



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

Cálculo estructural de una nave de procesamiento de piezas de mármol, de 1575 m<sup>2</sup> con puente grúa de 25 Tn, situada en San Antonio de Benagéber

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales

AUTOR/A: Madrid Gascó, José Antonio

Tutor/a: Saura Arnau, Héctor

CURSO ACADÉMICO: 2023/2024



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR INGENIERÍA  
INDUSTRIAL VALENCIA

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

Cálculo estructural de una nave de procesado de piezas de mármol, de 1575 m<sup>2</sup>  
con puente grúa de 25 Tn, situada en San Antonio de Benagéber

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales

AUTOR/A: Madrid García, Jose Antonio

Tutor/a: Saura Arnau, Héctor

CURSO ACADÉMICO: 2023/2024



## Resumen:

La nave estará dedicada al procesamiento de piezas de mármol. Tendrá una fachada de 35 metros y una profundidad de 45 metros, además de contar con un puente grúa. La parcela se encuentra en el polígono industrial de San Antonio de Benagéber (Valencia), que está específicamente destinado a actividades industriales. Este polígono se sitúa frente a la CV-35 (Pista de Ademuz) y tiene dos accesos directos: el primero es la salida no 12 "La Cañada, Urbanizaciones y Hospital" y el segundo es la salida no 14 "Bétera, San Antonio de Benagéber y Ribarroja del Turia". La parcela en sí abarca un área total de 3650 metros cuadrados.

Para el desarrollo y cálculo del proyecto, se utilizarán principalmente las siguientes herramientas: "CYPE 3D ingenieros", "Generador de pórticos", "CYPECAD" y "AutoCAD".

## Abstract:

The industrial building will be dedicated to marble piece processing. It will have a facade of 35 meters and a depth of 45 meters, along with a gantry crane. The plot is located in the San Antonio de Benagéber Industrial Estate (Valencia), which is specifically designated for industrial activities. This industrial estate is situated in front of CV-35 (Pista de Ademuz) and has two direct entrances/exits: the first one is exit number 12 "La Cañada, Urbanizaciones y Hospital" and the second one is exit number 14 "Bétera, San Antonio de Benageber, and Ribarroja del Turia". The plot itself covers a total area of 3650 square meters.

For the development and calculation of the project, the following tools will be primarily used: "CYPE 3D Engineers", "Portal Frame Generator", "CYPECAD" and "AutoCAD."



## Resum:

La nau estarà dedicat al processament de peces de marbre. Tindrà una façana de 35 metres i una profunditat de 45 metres, a més de comptar amb un pont grua. La parcel·la es troba al polígon industrial de Sant Antoni de Benagéber (València), que està específicament destinat a activitats industrials. Aquest polígon està situat davant de la CV-35 (Pista d'Ademús) i té dos accessos directes: el primer és la sortida núm. 12 "La Cañada, Urbanitzacions i Hospital" i el segon és la sortida núm. 14 "Bétera, Sant Antoni de Benagéber i Ribarroja del Turia". La parcel·la en sí abasta una àrea total de 3650 metres quadrats.

Per al desenvolupament i càlcul del projecte, s'utilitzaran principalment les següents eines: "CYPE 3D enginyers", "Generador de pòrtics", "CYPECAD" i "AutoCAD".



# Índice general

I Memoria descriptiva .....	9
II Anexo de cálculo .....	38
III Presupuesto .....	81
IV Planos .....	99



# 1. Memoria descriptiva



## Índice de la memoria descriptiva

1. Antecedentes.....	9
2. Introducción del proyecto .....	9
3. Motivación .....	9
4. Alance .. ..	10
5. Análisis de la actividad.....	10
5.1. Materias primas .....	10
5.2. Descripción del proceso productivo .....	10
5.3. Tabla relacional de actividades .....	11
6. Normativa .....	13
7. Situación y emplazamiento.....	13
7.1. Dimensiones y colindantes .....	16
7.2. Actuaciones previas .....	17
7.3. Distribución en planta.....	17
8. Requerimientos espaciales .....	19
9. Solución estructural.....	20
9.1. Elementos estructurales .....	20
9.1.1. Introducción .....	20
9.1.2. Pórtico interior .....	20
9.1.3. Pórtico de fachada .....	21
9.1.4. Correas .....	21
9.1.5. Cruces de San Andrés.....	22
9.1.6. Viga perimetral.....	23
9.1.7. Viga contraviento .....	23
9.1.8. Uniones .....	24
9.1.9. Placas de anclaje .....	25





9.1.10. Cimentaciones .....	26
9.1.11. Vigas de atado .....	28
9.2. Solución constructiva .....	29
9.2.1. Puente grúa .....	29
9.2.2. Cerramientos.....	30
9.2.3. Solera industrial.....	30
9.2.4. Evacuación de aguas .....	31
10. Presupuesto .....	32
11. Bibliografía .....	34

## 1.- Antecedentes

La empresa que nos ocupa actualmente se encuentra operando en una ubicación que, a pesar de haber servido como base para el procesamiento y comercialización de piezas de mármol, ha llegado a un punto en el que enfrenta limitaciones y desafíos significativos. La infraestructura actual ya no satisface las necesidades operativas y de expansión de la empresa, lo que ha motivado la búsqueda de una nueva nave industrial.

Entre las razones para el cambio de ubicación se encuentran la necesidad de ampliar la capacidad de producción para satisfacer la creciente demanda a la que tiene que hacer frente. La ubicación actual podría estar limitando el acceso a recursos clave, como materias primas o la eficiencia logística. Además, es posible que la empresa busque mejorar su posición estratégica al ubicarse en una zona más accesible para sus proveedores y clientes, o incluso aprovechar incentivos fiscales y facilidades logísticas en una nueva localización.

El cambio a una nueva nave industrial no solo busca abordar las limitaciones actuales, sino también proporcionar un entorno más propicio para la eficiencia operativa y el crecimiento sostenible. El próximo paso consistirá en diseñar la nueva instalación de manera integral, teniendo en cuenta los procesos específicos de la empresa y asegurando que la infraestructura respalde sus objetivos a corto y largo plazo.

## 2. Introducción del proyecto

Este texto forma parte de la Trabajo Final de Grado de Jose Antonio Madrid Gascó, quien está inscrito en el grado de *Ingeniería en Tecnologías Industriales*. El objetivo principal de este proyecto es llevar a cabo el cálculo y dimensionado de la estructura metálica de una nave industrial destinada principalmente al procesamiento y comercialización de piezas de mármol. La configuración de la estructura se ha abordado mediante pórticos rígidos a dos aguas, siguiendo las directrices del Código Técnico de la Edificación y utilizando el código comercial proporcionado por CYPE Ingenieros.

Antes de la construcción de la nave, se realizó un análisis de las actividades de producción y almacenamiento, así como la incorporación de un puente grúa. La presencia de este último generó solicitudes específicas que fueron consideradas durante el proceso de cálculo y dimensionamiento de la estructura.

## 3. Motivación

La motivación principal de este Trabajo Final de Grado es la finalización de los estudios de Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales, para adquirir el título correspondiente, y así, optar a una futura formación académica en el máster. La elección de este trabajo se debe al interés de aprendizaje y ampliación de conocimientos sobre construcciones industriales en materia de métodos de dimensionado y normativa de obligado cumplimiento en España. Además, la elección de este proyecto supone un reto para el alumno. Por eso, el desarrollo de este TFG complementará la formación del alumno.

## 4. Alcance

El proyecto abarca la planificación y evaluación de la estructura de una nave industrial, incluyendo su cimentación, así como todos los componentes del cerramiento exterior y la cubierta. Esta instalación estará dedicada principalmente a al procesamiento y diseño de piezas de mármol, aunque también se llevarán a cabo otras operaciones como las de comercialización y exposición de piezas acabadas.

En una primera fase, se requerirá la selección de la ubicación de la nave, garantizando la disponibilidad de servicios básicos como suministro de agua, red de saneamiento y energía eléctrica. Así como la disposición del espacio suficiente requerido.

Posteriormente, se procederá al diseño y análisis de la estructura metálica de la nave, así como la incorporación de un puente grúa, un requisito esencial para la actividad planificada. En este contexto, se calcularán las reacciones generadas por el puente grúa y se integrarán como cargas en la estructura principal.

La evaluación estructural se complementará con los cálculos correspondientes a la cimentación. Además, se presentará un documento detallado que incluirá un presupuesto completo de la nave industrial, junto con todos los elementos necesarios en un proyecto de esta índole. Así como los planos de la solución estructural adoptada.

## 5. Análisis de la actividad

### 5.1. Materias primas

Para la elaboración de los trabajos en mármol y granito natural como pueden ser mesetas de cocina, encimeras, chimeneas, fachadas, portales, lápidas, o panteones entre otras. Para lo que se utilizan las siguientes materias primas:

- Piedra natural: mármoles, granitos nacionales y de importación, caliza, o arenisca.
- Piedra artificial: compac, silestone, sapienstone, neolith, dekton, o coverlam.

### 5.2. Descripción general del proceso productivo

A continuación, se describen las etapas del procesamiento genérico de las placas de mármol:

1. Recepción y almacenaje de las placas
2. Manipulación y corte; en este apartado se concentran las exigencias más importantes de la actividad planteada, donde nos encontramos con:
  - a. Máquinas de corte; estas son no solo de grandes dimensiones, sino son de un peso considerable. Por ejemplo, una máquina de corte de chorro de agua de sierra de cinco ejes para poder atacar placas de 400 × 250 cm pueden alcanzar los 9000 kg.
  - b. Lijadora/abujardadora de mármol y granito.
  - c. Bancos de trabajo; superficies estables y organizadas diseñadas para realizar una amplia variedad de tareas de manera eficiente.
  - d. Equipos auxiliares para manipulación, elevación y transporte.
3. Acabados de las placas de mármol: Las placas de mármol y piedra natural de gran tamaño están disponibles en diversos acabados que incluyen:
  - a. Pulido: Esta terminación proporciona una mayor luminosidad y brillo al mármol.

- b. Apomazado: En este caso, la superficie de la piedra natural es mate, es decir, sin brillo.
  - c. Efecto cuero o envejecido: Este acabado ofrece una apariencia ligeramente rugosa y desgastada, reflejando el paso del tiempo.
4. Inspección de calidad
  5. Paletización y traslado al almacén. Los productos derivados del proceso son puestos en palés y trasladados al almacén para su posterior recogida y transporte.

### 5.3. Tabla relacional de actividades

Los principios que han orientado este proyecto para la distribución en planta de las áreas de la nave industrial son los siguientes (Gómez-Senent; 1997):

1. Línea de producción y economía: El flujo productivo se desplaza principalmente a través de canales y cintas, lo que implica la necesidad de proximidad para optimizar el consumo eléctrico y el tiempo.
2. Seguridad, ruido e higiene: Con el objetivo de salvaguardar la seguridad, minimizar ruidos y garantizar condiciones higiénicas para los trabajadores, se establecerá un aislamiento y separación de las áreas de alta peligrosidad y ruido respecto a las zonas destinadas a actividades administrativas, saneamiento y comedores.
3. Necesidades humanas, materiales o de transporte: La disposición de las áreas se ajustará según las necesidades humanas, los requerimientos materiales y las demandas del transporte interno.
4. Intercambio de información: Para favorecer la comunicación y circulación entre las áreas esenciales, se procurará que estén conectadas o que exista una proximidad mínima.
5. Accesibilidad: La nave cuenta con dos puertas de entrada, cada una con un ancho de 4 metros, ubicadas cerca de la vía pública. Esto facilitará el ingreso de camiones para la entrega y recogida de materias primas y productos.
6. Estética: Se asignará la parte frontal de la nave para ubicar las áreas administrativas, con el objetivo de mejorar la estética general del entorno.

A continuación, se mencionan las diversas actividades o áreas que se han considerado en la distribución:

1. Área de oficinas
2. Exposición
3. Área principal de trabajo
4. Zona de corte de piezas de gran tamaño
5. Área de acabado y almacén
6. Zona secundaria de carga y descarga
7. Almacenaje exterior
8. Zona de residuos

En la siguiente tabla se muestra la importancia de la relación de proximidad que deben tener las distintas actividades, o zonas y el motivo. Esta relación permite una correcta disposición de las distintas secciones (Tabla 1).

Tabla 1.- Relación de proximidad que deben tener las distintas actividades y el motivo

	1	2	3	4	5	6	7	8
1.- Área de oficinas		I1						X4
2.- Exposición					I3			X4
3.- Área principal de trabajo								A2
4.- Zona de corte de piezas de gran tamaño					A1	A1	A1	A2
5.- Área de acabado y almacén								A2
6.- Zona secundaria de carga y descarga							I2	
7.- Almacenaje exterior								
8.- Zona de residuos								

SIMBOLOGÍA			
Código	Relación de proximidad	Código	Motivo de proximidad
A	Necesaria	1	Comparten medio
I	Importante	2	Reducción de tiempos
	Indiferente	3	Menor coste en instalaciones
X	Rechazable	4	Peligrosidad
		5	Malos olores
		6	Ruidos

La fase anterior nos permite abordar uno de los aspectos más desafiantes en la planificación de una instalación, que es el espacio necesario para cada área de trabajo, gestión o almacenamiento. Debido a la complejidad inherente al problema de determinar los requisitos de espacio, se abordará de manera sistemática. Además, al establecer los requisitos de espacio para las actividades de almacenamiento, es crucial tener en cuenta factores como los niveles de inventario, unidades de almacenamiento, métodos y estrategias de almacenamiento, requisitos de equipo, limitaciones del edificio y necesidades de personal.

