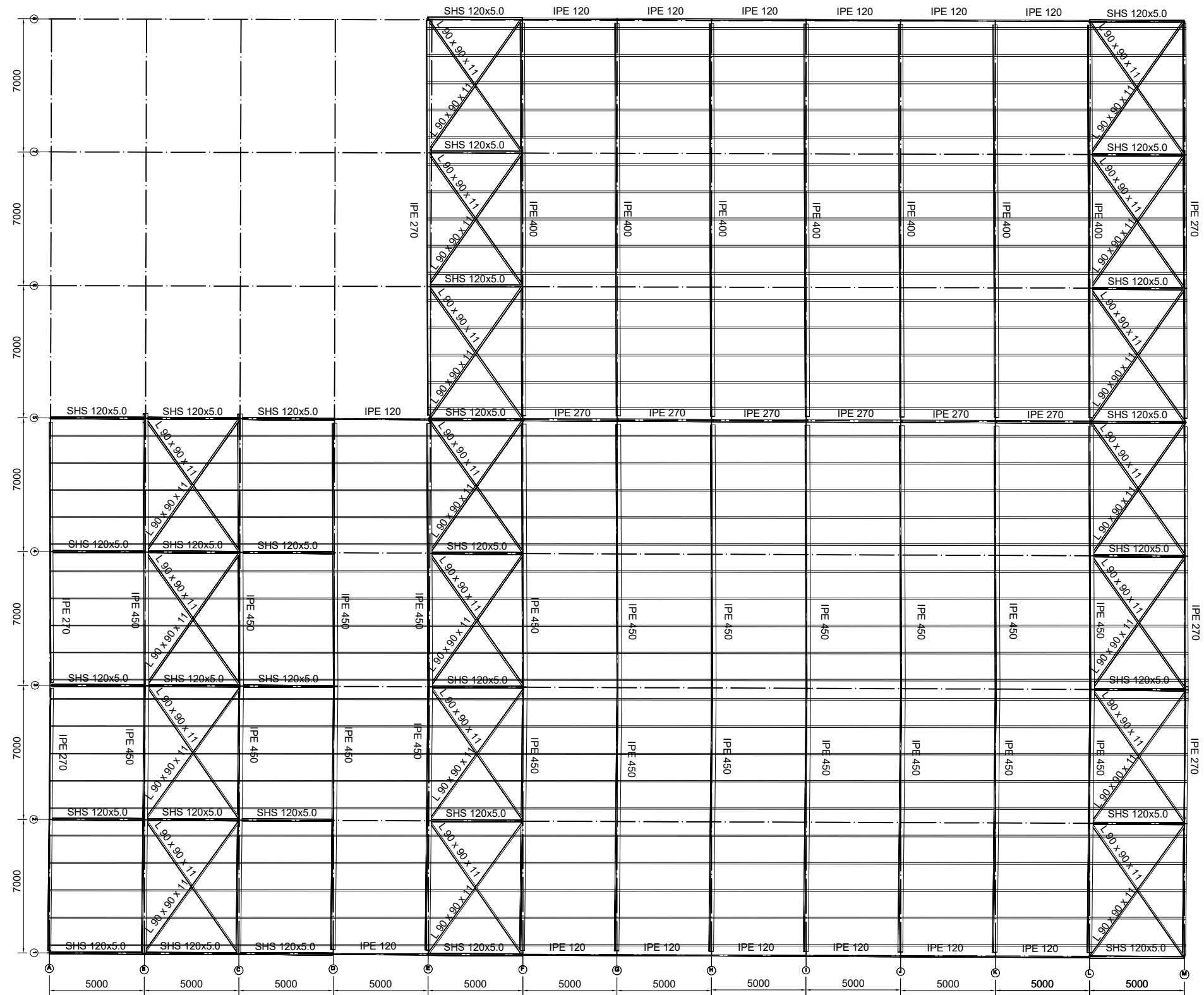
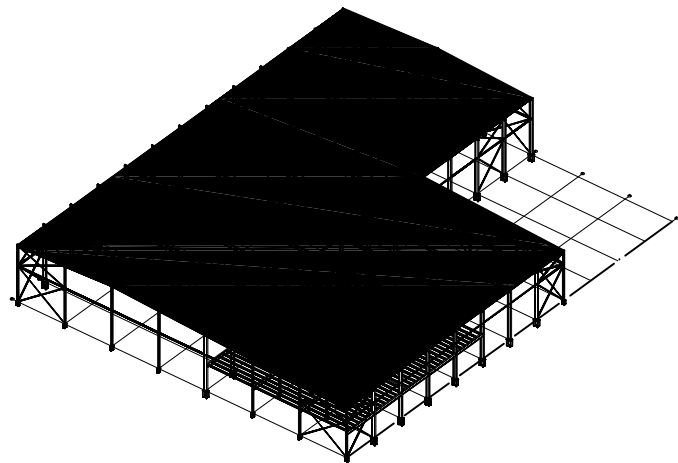
Autor: **Ferran Palau Luján.**

