



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIERÍA
INDUSTRIAL VALENCIA

Curso Académico:



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

Proyecto de cálculo estructural de una planta industrial con puente grúa de 1300m², dedicada a la fabricación de mármol, sita en el Polígono Industrial dels Codonyers en el término municipal de Picassent (Valencia)

Agradecimientos

Quiero dar las gracias a mi tutor, Pedro Jaén por su ayudarme ante cualquier duda y guiarme desde el inicio del proyecto. A mi familia y amigos por el apoyo durante estos cuatro años. Pero especialmente a mi abuelo, ya que fue la ilusión que tenía la que me animó a seguir.



Resumen

El presente trabajo de fin de grado consiste en el cálculo de una nave industrial, sus dimensiones se determinan a partir de la distribución de planta que se realiza analizando el sistema productivo. La nave abarcará una superficie total de 1300m² y estará formada por pórticos a dos aguas, además tendrá en ella instalado un puente grúa de 10 toneladas.

El proyecto está formado por la memoria descriptiva, el anejo de la normativa urbanística, el anejo de cálculos, las mediciones y presupuesto y por último los planos. A lo largo de su realización se han empleado varios programas, entre ellos CYPE 3D para el cálculo de la estructura, Arquímedes para genera el presupuesto y Autocad para genera los planos.

Palabras clave: Establecimiento; Industrial; Distribución; Planta; Proceso; Estructura; Metálica; Cerramientos; Planos



Resum

El present treball de fi de grau consisteix en el càlcul d'una nau industrial, les seues dimensions es determinen a partir de la distribució de planta que es realitza analitzant el sistema productiu. La nau abastarà una superfície total de 1300m² i estarà formada per pòrtics de dos aiguavessos, a més tindrà en ella instal·lat un pont grua de 10 tones.

El projecte està format per la memòria descriptiva, l'annex de la normativa urbanística, l'annex de càlculs, els mesuraments i pressupost i finalment els plans. Al llarg de la seua realització s'han emprat diversos programes, entre ells *CYPE 3D per al càlcul de l'estructura, Arquimedes per a genera el pressupost i Autocad per a genera els plans.

Paraules clau: Establiment; Industrial; Distribució; Planta; Procés; Estructura; Metàl·lica; Tancaments; Plans



Abstract

This final degree project consists of the calculation of an industrial warehouse, its dimensions are determined from the plant layout that is carried out by analyzing the production system. The building will cover a total area of 1300m² and will be made up of gabled gantries, and will also have a 10-tonne overhead crane installed on it.

The project consists of the descriptive memory, the annex of the urban regulations, the annex of calculations, the measurements and budget and finally the plans. Throughout its implementation, several programs have been used, including CYPE 3D to calculate the structure, Arquímedes to generate the budget and Autocad to generate the plans.

Keywords: Establishment; Industrial; Distribution; Plant; Process; Structure; Metallic; Enclosures; Blueprints.



ÍNDICE DOCUMENTOS

- I. MEMORIA
- II. ANEXO I. NORMATIVA URBANÍSTICA
- III. ANEXO II. CÁLCULOS
- IV. MEDICIONES Y PRESUPUESTO
- V. PLANOS



ÍNDICE GENERAL

I.	MEMORIA.....	12
1.	OBJETO DEL TRABAJO	12
2.	INTRODUCCIÓN AL PROYECTO.....	12
2.1.	Antecedentes.....	12
2.2.	Motivación	12
2.3.	Justificación	12
3.	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.....	13
4.	NORMATIVA APLICADA.....	14
5.	REQUERIMIENTOS ESPACIALES Y CONSTRUCTIVOS	15
5.1.	Distribución en planta	15
6.	DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.....	22
6.1.	Actuaciones previas.....	22
6.2.	Cimentación.....	22
6.3.	Solera	24
6.4.	Cerramientos	24
6.5.	Materiales	25
6.6.	Estructura	26
6.7.	Puente grúa	29
6.8.	Instalaciones. Ventilación y pluviales	29
7.	Resumen presupuesto.....	30
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	31
II.	ANEXO I. NORMATIVA URBANÍSTICA.....	33
III.	ANEXO II. CÁLCULOS	36
9.	Modelo estructural	36
10.	Materiales	36
11.	Acciones sobre el edificio y ELU	37
11.1.	Acciones Permanentes (G)	37
11.2.	Acciones variables	37
11.3.	Estados límite	44
12.	Estructura metálica	47
12.1.	Pórtico interior.....	48
12.2.	Pórtico de fachada	51
12.3.	Viga carrilera.....	53
12.4.	Sistema de arriostramiento.....	55
12.5.	Correas	59



12.6.	Placas de anclaje	64
13.	Cimentaciones	67
13.1.	Zapatas	67
13.2.	Viga de atado	71
IV.	MEDICIONES Y PRESUPUESTO	73
14.	Cuadro de precios descompuestos	73
14.1.	Acondicionamiento del terreno	73
14.2.	Cimentaciones	74
14.3.	Estructuras	75
14.4.	Gestión de residuos	77
14.5.	Fachadas y particiones	77
14.6.	Cubiertas	77
14.7.	Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones	78
14.8.	Instalaciones	79
15.	Mediciones y presupuesto	81
16.	Indicadores y resumen general del presupuesto	88
V.	PLANOS	90



ÍNDICE ILUSTRACIONES

Ilustración 3. 1: Localización del polígono	13
Ilustración 3. 2: Localización de la parcela	14
Ilustración 3. 3: Localización de la parcela	14
Ilustración 5. 1: diagrama del proceso	18
Ilustración 5. 2: Distribución en planta	20
Ilustración 5. 3: Posible distribución.....	21
Ilustración 5. 4: Aparcamientos.....	22
Ilustración 6. 1: Cimentación	23
Ilustración 6. 2: Zapatas pilares pórtico interior (tipo 2).....	24
Ilustración 6. 3: Zapatas pilares interiores pórtico de fachada (tipo 4).....	24
Ilustración 6. 4: Zapatas pilares extremos pórtico de fachada (tipo 1).....	24
Ilustración 6. 5: Viga de atado.....	24
Ilustración 6. 6: Panel sándwich con núcleo de poliuretano de 30 mm.....	25
Ilustración 6. 7: Canalón.....	25
Ilustración 6. 8: Remate cumbre.....	25
Ilustración 6. 9: Estructura 3D	26
Ilustración 6. 10: Pórtico fachada.....	27
Ilustración 6. 11: Pórtico interior.....	27
Ilustración 6. 12: Fachada lateral	28
Ilustración 6. 13: Cubierta	28
Ilustración 6. 14: Esquema datos puente grúa ABUS	29
Ilustración 9. 1: Estructura 3D	36
Ilustración 11. 1:Figura E.2 Zonas climáticas de invierno	38
Ilustración 11. 2: Tabla E.2 del CTE DB-SE AE	39
Ilustración 11. 3: Figura D.1 del CT DB SE-AE	40
Ilustración 11. 4: Tabla D.2 del CTE DB SE-AE	40
Ilustración 11. 5: Direcciones en las hipótesis del viento	41
Ilustración 11. 6: Esquema del puente grúa birrail del fabricante ABUS.....	42
Ilustración 11. 7: Cargas hipótesis 1	42
Ilustración 11. 8: Cargas hipótesis 2.....	43
Ilustración 11. 9: Cargas hipótesis 5	43
Ilustración 11. 10: Carga hipótesis 6.....	44
Ilustración 12. 1: Nudos pórtico interior	48
Ilustración 12. 2: Nudos pórtico fachada.....	51
Ilustración 12. 3: Nudos viga carrilera.....	53
Ilustración 12. 4: Nudos viga contraviento	55
Ilustración 12. 5: Nudos arriostramiento lateral	57
Ilustración 12. 6: Correas cubierta	60
Ilustración 12. 7: Detalle placa de anclaje tipo 2	64
Ilustración 12. 8: Detalle placa de anclaje tipo 4	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 12. 9: Nudos cimentaciones	67



ÍNDICE TABLAS

Tabla 4. 1: Resumen condiciones de edificación del PP.....	15
Tabla 5. 1: Valores de K.....	17
Tabla 5. 2: Método Guerchet	17
Tabla 5. 3: Simbología diagrama de proceso	17
Tabla 5. 4: Actividades diagrama de proceso.....	18
Tabla 6. 1: Datos puente grúa empresa ABUS	29
Tabla 10. 1: Materiales CTE	36
Tabla 10. 2: Materiales EHE	37
Tabla 11. 1: Tabla datos puente grúa del fabricante ABUS	41



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

Proyecto de cálculo estructural de una planta industrial con puente grúa de 1300m², dedicada a la fabricación de mármol, sita en el Polígono Industrial dels Codonyers en el término municipal de Picassent (Valencia)



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

Proyecto de cálculo estructural de una planta industrial con puente grúa de 1300m², dedicada a la fabricación de mármol, sita en el Polígono Industrial dels Codonyers en el término municipal de Picassent (Valencia)

Parte I

MEMORIA DESCRIPTIVA



I. MEMORIA

1. OBJETO DEL TRABAJO

Este Trabajo de Fin de Grado (TFG) tiene como finalidad diseñar y calcular la estructura metálica de un edificio industrial. Esta nave estará destinada al corte, tallado y acabado de piedras, el mármol especialmente. Después de haber hecho un estudio de la distribución de planta y de una localización ventajosa, se concluye que esta nave dispondrá de 1300m² en el Polígono Industrial de Codonyers, Picassent (Valencia). Por otra parte, debido a las dimensiones y peso del producto que se manejará en esta empresa, se instalará un puente grúa de 10 toneladas, además de una zona para las oficinas.

Para poder realizar este proyecto se emplearán programas como CYPE, para el cálculo de la estructura; de Autocad, para dibujar todos los planos necesarios; y por último, de Arquímedes, para generar el presupuesto final del edificio.

2. INTRODUCCIÓN AL PROYECTO

2.1. Antecedentes

La empresa Santes Piedra Natural se remonta a 1968 en un pequeño taller de Albal. Se trata de una pequeña empresa española experta en superficies pétreas, se dedican al corte, tallado y acabado de piedras como es el mármol generalmente. Hoy en día, el pequeño taller en el que se inició la empresa sigue funcionando, pero cuenta también con una nave industrial dedicada únicamente a almacenar los productos listos ya para su venta y distribución.

Este proyecto surge de la petición, por parte de la empresa, del cálculo de un edificio industrial para su traslado debido a las condiciones en que se encuentra el taller debido a su antigüedad.

2.2. Motivación

Uno de los objetivos de este Proyecto de Fin de Grado es dar por finalizado el Grado de Ingeniería en Tecnologías Industriales y poder de esta forma acceder al Máster Universitario en Ingeniería Industrial. Además, durante el periodo de elaboración del proyecto se podrá consolidar y poner en práctica un gran abanico de conocimientos adquiridos a lo largo de los últimos cuatro años.

Por otra parte, ha sido el interés por profundizar en materia de cálculo de estructuras el que ha llevado a la elección de dicha temática. Y de esta forma tener la oportunidad de ampliar conocimientos en programas de cálculo de estructuras como CYPE.

2.3. Justificación

La justificación de este trabajo es la necesidad del traslado de la empresa a un edificio en mejores condiciones y de un tamaño superior al actual. Debido al crecimiento de la empresa en los últimos años, la empresa se ha visto obligada a aumentar su tamaño, obligando a parte de sus trabajadores a trabajar en oficinas descentralizadas. Además, debido a la distribución del espacio en el taller actual, es imposible replantear una distribución en planta capaz de optimizar el proceso.

Por lo tanto, realizar este traslado supondría ciertas ventajas que se deben considerar como reorganizar toda la planta y facilitar a los empleados unas oficinas en mejores condiciones, además de plazas de aparcamiento. Por otra parte, ubicar la empresa en el Polígono Industrial de Codonyers sería interesante ya que es una zona en crecimiento industrial y se encuentra próximo de carreteras como la V-31, la A-3 entre otras, facilitando el transporte de la materia prima y del producto.

3. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

A la hora de situar geográficamente el edificio industrial uno de los requisitos que se buscaba era una parcela que estuviera próxima al pueblo de Albal, ya que sus trabajadores son residentes de dicho pueblo, lo que facilitaría el desplazamiento hasta la futura nave. Además, también era importante considerar la proximidad a la nave de la empresa Santes Piedra Natural que se dedica a almacenar el mármol, situada en Albal junto a la V-31 y de esta forma reducir costes de transporte.

Así pues, se buscaron polígonos que cumplieran todos los requisitos, además, estos debían disponer una parcela que se ajustara a las dimensiones de la nave cumpliendo la Normativa Urbanística. De esta forma, se llegó a la conclusión que el polígono que mejor se ajustaba era el Polígono Industrial de Codonyers situado en Picassent (Valencia).

Por otra parte, este polígono también presentaba ciertas ventajas importantes, ya que está rodeado de varias áreas industriales como el Polígono Industrial de Picassent, la Zona Industrial de l'Omet, el Polígono Industrial de La Coma y el Polígono Juan Carlos I. Hay que añadir también que si nos fijamos en la ilustración 3.1 podemos acceder a él desde la V-31 y desde la A-7, estando próximas también carreteras como la N-340 y la A-3 (Ilustración 3. 1: Localización del polígono).



Ilustración 3. 1: Localización del polígono

Una vez se decidió el polígono, se buscó entre las parcelas disponibles cuál de ellas se ajustaba mejor a la nave siguiendo las Normas Urbanísticas de dicha zona. De esta forma la parcela que mejor cumplía los requisitos era la parcela 10, en la CI P.I. Codoneyers carrer 11, 8. La referencia catastral de esta parcela es 0394510YJ2509S, cuenta con 2400m² y unas dimensiones de 35x67m² aproximadamente. Las siguientes ilustraciones muestran detalladamente la situación de dicha parcela (Ilustración 3. 2: Localización de la parcela)

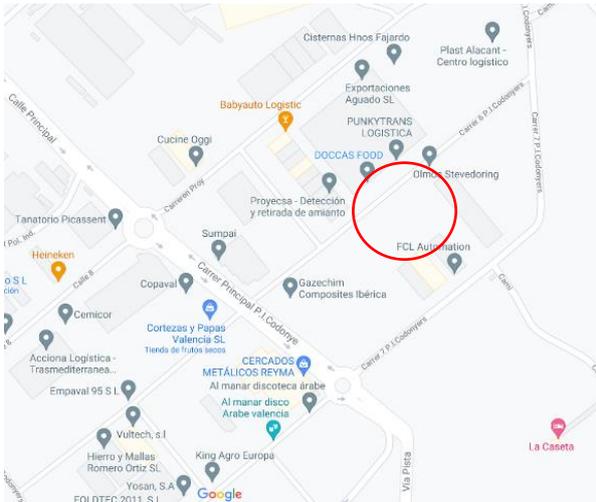


Ilustración 3. 2: Localización de la parcela

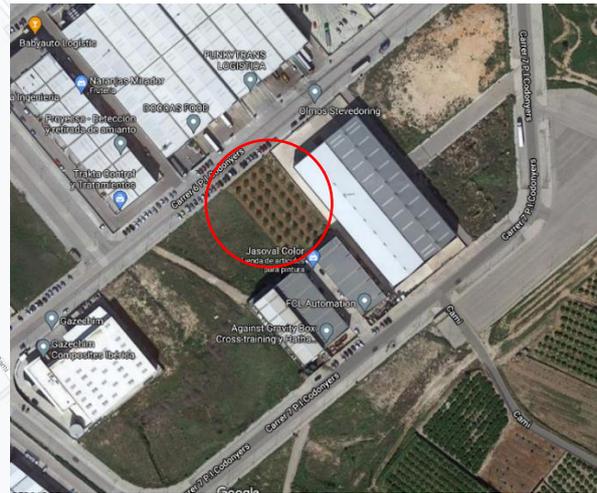


Ilustración 3.3: Localización de la parcela

4. NORMATIVA APLICADA

La normativa que se ha aplicado al presente proyecto es:

- Código Técnico de la Edificación (CTE) Real Decreto 314/2006.
 - Documento Base Seguridad Estructural (DB-SE)
 - Documento Base Seguridad Estructural Acciones en la Edificación (DB-SE-AE)
 - Documento Base Seguridad Estructural Cimientos (DB-SE-C)
 - Documento Base Seguridad Estructural Acero (DB-SE-A)
- Instrucción Española de Hormigón Estructural (EHE-08) Real Decreto 1247/2008.
- Plan Parcial del sector de la Canyada dels Codonyers, Picassent. De este se han obtenido los siguientes parámetros (Tabla 4. 1: Resumen condiciones de edificación del PP.)

	Normativa	Proyecto
Parcela mínima	1000m ²	2400m ²
Frente mínimo de parcela	20m	35
Distancia linde frontal	8m	16,6m



Distancia mínima al resto de lindes	3m	3m
Coeficiente de ocupación	0.7	0.542
Altura máxima reguladora	10m	10m
Altura máxima total	15m	10m

Tabla 4. 1: Resumen condiciones de edificación del PP.

5. REQUERIMIENTOS ESPACIALES Y CONSTRUCTIVOS

La parcela donde se situará la nave tiene 2400 m², según el PP del Polígono Industrial de Codonyers como máximo deberemos edificar el 70% de esta parcela, es decir, nuestra nave deberá tener como máximo 1680 m². Parte del espacio restante se reservará para plazas de aparcamiento.

5.1. Distribución en planta

Para poder satisfacer las necesidades del proceso productivo de la empresa Santes Piedra Natural se ha realizado un análisis de la distribución en planta. De esta forma hemos obtenido el área de la nave óptima para dicha empresa.

En primer lugar, vamos a definir las actividades y todos los espacios necesarios.

- Línea de procesos:
 - Cortadora automática:
Cuando se quieren cortar piezas de gran tamaño (superior a unos 1.2x1m aproximadamente) se emplea la cortadora automática para poder darle a la piedra una forma inicial.
 - Cortadora manual:
Esta zona estará destinada a cortar piezas de menor tamaño, para ello se utilizará una cortadora manual. Como podemos ver en la ilustración de la distribución en planta, esta actividad está próxima a la Actividad 1, no solo por compartir el mismo proceso después, sino que también es el mismo operario el que trabaja en ambas zonas. Es decir, el operario dispondrá de dos zonas de trabajo contiguas empleando una u otra según el tamaño de la pieza.
 - Corte de esquinas:
Una vez hemos cortado la pieza, ya sea con la cortadora automática o la manual, se deberán cortar las esquinas, es decir darles la forma demandada por el cliente. Para ello se dispondrá de una zona dedicada únicamente a esta actividad.
 - Lijado de cantos:
En esta zona se deberán lijar los cantos de todas las piezas una vez se hayan cortado todas las esquinas empleando una radial adecuada.
 - Supervisión:
Seguidamente, la pieza pasará a esta zona reservada para su supervisión.
 - Pulido:
Tras haber pasado la zona de supervisión, se pulirá la pieza haciendo uso de una pulidora específica para después trasladar el producto final al almacén correspondiente.
 - Almacén materia prima:
Zona de la nave dedicada a almacenar todas las piezas que traen los proveedores. Se han reservados 140m² ya que se tratan de piezas usualmente de gran tamaño.



Además, dichas piezas tienen un peso considerable, por lo que la distribución y orden es un factor clave en este tipo de almacenes.

- Almacén producto final:
Una vez se ha pulido la pieza, esta se lleva hasta este almacén para su posterior distribución. Para este almacén también se emplearán 140 m² por las mismas razones que en el almacén de materia prima. Por otra parte, la justificación de que ambos almacenes se encuentren próximos a la entrada es para facilitar la carga y descarga mediante las carretillas o bien el puente grúa.
 - Zona de carga y descarga:
Zona que se empleará para poder cargar y descargar la materia prima y los productos finales.
 - Contenedor:
Se facilitará un contenedor para la nave, donde colocarán todos los residuos que se generen.
- Servicios auxiliares:
 - Oficinas:
En estas oficinas encontraremos puestos de trabajo desde los cuales se efectuará la contabilidad, gestión de pedidos, etc. La empresa cuenta con 10 empleados, cuatro de ellos necesitarán un escritorio para poder trabajar.
 - Sala de reuniones:
Zona reservada para reuniones de la empresa.
 - Comedor:
Los empleados tendrán disponible una zona para poder comer en el descanso de su turno.
 - Vestuarios (femenino y masculino):
Debido a la necesidad de una vestimenta específica para los empleados de la empresa, estos dispondrán de unos vestuarios para su uso personal con asientos y taquillas individuales con llave (RD 486/1997). Además, se instarán duchas y baños para uso del personal técnico.
 - Aseos (femenino y masculino):
Se instalarán dos aseos disponibles para los empleados que trabajen en las oficinas y los clientes, además cuatro más para el personal técnico (RD 486/1997 Anexo V).
 - Estacionamiento de la carretilla:
Se reservará una zona para poder dejar la carretilla que se emplea para ayudar a cargar y descargar.

En cuanto a la línea de procesos, todas las actividades requieren espacio. Para evaluarlo se ha empleado el método Guerchet Este método tiene en cuenta tres superficies:

- S_{es} , superficie estática: superficie ocupada físicamente por la maquinaria y demás instalaciones
- S_g , superficie de gravitación: superficie utilizada por los operarios que están trabajando y por la materia que está procesándose en el puesto de trabajo. $S_g = S_{es} * n$, siendo n el número de lados por los que acceden los operarios
- S_{ev} , superficie de evolución: superficie necesaria entre diferentes puestos de trabajo para el movimiento del personal y del material y sus medios de transporte. $S_{ev} = (S_{es} + S_g) * K$, donde K adopta diferentes valores (Tabla 5. 1: Valores de K).

	K
Gran industria, manutención mediante puente grúa	0.05-0.15
Trabajo en cadena, con transportador mecánico	0.10-0.15
Textil. Hilado	0.05-0.25
Textil. Tejido	0.5-1
relojería, joyería	0.75-1
Pequeña mecánica	1.5-2
Industria mecánica	2-3

Tabla 5. 1: Valores de K

Por lo tanto, aplicando este método obtenemos el área necesaria en las actividades siguientes (Tabla 5. 2: Método Guerchet):

	S _{es}	n	S _g	k	S _{ev}	S _{total}	S _{redondeada}
Cortadora automática	15	1	15	0.15	4.5	34.5	35
Cortadora manual	14	1	14	0.15	4.2	32.2	32.5
Corte esquinas	16	1	16	0.15	4.8	36.8	40
Lijar	16	1	16	0.15	4.8	36.8	40
Supervisión	16	1	16	0.15	4.8	36.8	40
Pulir	16	1	16	0.15	4.8	36.8	40
Contenedor	6.8	2	13.6		3.06	23.46	25
Total						223.56	252.5

Tabla 5. 2: Método Guerchet

Símbolo	Tipo de actividad
	Operación de producción
	Almacenaje
	Control
	Transporte

Tabla 5. 3: Simbología diagrama de proceso

Actividad	Número
Transporte materia prima	1
Almacén materia prima	2
Cortadora automática	3
Cortadora manual	4
Corte de esquinas	5
Lijado de cantos	6
Supervisión pieza	7
Pulido	8
Almacén producto	9
Transporte producto	10
Contenedor de residuos	11
Transporte residuos	12

Tabla 5. 4: Actividades diagrama de proceso

Una vez conocemos todas las actividades (Tabla 5. 4: Actividades diagrama de proceso) que se llevan a cabo en la nave industrial, el proceso que estas siguen es el que se detalla en el siguiente diagrama de procesos (Ilustración 5. 1: diagrama del proceso):

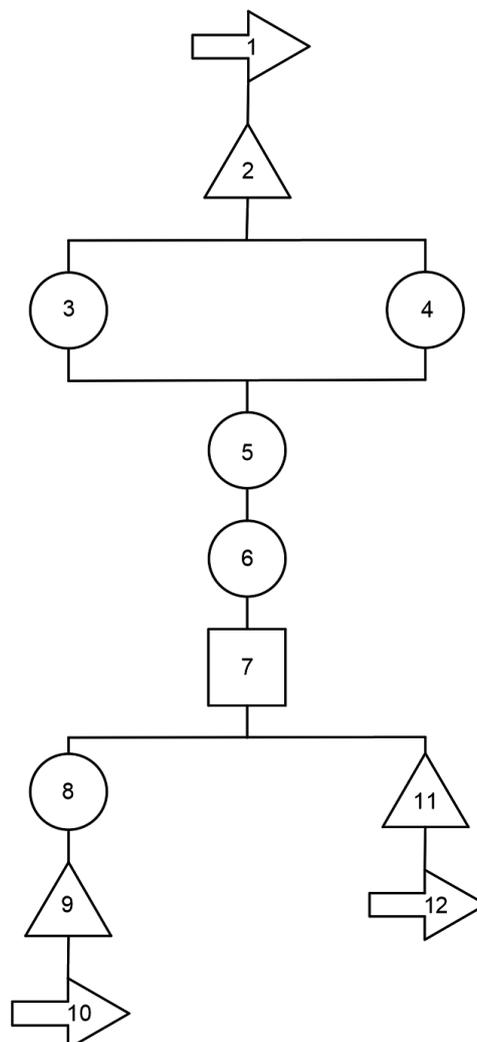


Ilustración 5. 1: diagrama del proceso

Ahora que conocemos todas las áreas necesarias para todas las actividades:

	Área (m ²)
Cortadora automática	35
Cortadora manual	32.5
Corte esquinas	40
Lijar	40
Supervisión	40
Pulir	40
Oficinas y sala de reuniones	125
Almacén materia prima	165
Almacén producto	140
Comedor	24
Vestuarios	58
Servicios	15
Estacionamiento carretilla	18
Contenedor	25
Zona carga y descarga	145
Total	942.5

Tabla 5.5: Actividades y áreas

Por lo tanto, las actividades requerirán como mínimo 942.5 metros cuadrados, pero sin tener en cuenta el área necesaria para los pasillos. Por ellos deberán poder pasar una carretilla además de personal, por lo que se dejarán 2.6 metros (se ha tenido en cuenta que una carretilla tiene un ancho de 1.6 m). Para aproximar bien el área que requerirá la nave en total, se va a realizar primero la distribución en planta y de esta forma obtener las medidas del edificio.

Para ello, se plantea una tabla relacional, en la que se relacionan las actividades mediante una letra y un número de esta forma indicamos proximidad (o no) y la razón.

Número	Significado	Letra	Significado
1	Proceso	A	Absolutamente necesario
2	Comparten supervisión	E	Especialmente importante
3	Comparten personal/equipo	I	Importante
4	Facilitar el servicio	O	Cercanía ordinaria
5	Movimiento del personal	U	Indiferente
6	Ruido y suciedad	X	Indeseable

Tabla 5. 6: Código tabla relacional

De esta forma, una posible tabla relacional sería la siguiente:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1.Almacén materia prima		I4	E1	E1									
2.Almacén producto								E1					
3.Cortadora automática				A1	A1					X6	X6	X6	X6

4.Cortadora manual					A1					X6	X6	X6	X6
5. Corte esquinas					A1					X6	X6	X6	X6
6.Lijado cantos						A1				X6	X6	X6	X6
7.Supervisión pieza							A1	I4					
8.Pulido										X6	X6	X6	X6
9.Contenedor residuos													
10.Oficinas											A5		I4
11.Sala de reuniones													I4
12.Vestuarios													I4
13.Lavabos													

Tabla 5.7: Tabla relacional

Tratando de ajustarnos lo mejor posible a la tabla relacional y teniendo en cuenta las áreas obtenidas llegamos a una distribución en planta como muestra la siguiente ilustración:

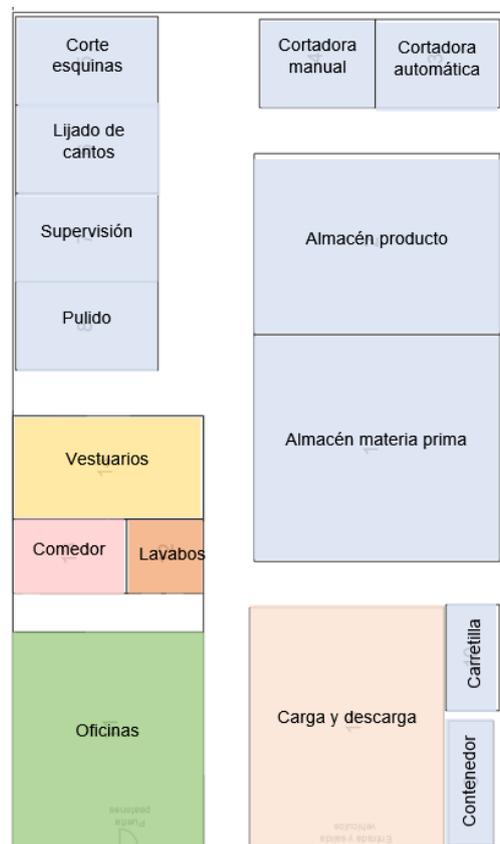


Ilustración 5. 2: Distribución en planta

Aspectos que se han tenido en cuenta a la hora de realizar esta distribución de planta:

- Los pasillos como mínimo tienen 2.6 metros para facilitar el paso de la carretilla.
- El contenedor se situará junto a la entrada para facilitar su descarga.
- Ambos almacenes estarán próximos a la entrada.

De esta forma, la nave deberá tener 1300 m² de superficie total con una luz de 27.5m y una profundidad de 47.15m.

En cuanto a las oficinas, se ha realizado una posible distribución de las oficinas, comedor, lavabos y vestuarios:

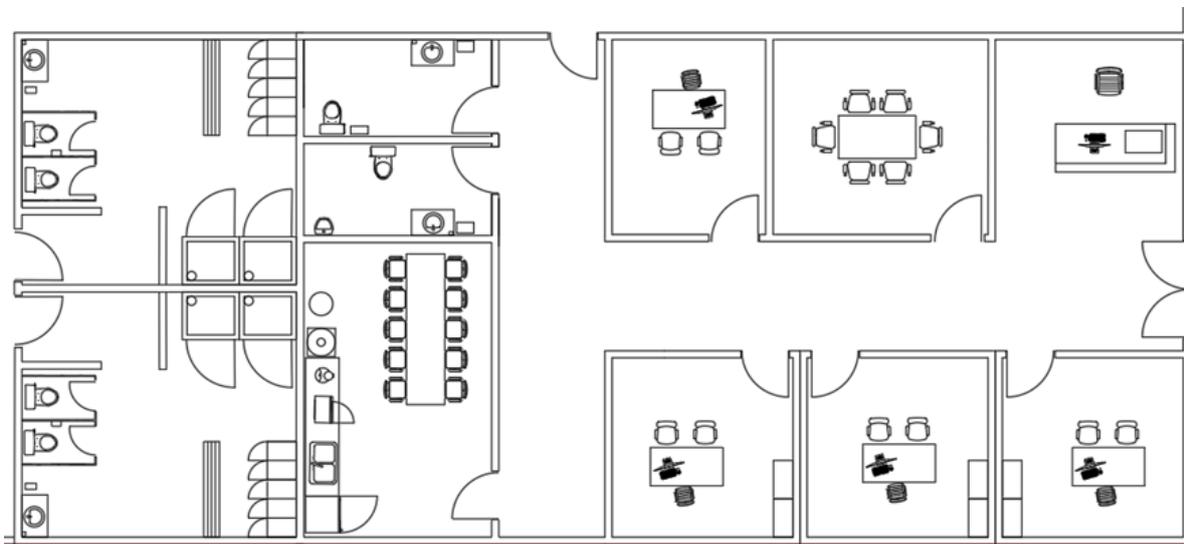


Ilustración 5. 3: Posible distribución

Como podemos ver en la ilustración anterior (Ilustración 5. 3: Posible distribución oficinas), la posible distribución cuenta con cuatro despachos además de la recepción; una sala de reuniones; un baño para mujeres y otro para hombres. Por otra parte, en los vestuarios podemos ver que disponen de 10 taquilla (se trata de taquillas de hilera doble), de dos duchas y dos baños cada uno. Además, el comedor dispone de 10 asientos por si se da el caso de que todos los empleados coincidan en su hora de descanso.

La parcela dónde se construirá la nave industrial cuenta con 2400m², de ahí, 1300m² los ocupará la nave industrial quedando 1100m² para uso privado de la empresa. De estos 1100m², 480m² se destinarán a aparcamientos ya que según la normativa se destinará 1 plaza de aparcamiento por cada 100m² de parcela, ocupando cada plaza de aparcamiento 20m² como mínimo. En total, la parcela dispondrá de 24 plazas de aparcamiento y dos de ellas estarán reservadas para minusválidos (ver plano 4). Para acondicionar bien el suelo del aparcamiento y el resto del espacio restante se aplicarán 10 cm de mezcla bituminosa en caliente como pavimento exterior.

Finalmente, a modo de vallado de la parcela se construirá un muro continuo de 0.5m de altura y una valla de malla electrosoldada de 1.5m de altura, en total el cerramiento lateral alcanzará 2m. La parcela contará con una puerta cancela corredera de 6m de longitud y 2 metros de alto.

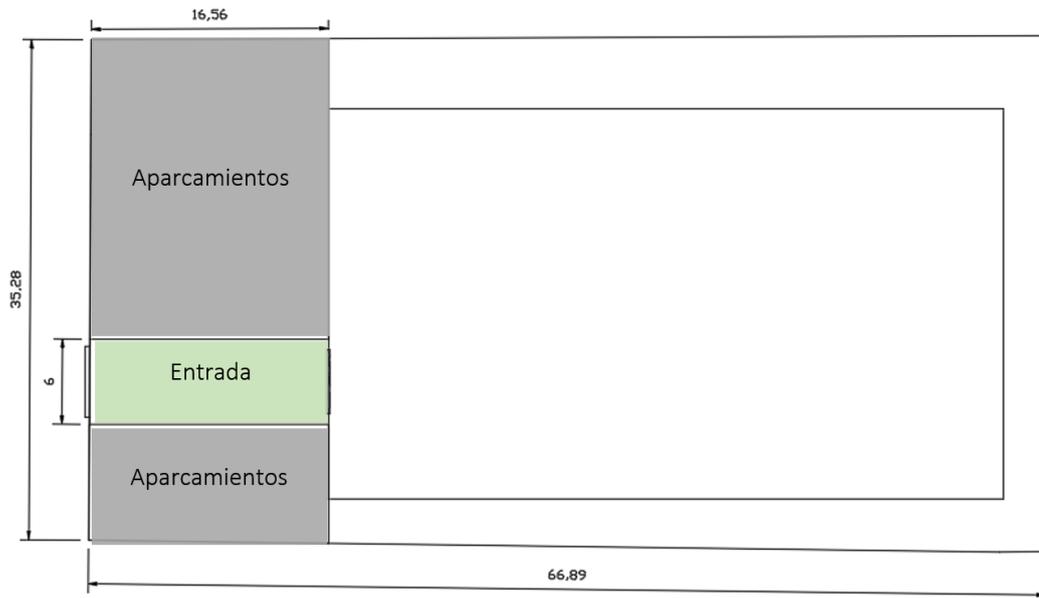


Ilustración 5. 4: Aparcamientos

6. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

6.1. Actuaciones previas

Un aspecto muy importante en el proyecto de construcción es el terreno dónde se ubicará el edificio, en este caso la nave industrial. En nuestro caso, no necesitaremos derribar ninguna estructura ya que partimos de una parcela vacía. Uno de los trabajos preliminares será hacer un desbroce, deberá retirarse toda la vegetación, quitar todas las raíces de árboles y arbustos. Además, el terreno en el que se colocará la nave deberá estar libre de rocas y piedras. Posteriormente, se realizarán las excavaciones de las zanjas donde se colocarán las cimentaciones. Todos los residuos que se obtengan deberán transportarse al vertedero.