En entornos de fabricación y oficina, es necesario primero determinar los requisitos de espacio para las estaciones de trabajo individuales. Posteriormente, se deben identificar los requisitos de los departamentos, basándonos en el conjunto de estaciones de trabajo en cada departamento. Este análisis nos proporciona los espacios mínimos en cada una de las categorías mencionadas anteriormente, los cuales se detallan en la siguiente tabla. También se ha incluido un área específica para estacionamiento (Tabla 2).

Tabla 2.- Requerimiento de espacios

Descripción del espacio	Área determinada en la nave (m <sup>2</sup> )	Área determinada en la nave (m <sup>2</sup> )
1.- Área de oficinas	150	
2.- Exposición	250	
3.- Área principal de trabajo	250	
4.- Zona de corte de piezas de gran tamaño	150	
5.- Área de acabado y almacén	175	
6.- Zona secundaria de carga y descarga		175
7.- Almacenaje exterior		175
8.- Zona de residuos		175
9.- Área de estacionamiento		250
<b>Subtotal:</b>	975	775
<b>Total:</b>	1750	

## 6. Normativa

En este proyecto, se han aplicado los decretos pertinentes, siendo el Real Decreto 470/2021, aprobado el 29 de junio de 2021, el marco regulatorio que aborda aspectos relacionados con las bases de proyecto y análisis estructural, así como los requisitos técnicos de los materiales, la durabilidad y vida útil de las estructuras, y el control y ejecución de las mismas. También se ha tenido en cuenta el Real Decreto 314/2006, aprobado el 17 de marzo de 2006, que aprueba el Código Técnico de la Edificación Documento Básico de Seguridad Estructural (CTE DB SE), ambos en conformidad con la normativa actual.

Dentro de este marco, se han consultado los siguientes documentos:

- El Código Estructural, empleado para verificar la seguridad estructural de todas las partes de la nave construidas con acero y hormigón.
- El Documento Básico de Seguridad Estructural de los Cimientos (CTE DB SE-C), utilizado para asegurar que todos los cimientos de la obra cumplen con las funciones de seguridad correspondientes.
- El Documento Básico de Seguridad Estructural de las Acciones en la Edificación (CTE DB SE-AE), que se aplica para verificar que el edificio cumple con los requisitos necesarios en términos de seguridad y aptitud, considerando las diversas cargas que pueden afectar la estructura.

Adicionalmente, se ha hecho referencia al plan urbano de actuación municipal correspondiente al término de San Antonio de Benagéber, que incluye el Plan General de Ordenación Urbana (PGOU), aprobado el 3 de julio de 2002.

## 7. Situación y emplazamiento

La parcela designada para este proyecto, como acabamos de indicar, estará ubicada en el polígono industrial de San Antonio de Benagéber, en Valencia. Aunque no se trata de un polígono industrial de grandes dimensiones, destaca por su proximidad a Valencia, a tan solo 14 km, accesible a través de la carretera convencional CV-35. Esta vía se conecta de manera integral con importantes arterias, como la AP-7, que conecta el sur de la península, desde Algeciras hasta el norte, llegando hasta la frontera con Francia y siguiendo la costa, así como la A-3, que une Valencia con Madrid, la capital de España (Figura 1 y 2).

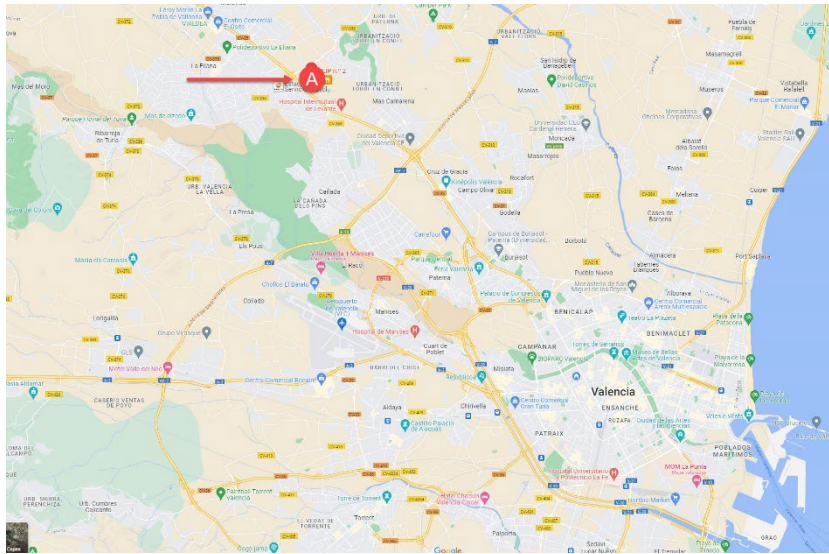


Figura 1.- Localización del polígono industrial de San Antonio de Benagéber (Valencia)



Figura 2.- Vista aérea del polígono de San Antonio de Benagéber

Se ha tomado la decisión de optar por la parcela identificada como CL UE SECTOR I-1 1(A) en este polígono industrial. Su ubicación en una de las esquinas del polígono, en proximidad al acceso de uno de los viales principales, la posiciona como un punto estratégico clave. Además, la elección de esta parcela se ha fundamentado en la conveniencia de un mínimo trabajo de acondicionamiento, ya que no se requiere demolición, lo que añade un aspecto favorable a esta elección. Este enfoque estratégico, combinado con la facilidad de acceso y la eficiencia en términos de preparación del terreno, refuerza la idoneidad de la parcela seleccionada para nuestros objetivos (Figura 3 y 4).



*Figura 3.- Localización de la parcela dentro del polígono industrial de San Antonio de Benagéber (Valencia)*



*Figura 4.- Vista a través de GoogleMaps de la zona de edificación en la actualidad*



## 7.1. Dimensiones y colindantes

La parcela abarca una extensión de 3.650 m<sup>2</sup>, con una generosa fachada de aproximadamente 65 m y una profundidad aproximada que ronda los 62 m. Destaca por su coeficiente de edificabilidad, estimado en un 99,92 %, lo que equivale a una superficie edificable de aproximadamente 3647,08 m<sup>2</sup>/técnico. Asimismo, se prevé una ocupación del 43,15 %, asegurando un uso eficiente del espacio disponible (Figura 5).



Figura 5.- Medidas perimetrales de la parcela

Se ha implementado una solución para el proceso al que va destinado este trabajo como es el almacenaje, procesamiento y comercialización de piedra natural, destinada al suministro a empresas del sector. Esta solución consiste en una nave industrial única con dimensiones de 45 metros de profundidad y 35 metros de fachada. Se ha ubicado estratégicamente en la parte trasera de la parcela con el objetivo de optimizar los pasillos laterales y proporcionar un espacio amplio en la zona de la fachada para la creación de un pequeño estacionamiento. Información que quedará más detallada en el punto 5.- *Características de la actividad* del presente documento (Figura 6).

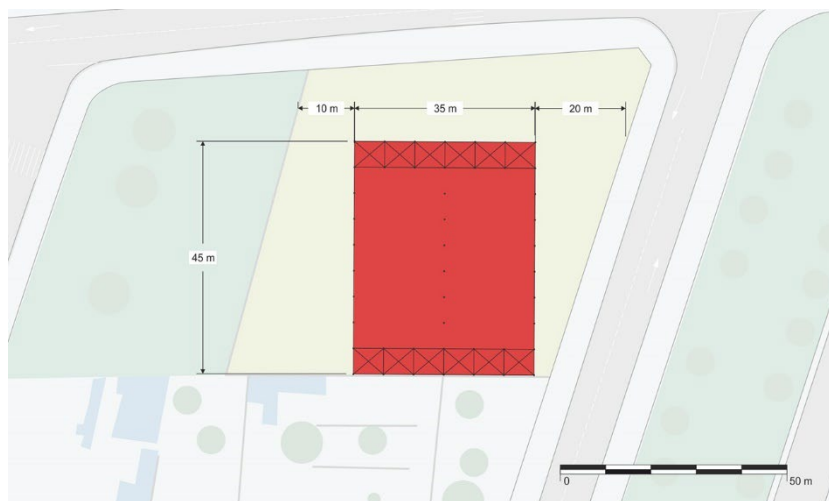


Figura 6.- Dimensiones

La nave se encuentra exenta de colindancias con otros edificios o propiedades que puedan ser objeto de construcción por terceros, excepto en la parte posterior. Los límites de la parcela están definidos como (Figura 7):

- En la parte posterior, limita con una nave industrial.
- En el lado izquierdo, colinda con un solar industrial.
- En el lado derecho, limita con una vía pública.
- En la parte frontal, también colinda con una vía pública.

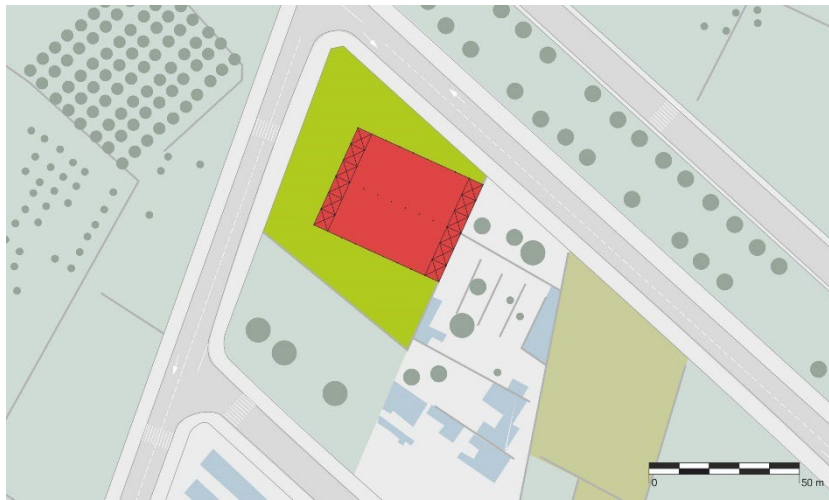


Figura 7- Colindantes de la parcela

## 7.2. Actuaciones previas

La parcela no cuenta con ninguna estructura construida que deba ser derribada en su superficie, por lo que procederemos directamente al acondicionamiento del terreno. Este proceso incluirá la realización de un movimiento de tierras en toda la extensión de la parcela, comenzando con el desbroce y luego nivelando el terreno hasta alcanzar una cota óptima. Posteriormente, se llevará a cabo la compactación del suelo para garantizar su capacidad de soportar eficientemente diversos tipos de cargas, dejándolo así en condiciones propicias para la excavación necesaria al colocar las zanjas de la cimentación.

## 7.3. Distribución en planta

Con el fin de facilitar el óptimo desarrollo del proceso productivo que llevará a cabo la nave objeto de este proyecto, se ha formulado un planteamiento hipotético que abarca no solo la descripción detallada de cada una de las áreas a implementar, sino también sus dimensiones y ubicación, tanto en planta como en la totalidad de la parcela.

El acceso a la nave se llevará a cabo desde el vial hasta el propio pórtico de entrada. En el lado izquierdo de la nave, se contempla un acceso lateral de 10 m que conduce al fondo de la misma. En esta área se ha dispuesto una segunda puerta de entrada, así como dos espacios adicionales: uno destinado al almacenamiento de materia prima al aire libre (175 m<sup>2</sup>) y otro contiguo designado como zona de residuos (186 m<sup>2</sup>). La zona de carga y descarga (182 m<sup>2</sup>), ubicada frente a estos dos espacios, permite el estacionamiento de dos camiones de 8 m.

En el interior de la nave (1575 m<sup>2</sup>), se han delineado cinco espacios diferenciados distribuidos en dos secciones. Por un lado, se encuentran aquellas destinadas a las actividades productivas, y por otro, las áreas dedicadas a labores de gestión y exposición.

En la sección de actividades productivas, se han establecido cuatro espacios. El más amplio de ellos, considerado el área principal de trabajo, alberga la maquinaria y el equipamiento principal (286 m<sup>2</sup>). Adyacente a este espacio se ubica un área de acabado y almacén destinada a llevar a cabo pruebas de control de calidad. Esta sección se completa con un espacio destinado a la instalación de la máquina de corte para placas (160 m<sup>2</sup>).

En la segunda sección, dedicada a labores de gestión y exposición, se han identificado dos espacios diferenciados. El primero consta de un bloque de oficinas y uno para aseos (197 m<sup>2</sup>), construidos con barracones prefabricados de dimensiones 5,80 × 2,32 m. Este bloque de oficinas se compone de seis de estos bloques, cuatro de los cuales están comunicados en un solo espacio, mientras que los dos restantes conforman una unidad separada. El segundo espacio en esta sección está destinado a exposición (250 m<sup>2</sup>).