Fecha: **Septiembre 2022**

Escala: **1:100**

Nº Plano:

**15**



**Correas en cubiertas**  
 Tipo de Acero: S235  
 Tipo de perfil: CF-160x2.0  
 Separación: 1.92 m.  
 Número de correas: 34  
 Peso lineal: 134.45 kg/m

**Correas en laterales**  
 Tipo de Acero: S235  
 Tipo de perfil: CF-160x2.0  
 Separación: 1.10 m.  
 Número de correas: 13  
 Peso lineal: 72.03 kg/m

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

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



Proyecto: **PROYECTO ESTRUCTURAL DE PABELLÓN DE DEPORTES DE 2520 m<sup>2</sup> SITUADO EN CATARROJA (VALENCIA)**

Plano: **Cubierta.**

Autor: **Ferran Palau Luján.**

Fecha: **Septiembre 2022**

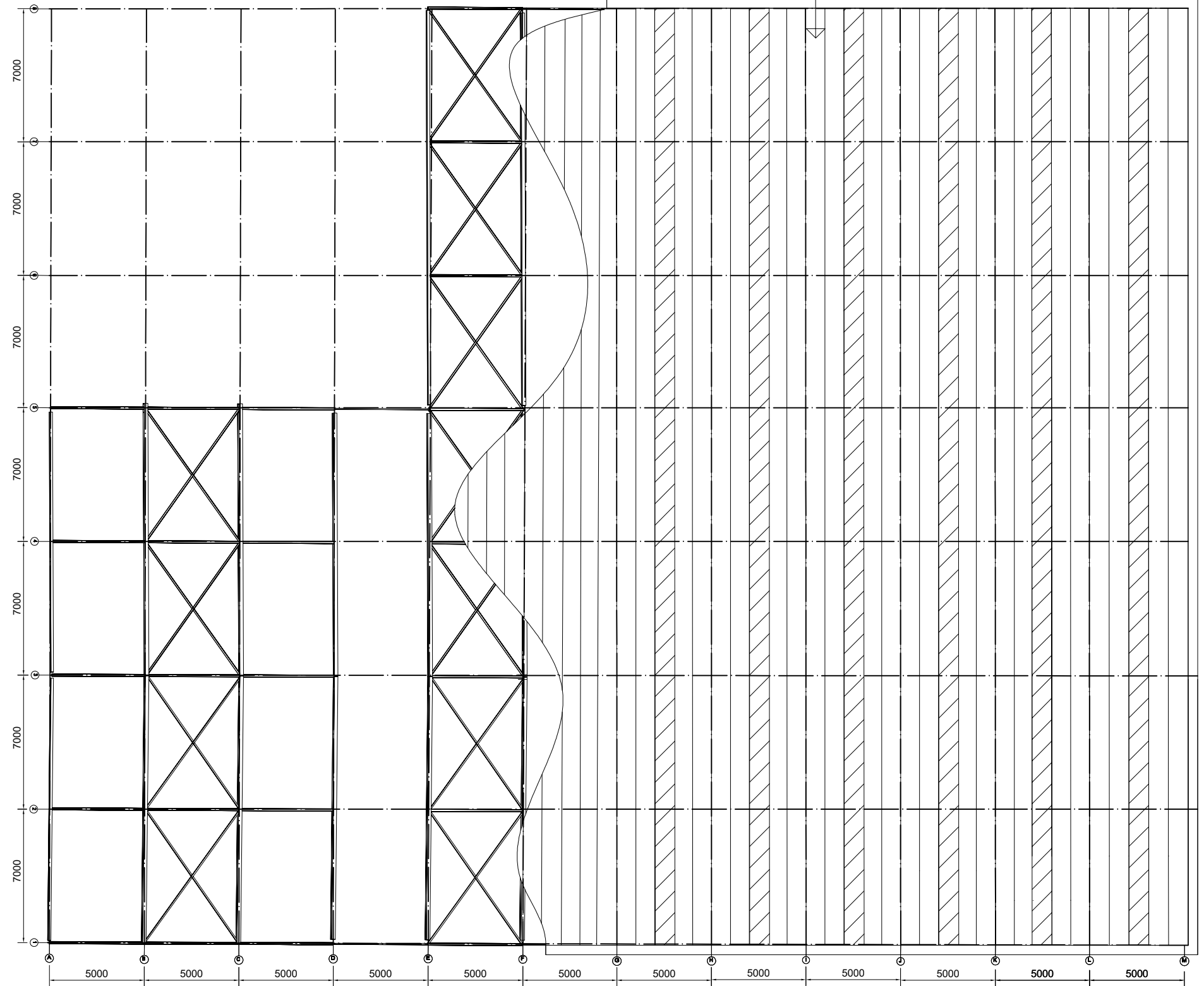
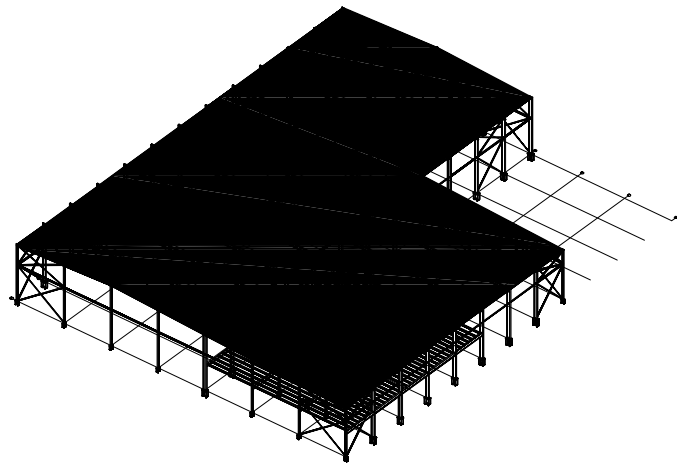
Escala: **1:300**

Nº Plano:

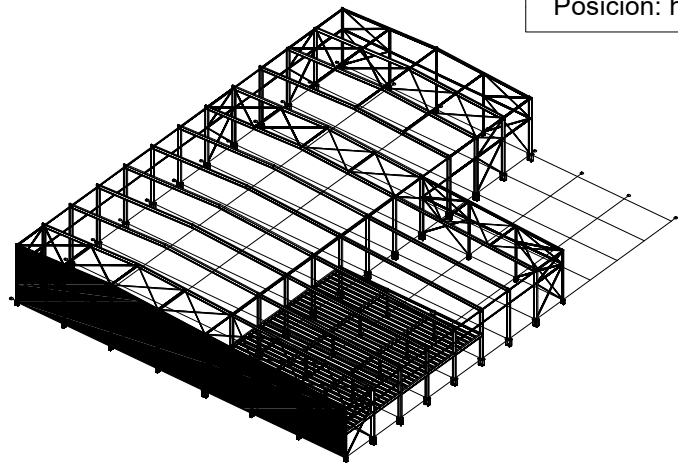
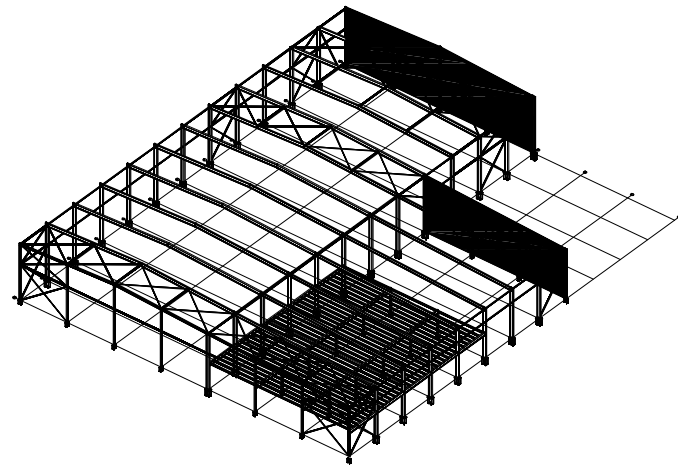
**16**