6.2. Cimentación

La estructura se ha resuelto a nivel de cimentación apoyándose en el programa CYPE Ingenieros, siguiéndose la legislación actualmente vigente en el Documento Básico de Seguridad Estructural de Cimientos (DB SE-C) y del documento de Instrucción del Hormigón Estructural (EHE-08). La estructura contará con una cimentación directa, la cual repartirá las cargas en un plano de apoyo horizontal. En nuestro caso emplearemos zapatas aisladas, cada zapata recogerá un único pilar. Además, todas las zapatas se unirán mediante una viga de atado de hormigón.

Para realizar el cálculo de la cimentación (zapatas y vigas de atado) empleando el programa CYPE Ingenieros siguiendo la legislación actualmente vigente en el Documento Básico de Seguridad Estructural de Cimientos (DB SE-C) y en el documento de Instrucción del Hormigón Estructural (EHE-08), se ha obtenido una cimentación con el siguiente esquema (Ilustración 6. 1: Cimentación):

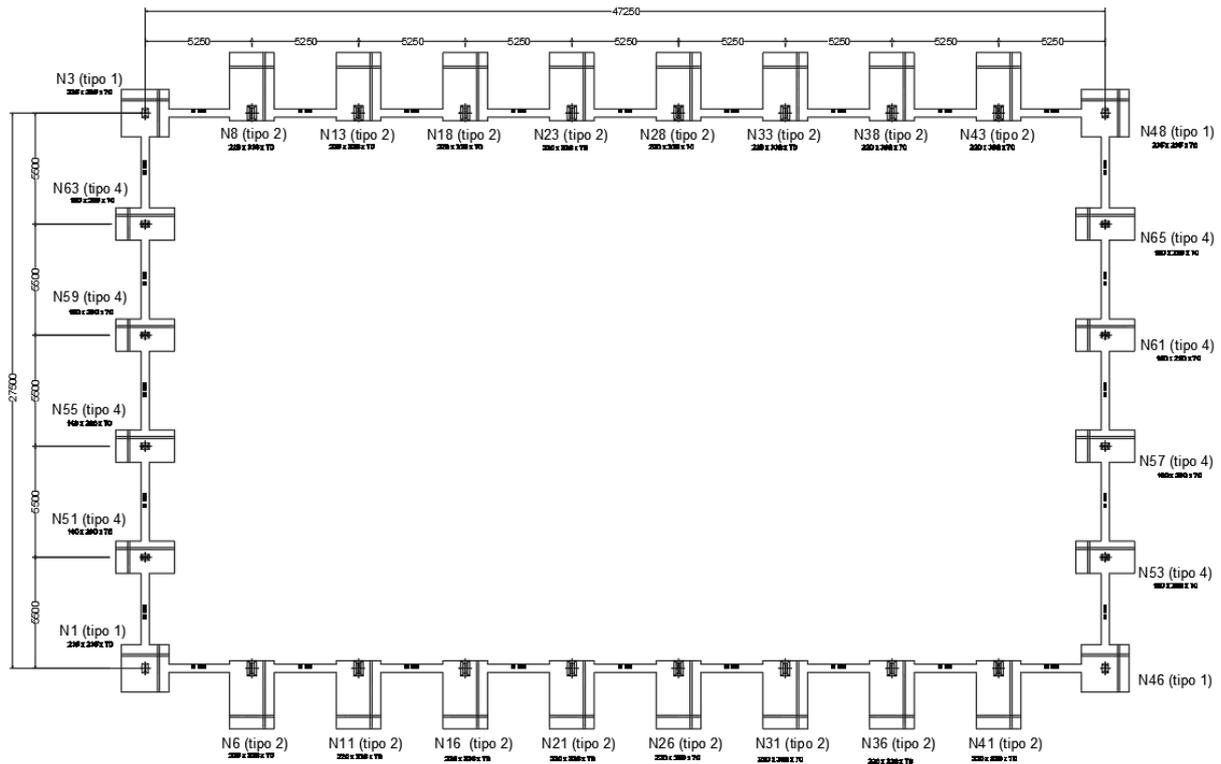


Ilustración 6. 1: Cimentación

La estructura contará con una cimentación directa, la cual repartirá las cargas en un plano de apoyo horizontal. En nuestro caso emplearemos zapatas aisladas, cada zapata recogerá un único pilar. Además, todas las ellas se unirán mediante una viga de atado de hormigón.

Una vez se han realizado todas las actuaciones previas necesarias, se procederá al vertido de 10 cm de hormigón de limpieza sobre la superficie de excavación. Para ello se empleará un hormigón HL-150/B/20, es decir, de consistencia blanda, un tamaño máximo de árido de 20mm y la dosificación mínima de cemento será de 150 kg/m³ (como indica la identificación). Este hormigón no cumple ninguna función estructural, pero tiene como fin aislar y de esta manera evitar que el hormigón estructural, que se colocará encima del de limpieza se deseque durante el vertido, así como la contaminación en sus primeras horas de hormigonado. De esta forma se consigue también proporcionar un buen nivelado del terreno para el apoyo de las zapatas.

Las zapatas son las encargadas de transmitir los esfuerzos desde los pilares hasta la cimentación. Como vemos en la figura 6.1 la nave estará formada por 28 zapatas de hormigón armado HA-25/B/20/IIa con diferentes tipologías, aunque todas ellas tendrán un canto de 70cm. Según la imagen anterior las zapatas de los pilares de los pórticos interiores (tipo 2) serán zapatas flexibles excéntricas hacia fuera, compensado así el vuelco y optimizando las dimensiones de estas. Por otra parte, en el pórtico de fachada los pilares interiores dispondrán de zapatas rectangulares centradas (tipo 4) pero los pilares extremos contarán con zapatas cuadradas centradas (tipo 1). Las ilustraciones 6.2, 6.3 y 6.4 muestran una imagen en 3D (extraídas de CYPE3D) de las zapatas descritas.

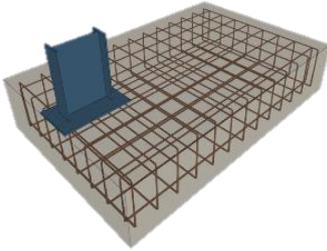


Ilustración 6. 2: Zapatas pilares pórtico interior (tipo 2)

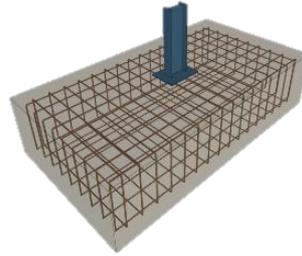


Ilustración 6. 3: Zapatas pilares interiores pórtico de fachada (tipo 4)

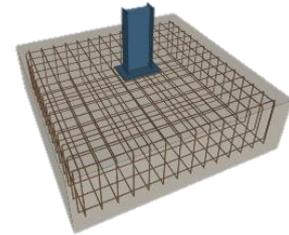


Ilustración 6. 4: Zapatas pilares extremos pórtico de fachada (tipo 1)

Para unir estas zapatas se emplearán vigas de atado (Ilustración 6. 5: Viga de atado extraída de CYPE 3D) que se dispondrán a lo largo de todo el perímetro de la nave. Tendrán como función evitar el desplazamiento horizontal entre las zapatas, consiguiendo que la cimentación sea más estable.

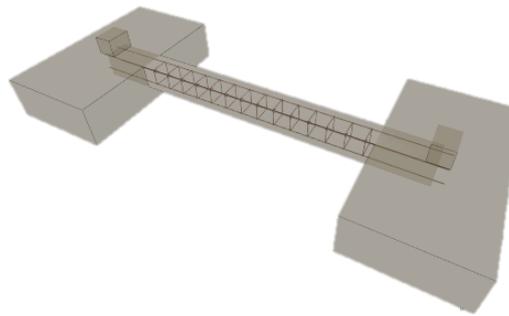


Ilustración 6. 5: Viga de atado

6.3. Solera

La solera es el pavimento que se le aplicará al suelo natural del interior del edificio industrial. Previamente deberá aplicarse una base zahorra de 10 cm de espesor. En nuestro caso, se aplicarán 20 cm de espesor de hormigón armado HA-25/B/IIa con una malla electrosoldada como armadura de reparto.

6.4. Cerramientos

Los cerramientos son los que constituyen la envolvente de la nave industrial y la protegen de agentes externos como viento y lluvia. Para la cubierta se ha optado por un cerramiento con paneles tipo sándwich con núcleo de poliuretano de 30mm de espesor, este se compone por dos chapas, una exterior de acero galvanizado y una de revestimiento unida a una aislante (Ilustración 6. 6: Panel sándwich con núcleo de poliuretano de 30 mm). Este tipo de cerramiento ofrece un buen aislamiento térmico y acústico. Para unirlos a las correchas de fachada se utilizarán tornillos autorroscantes.

Para que la nave esté iluminada se han dispuesto 20 lucernarios de policarbonato celular de 16mm de espesor y un largo y ancho de 4000x2100mm distribuidos de forma simétrica por ambos faldones de la cubierta.

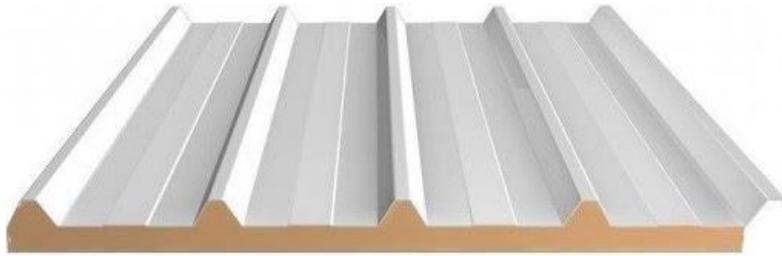


Ilustración 6. 6: Panel sándwich con núcleo de poliuretano de 30 mm

Por otra parte, el cerramiento lateral se han empleado paneles prefabricados de hormigón armado lisos de 20cm de espesor. Estos paneles se colocarán con una disposición horizontal a cara exterior del pilar anclados con placas y pernos. Una ventaja que ofrece este tipo de cerramiento es su alta velocidad de ejecución y con ello menores costes además de obtener unos resultados con una óptima calidad.

Para la zona de intersección entre ambos planos de cerramiento se dispondrán una serie de canalones (**Ilustración 6. 7: Canalón**) que se utilizarán para la recogida de agua. Otro punto de intersección es la cumbre, en ella si empleará un remate de chapa para su correcto aislamiento (**Ilustración 6. 8: Remate cumbre**).



Ilustración 6. 7: Canalón

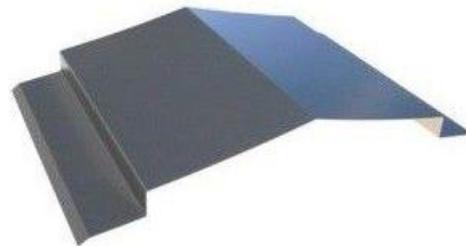


Ilustración 6. 8: Remate cumbre

6.5. Materiales

Para poder realizar la nave industrial, los materiales utilizados han sido principalmente el acero y el hormigón.

6.5.1. Acero

A lo largo de todo el proyecto se han empleado diferentes aceros:

- Acero S235: se ha utilizado para los perfiles huecos laminados en frío CF-180x2.0 que se emplearán para las correas de cubierta.
- Acero S275: este tipo de acero se ha utilizado para los perfiles IPE de los pórticos interiores y de fachada además de la viga perimetral. Para los perfiles L laminados en caliente de los tirantes y los perfiles acabados en caliente SHS de los montantes del sistema contraviento también se ha utilizado el acero S275.
- Acero B500S: este acero corrugado se emplea para los armados de hormigón y los pernos de las placas de anclaje.

La designación simbólica de los aceros está establecida según la norma UNE EN 100027, en nuestro caso la primera letra S, indica que es un acero para construcción metálica mientras que la letra B designa los aceros empleados para hormigón armado. Después la designación nos indica el límite elástico en MPa (N/mm²), 275,235 o 500. Por otra parte, tanto el acero S235 como el S275 tienen un módulo de elasticidad de 210.000 N/mm², mientras que el acero B500S su módulo de elasticidad es E=200.000N/mm².

6.5.2. Hormigón

En el caso del hormigón se ha empleado dos tipos:

- Hormigón de limpieza (HL): se utiliza HL-150/B/20 y tiene como función evitar que el hormigón armado se contamine o deseque como hemos indicado antes.
- Hormigón armado: en este caso se utilizará HA-25/B/20IIa para las diferentes zapatas, vigas de atado y la solera.

En este caso es la normativa EHE-08 la que rige la designación de los hormigones. Por ejemplo, en el caso del hormigón armado (HA) nos indica que tiene una resistencia característica específica de 25 Nmm², su consistencia es blanda (B). Además, tiene un tamaño máximo de árido de 20mm y una clase de exposición IIa.

6.6. Estructura

La nave industrial de este proyecto se ha resuelto con pórticos a dos aguas empotrados en la base, con una luz de 27.5m y una profundidad de 47.25m (Ilustración 6. 9: Estructura 3D). Posee en total ocho pórticos interiores y dos pórticos de fachada separados entre sí 5.25 m. La altura de coronación de la nave alcanza diez metros y la altura de la cabeza de los pilares 8.797.

Por otra parte, se han dispuesto los subsistemas estructurales necesarios, como todos los arriostramientos, el sistema contra viento de tipología Pratt y la viga perimetral.

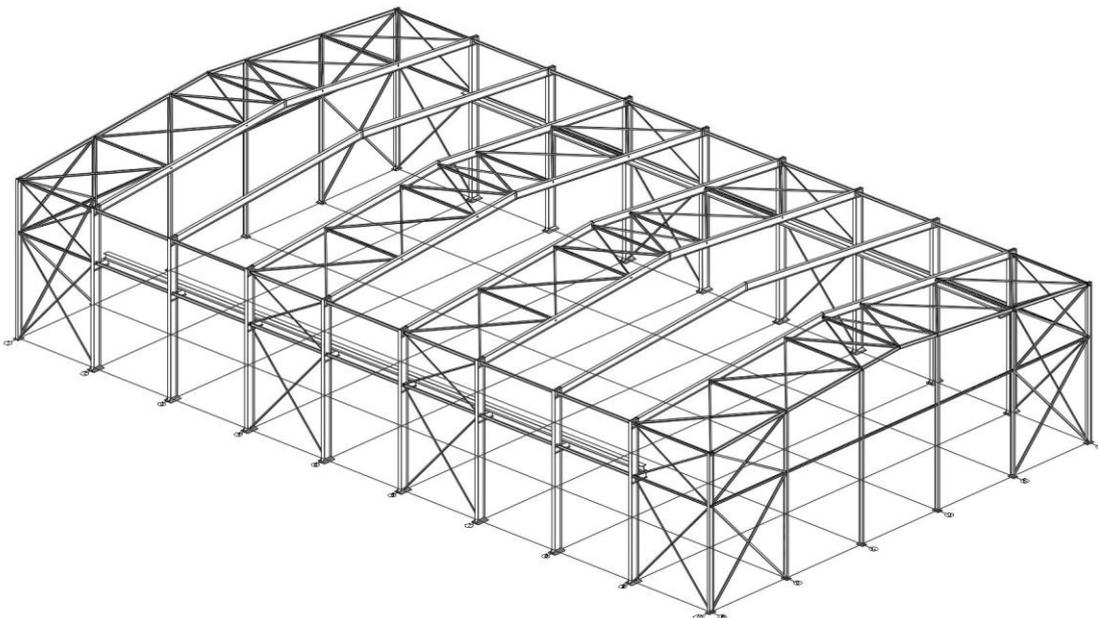


Ilustración 6. 9: Estructura 3D

6.6.1. Pórtico de fachada

El pórtico de fachada es un pórtico rígido a dos aguas, tanto el frontal como el posterior. Cuenta con unas dimensiones de 27.5m de luz y una cabeza de pilar de 8.797m con una inclinación de cubierta de 5°. Estará formado por seis pilares, separados entre sí por 5.5m. Además, contará con un sistema de arriostramiento formado por diagonales y montantes (Ilustración 6. 10: Pórtico fachada)

Se emplearán diferentes perfiles para los pilares pórtico de fachada, los exteriores tienen un perfil IPE 300, los interiores un perfil IPE 200, mientras que la jácena estará formada por perfiles IPE 160. Por otra parte, los tirantes de las cruces de San Andrés estarán formados por perfiles en L80x80x5 para el tramo inferior y perfiles L60x60x4 para el tramo superior, para los montantes se dispondrán perfiles SHS 90x3.0.

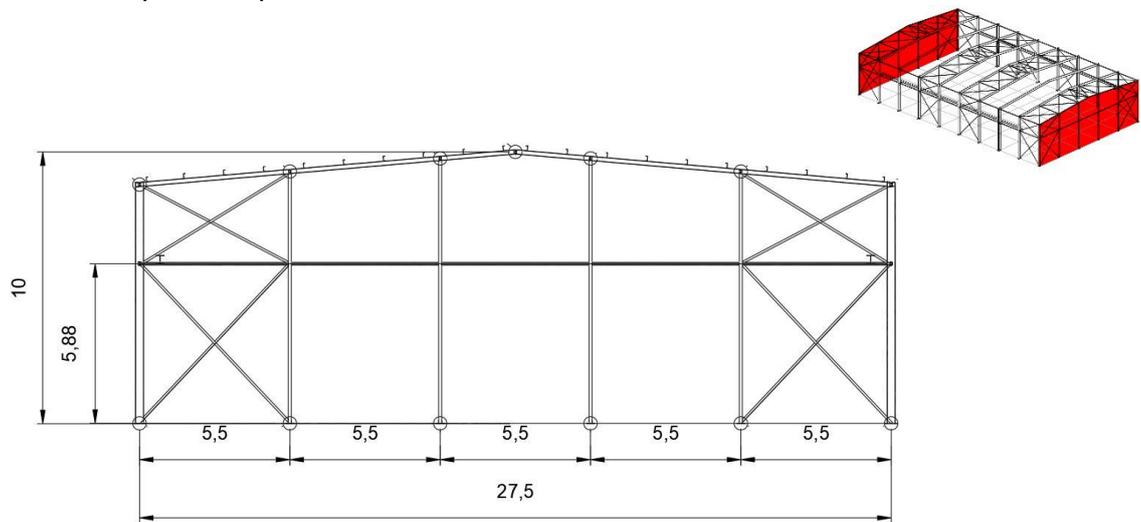


Ilustración 6. 10: Pórtico fachada

6.6.2. Pórtico interior

Como se ha indicado antes, la nave está compuesta por ocho pórticos rígidos a dos aguas igual que los pórticos de fachada. Están compuestos por dos pilares IPE 500 con una altura de 8.797m empotrados al suelo y dos jácenas IPE 400 de 13.75m aproximadamente. Sobre las jácenas estarán colocadas las correas de perfil CF-180x2.0 separadas 1.47m y será sobre ellas dónde se colocará el cerramiento tipo sándwich (Ilustración 6. 11: Pórtico interior).

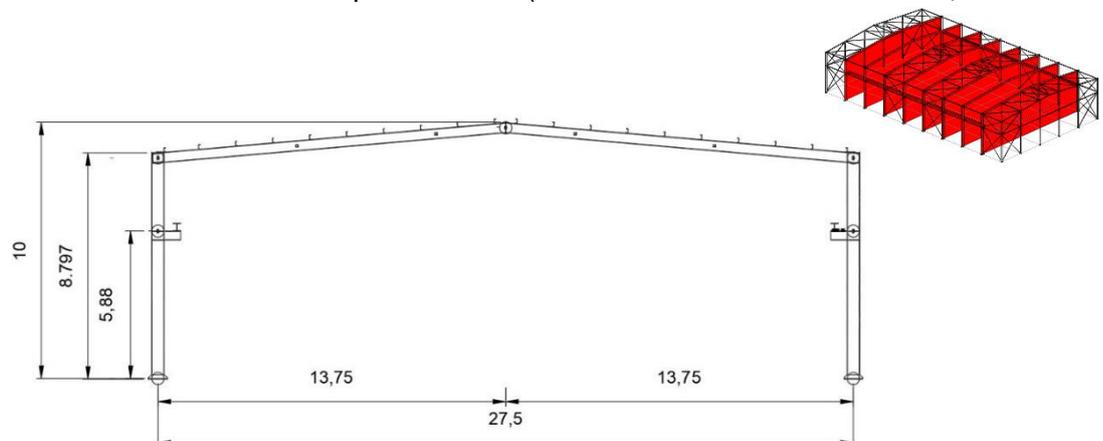


Ilustración 6. 11: Pórtico interior

6.6.3. Fachada lateral

Como hemos indicado en apartados anteriores, en la siguiente ilustración (Ilustración 6. 12: Fachada lateral) los pilares extremos, que corresponden a los pórticos de fachada tendrán un perfil IPE 300 mientras que los pilares interiores, pertenecientes a los pórticos interiores, serán perfiles IPE 500.

Por otra parte, la fachada lateral dispone de ocho cruces de San Andrés con perfiles en L80x80x5 en los tramos inferiores mientras que los superiores son perfiles L60x60x4. Los arriostramientos que encontramos a los extremos de las fachadas laterales tienen como fin asegurar la estabilidad de la estructura metálica, mientras que los centrales se montaran con agujeros colisos, lo que permitirá contrarrestar los efectos de la dilatación térmica. En la fachada lateral también encontramos la viga perimetral con un perfil IPE 140 encargada de garantizar el arriostramiento de los pórticos interiores.

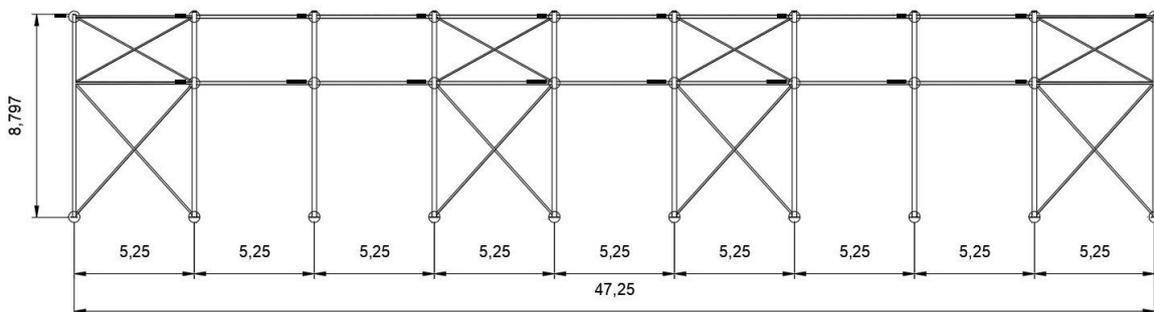


Ilustración 6. 12: Fachada lateral

6.6.4. Cubierta

La cubierta de la nave dispone de un sistema contra viento tipo Pratt con doble disposición, se encargará de transmitir el esfuerzo a los pilares del viento tanto si es de succión como de compresión. Las diagonales se han resultado con un perfil L 75x75x6 mientras que los montantes con un perfil SHS 90x3.0 (Ilustración 6. 13: Cubierta).

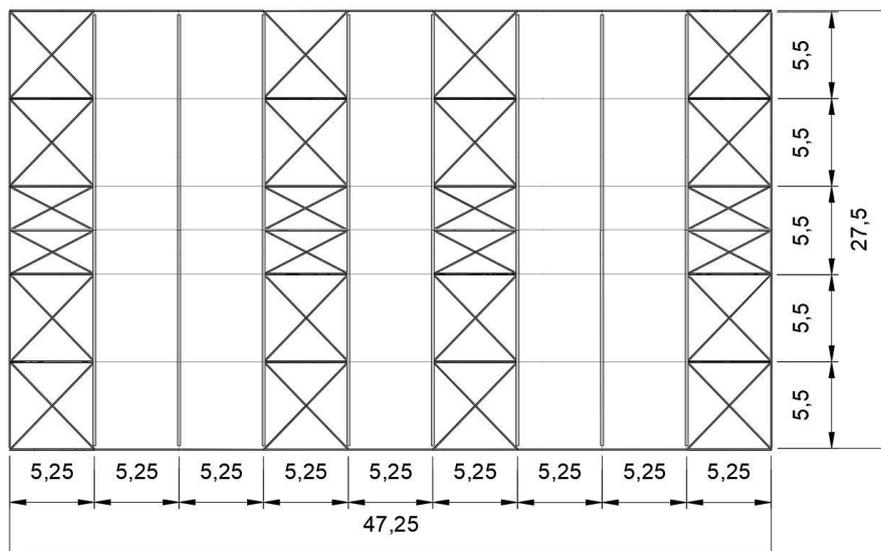


Ilustración 6. 13: Cubierta

6.7. Puente grúa

Para poder manejar con mayor facilidad todas las piezas de mármol se ha instalado en la nave un puente grúa birrail de 10 toneladas con una luz de 26 metros del fabricante ABUS. Los datos, obtenidos del catálogo están recogidos en la Tabla 6. 1: Datos puente grúa empresa ABUS que siguen la Ilustración 6. 14: Esquema datos puente grúa ABUS. El puente grúa estará instalado a lo largo de toda la nave sobre una viga carrilera a 5.882 metros de altura con perfil HE 320 A que estará sobre unos apoyos con perfil IPE 360.

Carga	S(m)	A1 (mm)	K1 (mm)	C1 (mm)	L1 (mm)	L2 (mm)	Z _{min} (mm)	H _{max} (mm)	R (mm)	LK (mm)	Carga rueda KN	
											R _{max}	R _{min}
10000kg	26	700	960	190	750	750	180	10000	3800	2250	78	27.8

Tabla 6. 1: Datos puente grúa empresa ABUS

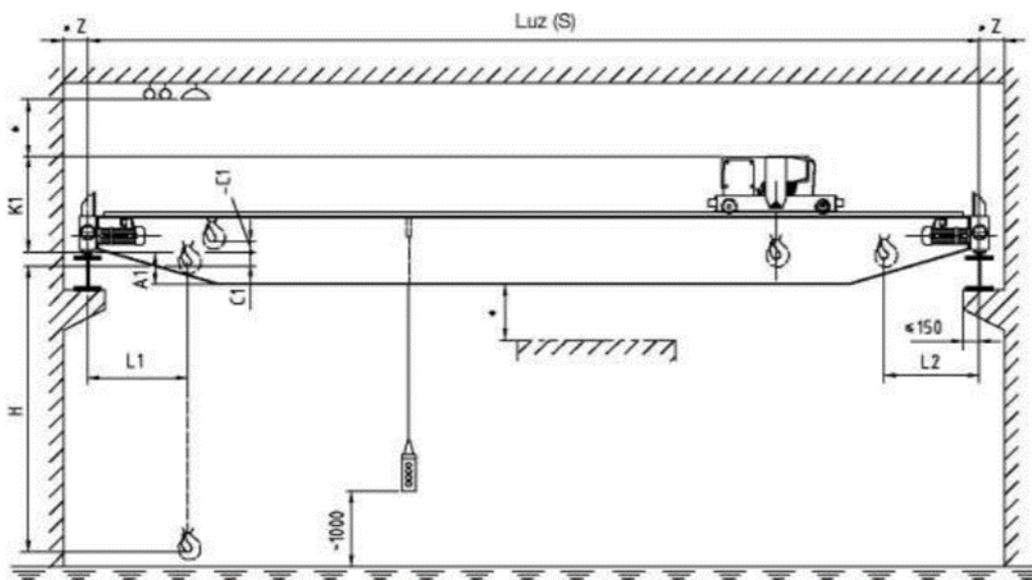


Ilustración 6. 14: Esquema datos puente grúa ABUS

6.8. Instalaciones. Ventilación y pluviales

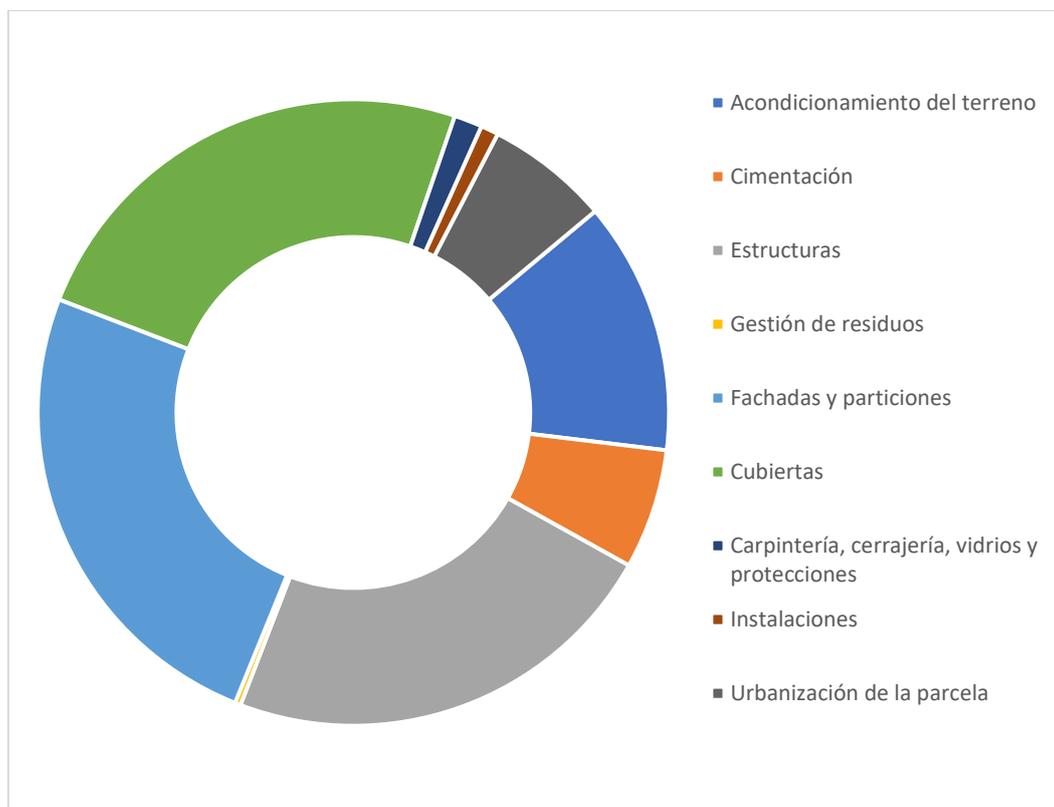
6.8.1. Saneamiento de aguas pluviales

Para facilitar la evacuación del agua, se va a instalar en la nave un sistema de recogida de aguas pluviales formado por canalones, bajantes, arquetas y colectores.

Para ello, se instalarán canalones de aluminio de desarrollo 500mm los cuales recogerán el agua que desemborará a las arquetas por medio de las bajantes de 160mm que se colocarán separadas cada 10,5m (5 bajantes por cada lado de la nave). Las arquetas prefabricadas de hormigón (60x60) que se colocarán en cada bajante descargarán esta agua a la red de alcantarillado del polígono mediante colectores de 200mm de diámetro (ver planos 6,18 y 19)

7. Resumen presupuesto

Descripción de los capítulos	Importe	%
1. Acondicionamiento del terreno	58,982.89	12.92 %
2. Cimentación	30,525.31	6.68%
3. Estructuras	111,945.37	24.52%
4. Gestión de residuos	1,453.32	0.32%
5. Fachadas y particiones	122,085.58	26.74%
6. Cubiertas	119,957.92	26.27%
7. Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones	7,118.95	1.56%
8. Instalaciones	4,493.86	0.99%
Total ejecución material (PEM)	456,563.20	
12% de gastos generales	54,787.59	
6% de beneficio industrial	27,393.80	
Presupuesto de ejecución por contrata (PEC=PEM+GG+BI)	538,744.59	
21% I.V.A.	113,136.37	
Presupuesto de ejecución por contrata con I.V.A.	651,880.96	



Gráfica 7. 1: Porcentajes presupuesto



8. BIBLIOGRAFÍA

- [1] *Plan Parcial modificativo - suelo industrial – Sector Canyada dels Codonyers.* (2002). PLAN PARCIAL POLÍGONO INDUSTRIAL DELS CODONYERS. <https://picassent.governalia.es/wp-content/uploads/sites/35/2019/01/PP-SUZI-2-NU-PP-Canyada-dels-codonyers.pdf>
- [2] *Seguridad Estructural.* (2019). Documento Básico Seguridad Estructural (DB-SE). <https://www.codigotecnico.org/DocumentosCTE/SeguridadEstructural.html>
- [3] *Seguridad Estructural.* (2009). Documento Básico Seguridad estructural Acciones en la Edificación (DB-SE-AE). <https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/SE/DBSE-AE.pdf>
- [4] *Seguridad Estructural.* (2019). Documento Básico Seguridad Estructural Cimientos (DB-SE-C). <https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/SE/DBSE-C.pdf>
- [5] *Seguridad Estructural.* (2007). Documento Básico Seguridad Estructural Acero (DB SE-A). <https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/SE/DBSE-A.pdf>
- [6] *Visor cartogràfic de la Generalitat.* (s. f.). Visor cartogràfic de la Generalitat. <https://visor.gva.es/visor/>
- [7] *Sede Electrónica del Catastro - Fondo mapa de España.* (s. f.). Sede Electrónica del Catastro. <https://www1.sedecatastro.gob.es/Cartografia/mapa.aspx?buscar=S>
- [8] Neufert, E. (2013). *Arte de proyectar en arquitectura : generalidades, normas, directrices sobre disposición, construcción, diseño, superficies requeridas, relaciones espaciales, medidas para edificios, espacios, instalaciones, aparatos con el ser humano como medida y fin* (16.^a ed.). Gustavo Gili.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

Proyecto de cálculo estructural de una planta industrial con puente grúa de 1300m², dedicada a la fabricación de mármol, sita en el Polígono Industrial dels Codonyers en el término municipal de Picassent (Valencia)

Parte II

ANEXO I. NORMATIVA URBANÍSTICA



II. ANEXO I. NORMATIVA URBANÍSTICA

A la hora de realizar el presente proyecto hubo que consultar el plan parcial correspondiente al sector de la Canyada dels Codonyers y la normativa Urbanística de Picassent.

Del Plan General Ordenanzas Urbanísticas de Picassent (P.G.O.U.):

Capítulo II. De la regulación del uso de aparcamiento

Art. 2.18.- De la previsión de aparcamientos para usos no residenciales

c) Uso de almacén (ALM) y de industrial (IND):

Se dispondrá una plaza de aparcamiento por casa 100 metros cuadrados.

Art. 2.19.- Condiciones específicas del uso de aparcamiento.