Además, dentro de la distribución planteada en toda la parcela (3650 m<sup>2</sup>) y como ya se ha referido anteriormente en el punto 4. *Requerimientos espaciales* se ha emplazado una zona de estacionamiento (283 m<sup>2</sup>), con capacidad para 10 vehículos y próxima a la entrada principal. Este planteamiento permite tener una zona central en el interior de aproximadamente 555 m<sup>2</sup> que permite el libre desplazamiento entre las distintas zonas de trabajo, con dos grandes viales de 13 m anchura en la entrada principal y 9 m de anchura en su acceso lateral desde la parte izquierda de la nave. En relación con el resto de la parcela, quedan libres 940 m<sup>2</sup> para la libre circulación de acceso a la entrada principal, zona de estacionamiento y lateral derecho de la nave que podría habilitarse para construcciones de tipo auxiliar (depósitos, instalaciones de climatización, etc). En la siguiente tabla se expresan en porcentajes las distintas áreas referidas y su relación con el total de la nave y de la parcela (Tabla 3).

Tabla 3.- Relación de espacios

	Área (m <sup>2</sup> )	Parcela (3650 m <sup>2</sup> )	Nave (1575 m <sup>2</sup> )
Área de oficinas	197	5,40%	12,51%
Exposición	200	5,48%	12,70%
Área principal de trabajo	283	7,75%	17,97%
Zona de corte de piezas de gran tamaño	160	4,38%	10,16%
Área de acabado y almacén	180	4,93%	11,43%
Parking	283	7,75%	
Zona secundaria de carga y descarga	182	4,99%	
Almacén exterior	175	4,79%	
Zona de residuos	186	5,10%	
<b>Total</b>	<b>1846</b>	<b>50,58%</b>	<b>64,76%</b>

La distribución de las distintas zonas para el desarrollo del proceso productivo dentro de la nave se ilustra en la Figura 8 adjunta.

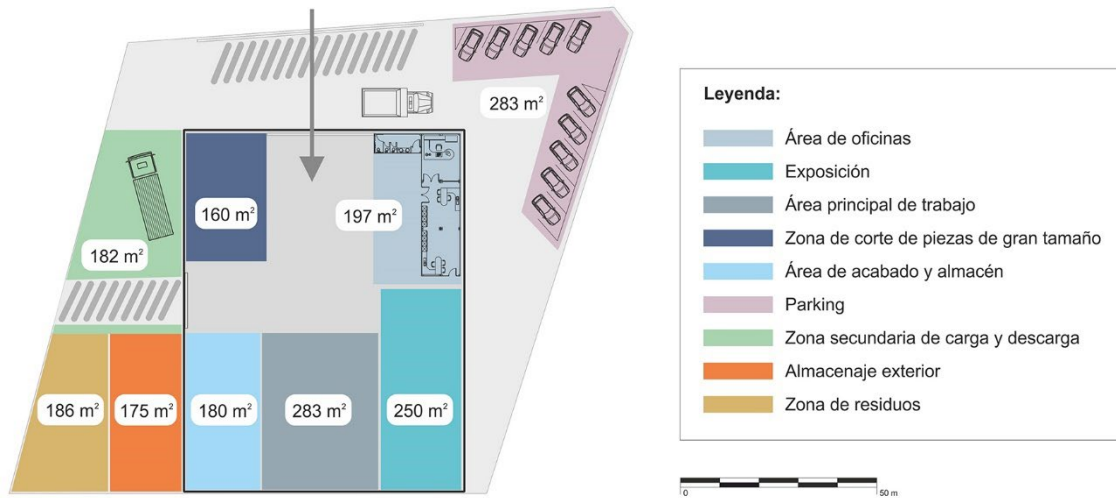


Figura 8.- Distribución en planta de las distintas actividades del proceso productivo

## 8. Requerimientos espaciales

La nave tiene dimensiones de 35 × 45 m, lo que equivale a una superficie de 1575 m<sup>2</sup>, representando el 43,15 % del total de la parcela (3650 m<sup>2</sup>). El proyecto contempla la ubicación de una zona de estacionamiento de 283 m<sup>2</sup>, correspondiendo al 7,75 % del total de la superficie. Esta superficie comprende un total de 10 plazas de 4,5 m de longitud y 2,5 m de ancho más su área de maniobra, situadas en la parte delantera del pórtico principal. Así mismo contará con una superficie de almacenaje de aproximadamente 175 m<sup>2</sup> en la parte izquierda de la nave.

Para la construcción de la nave, se ha seguido la normativa del *Plan General de Ordenación Urbana* (PGOU) de San Antonio de Benagéber publicado el 22 de mayo de 2008 en el *Boletín Oficial de la Provincia de Valencia* (nº 121). En su articulado se destacan los parámetros de ocupación y construcción.

En relación a la nave en términos de la parcela, la superficie mínima de la parcela edificable será de 1000 m<sup>2</sup>, con un frente de fachada de al menos 20 m en todos sus lados.

Continuando con aspectos relacionados con la nave, referentes al volumen y la forma, se puede edificar la totalidad de la superficie de la parcela. Es importante señalar que, en cuanto al retranqueo, las edificaciones se separan un mínimo de 5 m en su lado derecho, aproximadamente 30 m en su lado izquierdo, y 15 m en el frontal, sin existir separación del linde en la parte trasera. La normativa establece una separación mínima de 4 m respecto a los viales, pero no exige ningún retranqueo de las edificaciones en los lindes de las parcelas. Además, la superficie edificable máxima en la parcela se limita a 0.9992 m<sup>2</sup>t / m<sup>2</sup>s.

En la siguiente tabla, se presentan las comparaciones entre estas características más relevantes del PGOU de Benagéber y las de la nave de este proyecto (Tabla 4):

Tabla 4.- Comparativa de requerimientos

ORDENANZA MUNICIPAL		Solución propuesta	
Parcela mínima edificable	1000 m <sup>2</sup>	1575 m <sup>2</sup>	CUMPLE
Ocupación de parcela mínima	70 %	43,15 %	CUMPLE
Número máximo de plantas	2	1	CUMPLE
Separación a viales	4 m	8 m	CUMPLE
Altura máxima	12 m	9,839 m	CUMPLE
Frente mínimo de fachada	20 m	35 m	CUMPLE

## 9. Solución estructural

### 9.1. Elementos estructurales

#### 9.1.1. Introducción

La estructura de esta nave industrial se compone de distintos pórticos, caracterizados por una configuración de dos aguas. Estos pórticos están separados entre sí por una distancia de crujía de 5 m. Los pilares de cada pórtico se encuentran empotrados en sus bases y son articulados en la parte superior, donde se apoyan las jácenas. En cuanto al pórtico frontal, incluye una puerta de dimensiones estándar de 4 × 4 m, diseñada para facilitar la entrada y salida de camiones. Por otra parte, la nave contará con otra puerta de 4 × 4 m en el lado izquierdo para que pueda ir la mercancía a la zona de almacenaje y facilitar la salida de residuos (Figura 9).

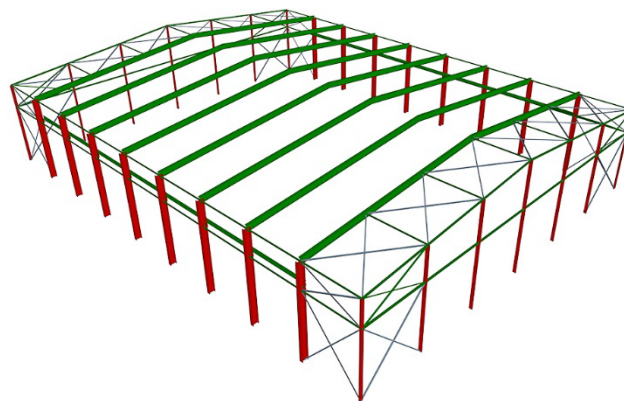


Figura 9.- Nave completa vista desde delante

#### 9.1.2. Pórtico interior

La configuración de pórtico interior abarca desde el segundo hasta el penúltimo pórtico. Este está compuesto por pilares de 8 m de tipo HE 400 B y por jácenas tipo IPE 500 y 17,596 m de longitud. En su punto más alto, la cumbrera del pórtico alcanza los 9,839 m.

Adicionalmente, a una altura de 6 m y empotrados en los pilares laterales del pórtico interior en la parte interior de estos, se ubican los soportes para la viga carrilera sobre la cual se desplaza el puente

grúa. Estos soportes están conformados por barras IPE 330, tienen una longitud de 0,5 m Y sobre los cuales discurrirán las vigas carrileras del tipo IPE270 (Figura 10).

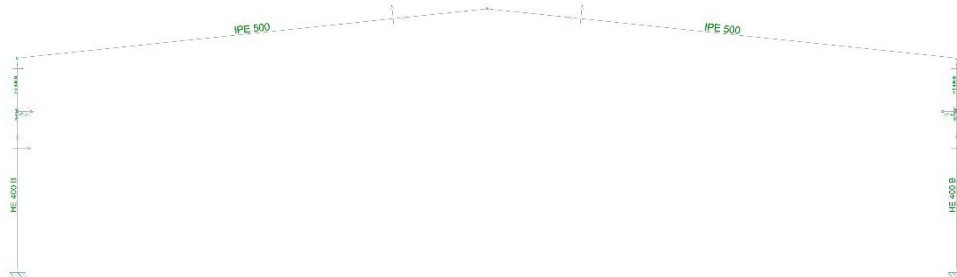


Figura 10.- Pórtico interior

### 9.1.3. Pórtico de fachada

Los pórticos de la fachada, tanto el frontal como el trasero, constan de 7 pilares IPE 270 separados por una distancia de 5,833 m entre sí. En uno de los espacios entre pilares se ubicará una puerta de 4 x 4 m destinada a la entrada y salida de mercancías. Sobre estos pilares, se apoyará una viga tipo SHS 120 x 3.0 con una longitud igual a la luz del pórtico, que es de 35 m.

Las jácenas de los pórticos de la fachada son de menor peso en comparación con las interiores, utilizando en este caso perfiles IPE 160. Además, entre las parejas de los pilares extremos se colocarán tirantes tipo L 80x 80x 8 en la parte inferior de la viga SHS 120x 3.0, dispuestos en configuración diagonal. En la parte superior de esta viga, se instalarán vigas tipo L 80x 80 x 8, también dispuestas en configuración diagonal (Figura 11).

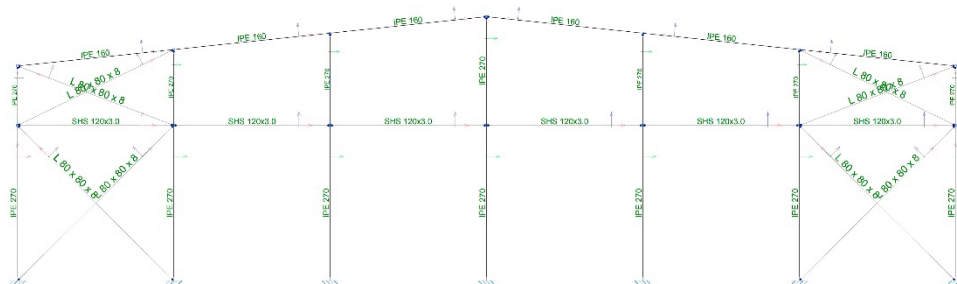


Figura 11.- Pórtico de fachada

### 9.1.4. Correas

Los cerramientos de la nave, tanto en la cubierta como en los laterales, se han diseñado en formato tipo sándwich. Estos cerramientos trasladarán sus cargas a las correas, razón por la cual se han dispuesto tanto en la cubierta como en los laterales de la nave.

Para la cubierta, se han instalado 20 correas (10 en cada faldón) del tipo CF-140 × 3.0, con una separación de 1,89 m entre correas y ocupando tres vanos, las cuales se fijarán mediante tornillos a la estructura. En cuanto a los laterales, se han dispuesto 10 correas (5 en cada lateral), también del tipo CF-140 × 3.0, con una separación de 1,90 m y ocupando tres vanos. Estas también se fijarán mediante tornillos a la estructura. Todas las correas están fabricadas con acero del tipo S235, y se ha establecido un límite de flecha con un valor restringido a L/300.

En las ilustraciones siguientes, se presenta detalladamente la forma y distribución de tipo de correa empleada (Figura 12), visualizadas desde una vista frontal del pórtico interior (Figura 13).

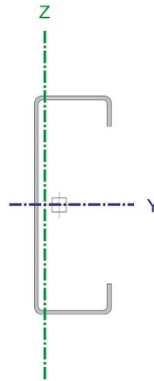


Figura 12- Correa lateral

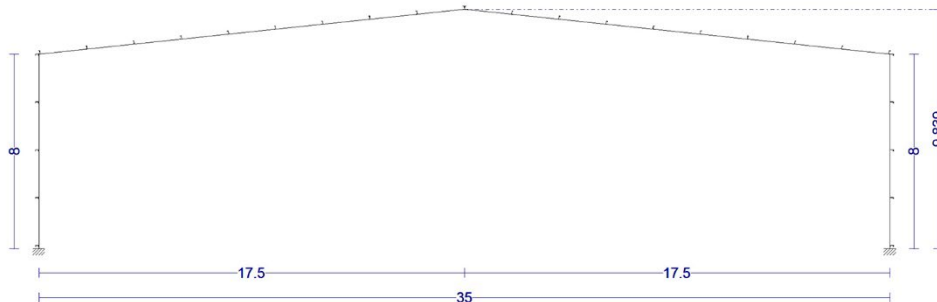


Figura 13.- Distribución de las correas

#### 9.1.5. Cruces de San Andrés

Las cruces de San Andrés desempeñan un papel muy importante al asegurar un sólido arriostramiento de la fachada lateral. Esta disposición se elige debido a la variabilidad del viento, que puede generar fuerzas de presión o succión. Es importante destacar que la cabeza de estas cruces cumple la función de apoyar los montantes.