**Cerramiento en cubierta**

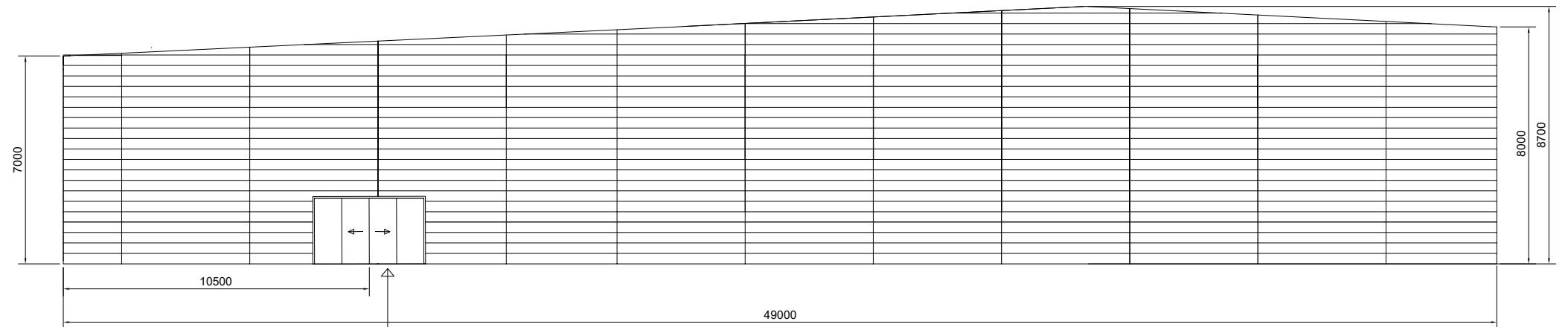
Paneles sándwich aislantes de acero.  
 Superficie exterior grecada.  
 Superficie interior lisa.  
 Espesor: 30mm.  
 Anchura: 1000mm.  
 Espesor chapa interior: 0.5mm.  
 Espesor chapa exterior: 0.5mm.  
 Acabado: prelacado.  
 Color: blanco.  
 Aislamiento térmico: poliuretano.  
 Densidad media: 40 kg/m<sup>3</sup>