2.- La superficie útil mínima de los garajes será de veinte metros cuadrados por plaza (20m²), incluida en ella la que corresponde a aceras y pasillos de maniobras, pero no la destinadas a otros usos tales como aseos, almacenillos, vestíbulos de llegada a ascensores u otros análogos.

2.- La dimensión mínima por plaza será de dos metros veinte centímetros de ancho por cuatro metros cincuenta centímetros de longitud (2,20x4,50m).

Del Plan Parcial correspondiente al sector Canyada dels Codonyers, Picassent:

Art.9.- Ficha de Zona de Ordenación Urbanística.

Art. 11.- Condiciones de Uso.

1- El uso principal es Industrial (IND), en todo el sector, excepto en la manzana Nº 13, donde sólo se permite el uso terciario.

Art. 15.- Garajes y aparcamientos. (PAR).

Reserva de aparcamiento, se estará a lo establecido en el P.G.O.U., Art 2.18 y 2.19.

Art.22.- Frente mínimo de parcela.

El frente de fachada mínimo de parcela será de 20m.

Art.23.- Circulo inscrito mínimo.

El círculo inscrito mínimo será de veinte metros.

Parámetros urbanísticos relativos a la parcela

Art.21.- Parcela mínima.

Se define como parcela mínima dentro del ámbito de actuación la que tenga una superficie igual o superior a 1.000 m².

Art.22.- Frente mínimo de parcela.

El frente de fachada mínimo de parcela será de 20m.

Art.23.- Círculo inscrito mínimo.



El círculo inscrito mínimo de parcela será de 20m.

Parámetros urbanísticos relativos a la posición de la edificación de la parcela

Art.26.- Distancia mínima al linde frontal.

La distancia mínima al linde frontal será de 8 metros.

Art.27.- Distancia mínima al resto de lindes.

La distancia mínima al resto de lindes de acuerdo con el plano de Ordenación E.3, serán de 3 m.

Art.29.- Separación mínima entre edificaciones.

Toda edificación tendrá que tener una separación con otras edificaciones de al menos 6 metros.

Parámetros urbanísticos relativos a la intensidad de la edificación

Art.31.- Coeficientes de ocupación.

El Coeficiente de ocupación, máxima será de un 70%.

Art.33.- Altura reguladora.

La cota de referencia de la planta baja a partir de la cual se realiza la medición de la altura del edificio, se fijará de forma que medida a cara superior de solera o forjado de suelo, no podrá situarse a más de 1,20m sobre rasante del terreno urbanizado, medidos de cualquier punto de edificación.

Será de tres plantas y 10 metros en el frente representativo.

Art.36.- Altura Total.

La altura total de todas las edificaciones no superará en ningún caso los 15 metros.

Por lo tanto, comparando de forma resumida el caso de esta nave industrial con la normativa:

	Normativa	Proyecto
Parcela mínima	1000m ²	2400m ²
Frente mínimo de parcela	20m	35m
Distancia linde frontal	8m	16,6m
Distancia mínima al resto de lindes	3m	3m
Coeficiente de ocupación	0.7	0.542
Altura máxima reguladora	10m	10m
Altura máxima total	15m	10m
Plazas de aparcamiento	24	24



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

Proyecto de cálculo estructural de una planta industrial con puente grúa de 1300m², dedicada a la fabricación de mármol, sita en el Polígono Industrial dels Codonyers en el término municipal de Picassent (Valencia)

Parte III

ANEXO II. CÁLCULOS

III. ANEXO II. CÁLCULOS

9. Modelo estructural

La nave industrial objeto de este proyecto dispone de 1300m², está constituida por diez pórticos con una luz de 27.5 m separados entre sí 5.5 m. Los pilares tendrán una altura total de 8.797 metros y la altura de cumbrera será de 10 m. Por otra parte, la nave dispondrá de varios sistemas de arriostramiento en los laterales, fachada y cubierta.

A nivel de cimentación, se dispondrán zapatas aisladas en cada pilar y una viga de atado recorriendo todo el perímetro de la nave.

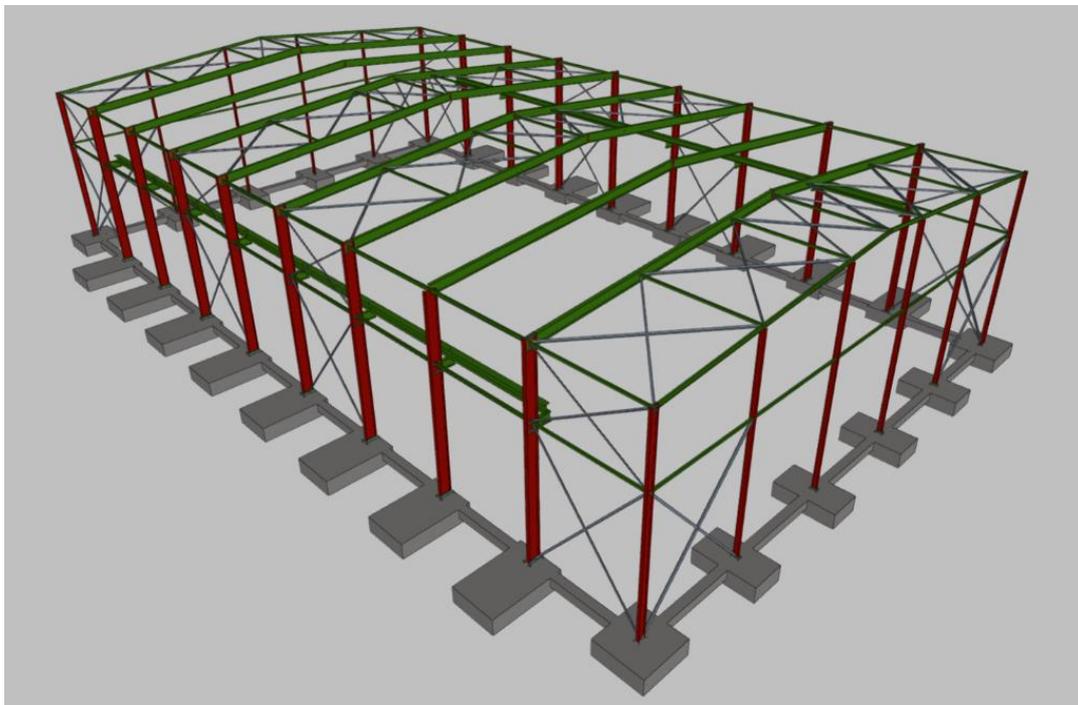


Ilustración 9. 1: Estructura 3D

10. Materiales

Atendiendo al Código técnico de la Edificación:

Material		E (MPa)	f _y (MPa)	Uso
Tipo	Designación			
Acero laminado	S275	210000	275	Pilares, jácenas, viga perimetral, diagonales y montantes.
Acero conformado	S 235	210000	235	Correas de cubierta

Tabla 10. 1: Materiales CTE

Atendiendo a la institución Española de Hormigón Estructural:

Material		Resistencia característica específica (Nmm ²)	Consistencia	Tamaño máximo de árido (mm)	Uso
Tipo	Designación				
Hormigón armado	HA-25/B/20/IIa	25	Blanda	20	Zapatillas y viga de atado
Hormigón de limpieza	HL-150/B/20	150	Blanda	20	Base cimentación

Material		E (MPa)	f _y (MPa)	Uso
Tipo	Designación			
Acero corrugado	B500S	200000	500	Armados de hormigón y pernos

Tabla 10. 2: Materiales EHE

11. Acciones sobre el edificio y ELU

Las acciones que se han aplicado sobre el edificio se pueden clasificar por su variación en el tiempo, encontramos acciones permanentes (G), acciones variables (Q) y acciones accidentales (A).

11.1. Acciones Permanentes (G)

Las acciones permanentes (G), estas actúan siempre sobre el edificio en una posición constante siendo su magnitud constante (peso propio, acciones y empujes del terreno) o no (acciones reológicas) pero con una variación pequeña.

En nuestro caso, no es necesario tener en cuenta el pretensado y las acciones del terreno, pero sí el peso propio.

11.1.1. Peso propio

Según el DB-SE-AE el peso propio a tener en cuenta es el de los elementos estructurales (pilares, jácenas, etc) y constructivos.

En el caso de los elementos estructurales, el programa CYPE Ingenieros los introduce de forma automática a partir de las dimensiones nominales (Secciones y longitudes) y de las densidades de los materiales.

- Densidad hormigón armado= 25 kN/m³
- Densidad del acero= 78.50 kN/m³

El peso de los elementos constructivos será el siguiente:

- Peso del cerramiento en cubierta de panel sándwich (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**): 0.15 kN/m²
- Peso de las correas en la cubierta con perfil CF-180x2.0: 0.034 kN/m²

11.2. Acciones variables

Las acciones variables (Q) son aquellas que pueden actuar sobre el edificio o no

11.2.1. Sobrecargas de Uso (Q_k)

Según el CTE DB SE-AE se entiende como sobrecarga de uso como el peso de todo lo que puede gravitar sobre el edificio por razón de uso. Los efectos de esta pueden entenderse como una carga distribuida de forma uniformemente y en función de la categoría de uso esta carga adoptará un valor u otro. En nuestro caso, la nave pertenece a la categoría G1 de la tabla 3.1, apartado 3.1.1 del DB-SE-AE:

- Valor característico de la sobre carga de uso, categoría de uso G1*:0.40 kN/m²

*Categoría G1: cubiertas ligeras sobre correas accesibles únicamente para su conservación. No concomitante con el resto de las acciones.

11.2.2. Sobrecarga de nieve (N)

Siguiendo el CTE DB-SE AE, la acción de la nieve sobre nuestra estructura variará en su distribución e intensidad dependiendo de factores como el clima, el tipo de precipitación, el relieve del entorno, la forma del edificio entre otros.

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

Siendo:

- q_n : carga superficial de la nieve sobre el terreno.
- μ : factor de forma.
- s_k : valor característico de la nieve.

En el caso de la nave objeto de este proyecto, deberemos tener en cuenta que se está situada en el término municipal de Picassent al que le corresponde una zona de climática (ZC) 5, con una altitud topográfica (H) de 50,00 m. Por lo tanto, según la tabla E.2 del Anejo E de sobrecarga de nieve en terrenos horizontales, correspondería un valor característico de la nieve $s_k=0.2$ kN/mm².



Ilustración 11. 1:Figura E.2 Zonas climáticas de invierno

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

Ilustración 11. 2: Tabla E.2 del CTE DB-SE AE

Un aspecto que hay que considerar es cómo se deposita la nieve en nuestro edificio industrial, de forma simétrica en ambos faldones de cubierta o no. Como la cubierta tiene una inclinación (α) de 5° (menor a 30°), el coeficiente de forma (μ) adoptará el valor de uno.

El programa de cálculo tendrá en cuenta varias hipótesis:

- N(EI): Nieve (estado inicial). Ambos faldones de la cubierta están al 100 de carga de nieve
- N(R) 1: Nieve (redistribución) 1. El faldón derecho está al 50% de carga mientras que el izquierdo al 100%.
- N(R) 2: Nieve (redistribución) 2. El faldón izquierdo está al 50% de carga mientras que el derecho al 100%.

11.2.3. Sobrecarga de viento (V)

Las acciones generadas por el viento son fuerzas perpendiculares a las superficies que se exponen a él (presión estática). Dependerá de la forma y las dimensiones de la construcción, de las características y de la permeabilidad de la superficie, así como de la dirección, de la intensidad y del racheo del viento, según el CTE DB SE-AE. Por lo tanto, la presión estática deberá obtenerse de la siguiente forma:

$$q_e = q_b \cdot c_e(z) \cdot c_p$$

Siendo:

- q_e : la presión estática generada por el viento.
- q_b : la presión dinámica del viento depende del emplazamiento geográfico (ZE) de la nave (Anejo D del DB SE-AE).
- c_e : el coeficiente de exposición depende de la altura del terreno y del grado de aspereza del entorno (g) de la nave (Anejo D del DB SE-AE).
- c_p : el coeficiente eólico o de presión, depende de la forma y orientación de la superficie respecto al viento (apartados 3.3.4 y 3.3.5 del DB SE-AE).

Deberá comprobarse la acción del viento en todas las direcciones y en ambos sentidos (generalmente basta considerar dos direcciones ortogonales entre sí).

Aplicando la normativa a nuestro caso obtenemos que la presión dinámica (q_b) tiene un valor de 0.42kN/m² ya que la nave está ubicada en una zona eólica tipo A (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).



Ilustración 11. 3: Figura D.1 del CT DB SE-AE

Para obtener el valor del coeficiente de exposición (c_e) debemos saber que la nave se encuentra en un entorno de grado de aspereza IV (zona urbana en general industrial o forestal) con una altura sobre el terreno $z=10m$.

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

Ilustración 11. 4: Tabla D.2 del CTE DB SE-AE

Aplicando los cálculos necesarios con los parámetros correspondientes a los terrenos con grado de aspereza IV que sacamos de la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

$$c_e(g, z) = F(g, z) \cdot [F(g, z) + 7 \cdot k(g)] \quad F(g, z) = k(g) \cdot \ln\left(\frac{\max(z, Z(g))}{L(g)}\right)$$

De esta forma, obtenemos que $c_e=1.783145$.

Por último, el coeficiente de eólico o de presión tiene en cuenta que no todas las superficies sufren de la misma forma la acción del viento. Este coeficiente dependerá de:

- La relación relativa del viento (h/d).
- La forma del edificio (f, α).
- La posición del elemento considerado (Zona).
- El área de influencia A del elemento que se calcula.

El programa de cálculo tendrá en cuenta las siguientes hipótesis (Ilustración 11. 5: Direcciones en las hipótesis del viento):

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

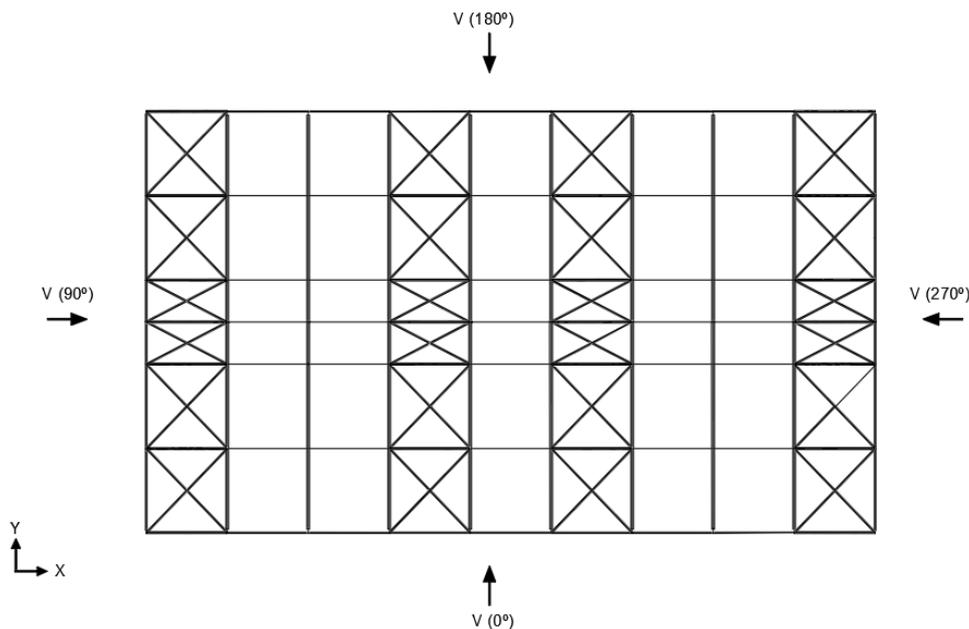


Ilustración 11. 5: Direcciones en las hipótesis del viento

11.2.4. Puente grúa

La nave tiene instalado un puente grúa de 10 toneladas, que se rige por el Eurocódigo 3 parte 6 (EN 1993-6). Para estudiar todas las acciones que puede generar el puente grúa se han estudiado ocho hipótesis diferentes con los datos del fabricante (Ilustración 11. 6: Esquema del puente grúa birrail del fabricante ABUS, Tabla 11. 1: Tabla datos puente grúa del fabricante ABUS):

Carga	S(m)	A1 (mm)	K1 (mm)	C1 (mm)	L1 (mm)	L2 (mm)	Z _{min} (mm)	H _{max} (mm)	R (mm)	LK (mm)	Carga rueda KN	
											R _{max}	R _{min}
10000kg	26	700	960	190	750	750	180	10000	3800	2250	78	27.8

Tabla 11. 1: Tabla datos puente grúa del fabricante ABUS

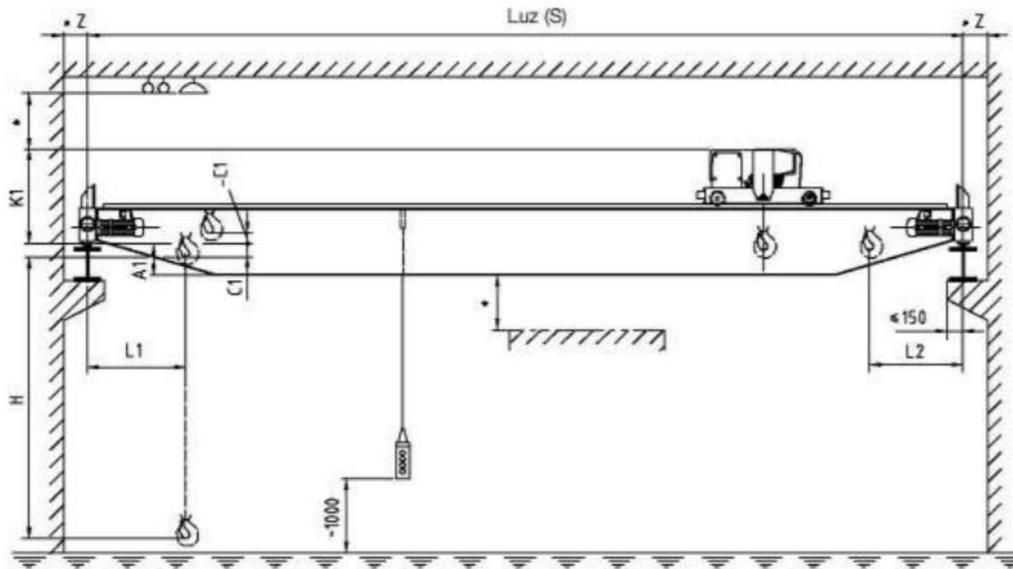


Ilustración 11. 6: Esquema del puente grúa birrail del fabricante ABUS

En las diferentes hipótesis estudiadas cada caso corresponderá con una posible posición del puente grúa y si está frenando o arrancando, además se ha tenido en cuenta que las reacciones horizontales serán un 10% de las reacciones verticales.

- Hipótesis 1: Puente grúa frenando, sobre el apoyo y la reacción máxima a la izquierda de la nave (Ilustración 11. 7: Cargas hipótesis 1).

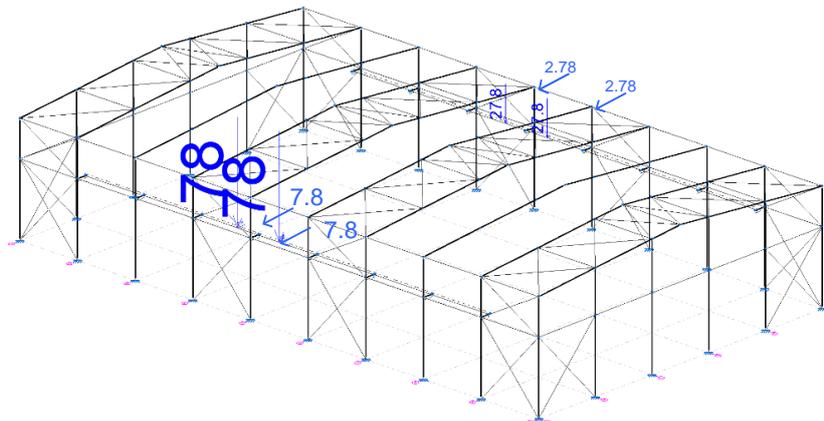


Ilustración 11. 7: Cargas hipótesis 1

- Hipótesis 2: Puente grúa arrancando, sobre el apoyo y la reacción máxima a la izquierda de la nave (Ilustración 11. 8: Cargas hipótesis 2).

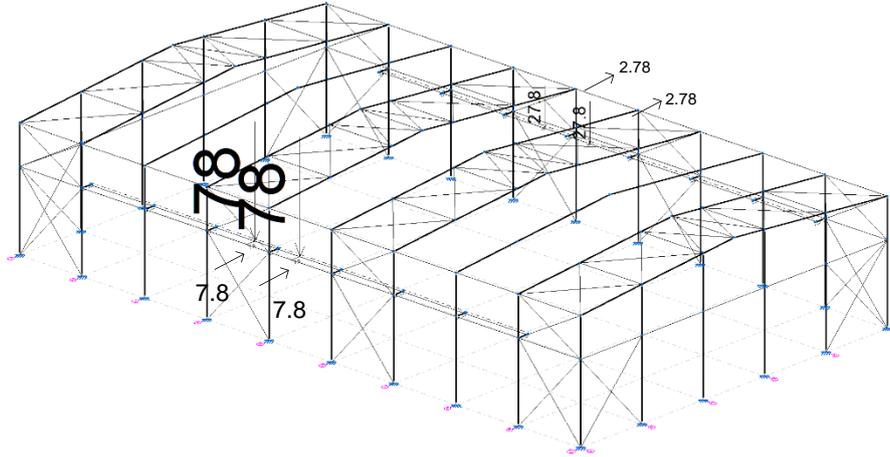


Ilustración 11. 8: Cargas hipótesis 2

- Hipótesis 3: Puente grúa frenando, sobre el apoyo y la reacción máxima a la derecha de la nave.
- Hipótesis 4: Puente grúa arrancando, sobre el apoyo y la reacción máxima a la derecha de la nave.
- Hipótesis 5: Puente grúa frenando, centrado en la viga carrilera y la reacción máxima a la izquierda de la nave (Ilustración 11. 9: Cargas hipótesis 5).

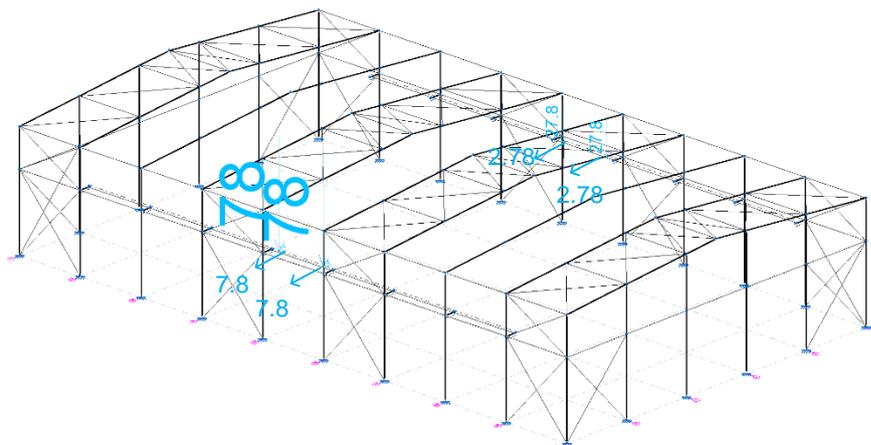


Ilustración 11. 9: Cargas hipótesis 5

- Hipótesis 6: Puente grúa arrancando, centrado en la viga carrilera y la reacción máxima a la izquierda de la nave (Ilustración 11. 10: Carga hipótesis 6).

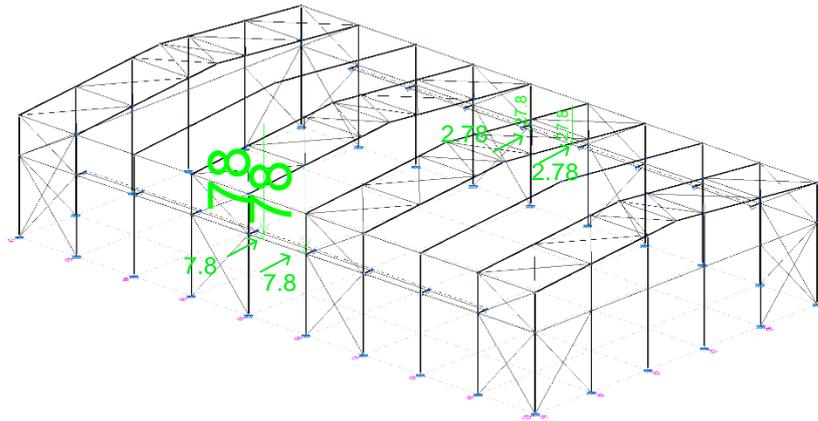


Ilustración 11. 10: Carga hipótesis 6

- Hipótesis 7: Puente grúa frenando, centrado en la viga carrilera y la reacción máxima a la derecha de la nave.
- Hipótesis 8: Puente grúa arrancando, centrado en la viga carrilera y la reacción máxima a la derecha de la nave.

11.3. Estados límite

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

11.3.1. Situaciones de proyecto

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

- **Con coeficientes de combinación**

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

- **Sin coeficientes de combinación**



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

Donde:

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

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: EHE-08

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q - Uso E)	0.000	1.500	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.500	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q - Uso E)	0.000	1.500	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.500	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000



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

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q - Uso E)	0.000	1.500	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.500	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q - Uso E)	0.000	1.500	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.500	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000

Tensiones sobre el terreno

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q - Uso E)	0.000	1.000	1.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q - Uso E)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000



Desplazamientos

Integridad- G1				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.001	0.001	-	-
Sobrecarga (Q - Uso E)	0.000	1.000	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	0.500

Integridad + G1				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.001	0.001	-	-
Sobrecarga (Q - Uso E)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)				
Nieve (Q)				

Apariencia				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q - Uso E)				
Sobrecarga (Q - Uso G1)				
Viento (Q)				
Nieve (Q)				

12. Estructura metálica

En los apartados siguientes de este anexo se van a detallar las comprobaciones de resistencia, flecha y las del E.L.U.

Las referencias que se han tomado para cada subapartado son:

Las referencias ahora son:

- Resistencia
 - N: Esfuerzo axial (kN)
 - Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (kN)
 - Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (kN)
 - Mt: Momento torsor (kN·m)

- My: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (kN·m)
- Mz: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (kN·m)

Los esfuerzos indicados son los correspondientes a la combinación pésima, es decir, aquella que demanda la máxima resistencia de la sección.

Origen de los esfuerzos pésimos:

- G: Sólo gravitatorias
- GV: Gravitatorias + viento
- GS: Gravitatorias + sismo
- GVS: Gravitatorias + viento + sismo

η : Aprovechamiento de la resistencia. La barra cumple con las condiciones de resistencia de la norma si se cumple que $\eta \leq 100\%$.

- Flechas

- 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.

12.1. Pórtico interior

En el caso del pórtico interior, está formado por dos pilares (IPE 500), dos jácenas (IPE 400) y por el apoyo de la viga carrilera (IPE 360). Los cálculos de los siguientes apartados harán referencia a los siguientes nudos de la Ilustración 12. 1: Nudos pórtico interior, ya que se trata de un pórtico simétrico:

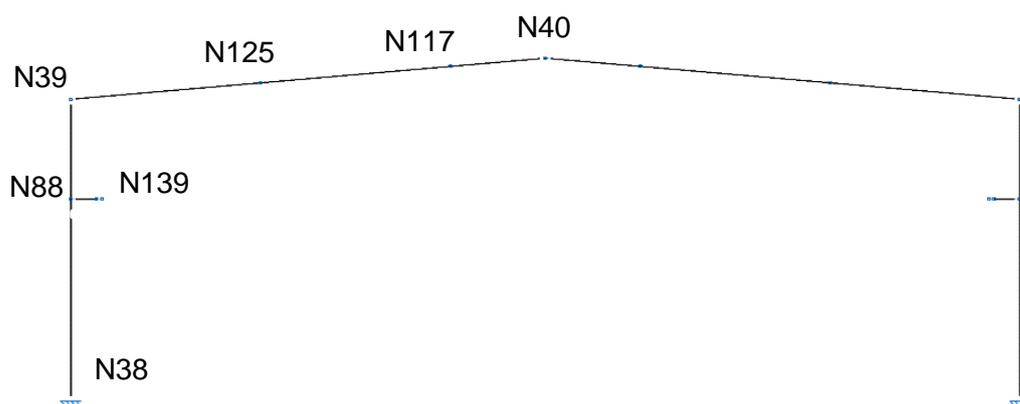


Ilustración 12. 1: Nudos pórtico interior

12.1.1. Descripción

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil (Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.} (m)	Lb _{Inf.} (m)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	N38/N88	Pilar	IPE 500 (IPE)	5.882	0.70	1.40	-	-
		N88/N39	Pilar	IPE 500 (IPE)	2.915	0.70	1.40	-	-
		N39/N125	Jácena	IPE 400 (IPE)	5.521	0.00	4.98	-	-
		N125/N117	Jácena	IPE 400 (IPE)	5.521	0.00	4.98	-	-
		N117/N40	Jácena	IPE 400 (IPE)	2.761	0.00	9.96	-	-
		N139/N88	Apoyo viga carrilera	IPE 360 (IPE)	0.750	1.00	1.00	-	-

Notación:
Ni: Nudo inicial
Nf: Nudo final
 β_{xy} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'
 β_{xz} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'
Lb_{Sup.}: Separación entre arriostramientos del ala superior
Lb_{Inf.}: Separación entre arriostramientos del ala inferior

12.1.2. Resistencia

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mt (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)		
N38/N88	38.02	0.000	-103.498	0.000	56.227	0.00	198.77	0.01	G	Cumple
N88/N39	52.84	2.915	-74.512	-0.010	56.057	0.00	-289.47	0.00	G	Cumple
N39/N125	94.85	0.000	-62.260	0.000	-68.451	0.00	-289.47	0.00	G	Cumple
N125/N117	51.34	5.521	-57.127	0.000	-9.781	0.00	142.45	0.00	G	Cumple
N117/N40	53.71	1.775	-56.302	0.000	-0.352	0.00	151.45	0.00	G	Cumple
N149/N88	10.89	0.000	-0.799	-7.181	8.719	0.02	0.27	-5.37	GV	Cumple

12.1.3. Flechas

Después de haber comprobado la resistencia, se comprobará la flecha límite con las flechas máximas de cada barra.

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)						
N38/N39	8.797	1.97	8.797	21.21	8.797	3.61	8.797	37.49
	8.797	L(>1000)	8.797	L/414.8	8.797	L(>1000)	8.797	L/414.9
N39/N40	6.556	0.07	8.282	16.67	6.556	0.10	8.972	26.26
	6.556	L(>1000)	8.282	L/827.7	6.556	L(>1000)	8.282	L/828.0
N139/N88	0.337	0.09	0.525	0.00	0.337	0.13	0.525	0.00
	0.337	L(>1000)	0.150	L(>1000)	0.337	L(>1000)	0.150	L(>1000)

12.1.4. Comprobación resumida E.L.U.

Finalmente, las comprobaciones del Estado Límite Último (E.L.U.).