Se han empleado perfiles en L para asegurar un rendimiento óptimo al operar bajo tensiones, específicamente perfiles L 80 × 80 × 8 para los tirantes inferiores y superiores que refuerzan el recuadro inferior de dimensiones 5 × 5,7876 m, así como el recuadro superior de dimensiones 5 × 2,2124 m.

En la imagen adjunta, se pueden observar las cruces de San Andrés estratégicamente ubicadas sobre la fachada lateral (Figura 14).

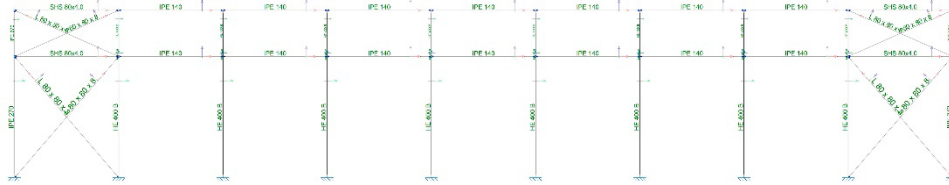


Figura 14.- Lateral de la nave

### 9.1.6. Viga perimetral

La viga perimetral se extiende apoyada sobre las cabezas de los pilares de los pórticos interiores de la nave, brindándole estabilidad. Se emplearán perfiles IPE 140 para su construcción, y consta de dos niveles, ubicados a alturas de 5,7876 m y 8 m, respectivamente. Marcada en color verde en la figura anterior para una visualización más clara.

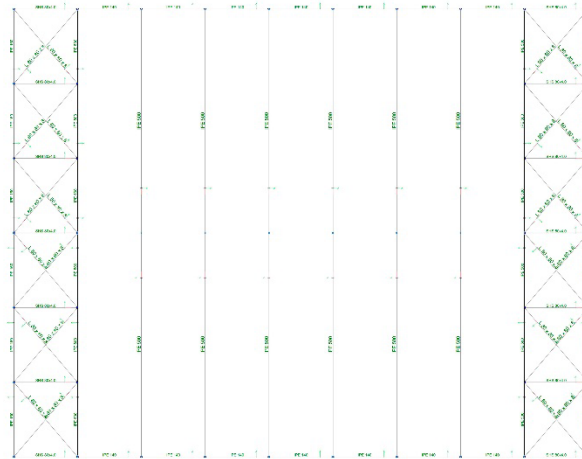
### 9.1.7. Viga contraviento

La viga contraviento está diseñada para resistir las fuerzas laterales y no se ve afectada por las cargas gravitatorias, ya que estas se transfieren a través de las correas, luego a la jácena, al pilar y finalmente a la cimentación. Sin embargo, es importante considerar el peso propio de las barras que forman las diagonales del sistema contraviento de arriostramiento en cubierta, especialmente cuando la longitud de estas barras supera los seis metros, ya que pueden generar momentos flectores significativos. El software CYPE 3D automatiza la inclusión del peso de estas barras.

Para un análisis más detallado, podemos dividir la viga contraviento en dos componentes: los montantes, que trabajan bajo compresión, y las diagonales, que lo hacen bajo tracción sin riesgo de pandeo. En este caso, la configuración de las barras sigue el tipo Pratt y se ubican en el primer y último vano. Los perfiles seleccionados son de tipo L 80 × 80 × 8 para las diagonales y SHS 80 × 4.0 tanto para los montantes interiores como exteriores.

La figura 15 muestra una representación visual de la cubierta, destacando el sistema contraviento de cubierta en los vanos extremos.





15

### 9.1.8. Uniones

En relación con las uniones más significativas, excluyendo las placas de anclaje que se abordarán en el siguiente punto, es importante destacar que estas serán soldadas en el lugar de la obra.

En el caso de la unión de la cabeza de los pilares de los pórticos con la jácena y la viga perimetral, el pilar tendrá un recorte en el extremo de acuerdo con la viga de la jácena, con una longitud de prolongación de 23 mm además contará con una placa de refuerzo de 14 mm de espesor soldada al alma de la pieza con un espesor de garganta de 7 mm. En cuanto a la soldadura de la jácena, el alma se ejecutará con un espesor de garganta de 5 mm, mientras que la soldadura de las alas tendrá un espesor de 10 mm. Así mismo, las vigas perimetrales contarán con una soldadura del alma con un espesor de garganta de 3 mm. En la imagen (Figura 18) siguiente se puede apreciar que el cordón de soldadura del pilar con la viga IPE 500 (empotramiento) es considerablemente más extenso (428 mm frente a 75 mm) en comparación con las vigas IPE 140 (articulación) (Figura 16).

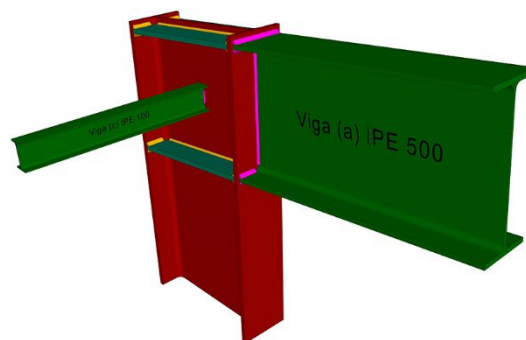


Figura 16.- Unión de la cabeza del pilar del pórtico

Otra unión relevante para destacar es la de los pilares de los pórticos interiores con los soportes para la viga carrilera. En este caso, el pilar no requiere ningún tipo de recorte, ya que la conexión no se realiza en la cabeza del mismo, sino a una altura de 6 m. Por otro lado, la viga, de tipo IPE 330, que se empotra en el pilar, se ejecutará con una soldadura del alma de 5 mm de garganta y 271 mm de longitud, y una soldadura de las alas con 7 mm de espesor (Figura 17).

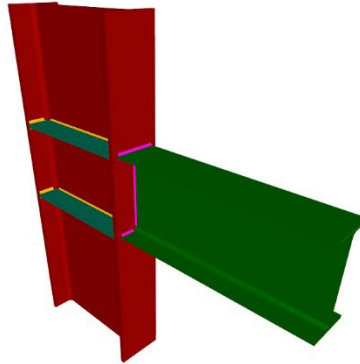


Figura 17.- Unión de pilares traseros con el forjado

#### 9.1.9. Placas de anclaje

Las placas de anclaje desempeñan un papel esencial al unir los pilares con los elementos de cimentación, transmitiendo esfuerzos entre ambos componentes en la construcción. En la nave a erigir, se emplearán placas de pernos roscados, soldando los pilares a estas placas, y en su mayoría, se utilizarán cartelas de rigidez para mejorar la capacidad de la placa para resistir flexiones.

Para la base de los pilares de los pórticos interiores, se utilizarán placas con un espesor de 25 mm y dimensiones de 750 × 750 mm. Además, se instalarán dos cartelas con un espesor de 10 mm y su altura, que se extenderá a 200 mm en la zona de contacto con el perfil del pilar. Los pernos, con un diámetro de 40 mm y una longitud de 75 cm, serán colocados en cada esquina, totalizando 4 pernos. El extremo de estos pernos se anclará a la cimentación mediante patillas a 90 grados, todas orientadas hacia el centro (Figura 18).

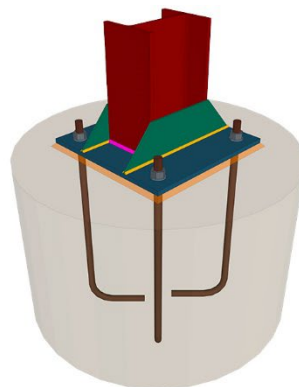
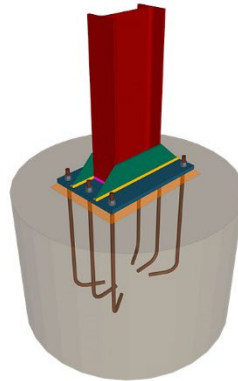


Figura 18.- Placa anclaje pilar pórtico interior

Por otra parte, para los pilares de los pórticos de fachada delantero y trasero, se emplearán placas con un espesor de 18 m y dimensiones de 350 × 500 mm. Asimismo, se agregarán dos cartelas con un espesor de 6 mm y sin altura, siendo de 100 mm en la zona de contacto con el perfil del pilar. Se utilizarán seis pernos, tres en cada lateral, con un diámetro de 20 mm y una longitud de 35 cm.

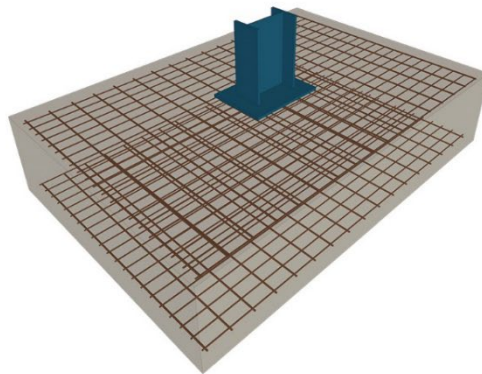
El extremo de estos pernos también tendrá una configuración de patilla a 90 grados, dirigida hacia el centro (Figura 19).



*Figura 19.- Placa anclaje pilar pórtico fachada delantero y trasero*

#### 9.1.10. Cimentaciones

Las zapatas empleadas para los pilares de los pórticos interiores son de forma rectangular, con dimensiones de 255 × 375 cm y un canto de 85 cm. Además de la parrilla inferior, se ha incorporado otra superior, ambas armadas con barras de 20 mm de diámetro en la dirección del eje X e Y. La separación entre barras es de 27 cm en el eje X y de 28 cm en el eje Y (Figura 20).



*Figura 20.- Zapata rectangular pilares pórticos interiores*

Por otro lado, para los pilares exteriores del pórtico de fachada delantero se emplean zapatas cuadradas de 280 cm de lado con un canto de 65 cm. Estas tendrán un armado con parrilla tanto inferior como superior, con barras de 12 cm de diámetro situadas cada 13 cm (Figura 21).

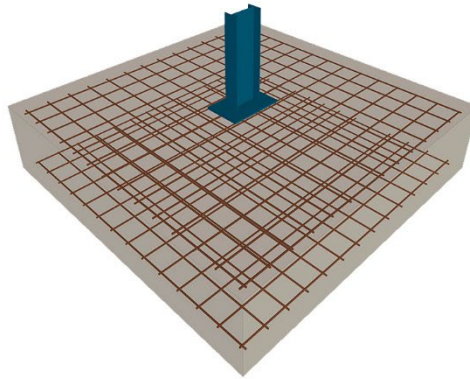


Figura 21.- Pilares exteriores del pórtico de fachada delantera

Los pilares interiores del pórtico de fachada delantero también tienen zapatas rectangulares de 225 × 320 cm de lado y 70 cm de canto, con armaduras de parrilla inferior y superior. Estas están compuestas por barras de 12 cm de diámetro en la dirección del eje X y de 16 cm en la dirección del eje Y, con una separación de 12 cm en el eje X y 20 cm en el eje Y entre cada barra (Figura 22).

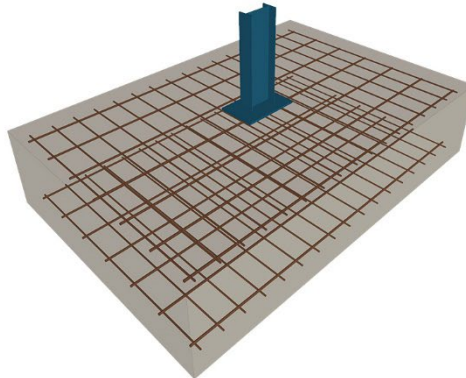


Figura 22.- Pilares interiores del pórtico de fachada

Por último, para todos los pilares del pórtico de fachada trasero se emplearán zapatas rectangulares excéntricas de 200 × 400 cm con un canto de 90 cm, para el caso de los pilares exteriores. Estas tendrán un armado con parrilla tanto inferior como superior, con barras de 20 cm de diámetro en la dirección del eje X y de 16 cm en la dirección del eje Y, separadas cada 26 cm en X y cada 16 cm en Y. En el caso de los pilares interiores de este mismo pórtico serán de 325 × 175 cm con un canto de 75 cm. Estas también tendrán un armado con parrilla tanto inferior como superior, con barras de 20 cm de diámetro en la dirección del eje X y de 16 cm en la dirección del eje Y, separadas esta vez 30 cm en X y cada 20 cm en Y (Figura 23).