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



Fachada A y E



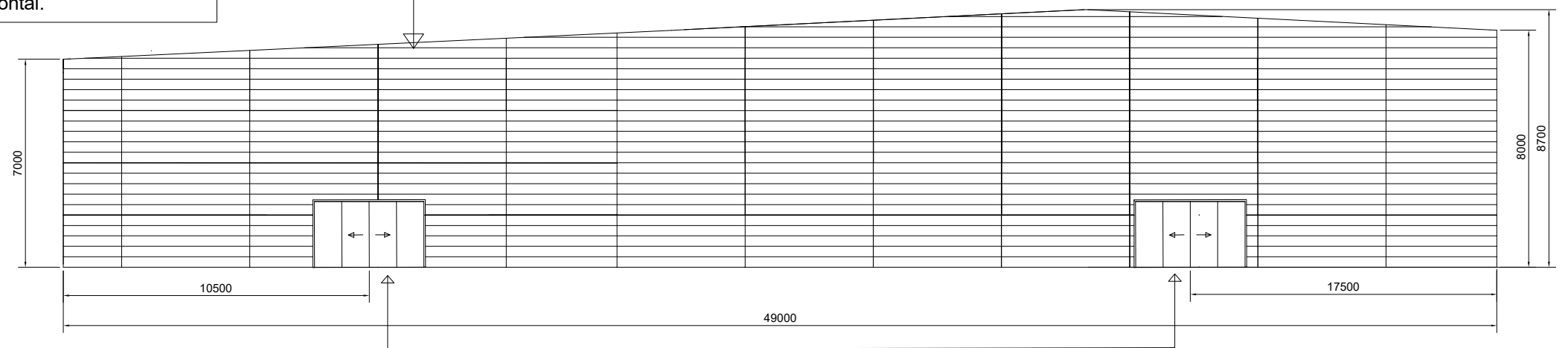
**Cerramiento en fachada**

Paneles sándwich aislantes de acero.  
 Superficie exterior lisa.  
 Superficie interior lisa.  
 Espesor: 50mm.  
 Anchura: 11000mm.  
 Espesor chapa interior: 0.5mm.  
 Espesor chapa exterior: 0.5mm.  
 Acabado: prelacado.  
 Color: blanco.  
 Aislamiento térmico: lana de roca.  
 Densidad media: 100 kg/m<sup>3</sup>.  
 Posición: horizontal.

**Puerta**

Puerta corredera automática.  
 Aluminio y vidrio.  
 Apertura central.  
 Dos hojas deslizantes.  
 120 x 210 cm.

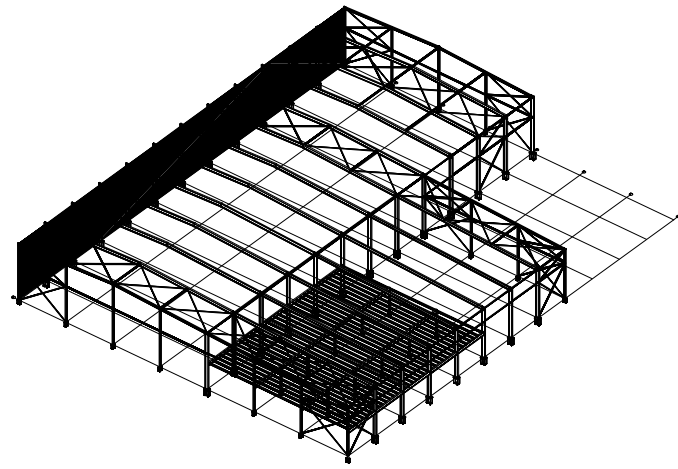
Fachada M



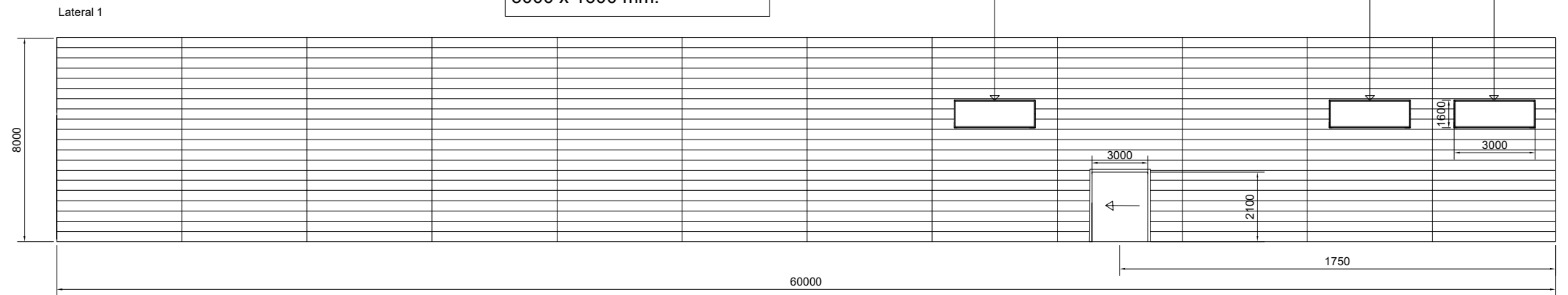
**Puerta**

Puerta corredera automática.  
 Aluminio y vidrio.  
 Apertura central.  
 Dos hojas deslizantes.  
 120 x 210 cm.