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_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	$M_t V_z$	$M_t V_y$	
N38/N88	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 5.882 m $\eta = 0.8$	x: 0 m $\eta = 6.6$	x: 0 m $\eta = 34.6$	x: 0 m $\eta = 1.0$	$\eta = 6.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 38.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 5.6$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 38.0$
N88/N39	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 2.915 m $\eta = 1.1$	x: 0 m $\eta = 3.3$	x: 2.915 m $\eta = 50.4$	x: 0 m $\eta = 0.5$	$\eta = 6.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 52.8$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	$\eta = 4.6$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 52.8$
N39/N125	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 5.521 m $\eta = 2.0$	x: 0 m $\eta = 11.6$	x: 0 m $\eta = 84.6$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$\eta = 10.6$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 94.8$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE $\eta = 94.8$
N125/N117	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 5.521 m $\eta = 2.0$	x: 0 m $\eta = 11.2$	x: 5.521 m $\eta = 41.6$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$\eta = 6.1$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽²⁾	x: 5.521 m $\eta = 51.3$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE $\eta = 51.3$
N117/N40	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 2.761 m $\eta = 2.0$	x: 0 m $\eta = 10.7$	x: 1.775 m $\eta = 44.2$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 2.761 m $\eta = 2.3$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽²⁾	x: 1.775 m $\eta = 53.7$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE $\eta = 53.7$
N139/N88	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 0.2$	$\eta = 0.1$	x: 0.75 m $\eta = 3.1$	x: 0 m $\eta = 10.7$	x: 0.75 m $\eta = 1.9$	$\eta = 1.0$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 10.9$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.5$	x: 0.75 m $\eta = 1.9$	$\eta = 1.0$	CUMPLE $\eta = 10.9$

Notación:

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

Comprobaciones que no proceden (N.P.):

- ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.
- ⁽²⁾ No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
- ⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
- ⁽⁴⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

12.2. Pórtico de fachada

El pórtico de fachada está formado por dos pilares en los extremos (IPE 300), tres pilares interiores (IPE 220), dos jácenas (IPE 400) y dos arriostramientos. Los cálculos de los siguientes apartados harán referencia a los siguientes nudos de la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** (ya que se trata de un pórtico simétrico):

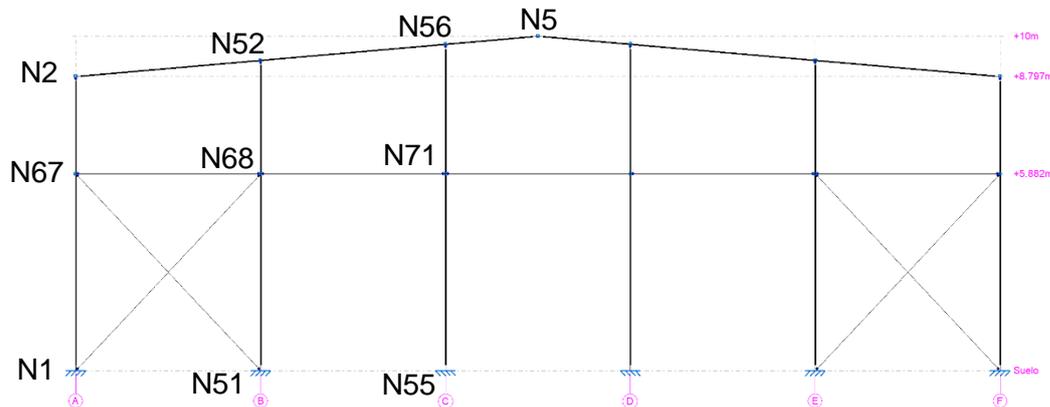


Ilustración 12. 2: Nudos pórtico fachada

12.2.1. Descripción

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil (Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.} (m)	Lb _{Inf.} (m)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	N1/N67	Pilar ext.	IPE 300 (IPE)	5.882	0.70	0.70	5.882	5.882
		N67/N2	Pilar ext.	IPE 300 (IPE)	2.915	1.00	1.00	2.915	2.915
		N2/N52	Jácena	IPE 160 (IPE)	5.521	0.00	1.00	1.470	5.521
		N52/N56	Jácena	IPE 160 (IPE)	5.521	0.00	1.00	1.470	5.521
		N56/N5	Jácena	IPE 160 (IPE)	2.761	0.00	1.00	1.470	2.761
		N55/N71	Pilar int.	IPE 220 (IPE)	5.882	0.70	1.19	-	-
		N71/N56	Pilar int.	IPE 220 (IPE)	3.877	1.00	1.81	-	-
		N67/N68	Montante	SHS 90x3.0 (Cold Formed SHS)	5.500	1.00	1.00	-	-
		N51/N67	Diagonal	L 80 x 80 x 5 (L)	8.053	0.00	0.00	-	-

Notación:
Ni: Nudo inicial
Nf: Nudo final
 β_{xy} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'
 β_{xz} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'
Lb_{Sup.}: Separación entre arriostramientos del ala superior
Lb_{Inf.}: Separación entre arriostramientos del ala inferior

12.2.2. Resistencia

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mt (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)		
N1/N67	70.80	5.882	-21.565	10.002	-11.462	0.00	29.75	-7.83	GV	Cumple
N67/N2	48.85	0.000	-12.773	-7.988	13.298	0.00	29.75	-7.83	GV	Cumple
N2/N52	92.25	2.208	-27.047	0.043	0.164	0.00	-8.15	0.24	GV	Cumple
N52/N56	78.51	0.000	0.252	0.000	-7.087	0.00	-7.78	0.00	G	Cumple
N56/N5	62.02	2.761	-40.022	0.084	3.425	0.00	-10.40	0.00	GV	Cumple
N55/N71	86.13	0.000	-9.862	-0.033	30.742	0.00	63.32	-0.03	GV	Cumple
N71/N56	48.75	0.194	-17.527	0.113	0.212	0.00	-32.85	0.41	GV	Cumple
N67/N68	45.14	2.750	-24.760	0.000	0.000	0.00	0.40	0.00	GV	Cumple
N51/N67	18.00	0.000	37.048	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	Cumple

12.2.3. Flechas

Flechas									
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz		Estado
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz		
	Pos. (m)	Flecha (mm)							
N1/N2	2.941	7.36	5.147	7.03	2.941	11.56	5.147	12.33	CUMPLE
	2.941	L/794.6	5.147	L(>1000)	2.941	L/794.6	5.147	L(>1000)	
N2/N5	2.484	5.13	9.110	8.81	2.484	8.26	9.662	15.41	CUMPLE
	2.484	L(>1000)	2.208	L/597.5	2.484	L(>1000)	2.208	L/597.6	
N55/N56	5.514	5.93	5.882	26.23	5.514	10.98	5.514	52.04	CUMPLE
	5.514	L(>1000)	5.882	L/364.7	5.514	L(>1000)	5.882	L/364.7	
N67/N68	5.156	0.00	2.750	3.52	5.156	0.00	2.750	3.51	CUMPLE
	-	L(>1000)	2.750	L(>1000)	-	L(>1000)	2.750	L(>1000)	
N51/N67	4.530	0.00	7.550	0.00	4.530	0.00	7.550	0.00	CUMPLE
	-	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)	

12.2.4. Comprobación resumida E.L.U.

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado		
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t		M _t V _z	M _t V _y
N1/N67	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 5.882 m $\eta = 0.6$	x: 0 m $\eta = 10.2$	x: 5.882 m $\eta = 51.4$	x: 0 m $\eta = 36.4$	x: 0 m $\eta = 3.4$	x: 0 m $\eta = 2.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 5.882 m $\eta = 70.8$	$\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 70.8$
N67/N2	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 2.915 m $\eta = 0.5$	x: 0 m $\eta = 1.5$	x: 0 m $\eta = 28.3$	x: 0 m $\eta = 24.0$	x: 0 m $\eta = 3.6$	x: 0 m $\eta = 1.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 48.9$	$\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 48.9$

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	$M_Y V_Z$	$M_Z V_Y$	$NM_Y M_Z$	$NM_Y M_Z V_Y V_Z$	M_t	$M_t V_Z$		$M_t V_Y$
N2/N52	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.276 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 5.521 m $\eta = 1.4$	x: 0 m $\eta = 7.9$	x: 2.208 m $\eta = 82.3$	x: 5.521 m $\eta = 6.3$	x: 5.521 m $\eta = 7.0$	x: 0 m $\eta = 0.2$	x: 0.276 m $\eta < 0.1$	x: 0.276 m $\eta < 0.1$	x: 2.208 m $\eta = 92.3$	x: 0.276 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 92.3$
N52/N56	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 5.521 m $\eta = 8.0$	x: 0 m $\eta = 12.1$	x: 0 m $\eta = 78.5$	x: 0 m $\eta = 6.3$	x: 5.521 m $\eta = 5.1$	x: 0 m $\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 78.4$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 78.5$
N56/N5	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 2.761 m $\eta = 10.1$	x: 0 m $\eta = 10.6$	x: 2.761 m $\eta = 55.4$	x: 0 m $\eta = 2.2$	x: 0 m $\eta = 7.4$	x: 0 m $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 2.761 m $\eta = 62.0$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 62.0$
N55/N71	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 5.882 m $\eta = 1.7$	x: 0 m $\eta = 14.4$	x: 0 m $\eta = 84.8$	x: 5.882 m $\eta = 3.7$	x: 0 m $\eta = 12.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 86.1$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 86.1$
N71/N56	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 3.877 m $\eta = 2.1$	x: 0 m $\eta = 8.8$	x: 0.194 m $\eta = 44.0$	x: 0 m $\eta = 3.7$	x: 3.877 m $\eta = 7.3$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0.194 m $\eta = 48.7$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 48.7$
N67/N68	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.344 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 3.3$	$\eta = 39.5$	x: 2.75 m $\eta = 4.6$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 0.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.344 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 2.75 m $\eta = 45.1$	x: 0.344 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 45.1$

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	$\bar{\lambda}$	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	$M_Y V_Z$	$M_Z V_Y$	$NM_Y M_Z$	$NM_Y M_Z V_Y V_Z$	M_t	$M_t V_Z$	$M_t V_Y$	
N51/N67	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 18.0$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 18.0$

Notación:

- $\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez
- λ_w : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
- N_t : Resistencia a tracción
- N_c : Resistencia a compresión
- M_Y : Resistencia a flexión eje Y
- M_Z : Resistencia a flexión eje Z
- V_Z : Resistencia a corte Z
- V_Y : Resistencia a corte Y
- $M_Y V_Z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
- $M_Z V_Y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
- $NM_Y M_Z$: Resistencia a flexión y axil combinados
- $NM_Y M_Z V_Y V_Z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
- M_t : Resistencia a torsión
- $M_t V_Z$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
- $M_t V_Y$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
- x: Distancia al origen de la barra
- η : Coeficiente de aprovechamiento (%)
- N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):

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

12.3. Viga carrilera



Ilustración 12. 3: Nudos viga carrilera

12.3.1. Descripción

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil (Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.} (m)	Lb _{Inf.} (m)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	N143/N144	N143/N144	HE 320 A (HEA)	5.250	1.00	1.00	-	-

Notación:
Ni: Nudo inicial
Nf: Nudo final
 β_{xy} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'
 β_{xz} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'
Lb_{Sup.}: Separación entre arriostramientos del ala superior
Lb_{Inf.}: Separación entre arriostramientos del ala inferior

12.3.2. Resistencia

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (kN)	V _y (kN)	V _z (kN)	M _t (kN·m)	M _y (kN·m)	M _z (kN·m)		
N143/N144	4.92	5.250	-3.302	1.647	4.420	-0.02	-6.48	-6.13	GV	Cumple

12.3.3. Flechas

Flechas									
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz		
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz		
	Pos. (m)	Flecha (mm)							
N143/N144	3.281	0.38	2.953	0.15	3.281	0.63	2.953	0.25	
	3.281	L(>1000)	2.953	L(>1000)	3.281	L(>1000)	2.953	L(>1000)	

12.3.4. Comprobaciones resumidas E.L.U

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	MV _z	MV _y	
N143/N144	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 0.2$	$\eta = 0.2$	x: 5.25 m $\eta = 1.5$	x: 5.25 m $\eta = 3.7$	x: 5.25 m $\eta = 0.8$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 5.25 m $\eta = 4.9$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.3$	x: 5.25 m $\eta = 0.8$	$\eta = 0.2$	CUMPLE $\eta = 4.9$

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z	M _t V _y	
<p>Notación:</p> <p>$\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez</p> <p>λ_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida</p> <p>N_t: Resistencia a tracción</p> <p>N_c: Resistencia a compresión</p> <p>M_y: Resistencia a flexión eje Y</p> <p>M_z: Resistencia a flexión eje Z</p> <p>V_z: Resistencia a corte Z</p> <p>V_y: Resistencia a corte Y</p> <p>M_yV_z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados</p> <p>M_zV_y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados</p> <p>NM_yM_z: Resistencia a flexión y axil combinados</p> <p>NM_yM_zV_yV_z: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados</p> <p>M_t: Resistencia a torsión</p> <p>M_tV_z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados</p> <p>M_tV_y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados</p> <p>x: Distancia al origen de la barra</p> <p>η: Coeficiente de aprovechamiento (%)</p>																

12.4. Sistema de arriostramiento

12.4.1. Viga contraviento

La cubierta de la nave dispone de una viga contra viento tipo Pratt doble, está formada por montantes () y diagonales (). Para el cálculo estudiaremos los nudos indicados en la **¡Error!**
No se encuentra el origen de la referencia.:

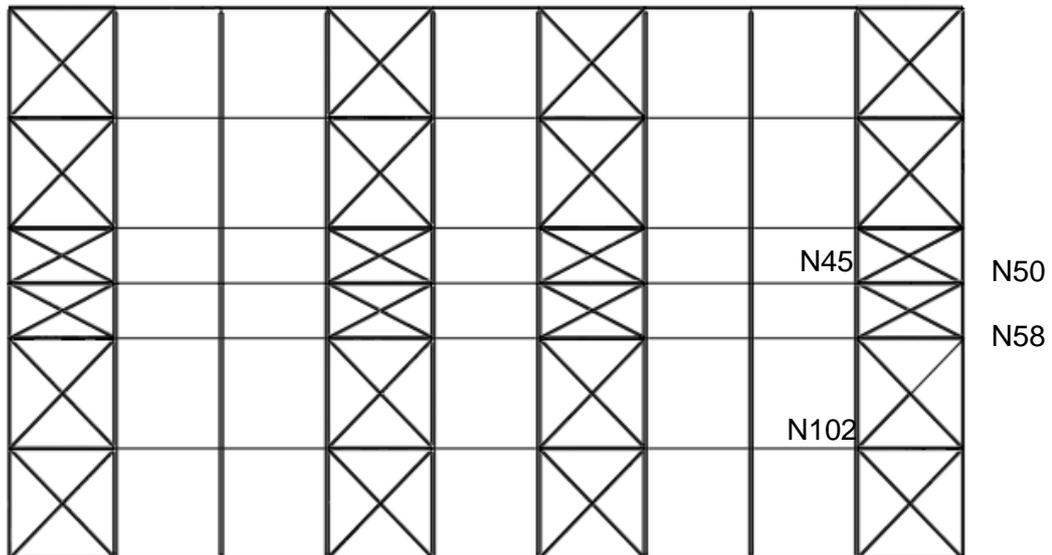


Ilustración 12. 4: Nudos viga contraviento

12.4.1.1. Descripción

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	Lb ^{Sup.} (m)	Lb ^{Inf.} (m)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	N45/N50	N45/N50	SHS 90x3.0 (Cold Formed SHS)	5.250	1.00	1.00	-	-
		N102/N58	N102/N58	L 75 x 75 x 6 (L)	7.619	0.00	0.00	-	-

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.} (m)	Lb _{Inf.} (m)
Tipo	Designación								
<p><i>Notación:</i> <i>Ni:</i> Nudo inicial <i>Nf:</i> Nudo final <i>β_{xy}:</i> Coeficiente de pandeo en el plano 'XY' <i>β_{xz}:</i> Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ' <i>Lb_{Sup.}:</i> Separación entre arriostramientos del ala superior <i>Lb_{Inf.}:</i> Separación entre arriostramientos del ala inferior</p>									

12.4.1.2. Resistencia

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (kN)	V _y (kN)	V _z (kN)	M _t (kN·m)	M _y (kN·m)	M _z (kN·m)		
N45/N50	11.51	2.625	-4.788	0.000	0.000	0.00	0.37	0.00	GV	Cumple
N102/N58	14.18	0.000	32.427	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	Cumple

12.4.1.3. Flechas

Flechas									
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz		
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz		
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	
N45/N50	0.328	0.00	2.625	2.92	2.953	0.00	2.625	2.92	
	-	L(>1000)	2.625	L(>1000)	-	L(>1000)	2.625	L(>1000)	
N102/N58	5.238	0.00	0.952	0.00	4.762	0.00	0.952	0.00	
	-	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)	

12.4.1.4. Comprobaciones resumidas E.L.U.

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z		M _t V _y
N45/N50	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.328 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 0.1$	$\eta = 7.0$	x: 2.625 m $\eta = 4.2$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 0.4$	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0.328 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 2.625 m $\eta = 11.5$	x: 0.328 m $\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 11.5$

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	$\bar{\lambda}$	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z	M _t V _y	
N102/N58	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 14.2$	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁶⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 14.2$

Notación:

λ : Limitación de esbeltez
 λ_w : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
 N_i : Resistencia a tracción
 N_c : Resistencia a compresión
 M_Y : Resistencia a flexión eje Y
 M_Z : Resistencia a flexión eje Z
 V_Z : Resistencia a corte Z
 V_Y : Resistencia a corte Y
 $M_Y V_Z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
 $M_Z V_Y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
 $N M_Y M_Z$: Resistencia a flexión y axil combinados
 $N M_Y M_Z V_Y V_Z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
 M_t : Resistencia a torsión
 $M_t V_Z$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
 $M_t V_Y$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
 x : Distancia al origen de la barra
 η : Coeficiente de aprovechamiento (%)
 N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):

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

12.4.2. Arriostramiento lateral

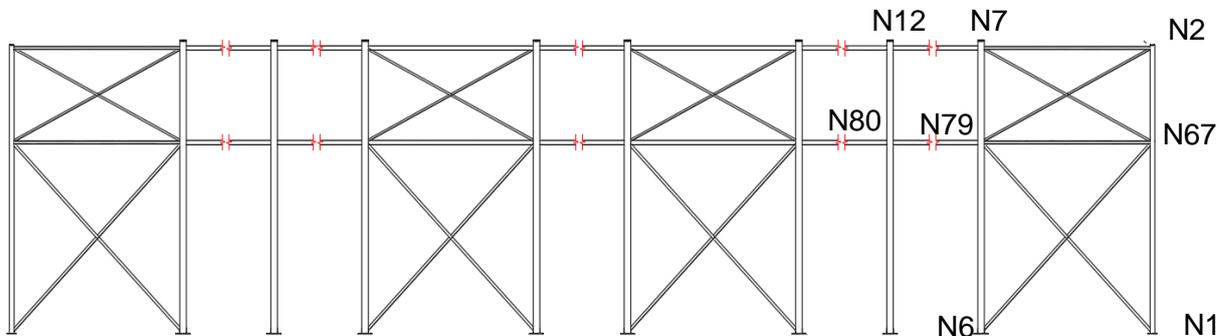


Ilustración 12. 5: Nudos arriostramiento lateral

12.4.2.1. Descripción

Descripción									
Material Tipo	Designación	Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	Lb ^{Sup.} (m)	Lb ^{Inf.} (m)
Acero laminado	S275	N6/N67	Diagonal inf.	L 80 x 80 x 5 (L)	7.884	0.00	0.00	-	-
		N67/N7	Diagonal sup.	L 60 x 60 x 4 (L)	6.005	0.00	0.00	-	-
		N2/N7	N2/N7	SHS 90x3.0 (Cold Formed SHS)	5.250	1.00	1.00	-	-
		N7/N12	N7/N12	IPE 140 (IPE)	5.250	0.00	0.00	-	-
		N79/N80	N79/N80	IPE 140 (IPE)	5.250	0.00	0.00	-	-

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.} (m)	Lb _{Inf.} (m)
Tipo	Designación								
<p><i>Notación:</i> <i>Ni: Nudo inicial</i> <i>Nf: Nudo final</i> <i>β_{xy}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'</i> <i>β_{xz}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'</i> <i>Lb_{Sup.}: Separación entre arriostramientos del ala superior</i> <i>Lb_{Inf.}: Separación entre arriostramientos del ala inferior</i></p>									

12.4.2.2. Resistencia

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (kN)	V _y (kN)	V _z (kN)	M _t (kN·m)	M _y (kN·m)	M _z (kN·m)		
N6/N67	10.85	0.000	22.336	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	Cumple
N67/N7	15.22	0.000	18.774	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	Cumple
N2/N7	53.81	2.625	-32.787	0.000	0.000	0.00	0.37	0.00	GV	Cumple
N7/N12	9.22	2.625	28.713	0.000	0.000	0.00	0.59	0.00	GV	Cumple
N79/N80	6.33	2.625	16.263	0.000	0.000	0.00	0.59	0.00	GV	Cumple

12.4.2.3. Flechas

Flechas									
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz		
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz		
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	
N6/N67	6.406	0.00	7.391	0.00	6.406	0.00	7.391	0.00	
	-	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)	
N67/N7	5.254	0.00	5.254	0.00	5.254	0.00	2.627	0.00	
	-	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)	
N2/N7	4.922	0.00	2.625	2.92	4.922	0.00	2.625	2.92	
	-	L(>1000)	2.625	L(>1000)	-	L(>1000)	2.625	L(>1000)	
N7/N12	2.953	0.00	2.625	1.11	2.953	0.00	2.625	1.11	
	-	L(>1000)	2.625	L(>1000)	-	L(>1000)	2.625	L(>1000)	
N79/N80	4.266	0.00	2.625	1.11	4.266	0.00	2.625	1.11	
	-	L(>1000)	2.625	L(>1000)	-	L(>1000)	2.625	L(>1000)	

12.4.2.4. Comprobaciones resumidas E.L.U.

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	$M_Y V_Z$	$M_Z V_Y$	$NM_Y M_Z$	$NM_Y M_Z V_Y V_Z$	M_t	$M_t V_Z$	$M_t V_Y$	
N2/N7	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.328 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 0.1$	$\eta = 48.5$	x: 2.625 m $\eta = 4.2$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 0.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0.328 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	x: 2.625 m $\eta = 53.8$	x: 0.328 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁸⁾	CUMPLE $\eta = 53.8$
N7/N12	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.328 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 6.7$	$\eta = 4.0$	x: 2.625 m $\eta = 2.5$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 0.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0.328 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	x: 2.625 m $\eta = 9.2$	x: 0.328 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁸⁾	CUMPLE $\eta = 9.2$
N79/N80	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.328 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 3.8$	$\eta = 2.0$	x: 2.625 m $\eta = 2.5$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 0.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0.328 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	x: 2.625 m $\eta = 6.3$	x: 0.328 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁸⁾	CUMPLE $\eta = 6.3$

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado	
	$\bar{\lambda}$	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	$M_Y V_Z$	$M_Z V_Y$	$NM_Y M_Z$	$NM_Y M_Z V_Y V_Z$	M_t	$M_t V_Z$		$M_t V_Y$
N6/N67	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 10.9$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁸⁾	CUMPLE $\eta = 10.9$
N67/N7	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 15.2$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁸⁾	CUMPLE $\eta = 15.2$

Notación:

- $\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez
- λ_w : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
- N_t : Resistencia a tracción
- N_c : Resistencia a compresión
- M_Y : Resistencia a flexión eje Y
- M_Z : Resistencia a flexión eje Z
- V_Z : Resistencia a corte Z
- V_Y : Resistencia a corte Y
- $M_Y V_Z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
- $M_Z V_Y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
- $NM_Y M_Z$: Resistencia a flexión y axil combinados
- $NM_Y M_Z V_Y V_Z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
- M_t : Resistencia a torsión
- $M_t V_Z$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
- $M_t V_Y$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
- x: Distancia al origen de la barra
- η : Coeficiente de aprovechamiento (%)
- N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):

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

12.5. Correas

Las correas están dispuestas a lo largo de la cubierta separadas entre sí 1.74m (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Las comprobaciones son:

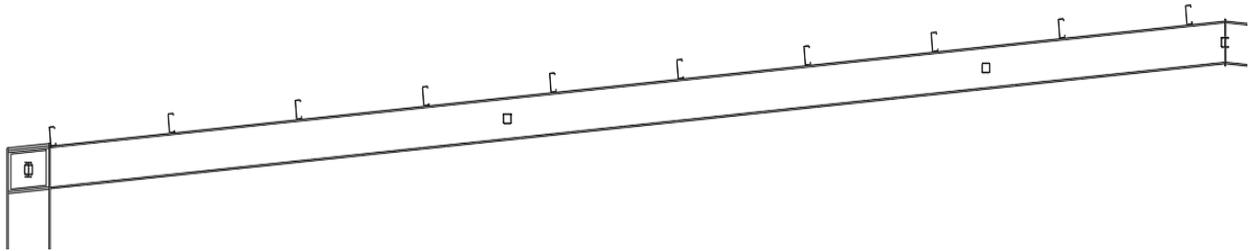


Ilustración 12. 6: Correas cubierta

Datos de correas de cubierta	
Descripción de correas	Parámetros de cálculo
Tipo de perfil: CF-180x2.0	Límite flecha: L / 300
Separación: 1.47 m	Número de vanos: Tres vanos
Tipo de Acero: S235	Tipo de fijación: Fijación rígida

Comprobación de resistencia

Comprobación de resistencia
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.
Aprovechamiento: 82.76 %

Barra pésima en cubierta

Perfil: CF-180x2.0 Material: S235										
	Nudos			Longitud (m)	Características mecánicas					
	Inicial	Final			Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	y _g ⁽³⁾ (mm)	z _g ⁽³⁾ (mm)
	0.732, 42.000, 8.861	0.732, 36.750, 8.861		5.250	6.52	316.14	31.64	0.09	-12.46	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 _k	0.000	5.250	0.000	0.000					
	C ₁	-		1.000						
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico										

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado
	b / t	$\bar{\lambda}$	N _t	N _c	M _y	M _z	M _y M _z	V _y	V _z	N _t M _y M _z	N _c M _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t NM _y M _z V _y V _z	
pésima en cubierta	b / t ≤ (b / t) ^{Máx.} Cumple	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	x: 0 m η = 82.8	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	x: 0 m η = 13.5	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE η = 82.8
<p><i>Notación:</i> b / t: Relación anchura / espesor $\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez N: Resistencia a tracción N_c: Resistencia a compresión M_y: Resistencia a flexión. Eje Y M_z: Resistencia a flexión. Eje Z M_yM_z: Resistencia a flexión biaxial V_y: Resistencia a corte Y V_z: Resistencia a corte Z N_tM_yM_z: Resistencia a tracción y flexión N_cM_yM_z: Resistencia a compresión y flexión NM_yM_zV_yV_z: Resistencia a cortante, axil y flexión M_tNM_yM_zV_yV_z: Resistencia a torsión combinada con axil, flexión y cortante x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede</p> <p><i>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</i> ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción. ⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción. ⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión. ⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. ⁽⁵⁾ La comprobación no procede, ya que no hay flexión biaxial para ninguna combinación. ⁽⁶⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. ⁽⁷⁾ No hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽⁸⁾ No hay interacción entre axil de compresión y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽⁹⁾ No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽¹⁰⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.</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:

$$h / t : \underline{85.5} \quad \checkmark$$

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

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

Los rigidizadores proporcionan suficiente rigidez, ya que se cumple:

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

Donde:

h: Altura del alma.

$$h : \underline{171.00} \text{ mm}$$

b: Ancho de las alas.

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

c: Altura de los rigidizadores.

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

t: Espesor.

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

Nota: Las dimensiones no incluyen el acuerdo entre elementos.

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



Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.828} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.732, 42.000, 8.861, para la combinación de acciones 0.80*G1 + 0.80*G2 + 1.50*V(0°) H1.

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

$$\mathbf{M_{y,Ed}^+} : \underline{6.37} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

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

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

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

$$\mathbf{M_{c,Rd}} : \underline{7.70} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

$$\mathbf{W_{eff}} : \underline{34.41} \text{ cm}^3$$

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

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

γ_{Mo}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

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

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

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.135} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.732, 42.000, 8.861, para la combinación de acciones 0.80*G1 + 0.80*G2 + 1.50*V(0°) H1.

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

$$\mathbf{V_{Ed}} : \underline{5.00} \text{ kN}$$

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

$$\mathbf{V_{b,Rd}} : \underline{37.13} \text{ kN}$$

Donde:



h_w: Altura del alma.

t: Espesor.

φ: Ángulo que forma el alma con la horizontal.

f_{bv}: Resistencia a cortante, teniendo en cuenta el pandeo.

$$\mathbf{h_w} : \underline{175.95} \text{ mm}$$

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

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

$$\mathbf{f_{bv}} : \underline{110.78} \text{ MPa}$$

Siendo:

λ_w: Esbeltez relativa del alma.

$$\bar{\lambda}_w : \underline{1.02}$$

Donde:

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

E: Módulo de elasticidad.

γ_{mo}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

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

$$\mathbf{\gamma_{mo}} : \underline{1.05}$$

Comprobación flecha

Comprobación de flecha
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. Porcentajes de aprovechamiento: - Flecha: 78.28 %

Coordenadas del nudo inicial: 0.732, 47.250, 8.861

Coordenadas del nudo final: 0.732, 42.000, 8.861

El aprovechamiento pésimo se produce para la combinación de hipótesis 1.00*G1 + 1.00*G2 + 1.00*V(0°) H1 a una distancia 2.625 m del origen en el primer vano de la correa.

(I_y = 316 cm⁴) (I_z = 32 cm⁴)

12.6. Placas de anclaje

Tipo 2 (Pórtico interior)

Detalle

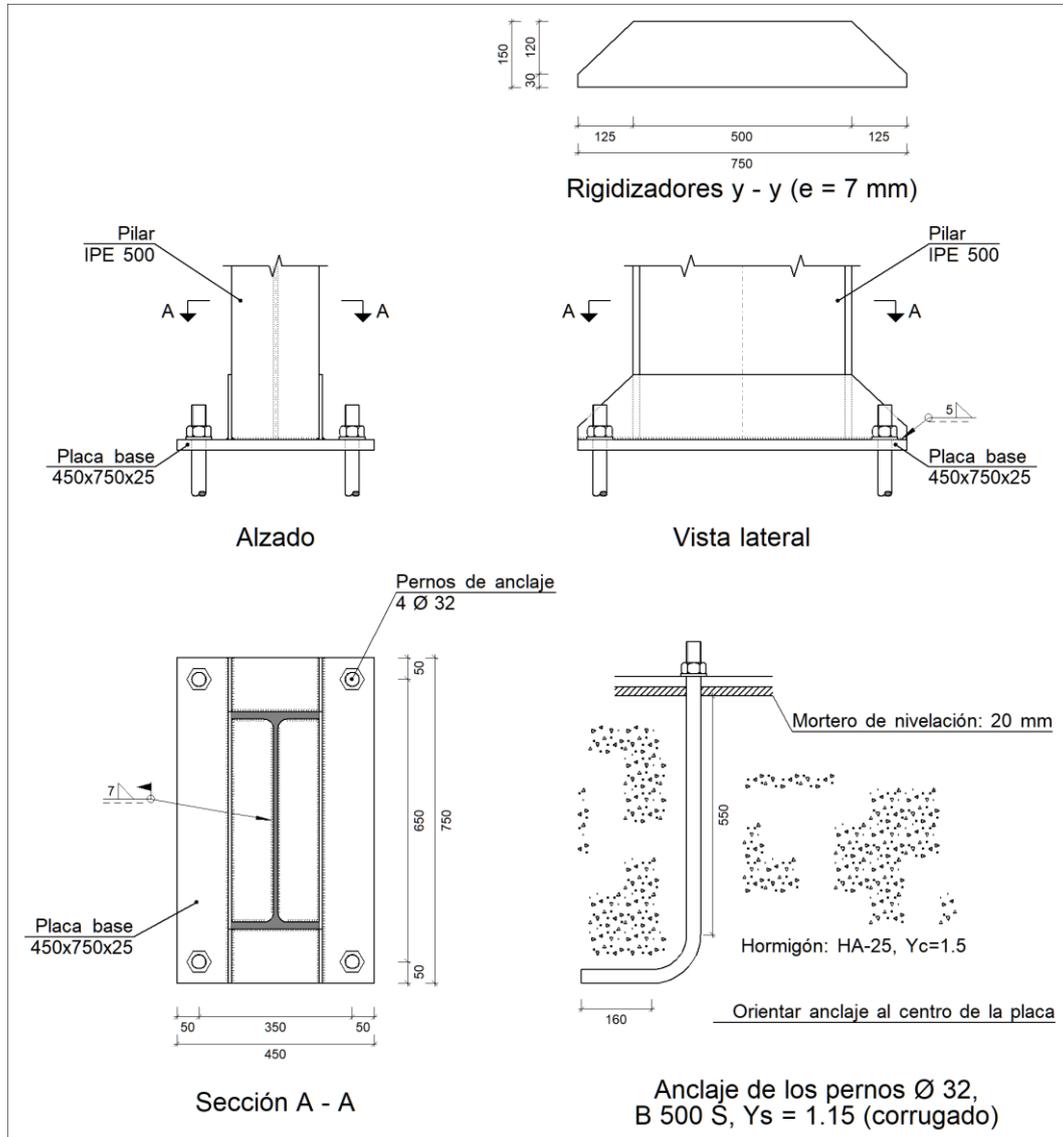
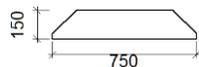


Ilustración 12. 7: Detalle placa de anclaje tipo 2

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 _y (MPa)	f _u (MPa)
Placa base		450	750	25	4	32	S275	275.0	410.0

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f _y (MPa)	f _u (MPa)
Rigidizador		750	150	7	-	-	S275	275.0	410.0

Comprobación

- 1) Pilar IPE 500

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	7	1548	10.2	90.00	
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>						

- 2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: 3 diámetros	Mínimo: 96 mm Calculado: 350 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: 1.5 diámetros	Mínimo: 48 mm Calculado: 68 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: 1.5 diámetros	Mínimo: 48 mm Calculado: 50 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 48.3	Cumple
Longitud mínima del perno: Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.	Mínimo: 35 cm Calculado: 55 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción:	Máximo: 195.57 kN Calculado: 136.65 kN	Cumple
- Cortante:	Máximo: 136.9 kN Calculado: 14.06 kN	Cumple



Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
- Tracción + Cortante:	Máximo: 195.57 kN Calculado: 156.73 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 255.69 kN Calculado: 137.99 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 476.19 MPa Calculado: 174.311 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: Límite del cortante en un perno actuando contra la placa	Máximo: 419.05 kN Calculado: 14.06 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 261.905 MPa	
- Derecha:	Calculado: 88.0813 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 87.1429 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 175.529 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 174.126 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: Limitación de la deformabilidad de los vuelos	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 5151.51	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 5286.4	Cumple
- Arriba:	Calculado: 5942.35	Cumple
- Abajo:	Calculado: 5973.68	Cumple
Tensión de Von Mises local: Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Rigidizador y-y (x = -104): Soldadura a la placa base	En ángulo	5	750	7.0	90.00
Rigidizador y-y (x = 104): Soldadura a la placa base	En ángulo	5	750	7.0	90.00
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>					

13. Cimentaciones

Las comprobaciones que se han realizado para la cimentación hacen referencia a los siguientes nudos (Ilustración 12. 8: Nudos cimentaciones):

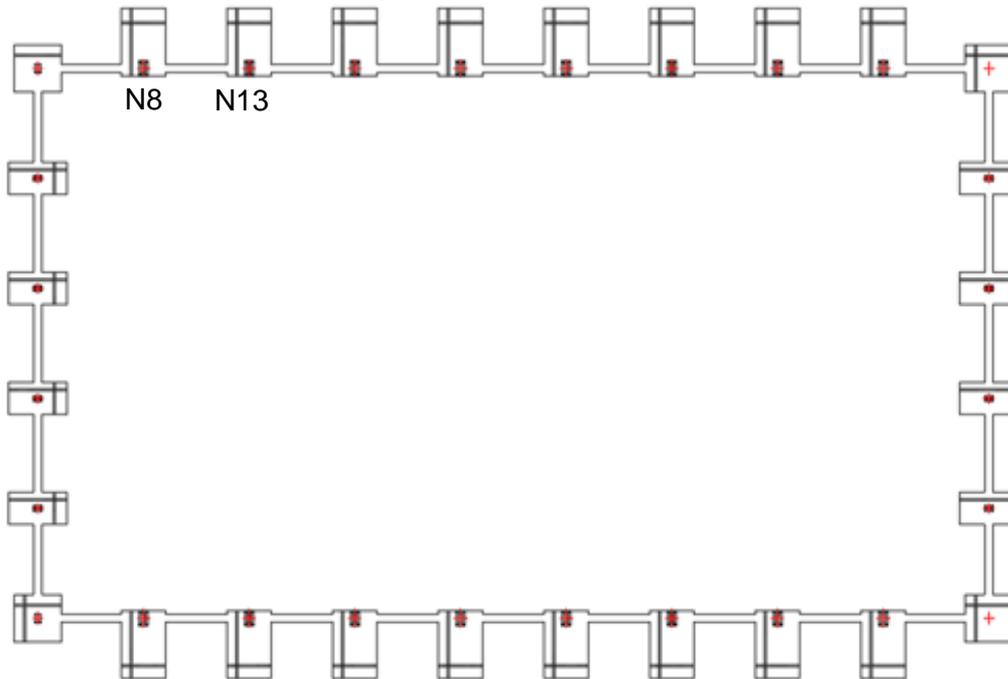


Ilustración 12. 8: Nudos cimentaciones

13.1. Zapatas

Referencia: N13		
Dimensiones: 220 x 338 x 70		
Armados: Xi:Ø20c/26 Yi:Ø20c/26 Xs:Ø16c/26 Ys:Ø16c/26		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno:		
Criterio de CYPE		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0352179 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0532683 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0704358 MPa	Cumple



Referencia: N13		
Dimensiones: 220 x 338 x 70		
Armados: Xi:Ø20c/26 Yi:Ø20c/26 Xs:Ø16c/26 Ys:Ø16c/26		
Comprobación	Valores	Estado
<p>Vuelco de la zapata:</p> <p>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.</p> <p>- En dirección X:</p> <p>- En dirección Y:</p>	<p>Reserva seguridad: 12614.0 %</p> <p>Reserva seguridad: 10.3 %</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Flexión en la zapata:</p> <p>- En dirección X:</p> <p>- En dirección Y:</p>	<p>Momento: 20.68 kN·m</p> <p>Momento: -145.03 kN·m</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Cortante en la zapata:</p> <p>- En dirección X:</p> <p>- En dirección Y:</p>	<p>Cortante: 14.52 kN</p> <p>Cortante: 106.44 kN</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Compresión oblicua en la zapata:</p> <p>- Situaciones persistentes:</p> <p>Criterio de CYPE</p>	<p>Máximo: 5000 kN/m²</p> <p>Calculado: 117.9 kN/m²</p>	<p>Cumple</p>
<p>Canto mínimo:</p> <p>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</p>	<p>Mínimo: 25 cm</p> <p>Calculado: 70 cm</p>	<p>Cumple</p>
<p>Espacio para anclar arranques en cimentación:</p> <p>- N13:</p>	<p>Mínimo: 55 cm</p> <p>Calculado: 61 cm</p>	<p>Cumple</p>
<p>Cuantía geométrica mínima:</p> <p>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</p>	<p>Mínimo: 0.0009</p>	



Referencia: N13		
Dimensiones: 220 x 338 x 70		
Armados: Xi:Ø20c/26 Yi:Ø20c/26 Xs:Ø16c/26 Ys:Ø16c/26		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0017	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0017	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0011	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0001 Calculado: 0.0018	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0008 Calculado: 0.0018	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001 Calculado: 0.0012	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0006 Calculado: 0.0012	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 20 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 26 cm	Cumple



Referencia: N13		
Dimensiones: 220 x 338 x 70		
Armados: Xi:Ø20c/26 Yi:Ø20c/26 Xs:Ø16c/26 Ys:Ø16c/26		
Comprobación	Valores	Estado
<p>Separación mínima entre barras:</p> <p>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</p> <p>- Armado inferior dirección X:</p> <p>- Armado inferior dirección Y:</p> <p>- Armado superior dirección X:</p> <p>- Armado superior dirección Y:</p>	<p>Mínimo: 10 cm</p> <p>Calculado: 26 cm</p> <p>Calculado: 26 cm</p> <p>Calculado: 26 cm</p> <p>Calculado: 26 cm</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Longitud de anclaje:</p> <p>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</p> <p>- Armado inf. dirección X hacia der:</p> <p>- Armado inf. dirección X hacia izq:</p> <p>- Armado inf. dirección Y hacia arriba:</p> <p>- Armado inf. dirección Y hacia abajo:</p> <p>- Armado sup. dirección X hacia der:</p> <p>- Armado sup. dirección X hacia izq:</p> <p>- Armado sup. dirección Y hacia arriba:</p> <p>- Armado sup. dirección Y hacia abajo:</p>	<p>Mínimo: 20 cm</p> <p>Calculado: 49 cm</p> <p>Mínimo: 20 cm</p> <p>Calculado: 49 cm</p> <p>Mínimo: 20 cm</p> <p>Calculado: 224 cm</p> <p>Mínimo: 0 cm</p> <p>Calculado: 0 cm</p> <p>Mínimo: 19 cm</p> <p>Calculado: 89 cm</p> <p>Mínimo: 19 cm</p> <p>Calculado: 89 cm</p> <p>Mínimo: 21 cm</p> <p>Calculado: 264 cm</p> <p>Mínimo: 0 cm</p> <p>Calculado: 0 cm</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Longitud mínima de las patillas:</p> <p>- Armado inf. dirección X hacia der:</p> <p>- Armado inf. dirección X hacia izq:</p> <p>- Armado inf. dirección Y hacia arriba:</p>	<p>Mínimo: 20 cm</p> <p>Calculado: 20 cm</p> <p>Mínimo: 20 cm</p> <p>Calculado: 20 cm</p> <p>Mínimo: 20 cm</p> <p>Calculado: 20 cm</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>



Referencia: N13		
Dimensiones: 220 x 338 x 70		
Armados: Xi:Ø20c/26 Yi:Ø20c/26 Xs:Ø16c/26 Ys:Ø16c/26		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 60 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 60 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 60 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

13.2. Viga de atado

Referencia: C.1 [N13-N8] (Viga de atado)		
-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm		
-Armadura superior: 2Ø12		
-Armadura inferior: 2Ø12		
-Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

Proyecto de cálculo estructural de una planta industrial con puente grúa de 1300m², dedicada a la fabricación de mármol, sita en el Polígono Industrial dels Codonyers en el término municipal de Picassent (Valencia)

Parte IV

MEDICIONES Y PRESUPUESTO



IV. MEDICIONES Y PRESUPUESTO

14. Cuadro de precios descompuestos

14.1. Acondicionamiento del terreno

14.1.1. Movimiento de tierras en edificación

- m²** Desbroce y limpieza del terreno con arbustos, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: arbustos, pequeñas plantas, tocones, 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.