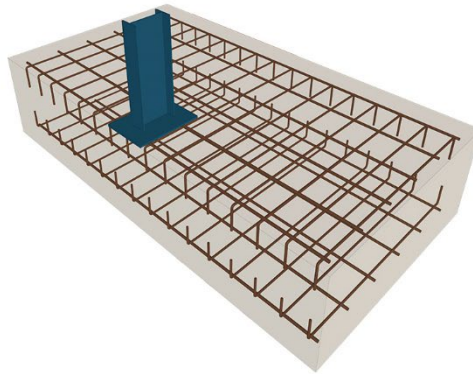


Figura 23.- Pilares del pórtico de fachada trasero

En la siguiente imagen se puede ver la posición de las zapatas, así como el tipo utilizado para cada una de ellas (Figura 24).

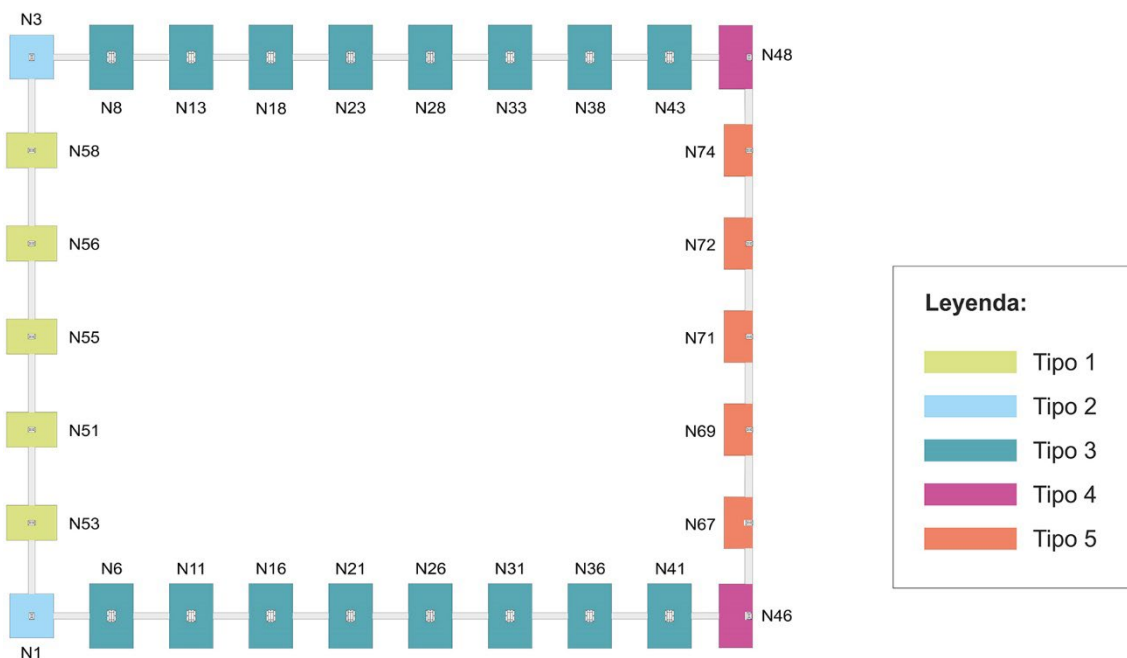
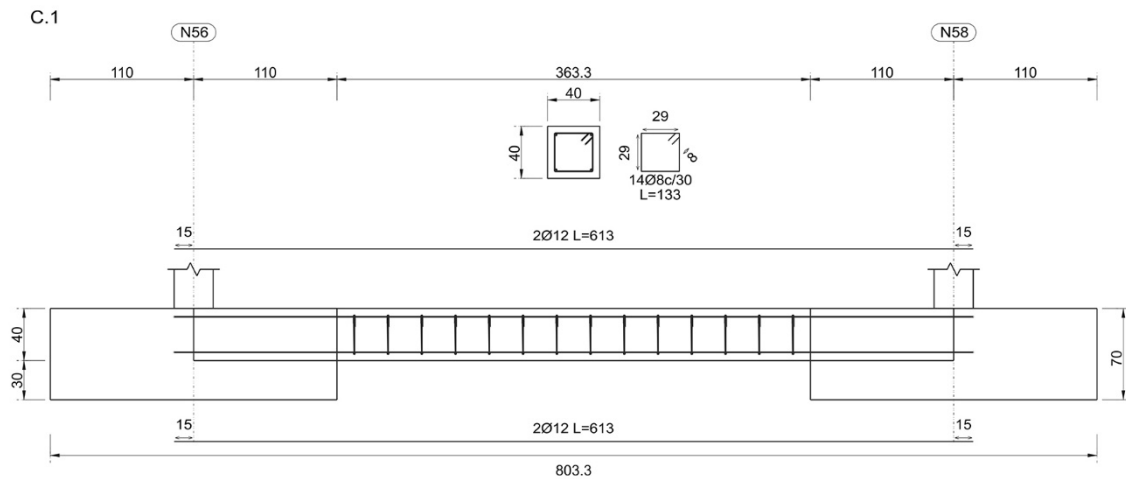


Figura 24.- Cimentación

### 9.1.11. Vigas de atado

Según las disposiciones del Código Técnico de la Edificación, Documento Básico SE-C, se recomienda conectar las zapatas aisladas mediante la instalación de vigas de atado. Esta medida tiene como objetivo prevenir posibles desplazamientos horizontales relativos entre las zapatas.

Las vigas de atado comparten características y dimensiones transversales uniformes en toda la estructura, si bien su longitud varía en función de las zapatas que están uniendo. En la siguiente figura se presenta detalladamente la geometría de la viga de atado, así como la conexión de las zapatas con estos elementos (Figura 25).



## 9.2. Solución constructiva

### 9.2.1. Puente grúa

Los puentes grúa son máquinas diseñadas para la elevación y transporte de elementos pesados, comúnmente utilizadas en procesos de almacenamiento o fabricación. Debido al ancho de la nave que debe cubrir el puente y atendiendo a su capacidad de carga necesaria se ha optado por un puente grúa de tipo birrail con una capacidad de 25 T (Figura 26).



Figura 26.- Puente grúa de tipo birrail. Fuente: ABUS, sistemas de grúas

### 9.2.2. Cerramientos

Los cerramientos elegidos para la cubierta y laterales de la nave son de tipo sándwich, confeccionados a partir de aluminio y poliuretano. Estos paneles se sujetan mediante un sistema de fijación oculta mediante tornillos autorroscantes, generando una carga de 0,15 kN/m<sup>2</sup>, como ya se mencionó previamente. Con un espesor de 50 mm, ancho de 1 m y longitud de 5,50 m, se cortarán en secciones según sea necesario. La fijación se realizará a las correas, asegurándose de que no queden adyacentes entre sí para prevenir la entrada de polvo, agua u otras sustancias que puedan provocar suciedad o humedad.

Estos paneles no solo cumplen con requisitos funcionales, sino que también ofrecen diversas ventajas destacables, como su eficaz aislamiento térmico y acústico, su resistencia y durabilidad probadas, así como su montaje sencillo y mantenimiento fácil de llevar a cabo (Figura 27).

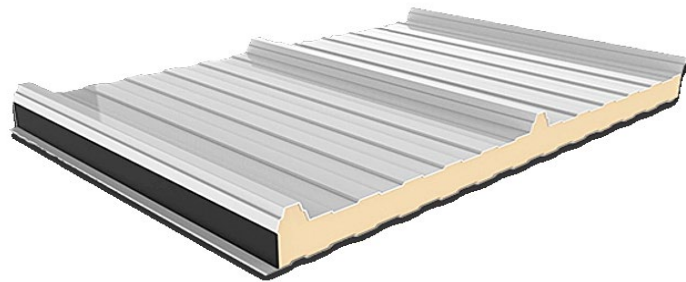


Figura 27.- Panel tipo sándwich

Además, implementarán dos puertas de 4 × 4 m, situadas en la fachada delantera y el lateral izquierdo respectivamente, para cerrar el acceso por el cual ingresan y salen los camiones que transportan mercancías. Estas puertas son especialmente apropiadas para naves industriales con limitaciones de espacio y permiten una rápida apertura y cierre de la misma.

### 9.2.3. Solera industrial

Tanto para el pavimento industrial como para el aparcamiento, se ejecutará una solera. Esto es una losa de hormigón de 20 cm de espesor que contará con juntas cada 5 × 5 m en el exterior, estando algo más distanciadas en el interior.

#### 9.2.4. Evacuación de aguas

Se implementarán canalones en el extremo de la cubierta para gestionar la evacuación de aguas pluviales con el ancho necesario, según los cálculos pertinentes. Estos canalones, estratégicamente colocados, seguirán la periferia de la nave y se fijarán mediante tornillos, asegurando no solo una instalación segura y efectiva, sino también un eficiente control del flujo de aguas para mantener la integridad y durabilidad de la estructura (Figura 28).



*Figura 28.- Evacuación de aguas*

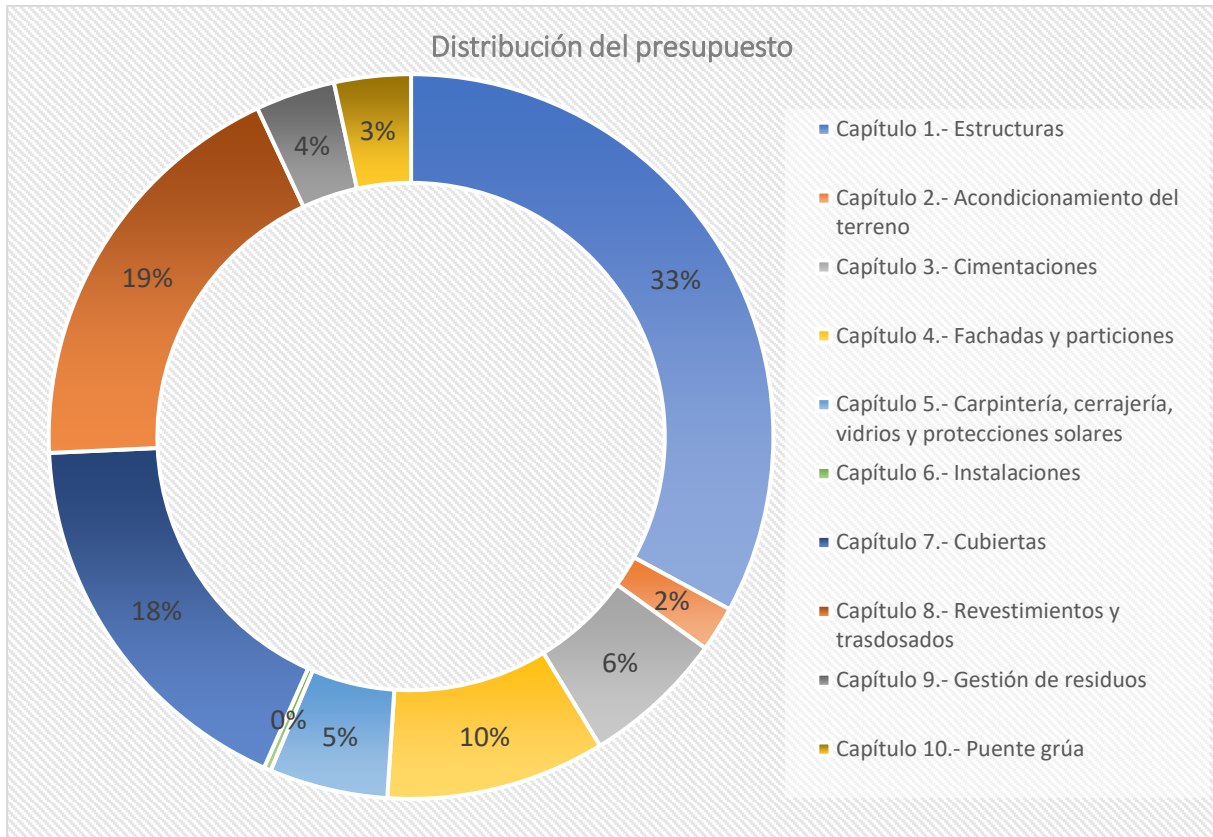


## 10. Presupuesto

Capítulos		Precio (€)
<b>Capítulo 1.- Estructuras</b>		<b>211.942,11</b>
	1.1.- Acero	211.942,11
<b>Capítulo 2.- Acondicionamiento del terreno</b>		<b>12.985,12</b>
	2.1.- Movimiento de tierras en edificación	12.985,12
	2.1.1.- Desbroce y limpieza	7.519,00
	2.1.2.- Excavaciones	5.466,12
<b>Capítulo 3.- Cimentaciones</b>		<b>40.851,24</b>
	3.1.- Regularización	2.202,20
	3.1.1.- Hormigón de limpieza	2.202,20
	3.2.- Superficiales	33.229,26
	3.2.1.- Zapatas	33.229,26
	3.3.- Arriostramientos	5.419,78
	3.3.1.- Vigas entre zapatas	5.419,78
<b>Capítulo 4.- Fachadas y particiones</b>		<b>62.984,32</b>
	4.1.- Fachadas ligeras	62.984,32
	4.1.1.- De chapas de acero y paneles sándwich	62.984,32
<b>Capítulo 5.- Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares</b>		<b>34.037,36</b>
	5.1.- Carpintería	26.201,38
	5.1.1.- De aluminio	26.201,38
	5.3.- Puertas de uso industrial	7.835,98
	5.3.1.- De paneles sándwich aislantes metálicos	7.835,98
<b>Capítulo 6.- Instalaciones</b>		<b>2.042,56</b>
	6.1.- Evacuación de aguas	2.042,56
	6.1.1.- Bajantes	199,36
	6.1.2.- Canalones	1.843,20
<b>Capítulo 7.- Cubiertas</b>		<b>113.531,15</b>
	7.1.- Componentes de cubiertas inclinadas	113.531,15
	7.1.1.- De chapas de acero y paneles sándwich	113.531,15
<b>Capítulo 8.- Revestimientos y trasdosados</b>		<b>120.778,50</b>
	8.1.- Pavimentos	120.778,50
	8.1.1.- Sistemas de pavimentos industriales y decorativos	120.778,50
<b>Capítulo 9.- Gestión de residuos</b>		<b>22.866,28</b>
	9.1.- Gestión de tierras	8.338,12
	9.1.1.- Transporte de tierras	5.562,84
	9.1.2.- Entrega de tierras a gestor autorizado	2.775,28
	9.2.- Gestión de residuos vegetales	14.528,16
	9.2.1.- Transporte de residuos vegetales	7.624,32
	9.2.2.- Entrega de residuos vegetales a gestor autorizado	6.903,84
<b>Capítulo 10.- Puente grúa</b>		<b>22.000</b>