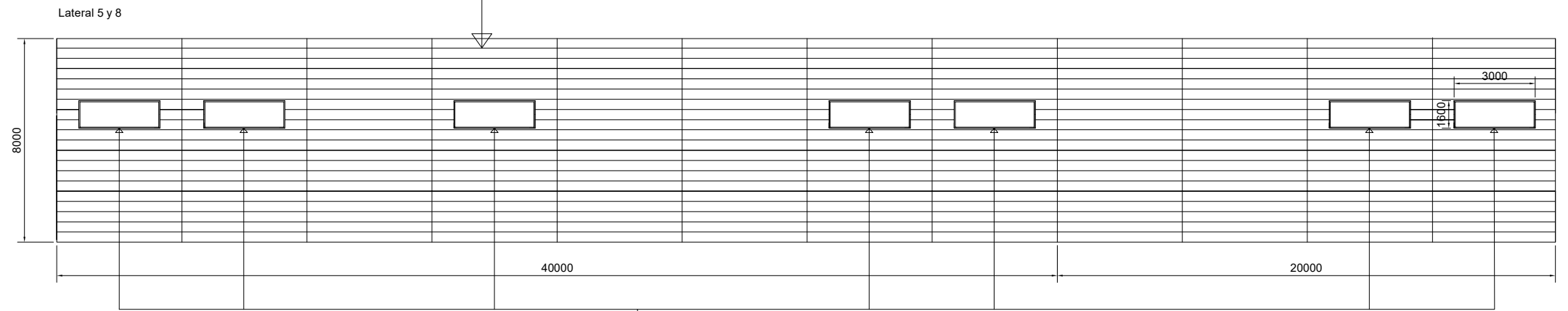
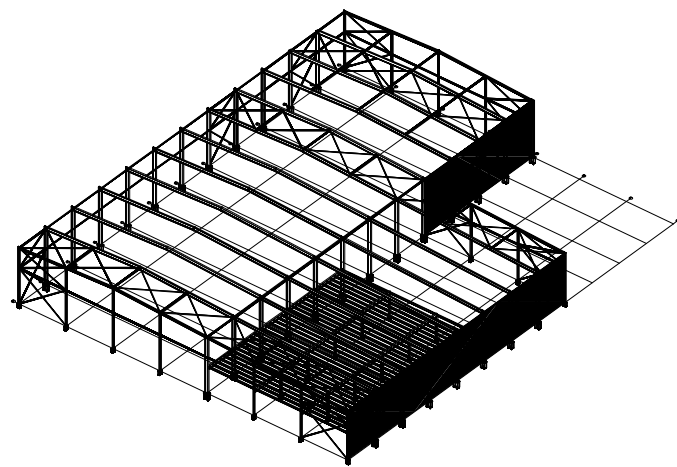




**Ventana**  
 Aluminio.  
 Cuatro hojas correderas.  
 Color blanco.  
 3000 x 1600 mm.



**Cerramiento en fachada**  
 Paneles sándwich aislantes de acero.  
 Superficie exterior lisa.  
 Superficie interior lisa.  
 Espesor: 50mm.  
 Anchura: 11000mm.  
 Espesor chapa interior: 0.5mm.  
 Espesor chapa exterior: 0.5mm.  
 Acabado: prelacado.  
 Color: blanco.  
 Aislamiento térmico: lana de roca.  
 Densidad media: 100 kg/m<sup>3</sup>.  
 Posición: horizontal.



**Ventana**  
 Aluminio.  
 Cuatro hojas correderas.  
 Color blanco.  
 3000 x 1600 mm.