Mano de obra	1.06 €
Maquinaria	0.66 €
Medios auxiliares	0.03 €
3% Costes indirectos	0.06 €
Total por m²	1.80 €

- m³** Excavación de zanjas para cimentaciones hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, y carga a camión.

Mano de obra	4.42 €
Maquinaria	18.45 €
Medios auxiliares	0.46 €
3% Costes indirectos	0.70 €
Total por m³	24.03 €

14.1.2. Nivelación

- m²** Solera de hormigón armado de 20 cm de espesor, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa 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.

Mano de obra	7.99 €
Maquinaria	1.38 €
Material	18.49 €
Medios auxiliares	0.56 €
3% Costes indirectos	0.85 €
Total por m²	29.27 €



14.1.3. Red de saneamiento horizontal

- ud** Arqueta a pie de bajante enterrada, prefabricada de hormigón, de dimensiones interiores 60x60x60 cm, sobre solera de hormigón en masa HM-20/B/20/I de 20 cm de espesor, con codo de PVC de 87°30', con marco y tapa prefabricados de hormigón armado y cierre hermético al paso de los olores mefíticos.

Mano de obra	22.86 €
Material	130.68 €
Medios auxiliares	3.07 €
3% Costes indirectos	4.70 €
Total por ud	161.31 €

- m** Colector enterrado de red horizontal de saneamiento, con arquetas, con una pendiente mínima del 2%, para la evacuación de aguas residuales y/o pluviales, formado por tubo de PVC liso, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m², de 200 mm de diámetro exterior, pegado mediante adhesivo, colocado sobre lecho de arena de 10 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 30 cm por encima de la generatriz superior de la tubería. Incluso líquido limpiador y adhesivo para tubos y accesorios de PVC.

Mano de obra	10.25 €
Maquinaria	1.26 €
Material	17.28 €
Medios auxiliares	0.58 €
3% Costes indirectos	0.88 €
Total por ud	30.25 €

14.2. Cimentaciones

14.2.1. Regularización

- m²** Capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, de 10 cm de espesor, de hormigón HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, en el fondo de la excavación previamente realizada.

Mano de obra	0.52 €
Material	7.08 €
Medios auxiliares	0.15 €
3% Costes indirectos	0.23 €
Total por m²	7.98 €

14.2.2. Superficiales

- m³** Zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 57,3 kg/m³. Incluso armaduras de espera del pilar, alambre de atar y separadores.

Mano de obra	16.47 €
--------------	---------



Material	182.42 €
Medios auxiliares	3.98 €
3% Costes indirectos	6.01 €
Total por m³	208.96 €

14.2.3. Arriostramientos

m³	Viga de atado de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 59,4 kg/m ³ . Incluso alambre de atar y separadores.
Mano de obra	18.85 €
Material	182.55 €
Medios auxiliares	4.03 €
3% Costes indirectos	6.17 €
Total por m³	211.59 €

14.3. Estructuras

14.3.1. Acero

kg	Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie Cold Formed SHS, colocado con uniones soldadas en obra.
Mano de obra	0.96 €
Material	0.99 €
Maquinaria	0.06 €
Medios auxiliares	0.04 €
3% Costes indirectos	0.07 €
Total por kg	2.11 €

kg	Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie HEA, colocado con uniones soldadas en obra.
Mano de obra	0.96 €
Material	0.99 €
Maquinaria	0.06 €
Medios auxiliares	0.04 €
3% Costes indirectos	0.07 €
Total por kg	2.11 €

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.
Mano de obra	0.96 €
Material	0.99 €
Maquinaria	0.06 €
Medios auxiliares	0.04 €
3% Costes indirectos	0.07 €
Total por kg	2.11 €



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.	
	Mano de obra	0.85 €
	Material	0.99 €
	Maquinaria	0.06 €
	Medios auxiliares	0.04 €
	3% Costes indirectos	0.07 €
	Total por kg	2.11 €
kg	Acero UNE-EN 10162 S235JRC, en correas metálicas formadas por piezas simples de perfiles conformados en frío de las series omega, L, U, C o Z, acabado galvanizado, fijadas a las cerchas con uniones atornilladas en obra.	
	Mano de obra	0.85 €
	Material	0.98 €
	Medios auxiliares	0.04 €
	3% Costes indirectos	0.06 €
	Total por kg	1.93 €
ud	Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central biselado, de 450x750 mm y espesor 25 mm, con 4 pernos soldados, de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 25 mm de diámetro y 55 cm de longitud total.	
	Mano de obra	49.07 €
	Material	104.07 €
	Maquinaria	0.07 €
	Medios auxiliares	3.06 €
	3% Costes indirectos	4.7 €
	Total por ud	160.96 €
ud	Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con taladro central biselado, de 300x450 mm y espesor 20 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.	
	Mano de obra	20.19 €
	Material	31.52 €
	Maquinaria	0.05 €
	Medios auxiliares	1.04 €
	3% Costes indirectos	1.59 €
	Total por ud	54.38 €
ud	Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central biselado, de 300x400 mm y espesor 15 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.

Mano de obra	18.23 €
Material	26.48 €
Maquinaria	0.07 €
Medios auxiliares	0.9 €
3% Costes indirectos	1.19 €
Total por ud	47.09 €

14.4. Gestión de residuos

14.4.1. Gestión de tierras

m³	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.	
	Maquinaria	2 €
	Medios auxiliares	0.04 €
	3% Costes indirectos	0.06 €
	Total por m³	2.10 €

14.5. Fachadas y particiones

m²	Cerramiento de fachada formado por paneles prefabricados, lisos, de hormigón armado de 16 cm de espesor, 3 m de anchura y 14 m de longitud máxima, acabado liso de color blanco a una cara, dispuestos en posición horizontal.	
	Mano de obra	10.45 €
	Material	68.07 €
	Maquinaria	11.79 €
	Medios auxiliares	1.81 €
	3% Costes indirectos	2.77 €
	Total por m²	95.10 €

14.6. Cubiertas

14.6.1. Cubiertas inclinadas

m²	Cubierta inclinada de paneles sándwich aislantes de acero, de 30 mm de espesor y 1150 mm de ancho, alma aislante de lana de roca, con una pendiente mayor del 10%.	
	Mano de obra	2.80 €
	Material	37.39 €
	Medios auxiliares	0.80 €
	3% Costes indirectos	1.25 €
	Total por m²	42.22 €



14.6.2. Lucernarios

m² Lucernario a un agua con una luz máxima entre 3 y 8 m revestido con placas alveolares de policarbonato celular incoloras de 16 mm de espesor.

Mano de obra	111.02 €
Material	197.65 €
Medios auxiliares	6.17 €
3% Costes indirectos	9.45 €
Total por m²	324.29 €

14.7. Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones

14.7.1. Puertas automáticas de acceso peatonal

ud Puerta corredera automática, de aluminio y vidrio, para acceso peatonal, con sistema de apertura lateral, de una hoja deslizante de 100x210 cm y una hoja fija de 120x210 cm, compuesta por: cajón superior con mecanismos, equipo de motorización y batería de emergencia para apertura y cierre automático en caso de corte del suministro eléctrico, de aluminio lacado, color blanco, dos detectores de presencia por radiofrecuencia, célula fotoeléctrica de seguridad y panel de control con cuatro modos de funcionamiento seleccionables; dos hojas de vidrio laminar de seguridad 5+5, incoloro, 1B1 según UNE-EN 12600 con perfiles de aluminio lacado, color blanco, fijadas sobre los perfiles con perfil continuo de neopreno.

Mano de obra	188.83 €
Material	1996.89 €
Medios auxiliares	43.71 €
3% Costes indirectos	66.89 €
Total por ud	2296.31 €

14.7.2. Puerta de uso industrial

ud Puerta seccional industrial, de 4x4 m, formada por panel sándwich, de 45 mm de espesor, de doble chapa de acero zincado con núcleo aislante de espuma de poliuretano, acabado lacado de color RAL 9016 en la cara exterior y de color RAL 9002 en la cara interior, con mirilla central de 610x180 mm, formada por marco de material sintético y acristalamiento de polimetilmetacrilato (PMMA).

Mano de obra	541.90 €
Material	3225.82 €
Medios auxiliares	75.35 €
3% Costes indirectos	155.27 €
Total por ud	3958.36 €



14.7.3. Carpintería

ud Ventana de aluminio, gama básica, una hoja oscilobatiente, con apertura hacia el interior, dimensiones 800x800 mm, acabado lacado color blanco, con el sello QUALICOAT, que garantiza el espesor y la calidad del proceso de lacado, compuesta de hoja de 48 mm y marco de 40 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/(m²K); espesor máximo del acristalamiento: 26 mm, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase 9A, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C5, según UNE-EN 12210, sin premarco y sin persiana. Incluso patillas de anclaje para la fijación de la carpintería, silicona para sellado perimetral de la junta entre la carpintería exterior y el paramento.

Mano de obra	25.15 €
Material	167.65 €
Medios auxiliares	4.11 €
3% Costes indirectos	6.29 €
Total por ud	216.07 €

14.8. Instalaciones

14.8.1. Evacuación de aguas

m Bajante exterior de la red de evacuación de aguas pluviales, formada por tubo de PVC, serie B, de 160 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor; unión pegada con adhesivo. Incluso líquido limpiador, adhesivo para tubos y accesorios de PVC, material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.

Mano de obra	5.16 €
Material	10.42 €
Medios auxiliares	0.31 €
3% Costes indirectos	0.48 €
Total por m	16.37 €

m Canalón cuadrado de aluminio lacado, de desarrollo 400 mm, de 0,68 mm de espesor.

Mano de obra	13.34 €
Material	17.41 €
Medios auxiliares	0.62 €
3% Costes indirectos	0.94 €
Total por m	32.31 €

14.9. Urbanización interior de la parcela

14.9.1. Pavimentos exteriores

m² Capa de 10 cm de espesor de mezcla bituminosa continua en caliente AC16 surf D, para capa de rodadura, de composición densa, con árido granítico de 16 mm de tamaño máximo y betún asfáltico de penetración.



Mano de obra	0.47 €
Material	12.31 €
Maquinaria	0.33 €
Medios auxiliares	0.26 €
3% Costes indirectos	0.40 €
Total por m ²	13.77 €

14.9.2. Cerramientos exteriores

- m** Vallado de parcela formado por muro continuo, de 0,5 m de altura y de 10 cm de espesor de fábrica de bloque CV de hormigón, liso hidrófugo, color gris, 40x20x10 cm, resistencia normalizada R10 (10 N/mm²), con juntas horizontales y verticales de 10 mm de espesor, junta rehundida, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-5, suministrado a granel.

Mano de obra	14.01 €
Material	4.64 €
Maquinaria	0.04 €
Medios auxiliares	0.37 €
3% Costes indirectos	0.57 €
Total por m	19.63 €

- m** Vallado de parcela formado por paneles de malla electrosoldada, de 50x50 mm de paso de malla y 4 mm de diámetro, acabado galvanizado, con bastidor de perfil hueco de acero galvanizado de sección 20x20x1,5 mm y postes de perfil hueco de acero galvanizado, de sección cuadrada 50x50x1,5 mm y 1,5 m de altura, separados 2 m entre sí y empotrados en muros de fábrica u hormigón. Incluso mortero de cemento para recibido de los postes y accesorios para la fijación de los paneles de malla electrosoldada a los postes metálicos.

Mano de obra	12.91 €
Material	20.26 €
Medios auxiliares	1 €
3% Costes indirectos	1.03 €
Total por m	35.20 €

- ud** Puerta cancela metálica de carpintería metálica, de hoja corredera, dimensiones 600x200 cm, para acceso de vehículos, apertura automática.

Mano de obra	469.23 €
Material	4,108.63 €
Medios auxiliares	91.56 €
3% Costes indirectos	140.08 €
Total por ud	4809.50 €

15. Mediciones y presupuesto

Capítulo A		Acondicionamiento del terreno	64,286.49	64,286.49	
AD		Movimiento de tierras en edificación	20,950.18	20,950.18	
ADL010	m ²	Desbroce y limpieza del terreno con arbustos, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: arbustos, pequeñas plantas, tocones, 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.	2,400.018	1.80	4,320.03
ADE010	m ³	Excavación de zanjas para cimentaciones hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, y carga a camión.	692.058	24.03	16,630.15
		TOTAL AD	20,950.18	20,950.18	
AN		Nivelación	38,032.71	38,032.71	
ANS010	m ²	Solera de hormigón armado de 20 cm de espesor, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa 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.	1,299.375	29.27	38,032.71
		TOTAL AN	38,032.71	38,032.71	
AS		Red de saneamiento horizontal	5,303.60	5,303.60	
ASA012	Ud	Arqueta a pie de bajante enterrada, prefabricada de hormigón, de dimensiones interiores 60x60x60 cm, sobre solera de hormigón en masa HM-20/B/20/I de 20 cm de espesor, con codo de PVC de 87°30', con marco y tapa prefabricados de hormigón armado y cierre hermético al paso de los olores mefíticos.	10.000	161.31	1,613.10
ASC010	m	Colector enterrado de red horizontal de saneamiento, con arquetas, con una	122.000	30.25	3,690.50



		pendiente mínima del 2%, para la evacuación de aguas residuales y/o pluviales, formado por tubo de PVC liso, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m ² , de 200 mm de diámetro exterior, pegado mediante adhesivo, colocado sobre lecho de arena de 10 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 30 cm por encima de la generatriz superior de la tubería. Incluso líquido limpiador y adhesivo para tubos y accesorios de PVC.			
		TOTAL AS		5,303.60	5,303.60
		TOTAL A		64,286.49	64,286.49

C		Cimentaciones		30,525.31	30,525.31
CR		Regularización		1,681.86	1,681.86
CRL030	m ²	Capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, de 10 cm de espesor, de hormigón HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, en el fondo de la excavación previamente realizada.	210.760	7.98	1,681.86
		TOTAL CR		1,681.86	1,681.86
CS		Superficiales		26,063.16	26,063.16
CSZ030	m ³	Zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 57,3 kg/m ³ . Incluso armaduras de espera del pilar, alambre de atar y separadores.	124.728	208.96	26,063.16
		TOTAL CS		26,063.16	26,063.16
CA		Arriostramientos		2,780.29	2,780.29
CAV030	m ³	Viga de atado de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 59,4 kg/m ³ . Incluso alambre de atar y separadores.	13.140	211.59	2,780.29
		TOTAL CA		2,780.29	2,780.29
		TOTAL C		30,525.31	30,525.31



E		Estructuras		111,945.37	111,945.37
EA		Acero		111,945.37	111,945.37
EAM040	kg	Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie Cold Formed SHS, colocado con uniones soldadas en obra.	1,617.900	2.11	3,413.77
EAM040b	kg	Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie HEA, colocado con uniones soldadas en obra.	7,177.520	2.11	15,144.57
EAM040c	kg	Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie IPE, colocado con uniones soldadas en obra.	34,478.640	2.11	72,749.93
EAM040d	kg	Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie L, colocado con uniones soldadas en obra.	3,852.240	2.11	8,128.23
EAT030	kg	Acero UNE-EN 10162 S235JRC, en correas metálicas formadas por piezas simples de perfiles conformados en frío de las series omega, L, U, C o Z, acabado galvanizado, fijadas a las cerchas con uniones atornilladas en obra.	4,839.000	1.93	9,339.27
EAS005	Ud	Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central biselado, de 450x750 mm y espesor 25 mm, con 4 pernos soldados, de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 25 mm	16.000	160.96	2,575.36



		de diámetro y 55 cm de longitud total.			
EAS005b	Ud	Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con taladro central biselado, de 300x450 mm y espesor 20 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.	4.000	54.38	217.52
EAS005c	Ud	Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central biselado, de 300x400 mm y espesor 15 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.	8.000	47.09	376.72
		TOTAL EA		111,945.37	111,945.37
		TOTAL E		111,945.37	111,945.37

G	Gestión de residuos			1,453.32	1,453.32
GT		Gestión de tierras		1,453.32	1,453.32
GTB020	m ³	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.	692.058	2.10	1,453.32
		TOTAL GT		1,453.32	1,453.32
		TOTAL G		1,453.32	1,453.32

F	Fachadas y particiones			122,085.58	122,085.58
FP		Fachadas pesadas		122,085.58	122,085.58
FPP020	m ²	Cerramiento de fachada formado por paneles prefabricados, lisos, de hormigón armado de 16 cm de espesor, 3 m de anchura y 14 m de longitud máxima, acabado liso de color blanco a una cara, dispuestos en posición horizontal.	1,283.760	95.10	122,085.58



		TOTAL FP		122,085.58	122,085.58
		TOTAL F		122,085.58	122,085.58

Q		Cubiertas		119,957.92	119,957.92
QT		Inclinadas		46,019.80	46,019.80
QTM010	m ²	Cubierta inclinada de paneles sándwich aislantes de acero, de 30 mm de espesor y 1150 mm de ancho, alma aislante de lana de roca, con una pendiente mayor del 10%.	1,090.000	42.22	46,019.80
		TOTAL QT		46,019.80	46,019.80
QL		Lucernarios		73,938.12	73,938.12
QLL010	m ²	Lucernario a un agua con una luz máxima entre 3 y 8 m revestido con placas alveolares de policarbonato celular incoloras de 16 mm de espesor.	228.000	324.29	73,938.12
		TOTAL QL		73,938.12	73,938.12
		TOTAL Q		119,957.92	119,957.92

L		Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares		7,118.95	7,118.95
LB		Puertas automáticas de acceso peatonal		2,296.31	2,296.31
LBL020	Ud	Puerta corredera automática, de aluminio y vidrio, para acceso peatonal, con sistema de apertura lateral, de una hoja deslizante de 100x210 cm y una hoja fija de 120x210 cm, compuesta por: cajón superior con mecanismos, equipo de motorización y batería de emergencia para apertura y cierre automático en caso de corte del suministro eléctrico, de aluminio lacado, color blanco, dos detectores de presencia por radiofrecuencia, célula fotoeléctrica de seguridad y panel de control con cuatro modos de funcionamiento seleccionables; dos hojas de vidrio laminar de seguridad 5+5, incoloro, 1B1 según UNE-EN 12600 con perfiles de aluminio lacado, color blanco, fijadas sobre los perfiles con perfil continuo de neopreno.	1.000	2,296.31	2,296.31
		TOTAL LB		2,296.31	2,296.31
LI		Puertas de uso industrial		3,958.36	3,958.36
LIM010	Ud	Puerta seccional industrial, de 4x4 m, formada por panel sándwich, de 45 mm de espesor, de doble chapa de acero	1.000	3,958.36	3,958.36

		zincado con núcleo aislante de espuma de poliuretano, acabado lacado de color RAL 9016 en la cara exterior y de color RAL 9002 en la cara interior, con mirilla central de 610x180 mm, formada por marco de material sintético y acristalamiento de polimetilmetacrilato (PMMA).			
		TOTAL LI		3,958.36	3,958.36
LC		Carpintería		864.28	864.28
LCL060	Ud	Ventana de aluminio, gama básica, una hoja oscilobatiente, con apertura hacia el interior, dimensiones 800x800 mm, acabado lacado color blanco, con el sello QUALICOAT, que garantiza el espesor y la calidad del proceso de lacado, compuesta de hoja de 48 mm y marco de 40 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 ² K); espesor máximo del acristalamiento: 26 mm, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase 9A, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C5, según UNE-EN 12210, sin premarco y sin persiana. Incluso patillas de anclaje para la fijación de la carpintería, silicona para sellado perimetral de la junta entre la carpintería exterior y el paramento.	4.000	216.07	864.28
		TOTAL LC		864.28	864.28
		TOTAL L		7,118.95	7,118.95

I		Instalaciones		4,493.86	4,493.86
IS		Evacuación de aguas		4,493.86	4,493.86
ISB011	m	Bajante exterior de la red de evacuación de aguas pluviales, formada por tubo de PVC, serie B, de 160 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor; unión pegada con adhesivo. Incluso líquido limpiador, adhesivo para tubos y accesorios de PVC, material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.	88.000	16.37	1,440.56
ISC010	m	Canalón cuadrado de aluminio lacado, de desarrollo 400 mm, de 0,68 mm de espesor.	94.500	32.31	3,053.30
		TOTAL IS		4,493.86	4,493.86
		TOTAL I		4,493.86	4,493.86



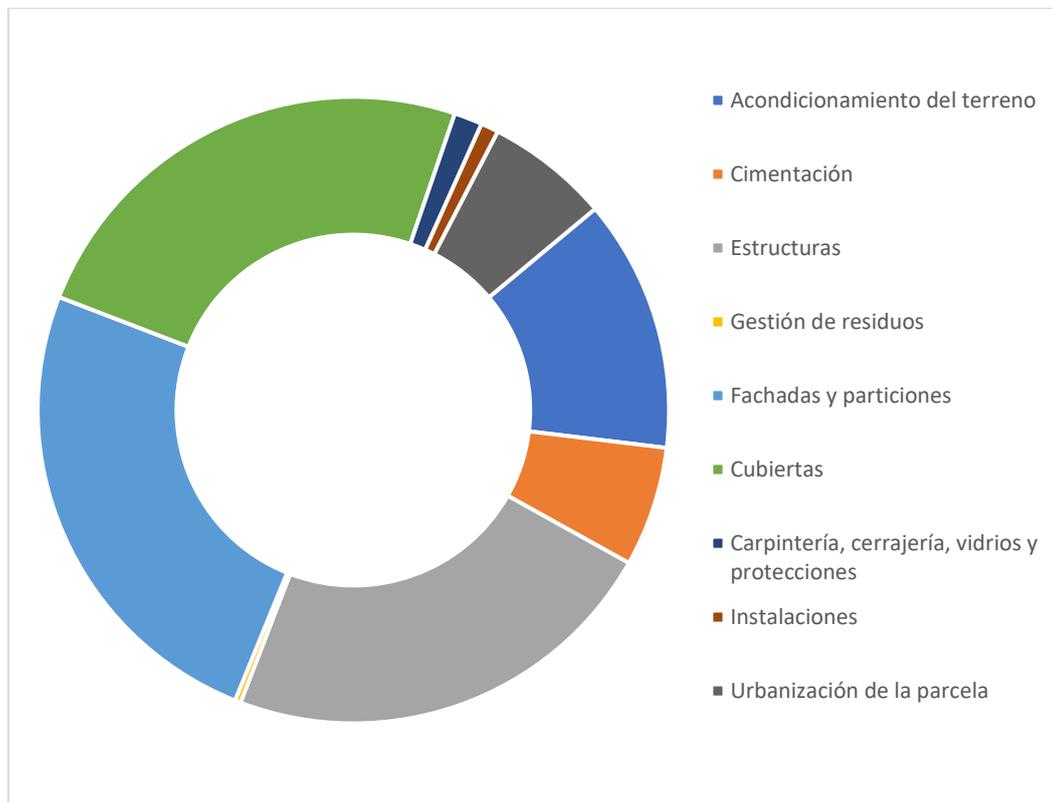
U		Urbanización interior de la parcela		31,172.52	31,172.52
UX		Pavimentos exteriores		15,147.00	15,147.00
UXF010	m ²	Capa de 10 cm de espesor de mezcla bituminosa continua en caliente AC16 surf D, para capa de rodadura, de composición densa, con árido granítico de 16 mm de tamaño máximo y betún asfáltico de penetración.	1,100.000	13.77	15,147.00
		TOTAL UX		15,147.00	15,147.00
UV		Cerramientos exteriores		16,025.52	16,025.52
UVM010	m	Vallado de parcela formado por muro continuo, de 0,5 m de altura y de 10 cm de espesor de fábrica de bloque CV de hormigón, liso hidrófugo, color gris, 40x20x10 cm, resistencia normalizada R10 (10 N/mm ²), con juntas horizontales y verticales de 10 mm de espesor, junta rehundida, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-5, suministrado a granel.	204.560	19.63	4,015.51
UVT020	m	Vallado de parcela formado por paneles de malla electrosoldada, de 50x50 mm de paso de malla y 4 mm de diámetro, acabado galvanizado, con bastidor de perfil hueco de acero galvanizado de sección 20x20x1,5 mm y postes de perfil hueco de acero galvanizado, de sección cuadrada 50x50x1,5 mm y 1,5 m de altura, separados 2 m entre sí y empotrados en muros de fábrica u hormigón. Incluso mortero de cemento para recibido de los postes y accesorios para la fijación de los paneles de malla electrosoldada a los postes metálicos.	204.560	35.20	7,200.51
UVP010	Ud	Puerta cancela metálica de carpintería metálica, de hoja corredera, dimensiones 600x200 cm, para acceso de vehículos, apertura automática.	1.000	4,809.50	4,809.50
		TOTAL UX		15,147.00	15,147.00
		TOTAL U		31,172.52	31,172.52

TOTAL				493,039.32	493,039.32
--------------	--	--	--	-------------------	-------------------

16. Indicadores y resumen general del presupuesto

Descripción de los capítulos	Importe	%
1) Acondicionamiento del terreno	64,286.49	13.04 %
2) Cimentación	30,525.31	6.19 %
3) Estructuras	111,945.37	22.70 %
4) Gestión de residuos	1,453.32	0.30 %
5) Fachadas y particiones	122,085.58	24.76 %
6) Cubiertas	119,957.92	24.33 %
7) Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones	7,118.95	1.44 %
8) Instalaciones	4,493.86	0.91 %
9) Urbanización de la parcela	31,172.52	6.33 %
Total ejecución material (PEM)	493,039.32	
12% de gastos generales	59,164.72	
6% de beneficio industrial	29,582.36	
Presupuesto de ejecución por contrata (PEC=PEM+GG+BI)	581,786.40	
21% I.V.A.	122,175.15	
Presupuesto de ejecución por contrata con I.V.A.	703,961.55	

Finalmente, el proyecto asciende a un total de SETECIENTOS TRES MIL NOVECIENTOS SESENTA Y UN EUROS CON CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS.