	<b>Presupuesto de ejecución material</b>	<b>644.018,64</b>
	13% de gastos generales	83.722,42
	6% de beneficio industrial	38.641,12
	<b>Suma</b>	<b>766.382,18</b>
	21% IVA	160.940,26
	<b>Presupuesto de ejecución por contrata</b>	<b>927.322,44</b>

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de NOVECIENTOS VEINTISIETE MIL TRESCIENTOS VEINTIDOS EURSOS CON CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS.



## 11. Bibliografía

- Apuntes de la asignatura CAD básico en ingeniería de la construcción* (curso básico CYPE 3D, Héctor Saura Arnau).
- Apuntes de la asignatura de proyectos*, Departamento de proyectos de ingeniería (DPI).
- Containex. Conjunto modular de oficinas. <https://www.containex.com/es/es>. [Consulta: 21 de octubre de 2023]
- Documento Básico de Seguridad Estructural Acciones en la edificación (DB SE-AE)*, <https://www.codigotecnico.org/>. [Consulta: 5 de octubre de 2023]
- Documento Básico de Seguridad Estructural Acero (DB SE-A)*. <https://www.codigotecnico.org/>. [Consulta: 5 de octubre de 2023]
- Documento Básico de Seguridad Estructural Cimientos (DB SE-C)*. <https://www.codigotecnico.org/>. [Consulta: 5 de julio de 2023]
- Documento Básico de Seguridad Estructural de las Acciones en la Edificación (CTE DB SE - AE)*. <https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/SE/DBSE-AE.pdf> [Consulta: 2 de octubre de 2023]
- Documento Básico de Seguridad Estructural de los Cimientos (CTE DB SE-C)*. <https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/SE/DBSE-C.pdf> [Consulta: 2 de octubre de 2023]
- Gómez-Senent Martínez, E. et. alt. (1997). *Cuadernos de ingeniería de proyectos I: Diseño básico (anteproyecto) de plantas industriales. Apuntes de la asignatura de construcción, unidad docente de construcciones industriales (U.D.CAI)*. Univeristat Politècnica de València.
- Hryso. <https://www.chryso.es/>. [Consulta: 2 de septiembre de 2023]
- Información sobre cubiertas y fachadas*. <https://www.cubiertas2h.com/> [Consulta: 2 de octubre de 2023]
- Instrucción de hormigón estructural (EHE-08)*. [https://www.mitma.gob.es/recursos\\_mfom/1820100.pdf](https://www.mitma.gob.es/recursos_mfom/1820100.pdf). [Consulta: 5 de julio de 2023]
- Ledoor Levante S.L. Empresa especializada en diseño, construcción y mantenimiento tanto de cámaras frigoríficas, como de puertas industriales. <https://ledoor.es/>. [Consulta: 21 de octubre de 2023]
- Plan General de Ordenación Urbana (PGOU)* de San Antonio de Benageber publicado el 22 de mayo de 2008 en el *Boletín Oficial de la Provincia de Valencia* (nº 121).
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, Código Técnico de la Edificación (CTE)*, <https://www.codigotecnico.org/>. [Consulta: 5 de octubre de 2023]
- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural*. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2021/06/29/470> [Consulta: 5 de octubre de 2023]



## 2. Anexo de cálculo



## Índice del anexo de cálculo

1. Introducción.....	38
2. Acciones.....	38
2.1. Cargas permanentes .....	38
2.2. Sobrecarga de uso.....	38
2.3. Acción del viento.....	42
2.4. Nieve .....	43
2.5. Materiales empleados .....	45
2.5.1. Hormigón.....	45
2.5.2. Acero .....	45
3. Comprobación de los elementos estructurales.....	47
3.1. Correas de cubierta.....	47
3.1.1. Comprobación de resistencia.....	47
3.1.2. Comprobación de flecha .....	50
3.2. Correas laterales .....	51
3.2.1. Comprobación de resistencia.....	51
3.2.2. Comprobación de flecha .....	54
3.3. Pórtico interior.....	55
3.3.1. Descripción de barras.....	55
3.3.2. Resistencia.....	55
3.3.3. Flechas.....	56
3.3.4. Comprobaciones E.L.U. ....	57
3.4. Pórtico de fachada .....	57
3.4.1. Descripción de barras.....	57



3.4.2. Resistencia.....	58
3.4.3. Flechas.....	58
3.4.4. Comprobaciones E.L.U. ....	59
3.5. Arriostramiento de cubierta .....	60
3.5.1. Descripción de barras.....	60
3.5.2. Resistencia.....	61
3.5.3. Flechas.....	61
3.5.4. Comprobaciones E.L.U. ....	61
3.6. Arriostramiento lateral .....	62
3.6.1. Descripción de barras.....	63
3.6.2. Resistencia.....	63
3.6.3. Flechas.....	63
3.6.4. Comprobaciones E.L.U. ....	64
3.7. Viga carrilera .....	64
3.7.1. Descripción de barras.....	65
3.7.2. Resistencia.....	65
3.7.3. Flechas.....	66
3.7.4. Comprobaciones E.L.U. ....	66
4. Uniones .....	66
4.1. Tipo 1.....	67
4.2. Tipo 2.....	71
5. Cimentación.....	74
5.1. Zapatas.....	74
5.2. Vigas de atado.....	77

## 1. Introducción

Se utilizó el programa CYPE (CYPE3D y generador de pórticos) para analizar las uniones y perfiles de las barras que forman la estructura. Se configuraron cuatro modelos clave: barras, cargas, pandeo y flechas.

En el modelo de barras, se introdujo la geometría de la nave, especificando dimensiones, relaciones y detalles de nudos, secciones y materiales con orientación. Así como, el modelo de cargas detalla las acciones en la nave, clasificándolas por origen, naturaleza y categoría de uso. Además, para el modelo de pandeo aplicó coeficientes en ambos planos. Y finalmente, en el modelo de flechas, se definió la alineación de las barras, asignando tipos de flechas para verificar, junto con valores límite.

Los resultados y comprobaciones de los elementos clave de la nave se presentarán en los siguientes apartados.

## 2. Acciones

### 2.1. Cargas permanentes

Se van a utilizar unos cerramientos de panel tipo sándwich tanto en la cubierta como en los laterales, asumiendo una carga de 0,15 kN/m<sup>2</sup>.

También hay que tener en cuenta el peso que generan las correas. Para la cubierta y laterales se utilizarán correas tipo CF-140 × 3,0, con una separación de 1,9 m entre correas. El peso de las correas de cubierta será de 0,034 kN/m<sup>2</sup>, mientras que para las correas de los laterales será de 0,017 kN/m<sup>2</sup>.

### 2.2. Sobrecarga de uso

La nave se ha diseñado para una categoría de uso G1 (cubiertas accesibles únicamente con el resto de acciones variables), asumiendo para ello una sobrecarga de 0,4 kN/m<sup>2</sup>.

Se ha considerado el impacto de un puente grúa birrail con capacidad de carga de 25 T el cual discurrirá por unas vigas carrileras del tipo IPE 270 apoyadas sobre ménsulas soldadas a los pilares de los pórticos interiores. Estas ménsulas estarán formadas por perfiles del tipo IPE 330. Los parámetros relevantes, como la distancia de luz entre ejes, la anchura del motor y la separación entre ruedas, han sido tenidos en cuenta para determinar los valores de carga máxima y mínima.

Este tipo de puente grúa consta de 2 carriles (birrail) y tiene una capacidad máxima de carga de 25 toneladas. Al revisar las especificaciones proporcionadas por el fabricante, observamos que la reacción máxima y mínima verticales en las ruedas para una luz de 30 metros es de 185,45 kN y 57,47 kN, respectivamente, siendo 1/10 de estas sus respectivas reacciones en su eje horizontal (Tabla 5).

Tabla 5.- Datos del puente grúa birrail

25000	50x30	8,50	4	GHF-8/2	6	5000	750	1467	1467	415	1685	2240	3600	4015	105	315	10748	2979	896	179
						5000				370	1355	1800	3100	3515			12312	2527	1026	205
						6500				270	1455	"	"	"			12680	2163	1079	220
						8000				170	1555	"	"	"			13277	1988	1273	388
						12500				70	1655	"	3600	4015			14224	2060	1685	737
	18000	-129	1855	"	"	"	14981	2445	2190	1192										
	23000	-133	1859	"	"	"	15309	2677	2398	1377										
	25000	-343	2069	"	"	"	16131	3171	3202	2086										
	27000	465	1259	"	"	4190	17128	5102	3680	2485										
	30000	"	"	"	"	4200	18192	5110	4009	2790										
												130	400	18911	5860	3980	2720			

Los valores extraídos de esta tabla son la separación de entre ruedas de 4,20 m, la luz total del puente grúa de 30 m y los valores de R<sub>máx</sub> de 185,45 kN y una R<sub>min</sub> de 57,47 kN.

La Figura 29 muestra los diferentes componentes que conforman el puente grúa seleccionado, proporcionando una visión de su orientación y funcionamiento dentro de una nave industrial. Así como la Figura 30 muestra el puente grúa visto desde su perfil.

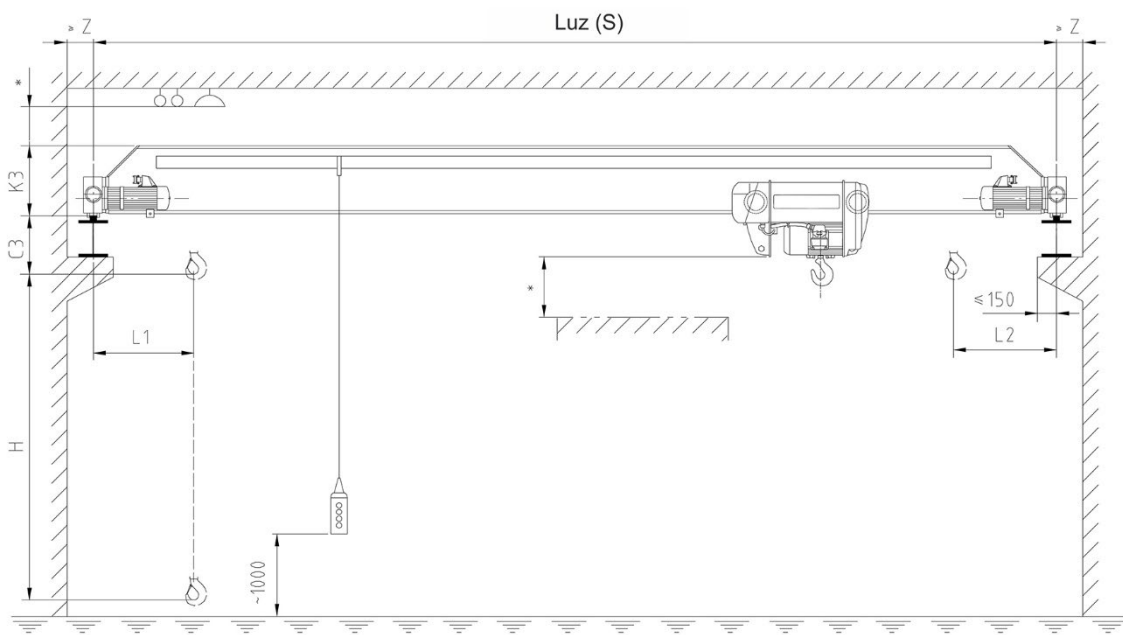


Figura 29.- Componentes que conforman el puente grúa seleccionado



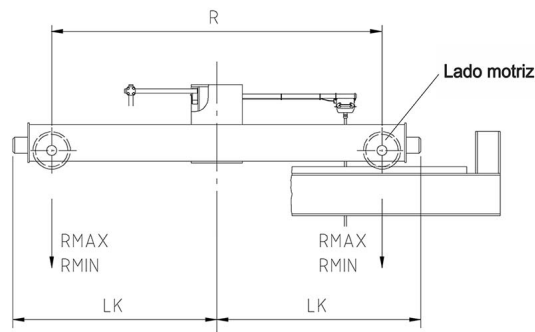


Figura 30.- Visión de perfil del puente grúa

Una vez obtenidos los valores numéricos de las cargas sobre las ruedas, se procede a realizar las hipótesis de cálculo, considerando que las vigas carrileras son biapoyadas.