Gráfica 16. 1: Gráfica porcentajes presupuesto



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

Proyecto de cálculo estructural de una planta industrial con puente grúa de 1300m², dedicada a la fabricación de mármol, sita en el Polígono Industrial dels Codonyers en el término municipal de Picassent (Valencia)

Parte V

PLANOS



V. PLANOS

Plano nº1. Localización I

Plano nº2. Localización II

Plano nº3. Situación de la parcela

Plano nº4. Emplazamiento y lindes

Plano nº5. Replanteo

Plano nº6. Planta de cimentación

Plano nº7. Cimentación. Detalles de zapatas y vigas de atado

Plano nº8. Cimentación. Detalles de placas de anclaje

Plano nº9. Estructura 3D

Plano nº10. Pórtico interior

Plano nº11. Pórtico de fachada

Plano nº12. Fachada lateral I

Plano nº13. Fachada lateral II

Plano nº14. Estructura de cubierta

Plano nº15. Viga carrilera

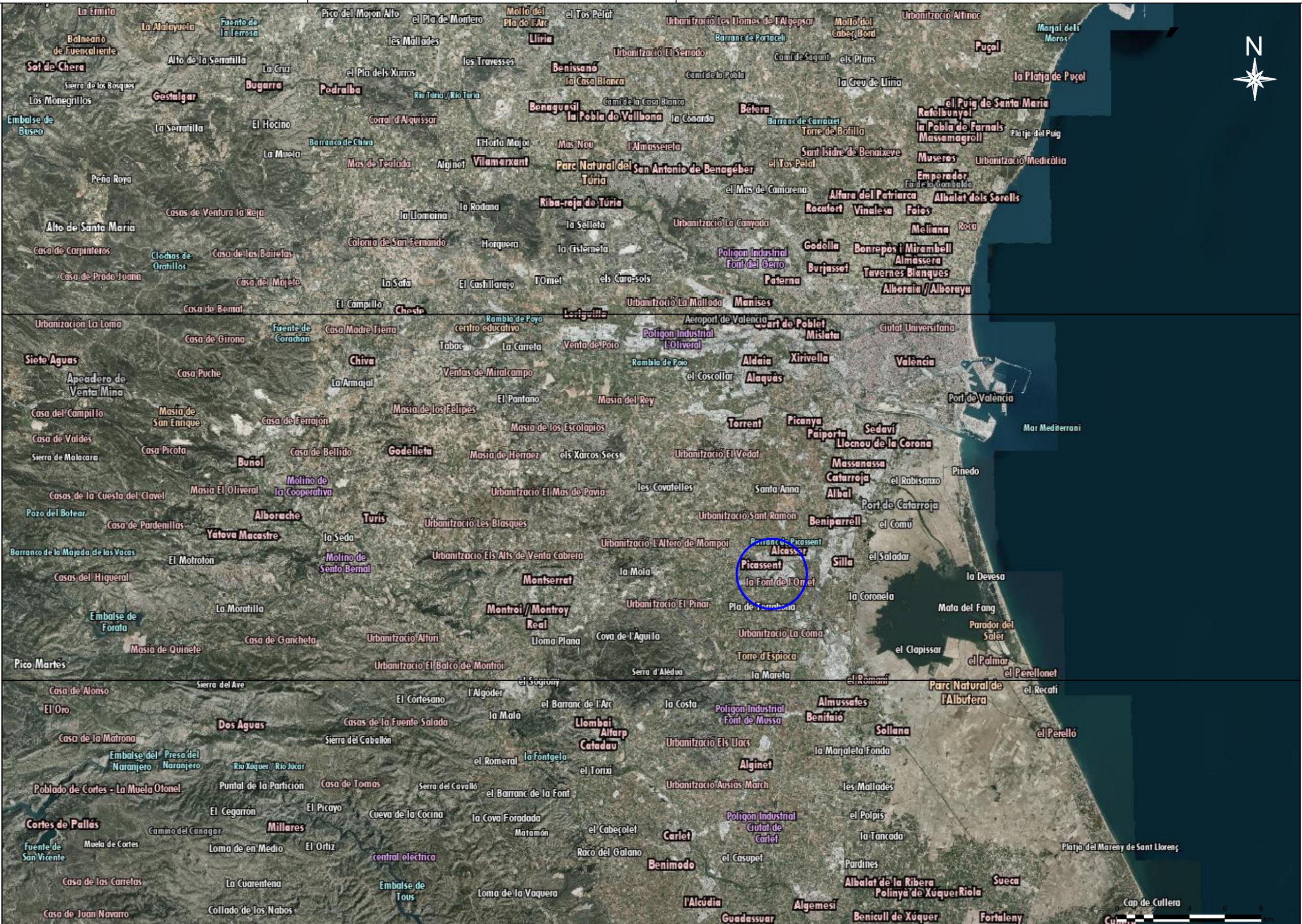
Plano nº16. Fachadas frontales

Plano nº17. Fachadas laterales

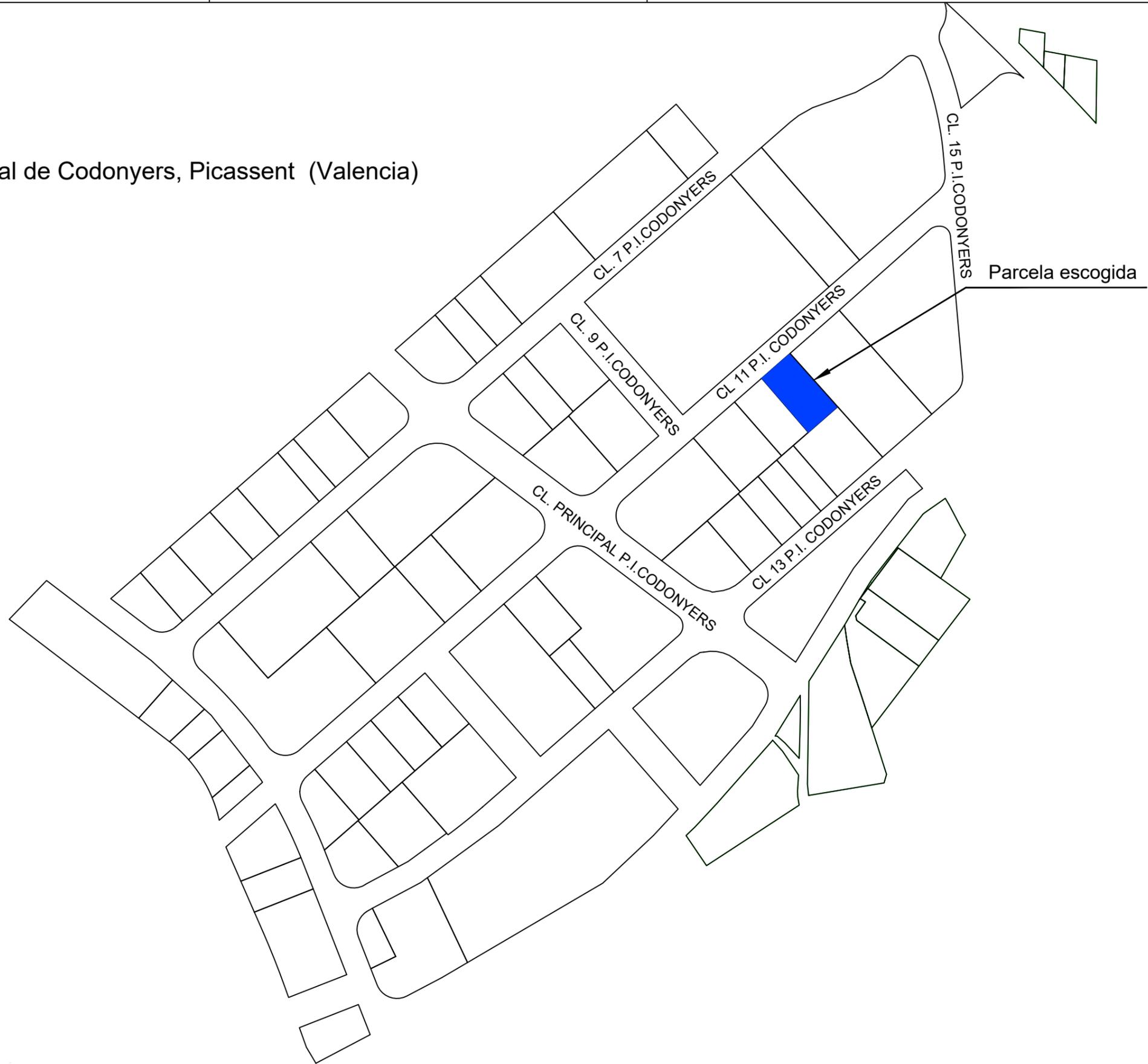
Plano nº18. Cubierta

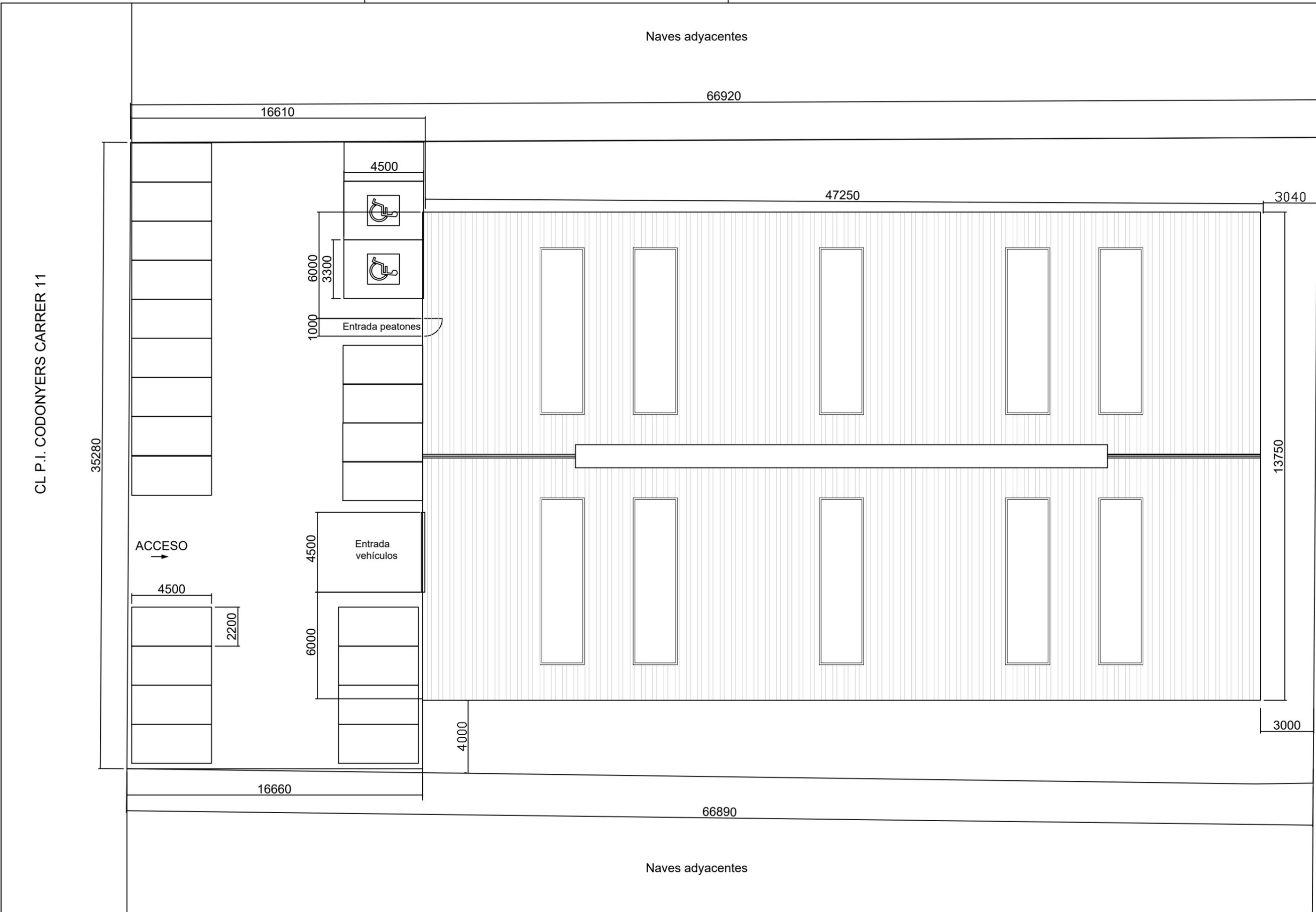
Plano nº19. Detalles de cerramiento, canalón y bajantes de pluviales

Plano nº20. Distribución en planta



Polígono industrial de Codonyers, Picassent (Valencia)





CL P.I. CODONYERS CARRER 11

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERIA EN TECNOLOGIAS INDUSTRIALES



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERIA INDUSTRIAL VALENCIA

Proyecto: PROYECTO DE CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA PLANTA INDUSTRIAL CON PUENTE GRÚA DE 1300M2, DEDICADA A LA FABRICACIÓN DE MÁRMOL, SITA EN EL POLÍGONO INDUSTRIAL DELS CODONYERS EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE PICASSENT (VALENCIA)

Plano: Emplazamiento y lindes

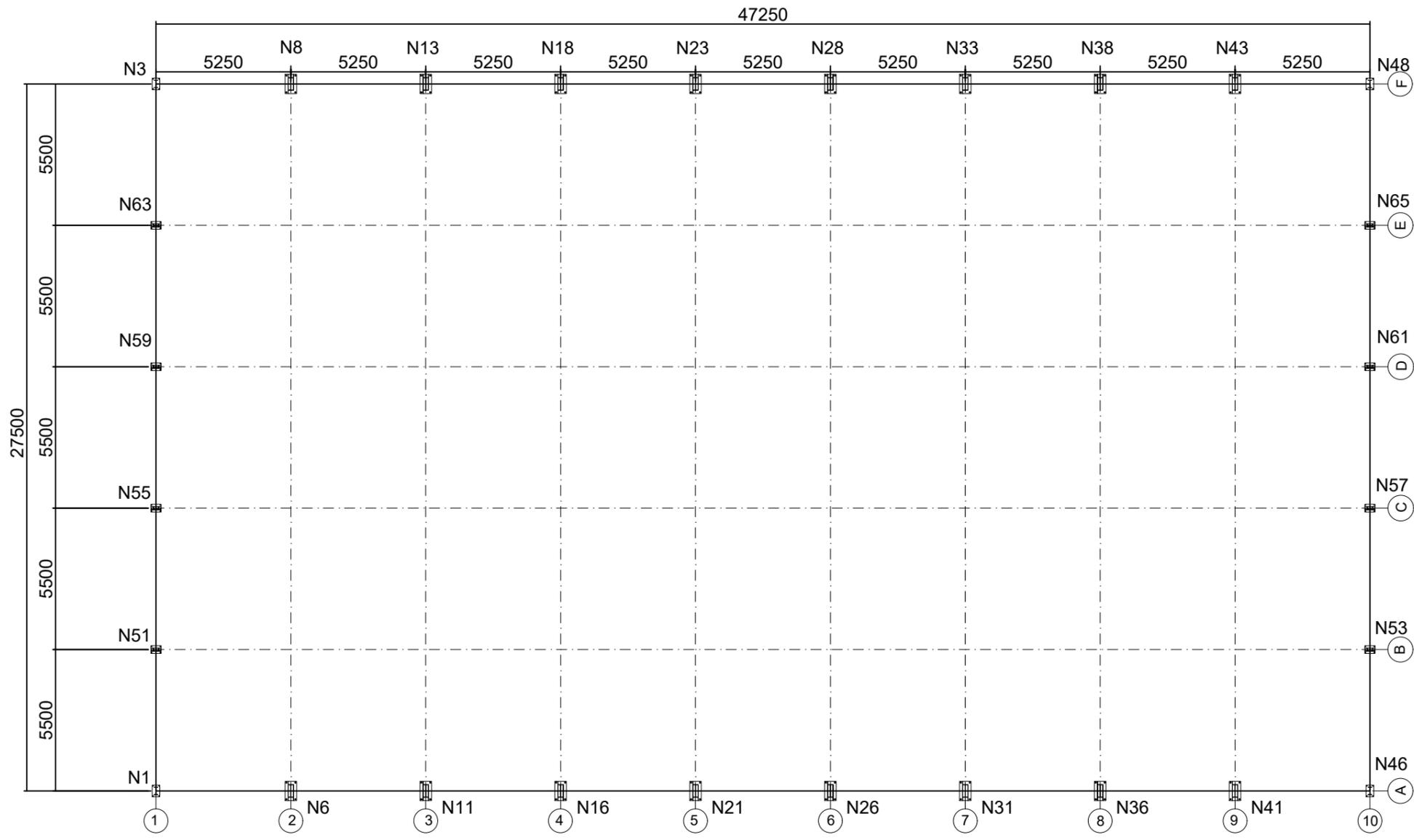
Autor: Sandra María Arnau García

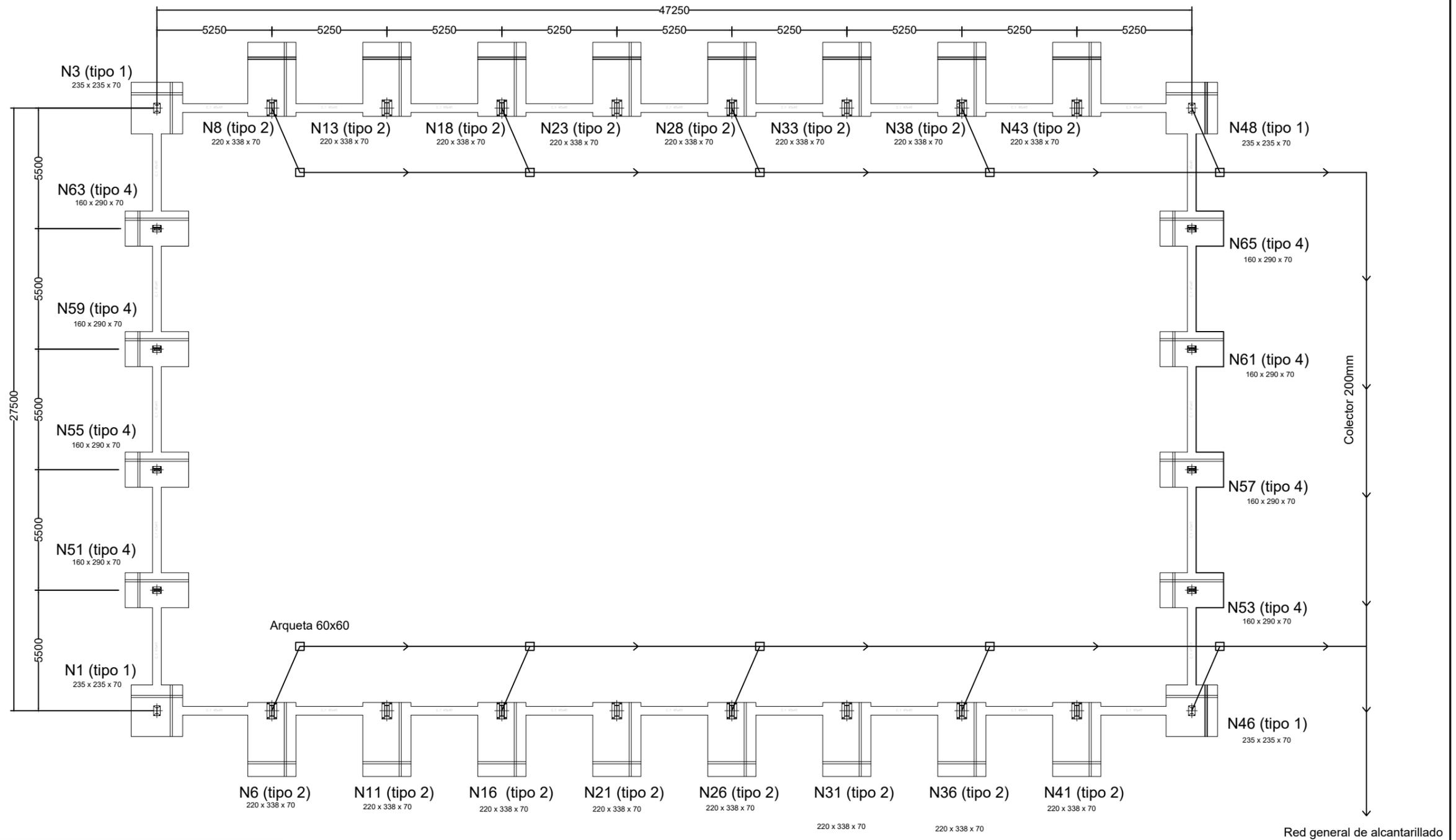
Fecha: Julio 2021

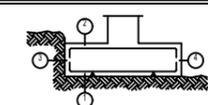
Escala: 1:200

Nº Plano:

4





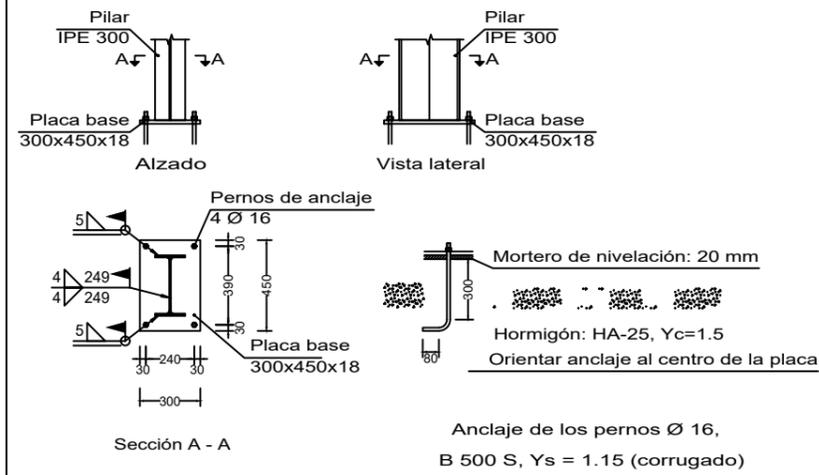
Características de los materiales - Zapatas de cimentación											
Materiales	Hormigón								Acero		
	Control				Características				Control	Características	
Elemento Zona/Puerta	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo	Consistencia	Tamaño máx. árido	Exposición Ambiente	Recubrimiento nominal	Recubrimiento nominal sobre el terreno	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo
	Estadístico	$\gamma_{c1.50}$	H-25B30	Plástica y blanda (8-15 cm)	20/30 mm				Normal	$\gamma_{s1.15}$	B500S
Ejecución (Acciones)	Normal	$\gamma_{c1.35}$ $\gamma_{c1.50}$	Adaptado a la Instrucción EHE								
Notas											
- Control Estadístico en EHE, equivale a control normal - Solapes según EHE - El acero utilizado deberá estar garantizado con un distintivo reconocido: Sello CIETSID, CC-EHE, ...											
Recubrimientos nominales											
 1a.- Recubrimiento inferior contacto terreno \geq 8 cm. 1b.- Recubrimiento con hormigón de limpieza 4 cm. 2.- Recubrimiento superior libre 4/5 cm. 3.- Recubrimiento lateral contacto terreno \geq 8 cm. 4.- Recubrimiento lateral libre 4/5 cm.											

Datos geotécnicos				
- Tensión admisible del terreno considerada = 0.2MPa (2.0Kg/cm ²)				
Longitudes de solape en arranque de pilares. Lb				
Armadura	Sin acciones dinámicas		Con acciones dinámicas	
	B 500 S	B 400 S	B 400 S	B 500 S
Ø12	30 cm	40 cm	40 cm	50 cm
Ø14	45 cm	50 cm	60 cm	70 cm
Ø16	50 cm	60 cm	70 cm	70 cm
Ø20	65 cm	80 cm	100 cm	
Ø25	100 cm	110 cm	130 cm	

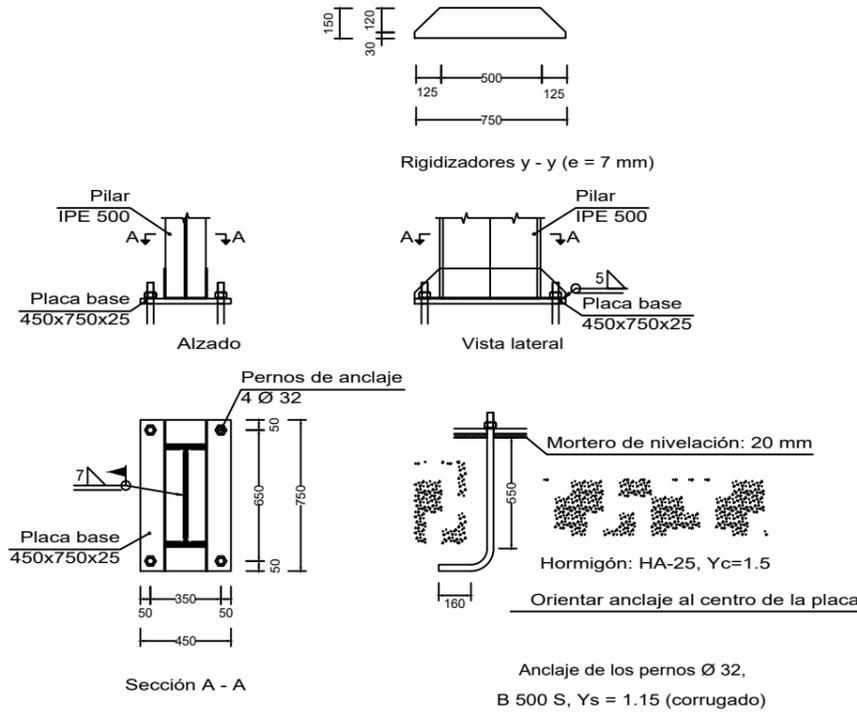
Nota: Válido para hormigón $f_{ck} \geq 25$ N/mm²
Si $f_{ck} \geq 30$ N/mm² podrán reducirse dichas longitudes, de acuerdo al Art. 66 de la EHE

CUADRO DE ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN						
Referencias	Dimensiones (cm)	Canto (cm)	Armado inf. X	Armado inf. Y	Armado sup. X	Armado sup. Y
N1, N3, N46 y N48	235x235	70	14Ø12c/16	14Ø12c/16	14Ø12c/16	14Ø12c/16
N6, N11, N16, N21, N26, N31, N36 y N41	220x338	70	13Ø20c/26	8Ø20c/26	13Ø16c/26	8Ø16c/26
N8, N13, N18, N23, N28, N33, N38 y N43	220x338	70	13Ø20c/26	8Ø20c/26	13Ø16c/26	8Ø16c/26
N51, N53, N55, N57, N59, N61, N63 y N65	160x290	70	16Ø12c/17	9Ø12c/17	16Ø14c/17	9Ø14c/17

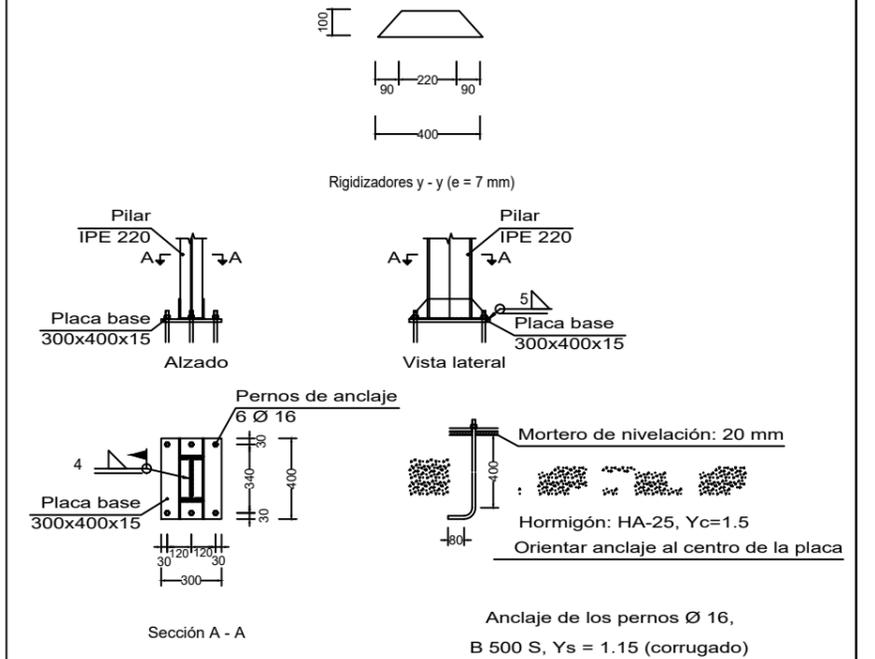
Tipo 1



Tipo 2

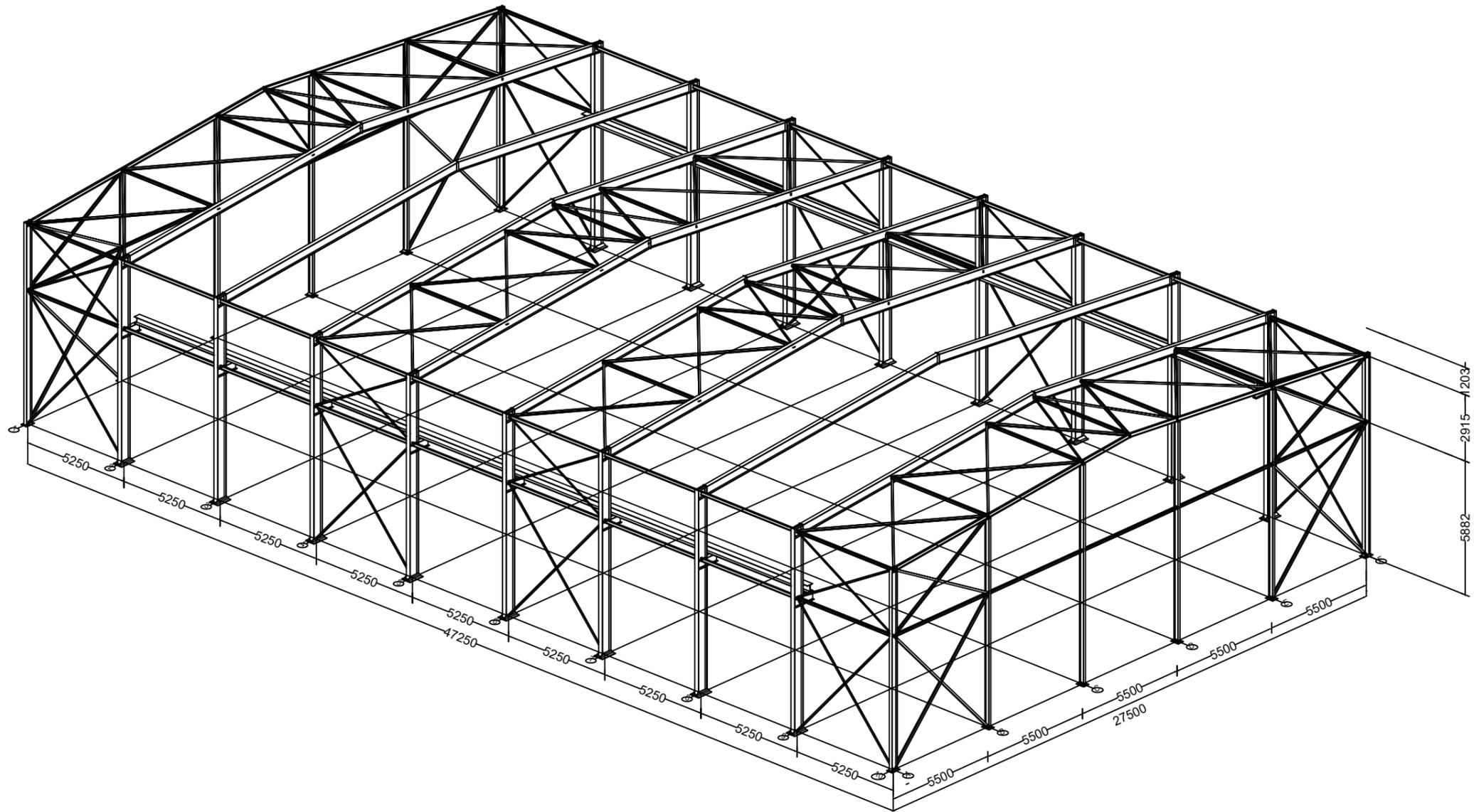


Tipo 3



Cuadro de arranques

Placa de anclaje	Referencias	Pernos de Placas de Anclaje	Dimensión de Placas de Anclaje
Tipo 4	N6, N11, N16, N26, N21, N31, N36, N41, N43, N38, N33, N28, N23, N18, N13 y N8	4 Pernos Ø 32	Placa base (450x750x25)
Tipo 1	N46, N48, N3 y N1	4 Pernos Ø 16	Placa base (300x450x18)
Tipo 2	N53, N57, N65, N61, N63, N59, N51 y N55	6 Pernos Ø 16	Placa base (300x400x15)



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

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



ESCUELA
TÉCNICA
SUPERIOR
INGENIERÍA
INDUSTRIAL
VALENCIA

Proyecto:
PROYECTO DE CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA PLANTA INDUSTRIAL CON PUENTE GRÚA DE 1300M2, DEDICADA A LA FABRICACIÓN DE MÁRMOL, SITA EN EL POLÍGONO INDUSTRIAL DELS CODONYERS EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE PICASSENT (VALENCIA)

Plano: Estructura 3D

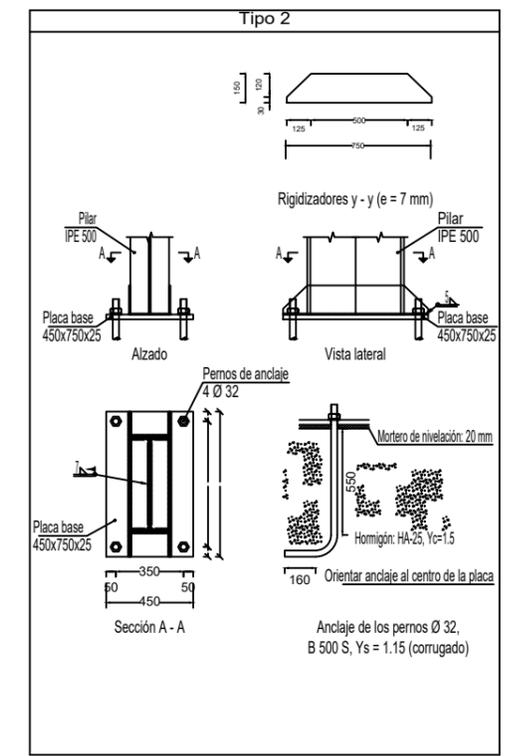
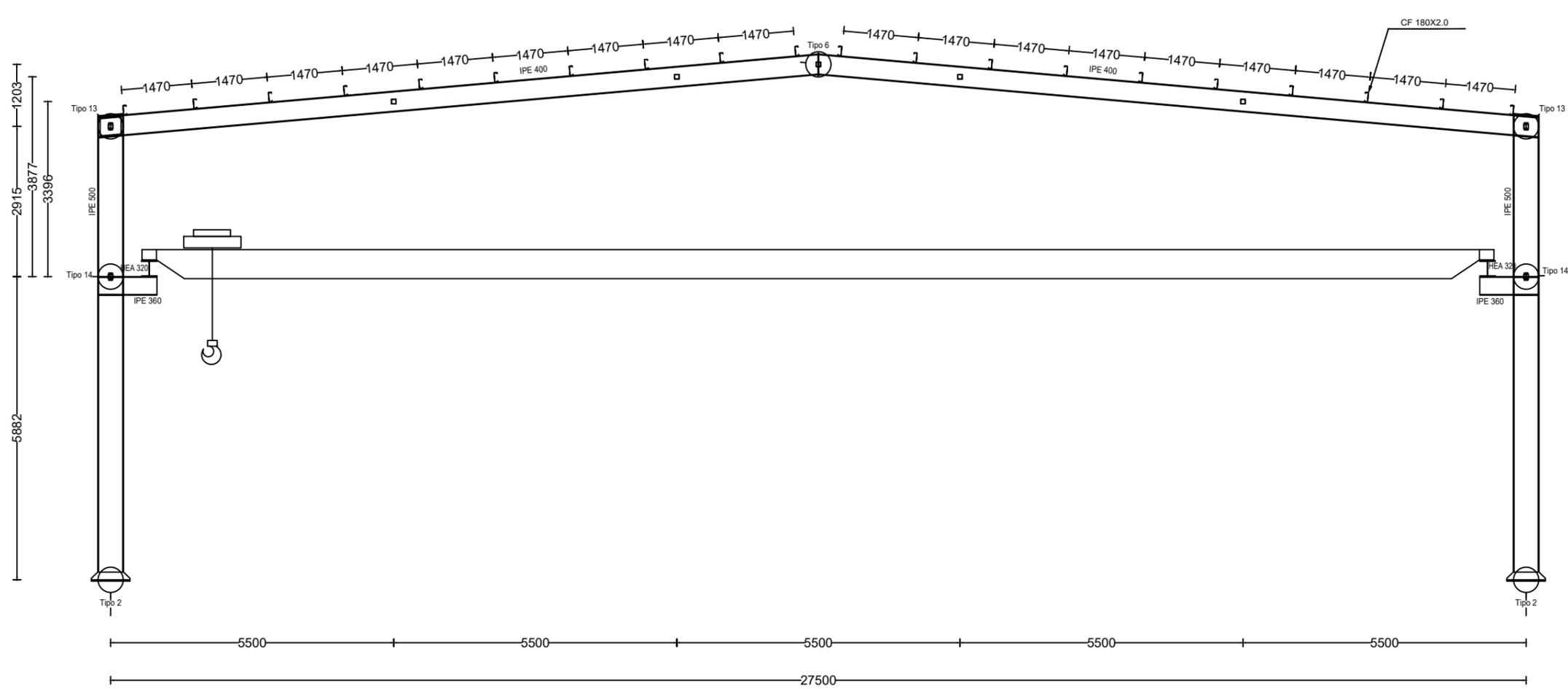
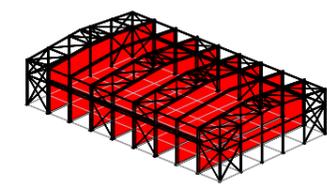
Autor:
Sandra María Arnau García

Fecha:
Julio 2021

Escala:
1:200

Nº Plano:

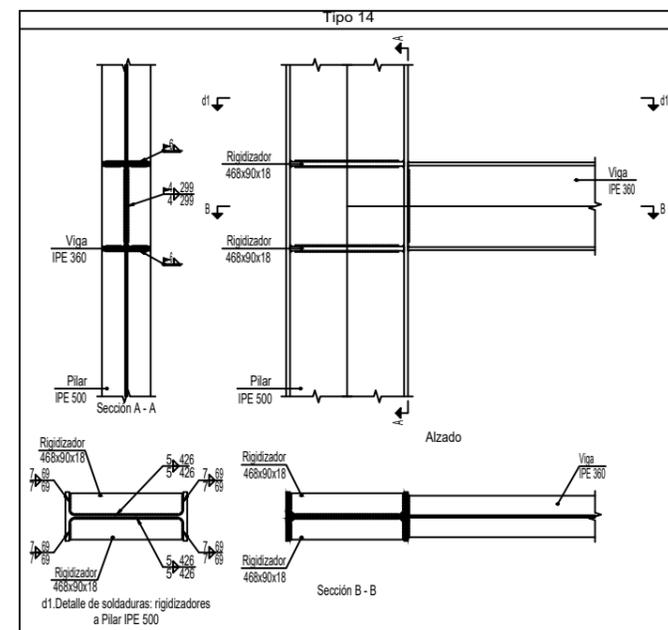
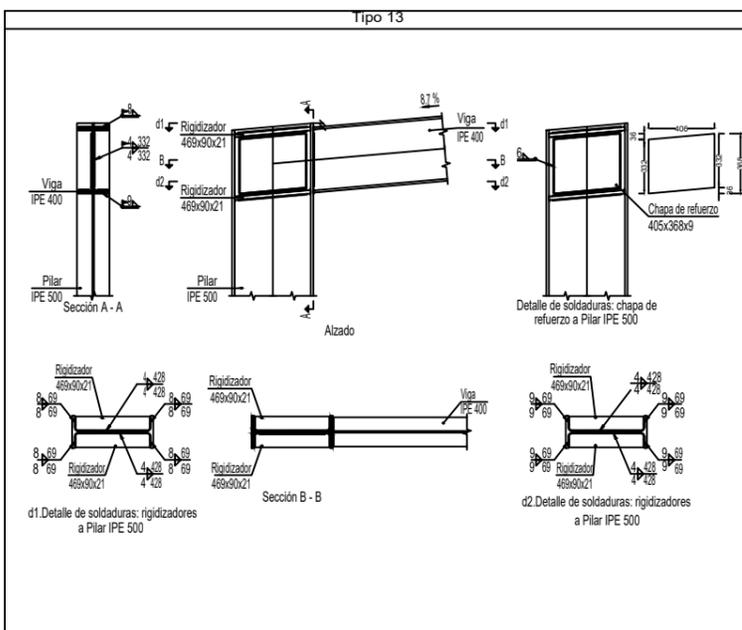
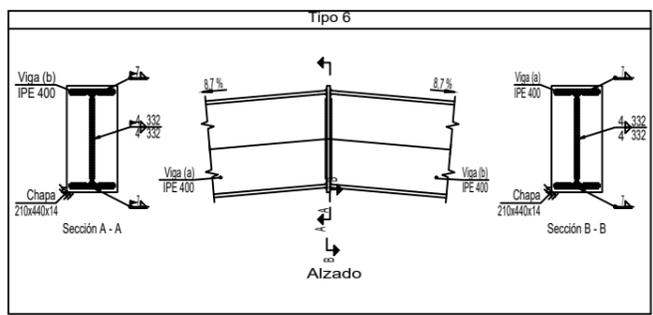
9



Viga carrilera HEA 320

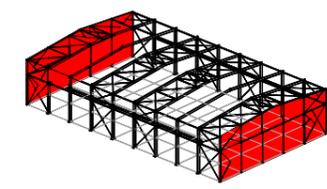
Puente grúa

Carga	S m	K1 mm	L1 mm	L2 mm	R mm	LK mm	Carga rueda kN	
							R max	R min
10 T	26	960	750	750	3800	2250	78	27.8

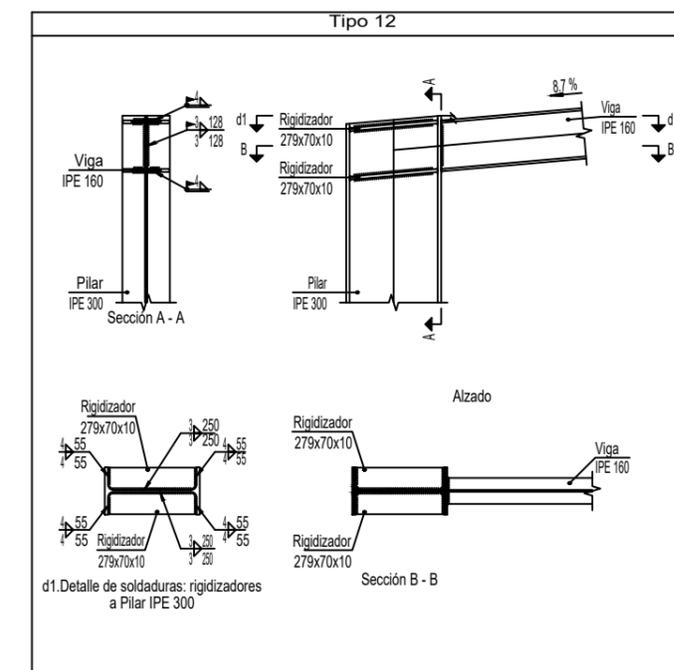
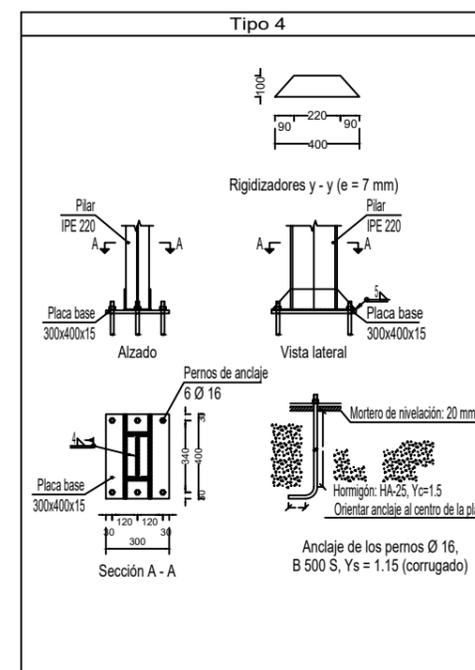
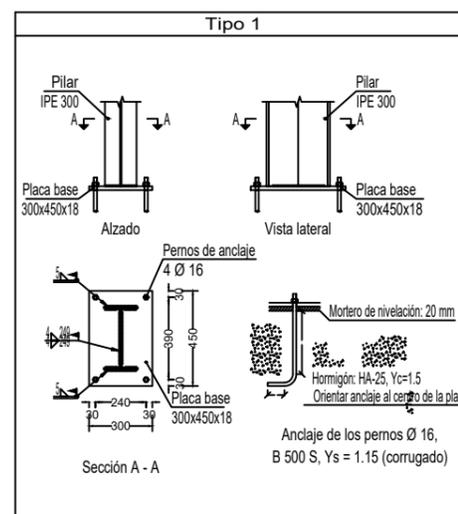
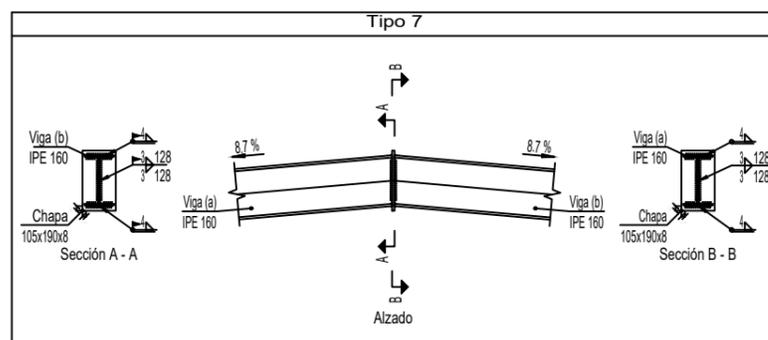
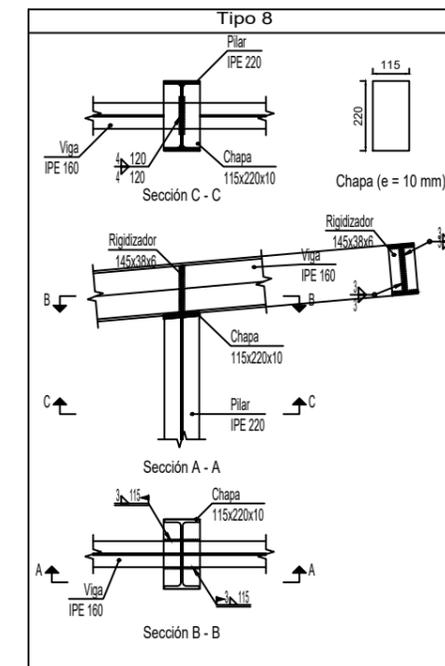
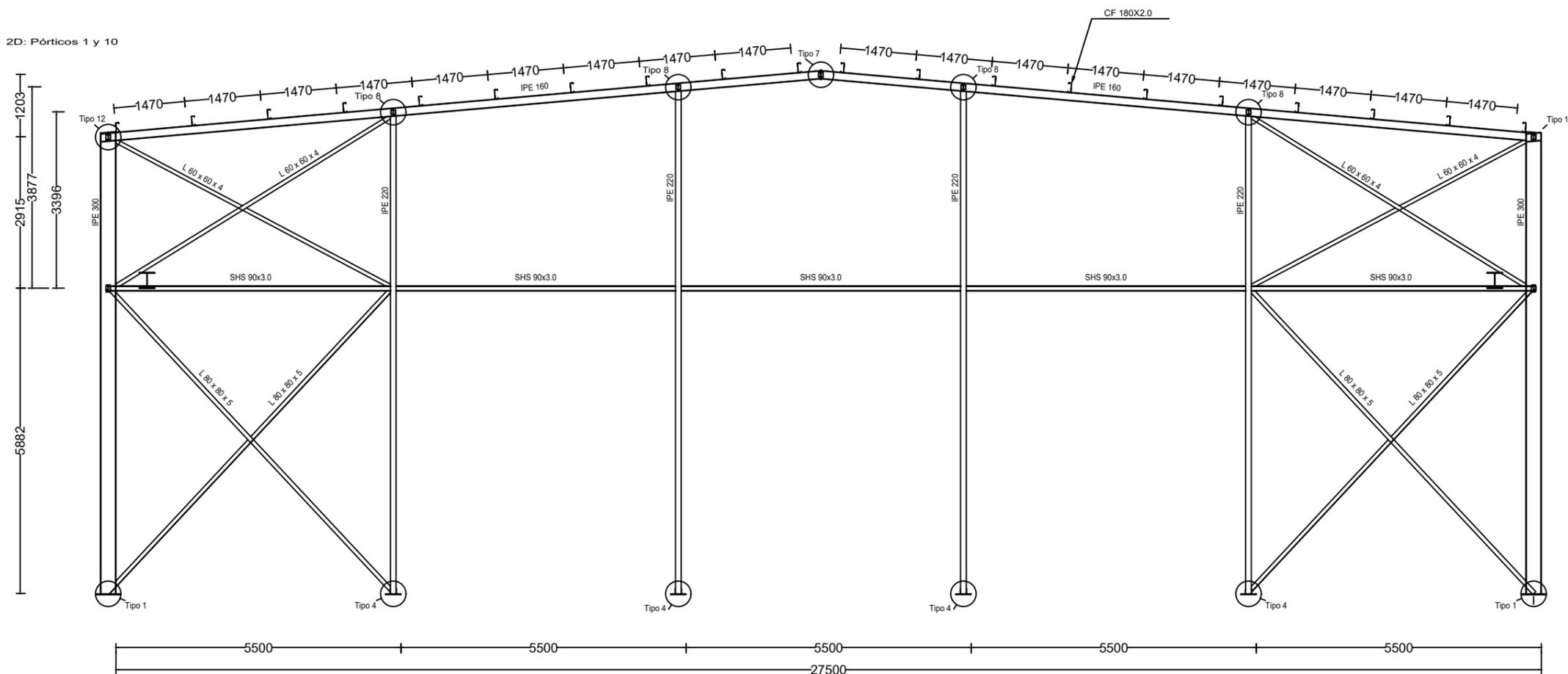


CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA

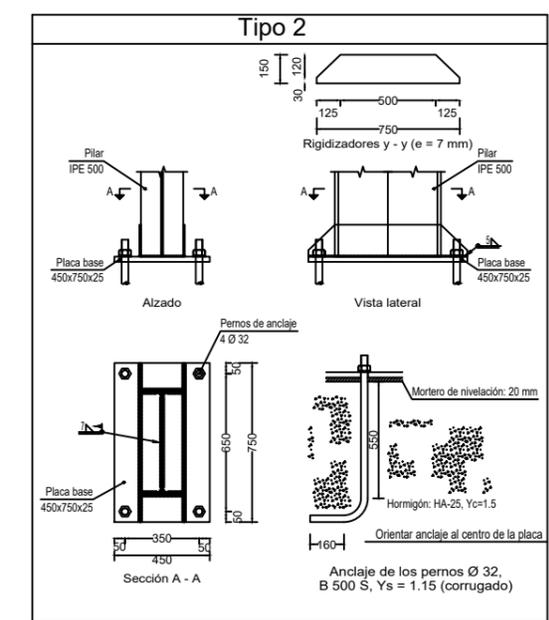
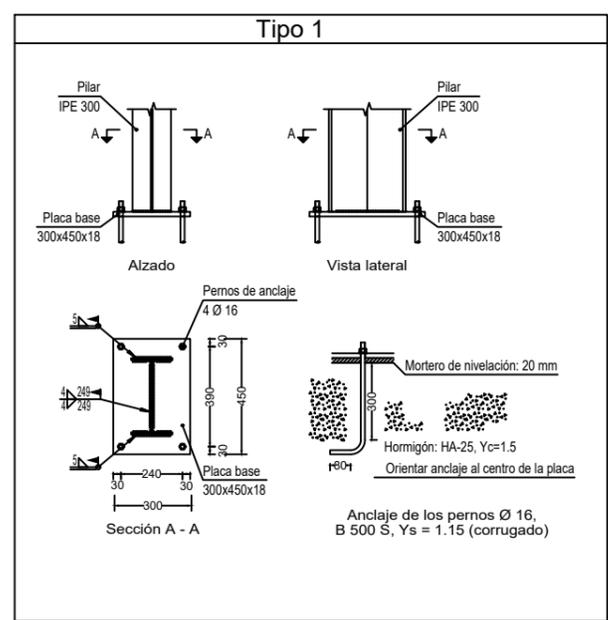
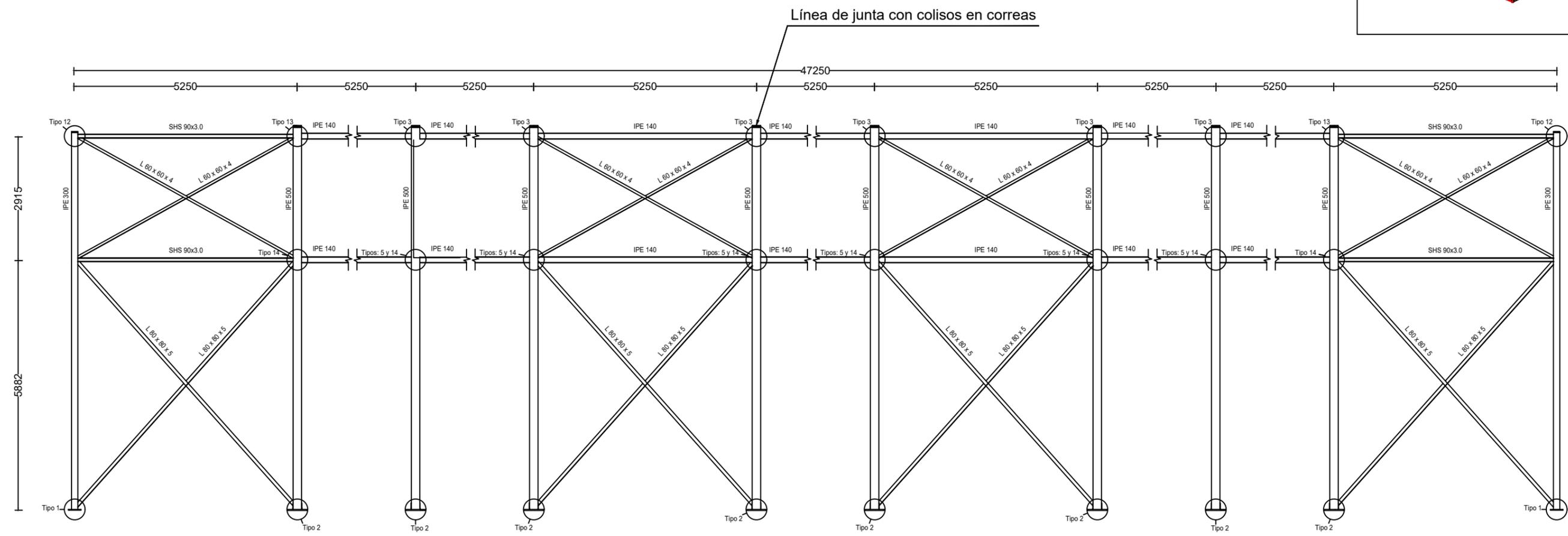
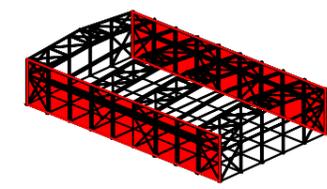
ACERO EN ESTRUCTURA METÁLICA (EAE Capítulo IV)	γ_{M0}	γ_{M1}
Perfiles laminados en caliente S 275 - L.E. 275 N/mm ²	$\gamma_{M0}=1,05$	$\gamma_{M1}=1,05$
Perfiles conformados en frío S 235 - L.E. 235 N/mm ²	$\gamma_{M0}=1,05$	$\gamma_{M1}=1,05$



2D: Pórticos 1 y 10



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



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

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA

Proyecto: PROYECTO DE CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA PLANTA INDUSTRIAL CON PUENTE GRÚA DE 1300M2, DEDICADA A LA FABRICACIÓN DE MÁRMOL, SITA EN EL POLÍGONO INDUSTRIAL DELS CODONYERS EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE PICASSENT (VALENCIA)

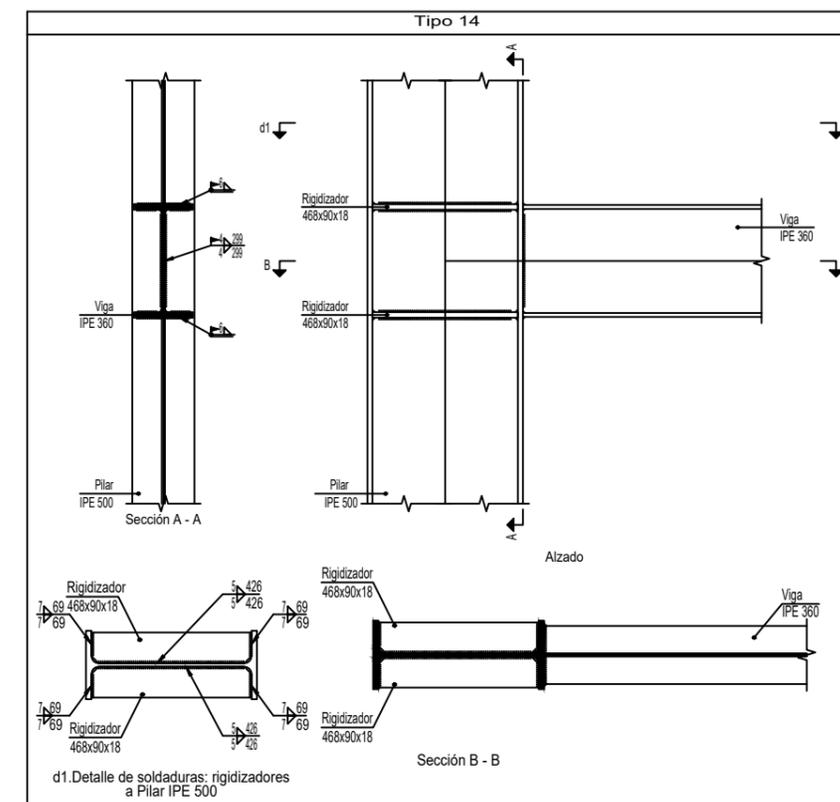
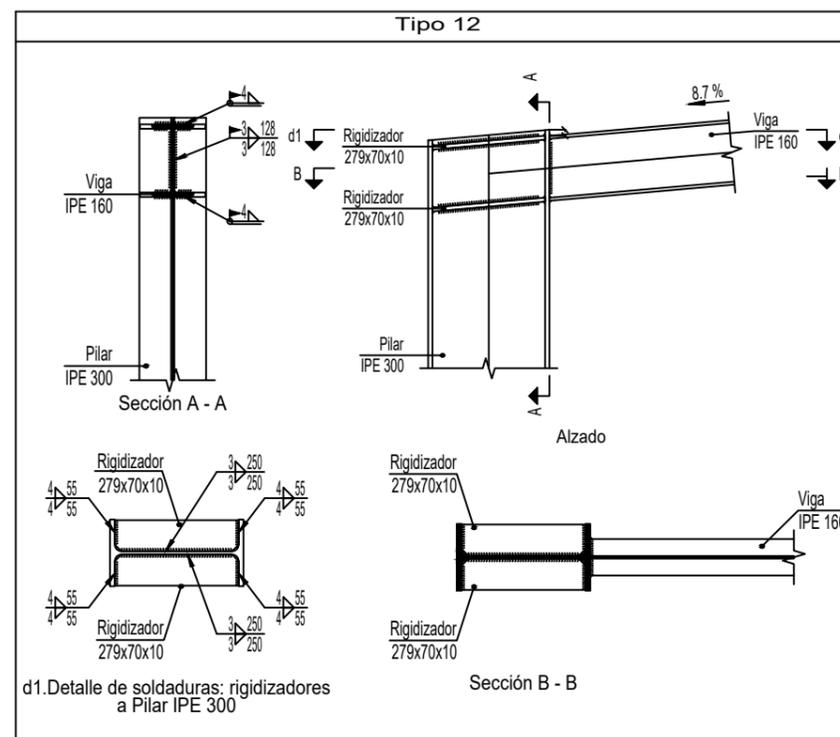
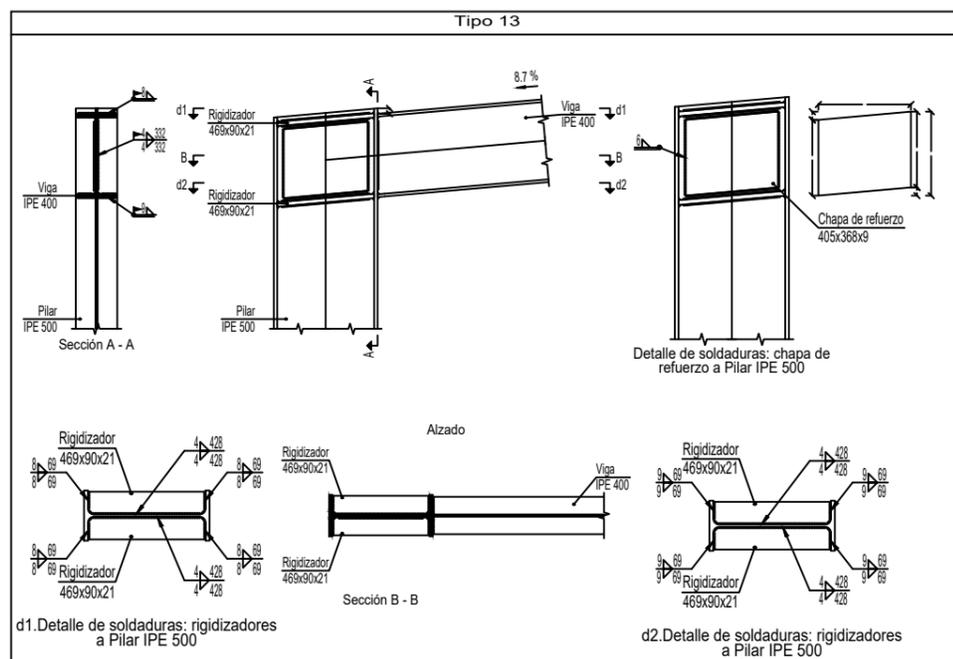
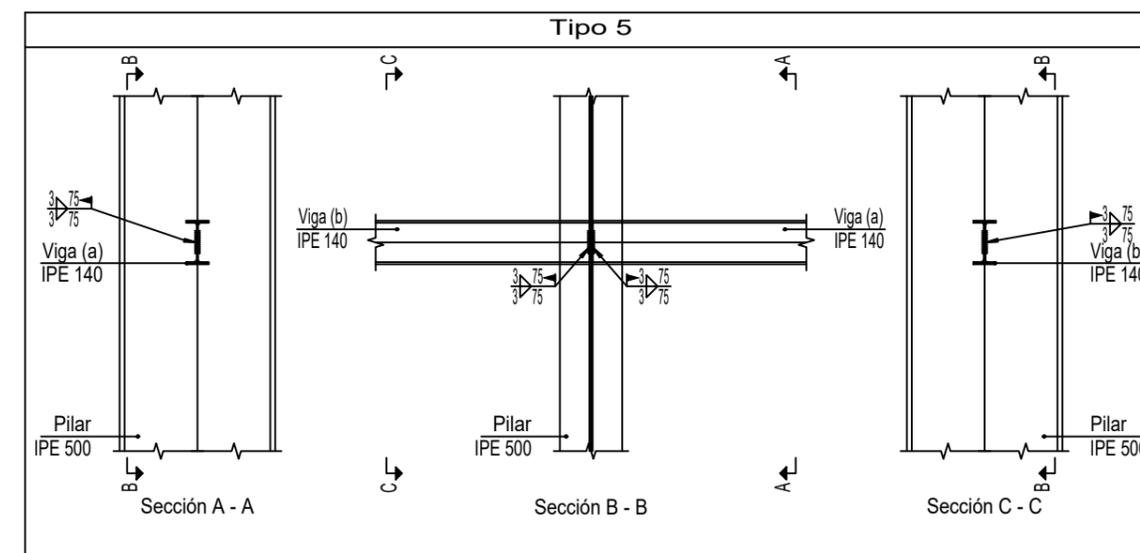
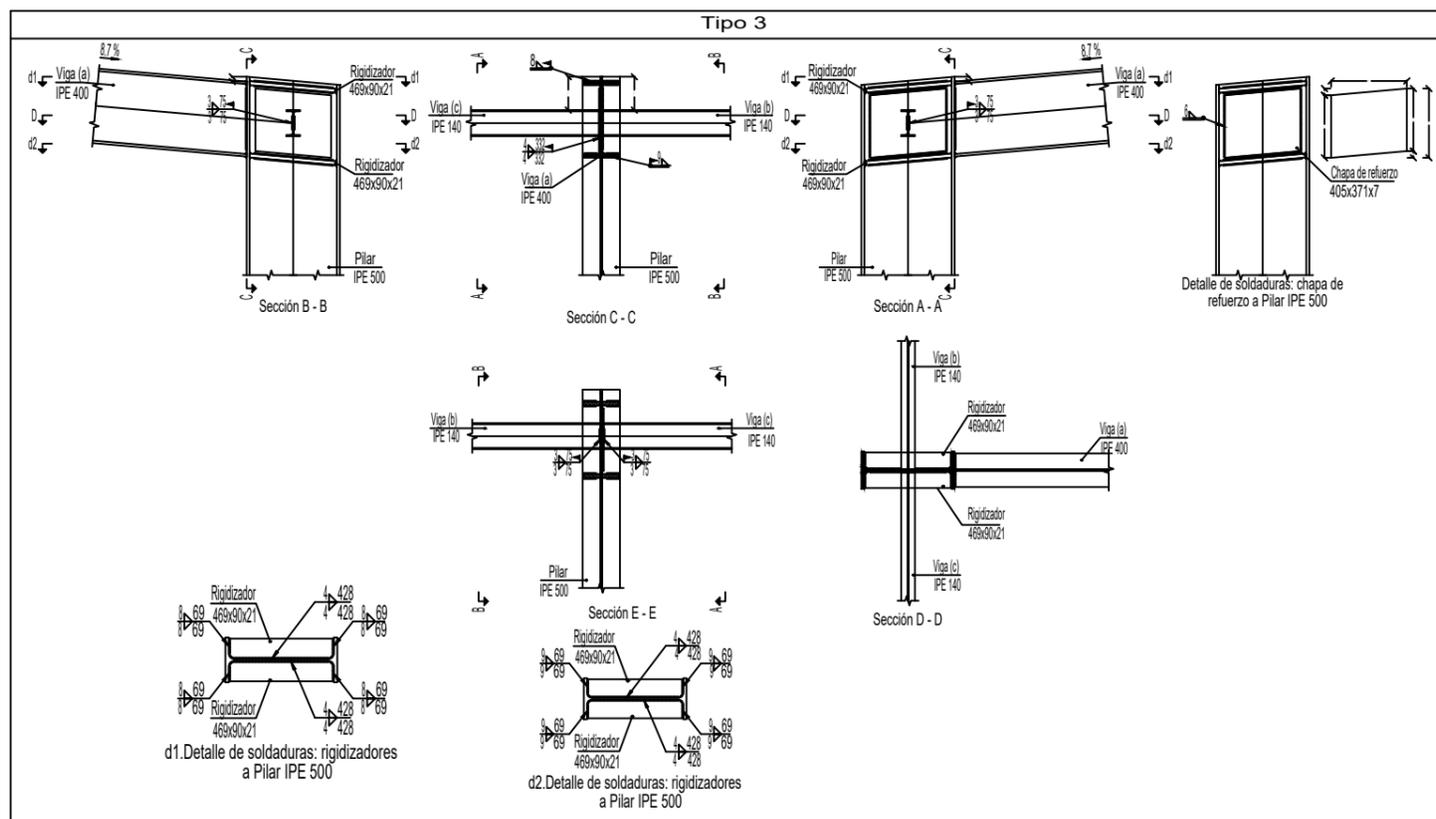
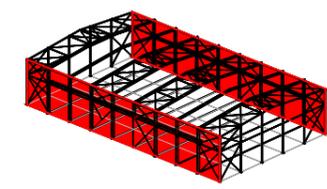
Plano: Estructura 3D. Fachada lateral I

Autor: Sandra María Arnau García

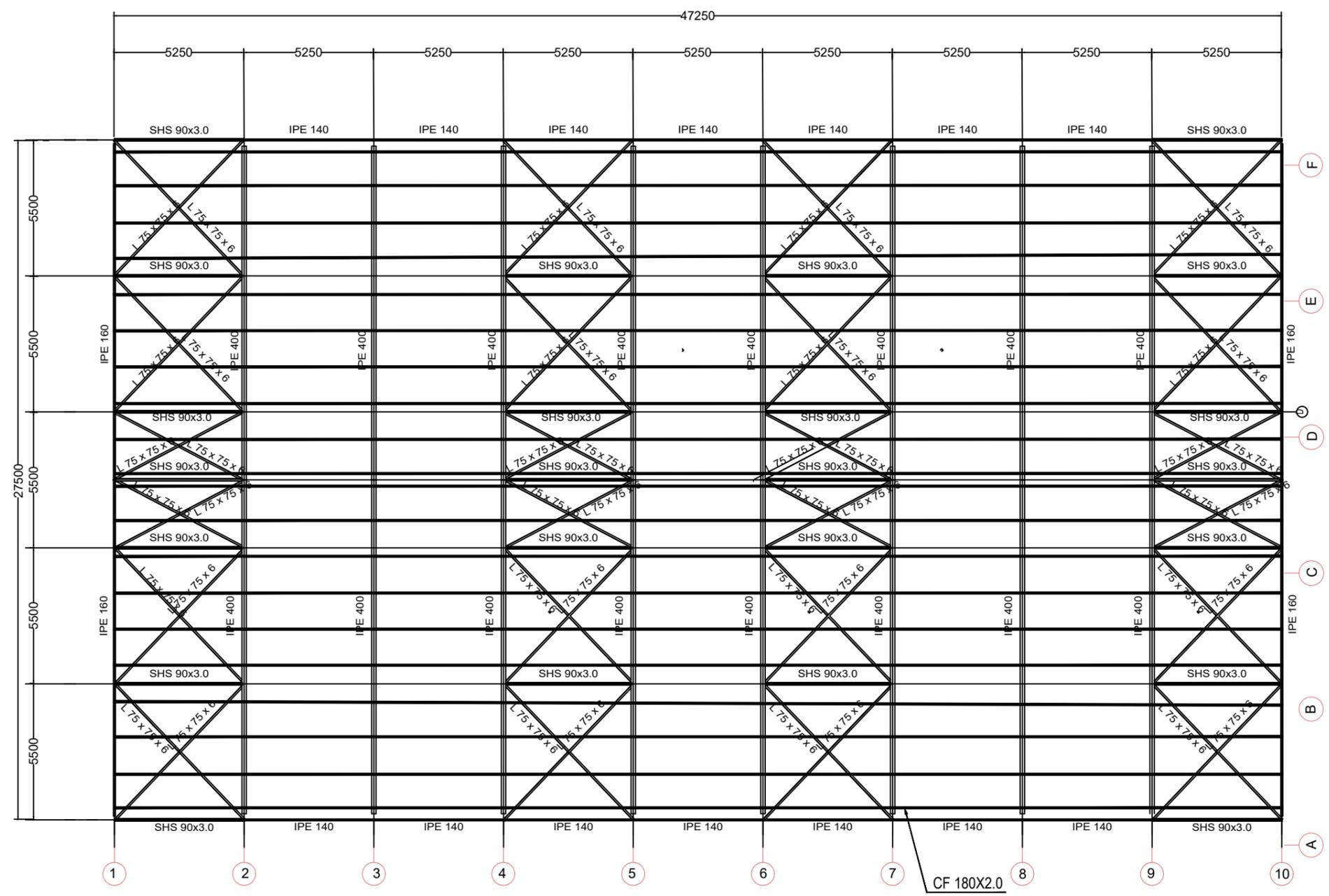
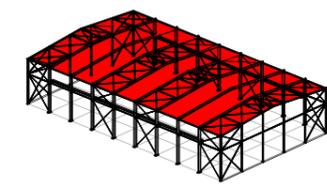
Fecha: Julio 2021