La posición y orientación de las cargas del puente grúa varían según la hipótesis tomada. Las posiciones más desfavorables corresponden a que el puente grúa esté frenando en la parte izquierda de la nave, generando la carga máxima a la izquierda y la carga mínima a la derecha, y su simétrica (Figura 31).

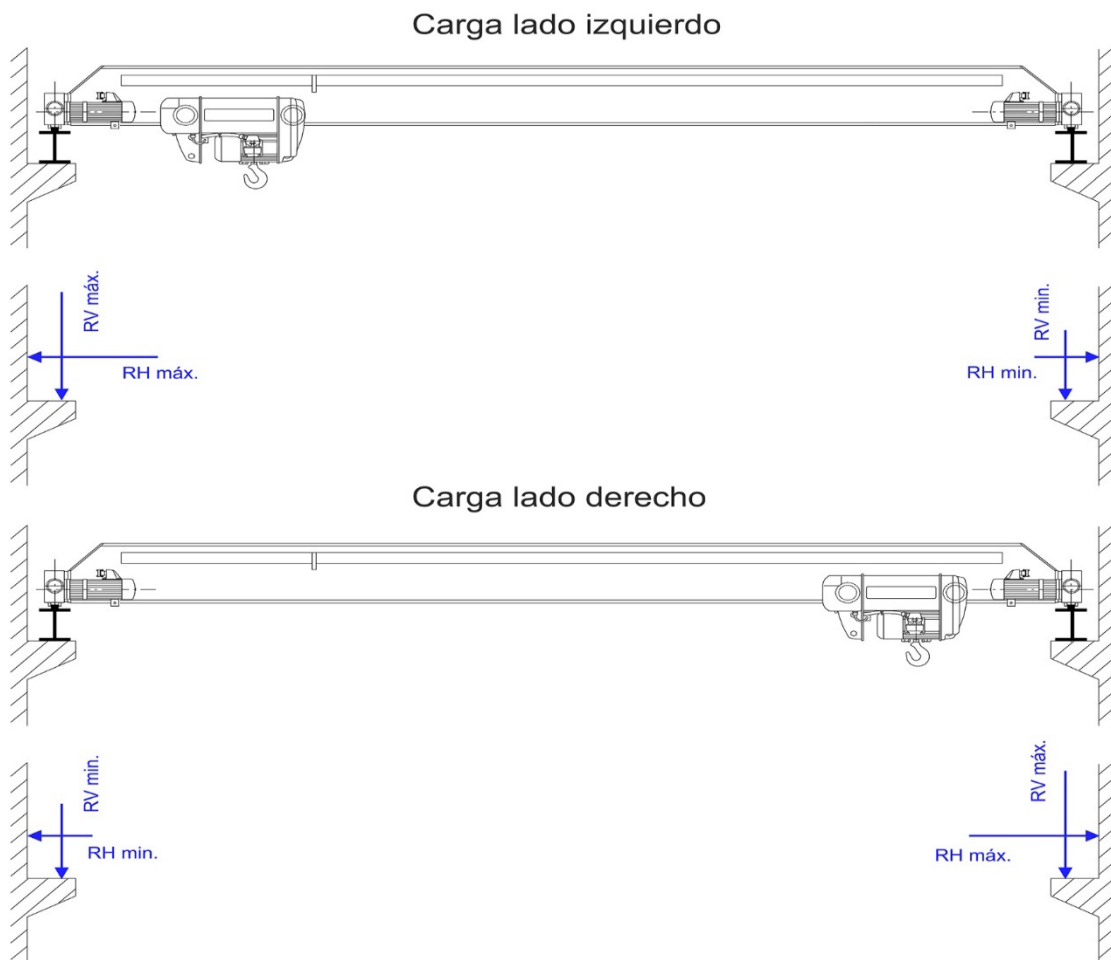


Figura 31.- Posiciones más desfavorables del polipasto sobre el puente grúa

Una vez se conocen las cargas generadas por las ruedas sobre la viga carrilera es necesario conocer la disposición de éstas generando la mayor reacción sobre el pórtico (Figura 32) y la mayor deformación y reacción sobre la viga carrilera (Figura 33).

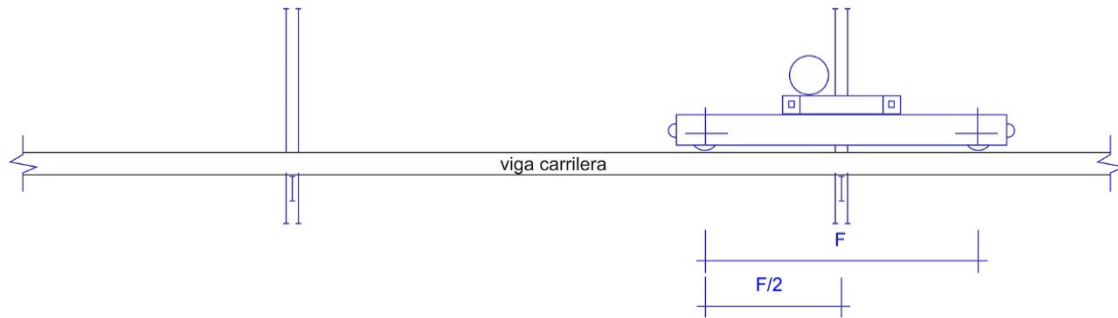


Figura 32.- Disposición de máxima reacción sobre el pórtico tipo. Fuente: Manual CYPECAD

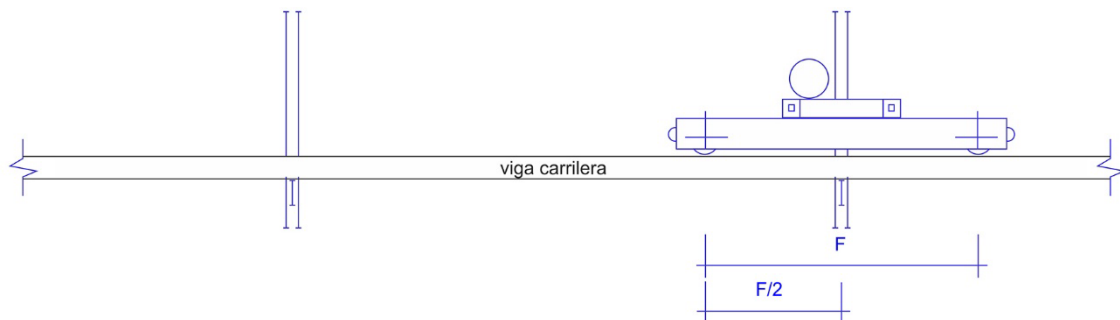


Figura 33.- Disposición de máxima reacción sobre la viga carrilera. Fuente: Manual CYPECAD

Se plantean cuatro hipótesis para el cálculo:

- Hipótesis 1: Puente grúa sobre el apoyo con la reacción máxima a la izquierda.
- Hipótesis 2: Puente grúa sobre el apoyo con la reacción máxima a la derecha.
- Hipótesis 3: Puente grúa centrado en la viga carrilera con la reacción máxima a la izquierda.
- Hipótesis 4: Puente grúa centrado en la viga carrilera con la reacción máxima a la derecha.

Las reacciones de los apoyos de la viga carrilera para cada hipótesis han sido calculadas e introducidas en el programa CYPE en forma de cargas puntuales en los apoyos para el cálculo y comprobación estructural de la nave.

La Figura 34 muestra detalladamente la colocación del puente grúa sobre la viga carrilera siendo esta del tipo IPE 270, permitiendo visualizar cómo se desplazará el puente grúa en la nave.

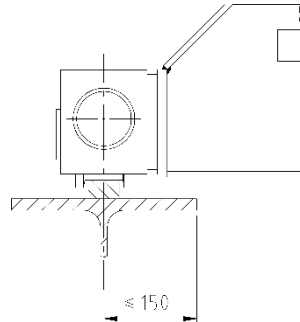


Figura 34.- Muestra de apoyo de una de las ruedas del puente grúa en la viga carrilera

### 2.3. Acción del viento

Los coeficientes de presión exterior o eólicos ( $C_{pe}$ ) están influenciados por la dirección relativa del viento, la configuración del edificio, la posición del elemento considerado (según su ubicación en la zona), y el área de influencia del elemento calculado. Para determinar la carga lateral del viento, se consultaron la tabla de parámetros verticales D.3 y la tabla correspondiente a cubiertas a un agua con la orientación del viento lateral D.5 del CTE DB SE-EA. Esto proporcionó valores de coeficiente eólico específicos para cada zona del edificio, considerando la geometría de la nave.

Es importante destacar que se han considerado diversos casos para el coeficiente eólico, teniendo en cuenta la dirección del viento sobre la nave.

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

Siendo 0 grados el viento lateral de izquierda a derecha, 180 grados el viento lateral de derecha a izquierda, 90 grados el viento frontal, y 270 grados el viento frontal posterior.

La fuerza del viento actúa generalmente de manera perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, manifestándose como presión estática ( $q_e$ ) sobre las superficies de la nave se puede expresarse como:

$$q_e = q_b \cdot c_p \cdot c_e$$

En la ecuación mencionada,  $q_b$  representa la presión dinámica del viento, la cual se ha calculado utilizando un valor de 0,42 kN/m<sup>2</sup>. Este cálculo se basa en que la ubicación de la nave se encuentra dentro de la zona A (provincia de Valencia), con una velocidad del viento de 26 m/s (Figura 35).

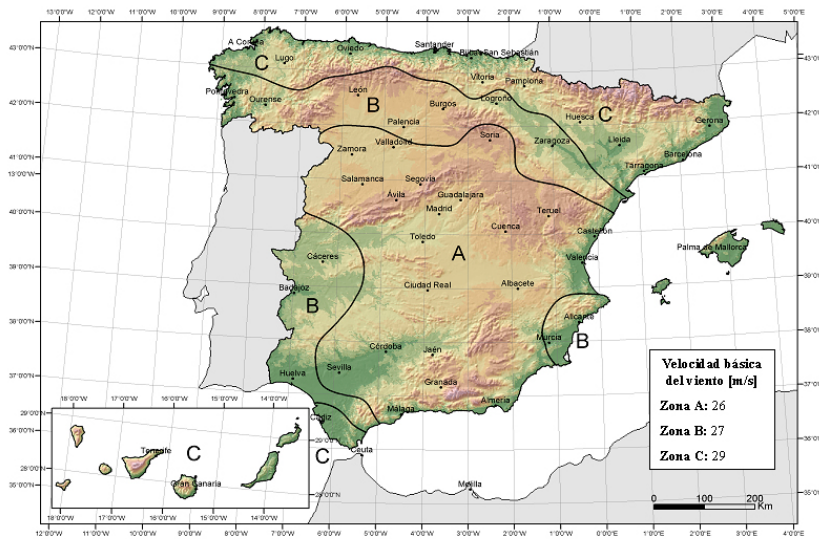


Figura 35.- Mapa de vientos en España

En cuanto al parámetro  $c_p$  expresa el coeficiente eólico, cuyo valor dependerá del caso de viento que se esté estudiando de entre los seis dichos anteriormente.

Finalmente, el parámetro  $c_e$  indica el coeficiente de exposición, variable con la altura del punto considerado, en función del grado de aspereza del entorno donde se encuentra ubicada la construcción (Tabla 6).

Tabla 6.- Valores del coeficiente de exposición  $c_e$

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 negocio de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	0,24	1,0	10,0

Atendiendo a los datos, se ha considerado un grado de aspereza de tipo IV (zona urbana en general, industrial o forestal). Se ha obtenido un valor de 1,77215 kN/m<sup>2</sup> al considerar una altura máxima de 9,839 m, que corresponde a la altura del pilar central.

## 2.4. Nieve

El territorio dónde se sitúa la nave está en una zona climática de tipo 5, y a una altitud topográfica de 116 m, además la cubierta de la nave no tendrá resaltes, cosa a destacar ya que la nieve tendrá más facilidad para deslizarse.

La carga que produce la nieve por unidad de superficie se puede obtener de la siguiente fórmula:

$$q_n = \mu(\alpha) \cdot S_k$$

El valor de  $\mu(\alpha)$  es el coeficiente de forma de la cubierta y depende de la inclinación de la misma, en este caso al estar por debajo de 30 ° (6 °), su valor es uno, es decir, la nieve no puede deslizar, mientras que el parámetro  $sk$  indica el valor característico de la carga de nieve, depende de la zona climática y de la altitud topográfica, en este caso vale 0,2kN/m<sup>2</sup>.