Escala: 1:100

Nº Plano: 12



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



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

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA

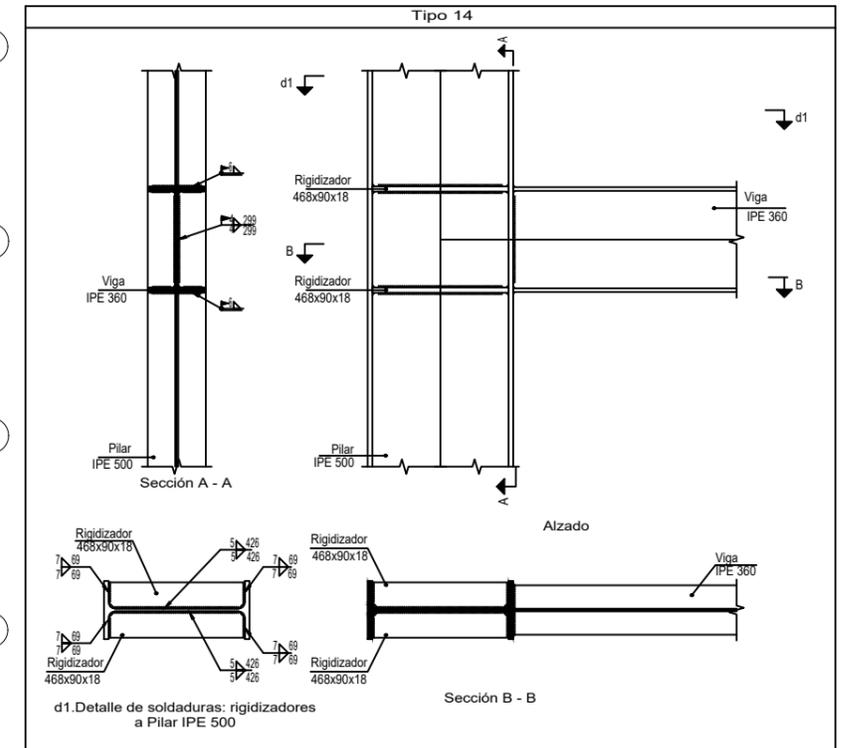
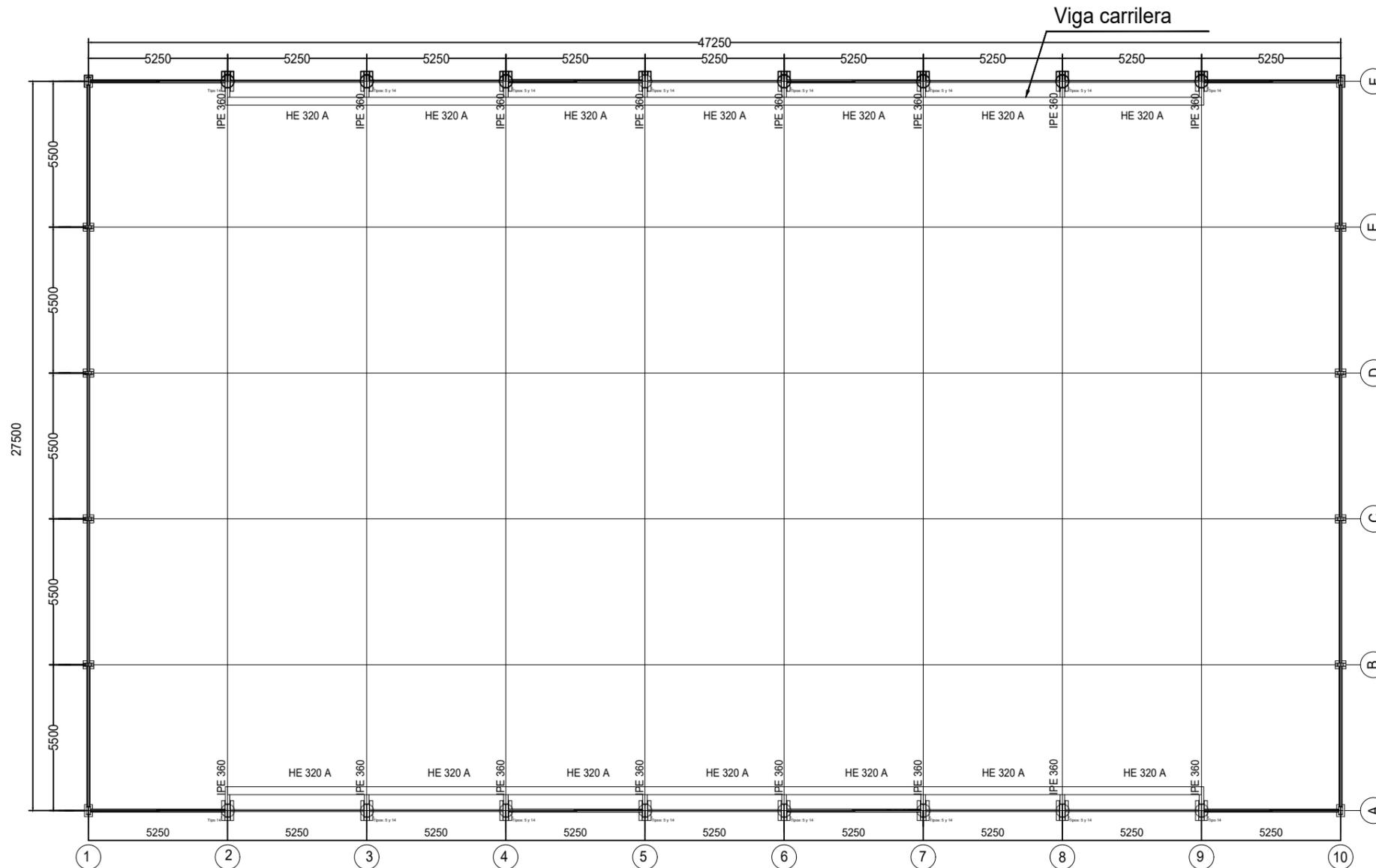
Proyecto: PROYECTO DE CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA PLANTA INDUSTRIAL CON PUENTE GRÚA DE 1300M2, DEDICADA A LA FABRICACIÓN DE MÁRMOL, SITA EN EL POLÍGONO INDUSTRIAL DELS CODONYERS EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE PICASSENT (VALENCIA)

Plano: Estructura de cubierta

Autor: Sandra María Arnau García

Fecha: Julio 2021

Escala: 1:200



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

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

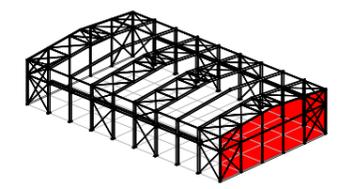
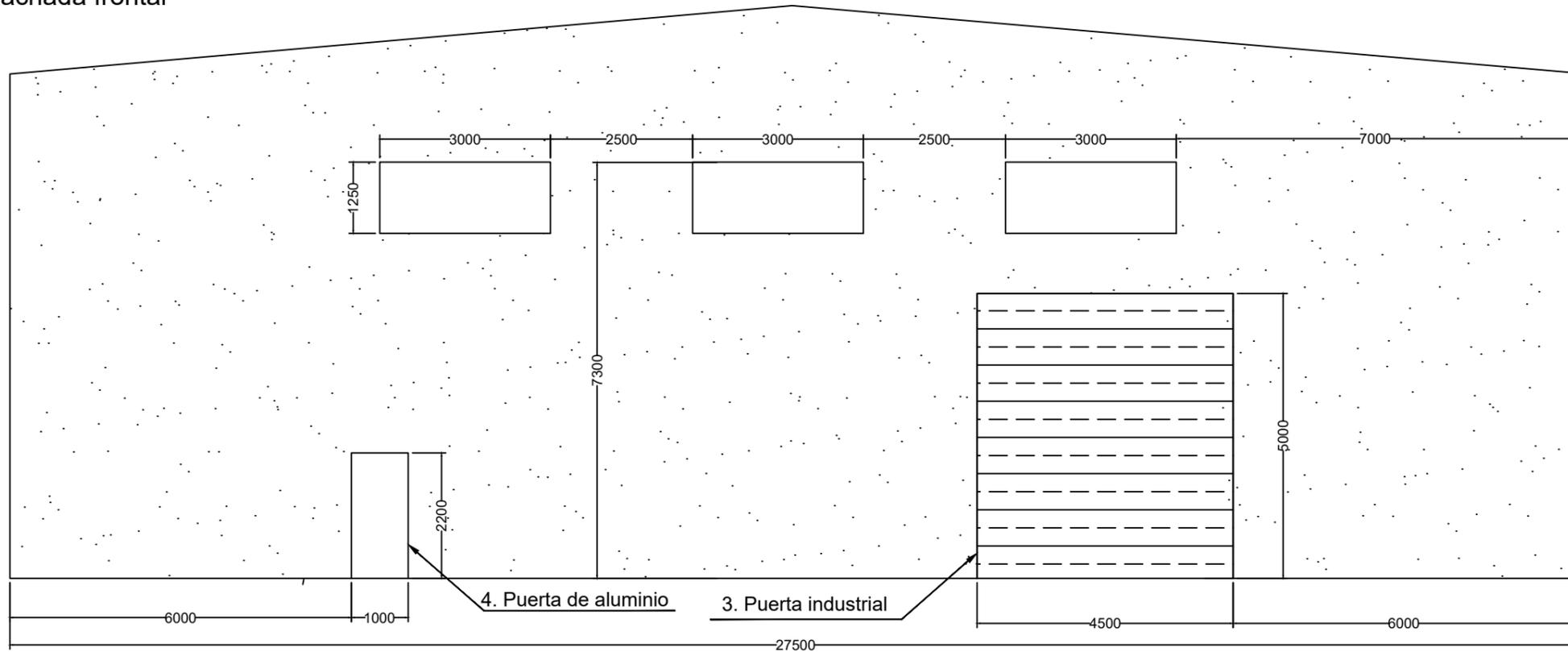


Proyecto: PROYECTO DE CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA PLANTA INDUSTRIAL CON PUENTE GRÚA DE 1300M2, DEDICADA A LA FABRICACIÓN DE MÁRMOL, SITA EN EL POLÍGONO INDUSTRIAL DELS CODONYERS EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE PICASSENT (VALENCIA)

Plano: **Viga carrilera**
 Autor: **Sandra María Arnau García**

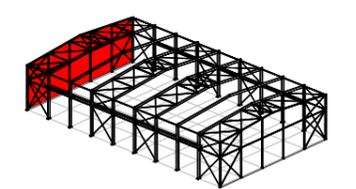
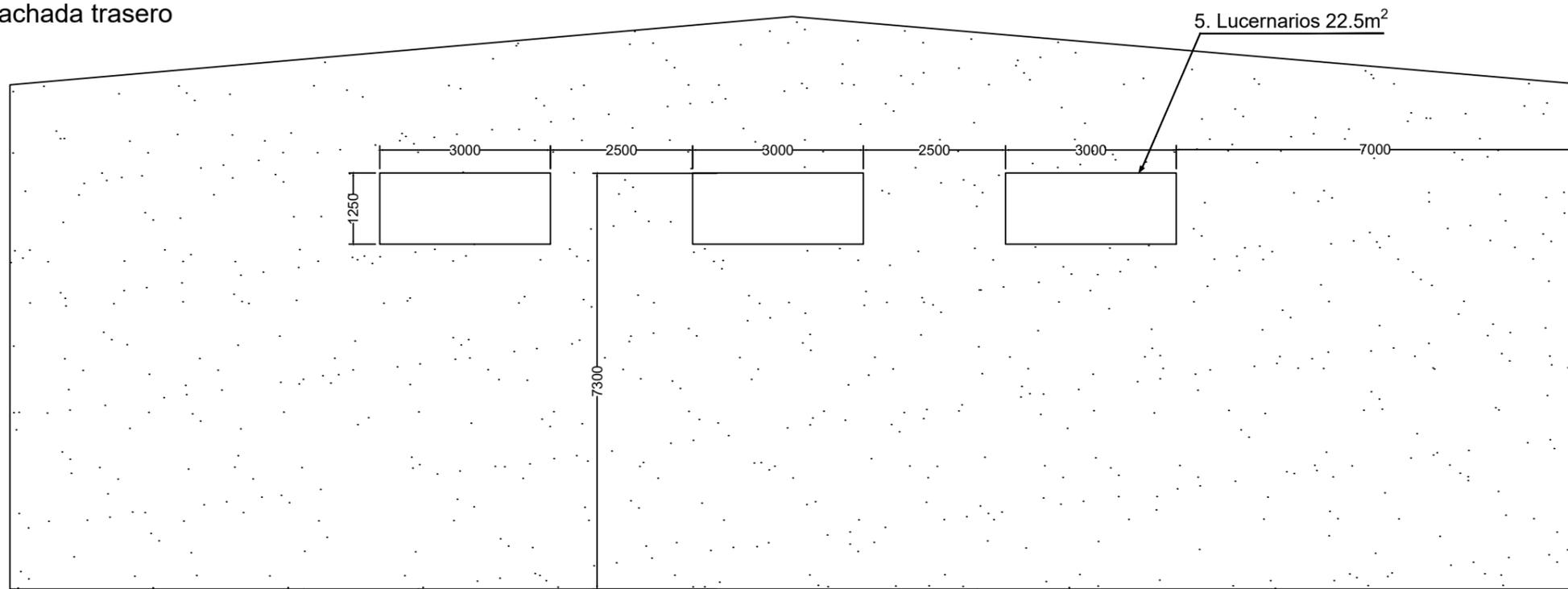
Fecha: **Julio 2021**
 Escala: **1:200**
 Nº Plano: **15**

Pórtico fachada frontal



1. Panel prefabricado

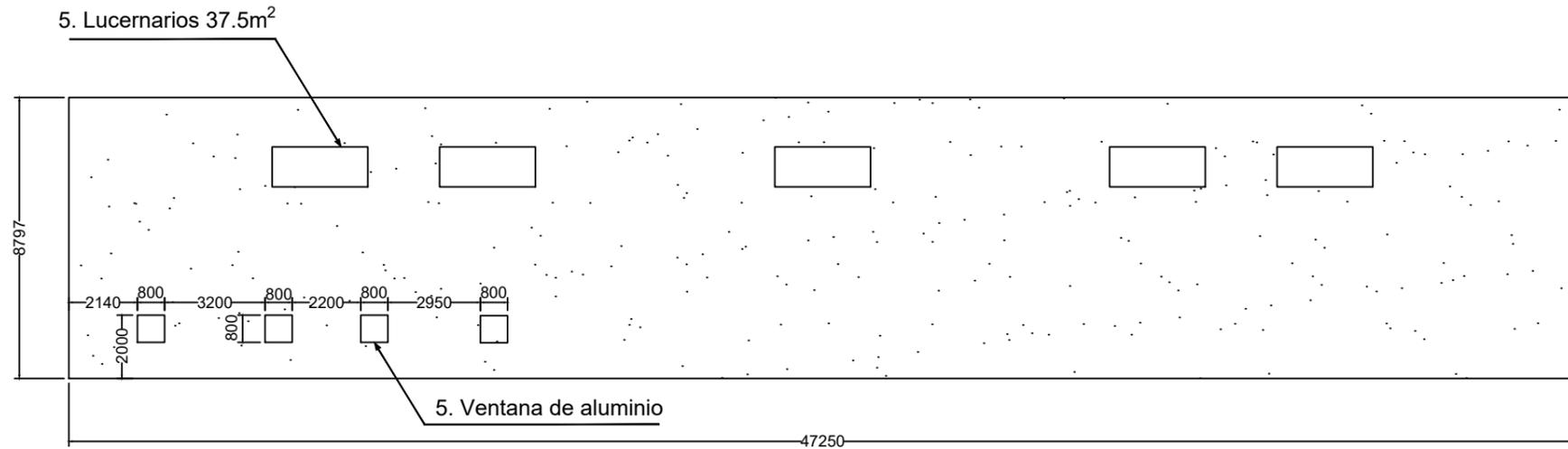
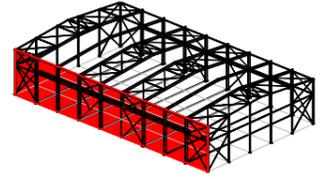
Pórtico fachada trasero



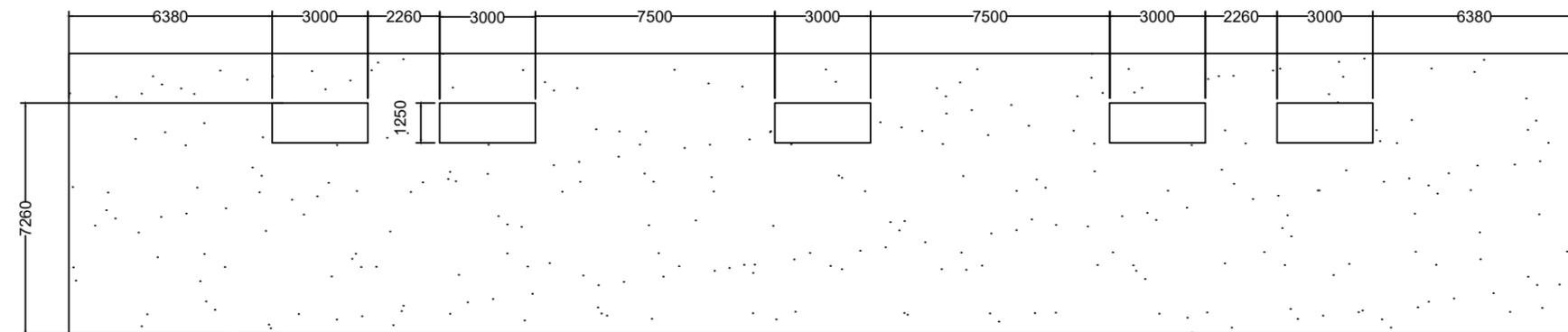
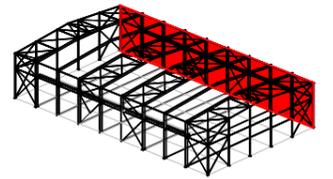
LEYENDA	
1	Panel de hormigón armado prefabricado de espesor 16 cm*
2	Panel sándwich cubierta con núcleo de poliuretano de espesor 30 cm*
3	Puerta industrial seccional tipo sándwich de acero con 45 mm de espuma de poliuretano
4	Puerta de aluminio con apertura al exterior 1x2,10m
5	Lucernario de espesor 16mm
6	Ventanas de aluminio de una hoja oscilobatiente
7	Canalón desarrollo 500mm *
8	Bajante circular aguas pluviales D160mm *
9	Hueco ventilador estático

*Ver detalle plano 18





1. Panel prefabricado



LEYENDA	
1	Panel de hormigón armado prefabricado de espesor 16 cm*
2	Panel sándwich cubierta con núcleo de poliuretano de espesor 30 cm*
3	Puerta industrial seccional tipo sándwich de acero con 45 mm de espuma de poliuretano
4	Puerta de aluminio con apertura al exterior 1x2,10m
5	Lucernario de espesor 16mm
6	Ventanas de aluminio de una hoja oscilobatiente
7	Canalón desarrollo 500mm *
8	Bajante circular aguas pluviales D160mm *
9	Hueco ventilador estático

*Ver detalle plano 18

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA

Proyecto: PROYECTO DE CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA PLANTA INDUSTRIAL CON PUENTE GRÚA DE 1300M2, DEDICADA A LA FABRICACIÓN DE MÁRMOL, SITA EN EL POLÍGONO INDUSTRIAL DELS CODONYERS EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE PICASSENT (VALENCIA)

Plano: Fachadas laterales

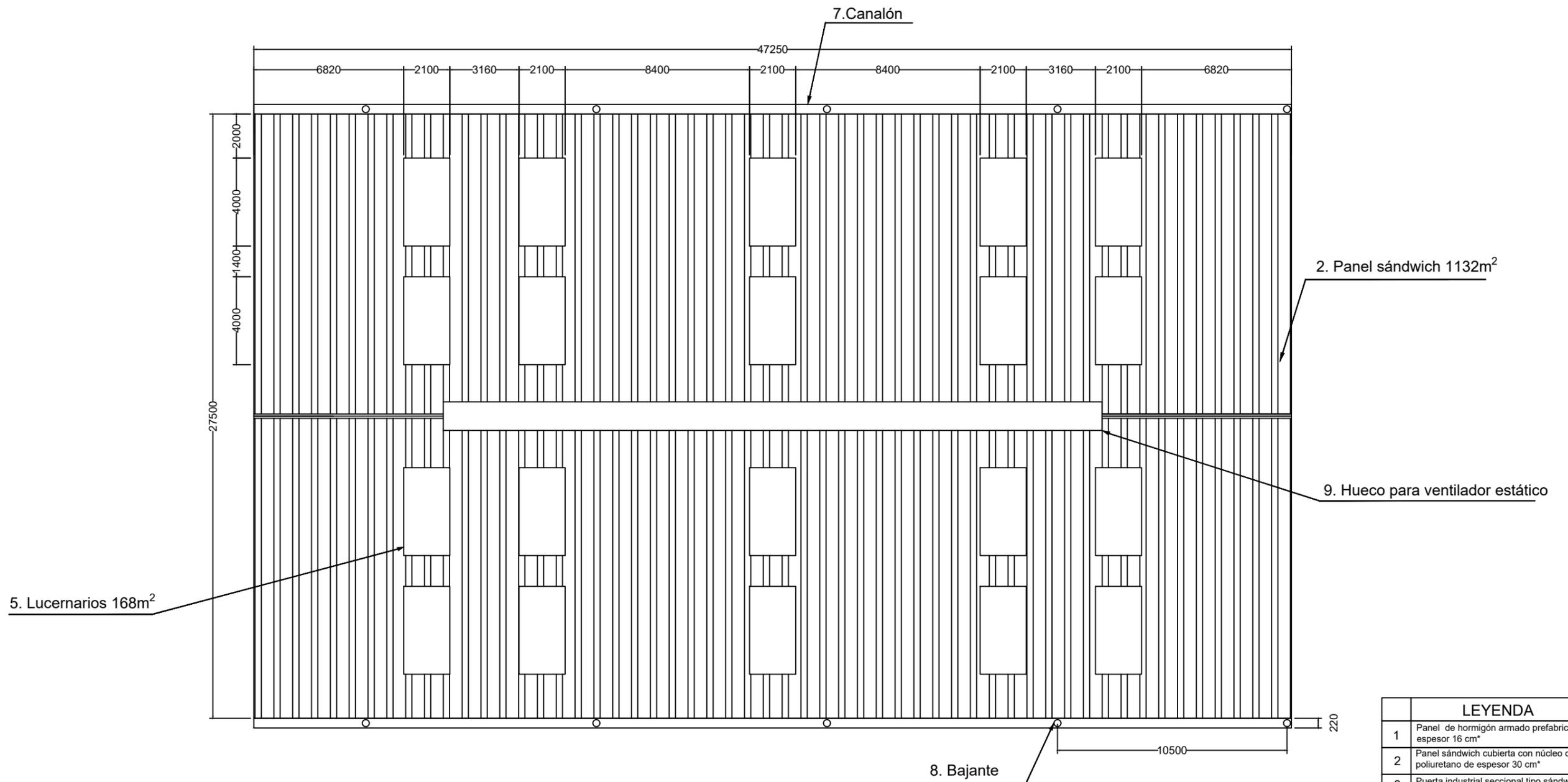
Autor: Sandra María Arnau García

Fecha: Julio 2021

Escala: 1:200

Nº Plano:

17



LEYENDA	
1	Panel de hormigón armado prefabricado de espesor 16 cm*
2	Panel sándwich cubierta con núcleo de poliuretano de espesor 30 cm*
3	Puerta industrial seccional tipo sándwich de acero con 45 mm de espuma de poliuretano
4	Puerta de aluminio con apertura al exterior 1x2,10m
5	Lucernario de espesor 16mm
6	Ventanas de aluminio de una hoja oscilobatiente
7	Canalón desarrollo 500mm *
8	Bajante circular aguas pluviales D160mm *
9	Huevo ventilador estático

*Ver detalle plano 18

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERIA EN TECNOLOGIAS INDUSTRIALES



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERIA INDUSTRIAL VALENCIA

Proyecto: PROYECTO DE CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UNA PLANTA INDUSTRIAL CON PUENTE GRÚA DE 1300M2, DEDICADA A LA FABRICACIÓN DE MÁRMOL, SITA EN EL POLÍGONO INDUSTRIAL DELS CODONYERS EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE PICASSENT (VALENCIA)

Plano: Cubierta

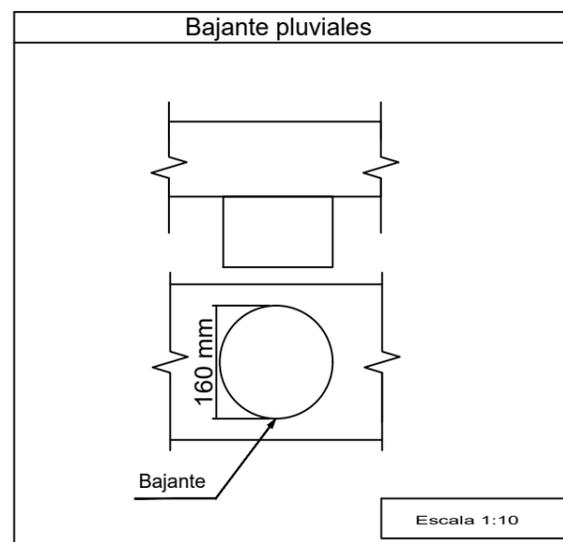
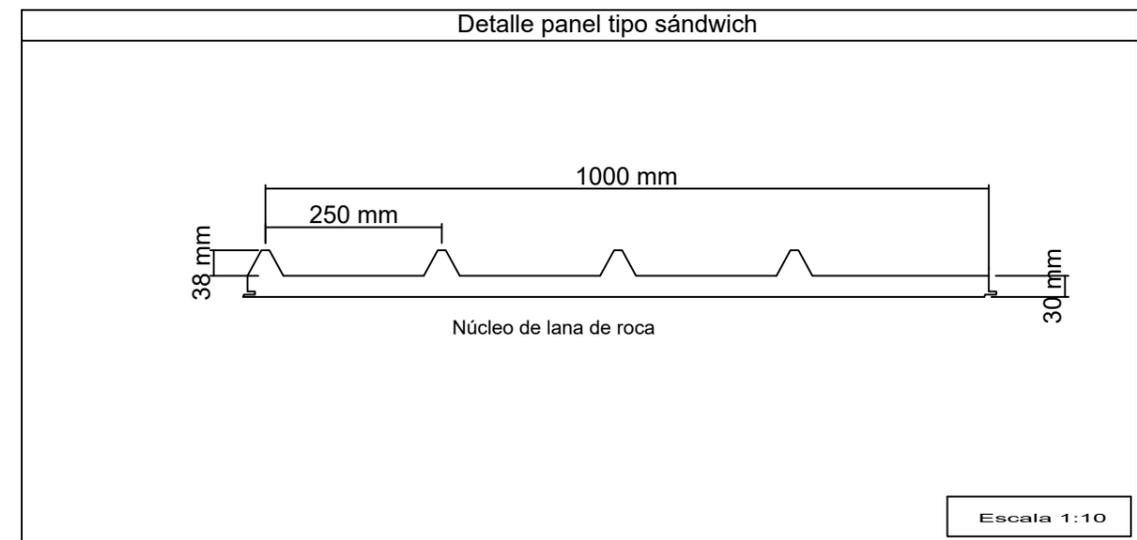
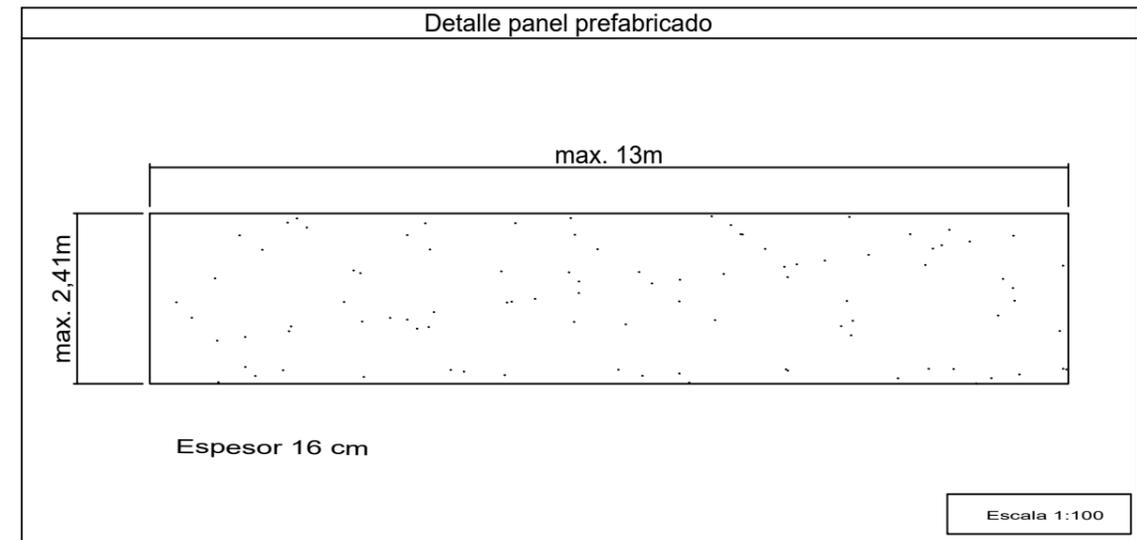
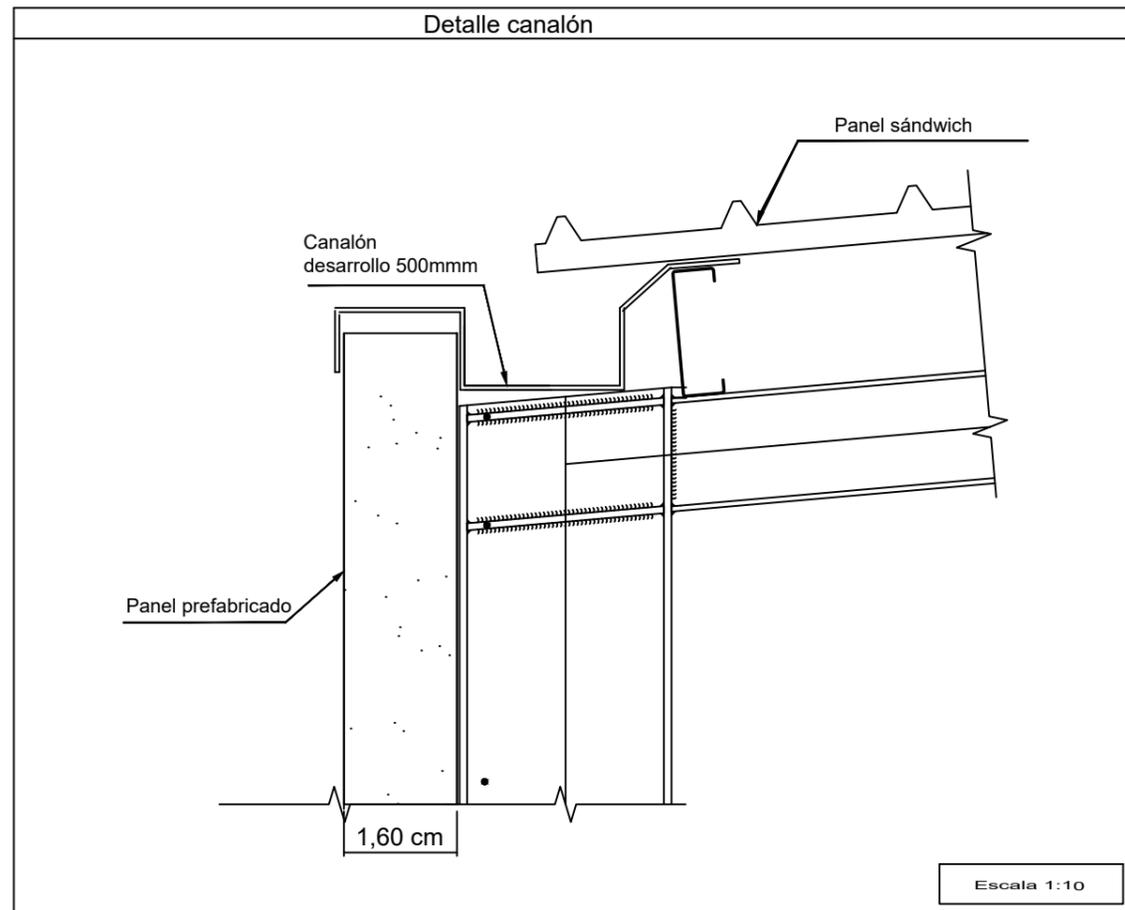
Autor: Sandra María Arnau García

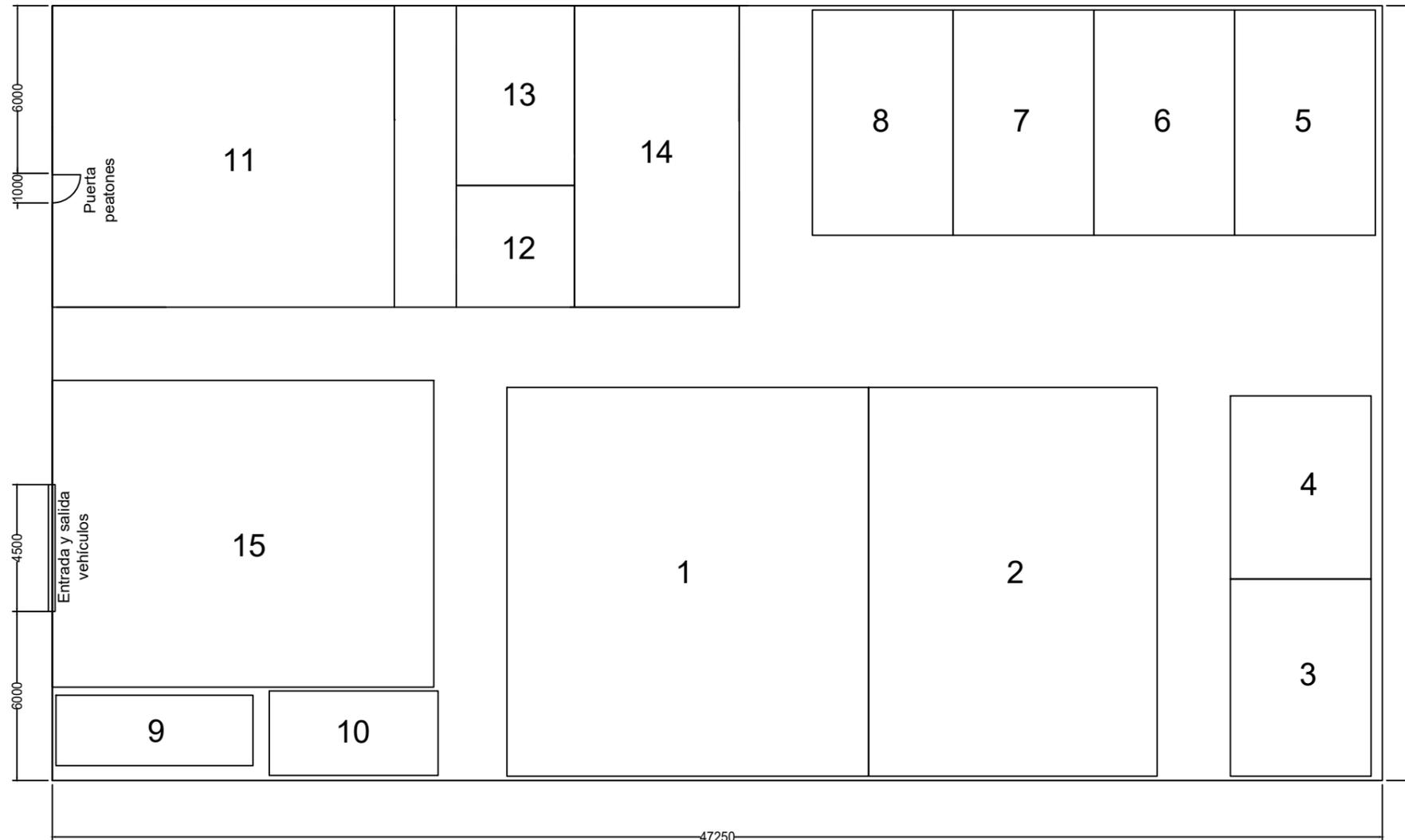
Fecha: Julio 2021

Escala: 1:200

Nº Plano:

18





	Actividad	Área
1	Almacén materia prima	177 m ²
2	Almacén producto	140 m ²
3	Cortadora automática	35 m ²
4	Cortadora manual	32.5 m ²
5	Corte esquinas	40 m ²
6	Lijado de cantos	40 m ²
7	Supervisión de piezas	40 m ²
8	Pulido	40 m ²
9	Contenedor	17.5 m ²
10	Área estacionamiento de la carretilla	18 m ²
11	Oficinas	130 m ²
12	Lavabos	18 m ²
13	Comedor	27 m ²
14	Vestuarios	63 m ²
15	Zona de carga y descarga	147 m ²