Se tienen en cuenta tres distribuciones de la nieve, debidas al transporte de la misma que puede producir el viento. Entre ellas están:

- Distribución simétrica de la nieve con  $\mu(\alpha)=1$  en ambos faldones. (Figura 36)

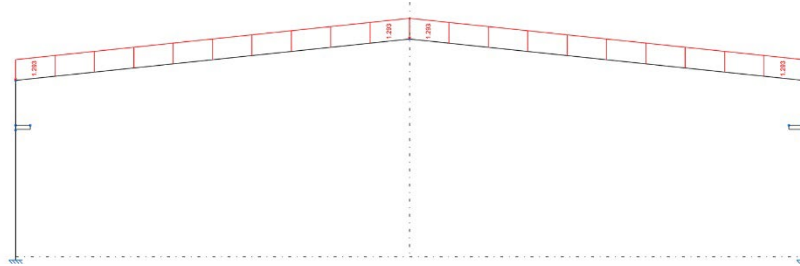


Figura 36.- Carga por nieve con distribución simétrica

- Distribución asimétrica con  $\mu(\alpha)=0,5$  en el faldón izquierdo y  $\mu(\alpha)= 1$  en el derecho. (Figura 37)

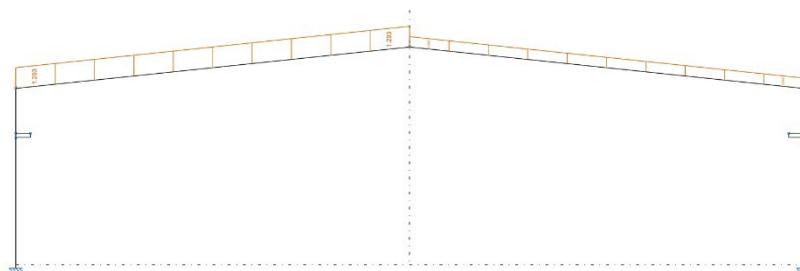


Figura 37.- Distribución asimétrica con más carga de nieve en el faldón izquierdo que en derecho

- Distribución asimétrica con  $\mu(\alpha)=0,5$  en el faldón derecho y  $\mu(\alpha)= 1$  en el izquierdo. (Figura 38)

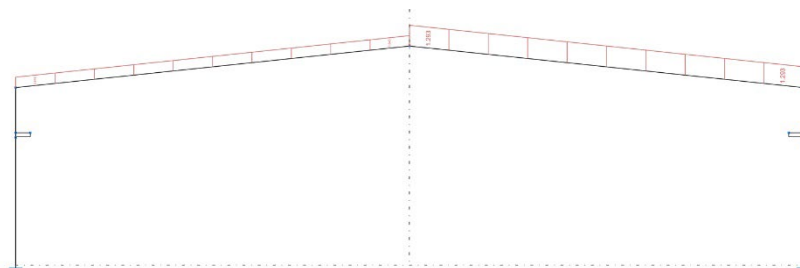


Figura 38.- Distribución asimétrica con más carga de nieve en el faldón derecho que en el izquierdo

## 2.5. Materiales empleados

### 2.5.1. Hormigón

Se eligió el hormigón HA-25/F/20/XC2 para la cimentación, asegurando resistencia y durabilidad óptimas para soportar las cargas estructurales. Este tipo de hormigón, con una resistencia de 25 MPa y exposición al agua tipo XC2, cumple con estándares necesarios.

Para el hormigón de limpieza, se utilizó el HL-150/F/20, destacado por su idoneidad en aplicaciones de limpieza. Con un contenido mínimo de cemento de 150 Kg/m<sup>3</sup>, proporciona una superficie firme y durable, esencial para la integridad y estabilidad estructural. La elección específica de estos tipos de hormigón se basa en una consideración de los requisitos estructurales y funcionales, asegurando un rendimiento confiable a lo largo del tiempo.

### 2.5.2. Acero

En la fabricación de las barras, se ha optado por el empleo de acero laminado S275, cuyas propiedades y especificaciones se detallan en la tabla adjunta. Este tipo de acero garantiza una resistencia y durabilidad adecuadas para las funciones estructurales que desempeñarán en el proyecto, proporcionando una base sólida y confiable (Tabla 7).

Tabla 7.-Propiedades acero S275

Material		E (MPa)	$\nu$	G (MPa)	$f_y$ (MPa)	$\alpha_t$ (m/m°C)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275	210000,00	0,300	81000,00	275,00	0,000012	77,01
<p>Notación:</p> <p><i>E</i>: Módulo de elasticidad</p> <p><i><math>\nu</math></i>: Módulo de Poisson</p> <p><i>G</i>: Módulo de cortadura</p> <p><i><math>f_y</math></i>: Límite elástico</p> <p><i><math>\alpha_t</math></i>: Coeficiente de dilatación</p> <p><i><math>\gamma</math></i>: Peso específico</p>							

En el caso de las correas, se ha seleccionado acero conformado S235, que presenta un límite elástico de 235 MPa y un módulo de elasticidad de 210 GPa. Esta elección se fundamenta en la necesidad de obtener un material con propiedades mecánicas específicas para las características y demandas particulares de las correas en la estructura (Tabla 8).

Tabla 8.- Propiedades del acero 235

Material		E (MPa)	$\nu$	G (MPa)	$f_y$ (MPa)	$\alpha_t$ (m/m°C)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )
Tipo	Designación						
Acero conformado	S235	210000,00	0,300	81000,00	235,00	0,000012	78,50
<p>Notación:</p> <p><i>E</i>: Módulo de elasticidad</p> <p><i><math>\nu</math></i>: Módulo de Poisson</p> <p><i>G</i>: Módulo de cortadura</p> <p><i><math>f_y</math></i>: Límite elástico</p> <p><i><math>\alpha_t</math></i>: Coeficiente de dilatación</p> <p><i><math>\gamma</math></i>: Peso específico</p>							

Finalmente, para las zapatas y vigas de atado, se ha empleado acero corrugado B 500 S (Tabla 9).

Tabla 9.- Propiedades del B 500 S

Material		E (MPa)	$\nu$	f <sub>s</sub> (MPa)	f <sub>y</sub> (MPa)	$\alpha_t$ (m/m°C)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )
Tipo	Designación						
Acero corrugado	B 500 S5	200000,00	0,300	550,00	500,00	0,000012	78,50

*Notación:*  
*E: Módulo de elasticidad*  
 *$\nu$ : Módulo de Poisson*  
*G: Módulo de cortadura*  
*f<sub>y</sub>: Límite elástico*  
 *$\alpha_t$ : Coeficiente de dilatación*  
 *$\gamma$ : Peso específico*

Además, también se muestran los tipos de perfiles empleados.

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm <sup>2</sup> )	A <sub>vy</sub> (cm <sup>2</sup> )	A <sub>vz</sub> (cm <sup>2</sup> )	I <sub>yy</sub> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>zz</sub> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> (cm <sup>4</sup> )
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275 (UNE-EN 10025-2)	1	IPE 270, (IPE)	45.90	20.66	14.83	5790.00	420.00	15.90
		2	IPE 160, (IPE)	20.10	9.10	6.53	869.00	68.30	3.54
		3	HE 400 B, (HEB)	197.80	108.00	42.77	57680.00	10820.00	361.03
		4	IPE 500, (IPE)	115.50	48.00	42.96	48200.00	2142.00	89.10
		5	SHS 120x3.0, (Cold Formed SHS)	13.80	5.85	5.85	311.98	311.98	487.70
		6	L 80 x 80 x 8, (L)	12.30	5.76	5.76	72.25	72.25	2.59
		7	SHS 80x4.0, (Cold Formed SHS)	11.74	5.07	5.07	110.63	110.63	180.25
		8	IPE 140, (IPE)	16.40	7.56	5.34	541.00	44.90	2.40
		9	IPE 330, (IPE)	62.60	27.60	20.72	11770.00	788.00	28.06

*Notación:*  
*Ref.: Referencia*  
*A: Área de la sección transversal*  
*A<sub>vy</sub>: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'*  
*A<sub>vz</sub>: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'*  
*I<sub>yy</sub>: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'*  
*I<sub>zz</sub>: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'*  
*I<sub>t</sub>: Inercia a torsión*  
*Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.*

### 3. Comprobación de los elementos estructurales

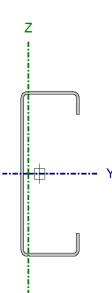
#### 3.1. Correas de cubierta

Datos de correas de cubierta	
Descripción de correas	Parámetros de cálculo
Tipo de perfil: CF-140x3.0	Límite flecha: L / 300
Separación: 1.89 m	Número de vanos: Tres vanos
Tipo de Acero: S235	Tipo de fijación: Fijación rígida

Medición de correas			
Tipo de correas	Nº de correas	Peso lineal kg/m	Peso superficial kg/m <sup>2</sup>
Correas de cubierta	20	122.50	3.50
Correas laterales	10	61.25	1.75

##### 3.1.1. Comprobación de resistencia

Comprobación de resistencia
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.
Aprovechamiento: 60.15 %

Perfil: CF-140x3.0 Material: S235																											
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Nudos</th> <th rowspan="2">Longitud d (m)</th> <th colspan="6">Características mecánicas</th> </tr> <tr> <th>Inicial</th> <th>Final</th> <th>Área (cm<sup>2</sup>)</th> <th>I<sub>y</sub><sup>(1)</sup> (cm<sup>4</sup>)</th> <th>I<sub>z</sub><sup>(1)</sup> (cm<sup>4</sup>)</th> <th>I<sub>t</sub><sup>(2)</sup> (cm<sup>4</sup>)</th> <th>y<sub>g</sub><sup>(3)</sup> (mm)</th> <th>z<sub>g</sub><sup>(3)</sup> (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>34.060, 40.000, 8.099</td> <td>34.060, 45.000, 8.099</td> <td>5.000</td> <td>7.80</td> <td>224.5 0</td> <td>26.2 5</td> <td>0.23</td> <td>- 9.04</td> <td>0.00</td> </tr> </tbody> </table>	Nudos		Longitud d (m)	Características mecánicas						Inicial	Final	Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	y <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	z <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	34.060, 40.000, 8.099	34.060, 45.000, 8.099	5.000	7.80	224.5 0	26.2 5	0.23	- 9.04	0.00
	Nudos		Longitud d (m)		Características mecánicas																						
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	y <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	z <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)																		
	34.060, 40.000, 8.099	34.060, 45.000, 8.099	5.000	7.80	224.5 0	26.2 5	0.23	- 9.04	0.00																		
	<p><i>Notas:</i></p> <p><sup>(1)</sup> Inercia respecto al eje indicado</p> <p><sup>(2)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme</p> <p><sup>(3)</sup> Coordenadas del centro de gravedad</p>																										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">Pandeo</th> <th colspan="2">Pandeo lateral</th> </tr> <tr> <th>Plano XY</th> <th>Plano XZ</th> <th>Ala sup.</th> <th>Ala inf.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>β</td> <td>0.00</td> <td>1.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>L<sub>k</sub></td> <td>0.000</td> <td>5.000</td> <td>0.000</td> <td>0.000</td> </tr> <tr> <td>C<sub>1</sub></td> <td colspan="2">-</td> <td colspan="2">1.000</td> </tr> </tbody> </table>		Pandeo		Pandeo lateral		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	β	0.00	1.00	0.00	0.00	L <sub>k</sub>	0.000	5.000	0.000	0.000	C <sub>1</sub>	-		1.000			
	Pandeo		Pandeo lateral																								
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.																							
β	0.00	1.00	0.00	0.00																							
L <sub>k</sub>	0.000	5.000	0.000	0.000																							
C <sub>1</sub>	-		1.000																								
<p><i>Notación:</i></p> <p>β: Coeficiente de pandeo</p> <p>L<sub>k</sub>: Longitud de pandeo (m)</p> <p>C<sub>1</sub>: Factor de modificación para el momento crítico</p>																											

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado
	b / t	$\bar{\lambda}$	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	M <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	V <sub>z</sub>	N <sub>t</sub> M <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	N <sub>c</sub> M <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub> NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	
pésima en cubierta	b / t ≤ (b / t) <sub>máx.</sub> Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	x: 3.333 m η = 60.1	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	x: 5 m η = 9.8	N.P. <sup>(7)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	N.P. <sup>(10)</sup>	<b>CUMPLE</b> <b>η = 60.1</b>



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

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

Se debe satisfacer:

$$h/t \leq 250$$

$$h / t : \underline{42.7} \quad \checkmark$$

$$b/t \leq 90$$

$$b / t : \underline{12.7} \quad \checkmark$$

$$c/t \leq 30$$

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

Los rigidizadores proporcionan suficiente rigidez, ya que se cumple:

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

$$c / b : \underline{0.368}$$

Donde:

**h:** Altura del alma.

$$h : \underline{128.00} \text{ mm}$$

**b:** Ancho de las alas.

$$b : \underline{38.00} \text{ mm}$$

**c:** Altura de los rigidizadores.

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

**t:** Espesor.

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

Nota: Las dimensiones no incluyen los acuerdos curvos entre elementos planos.

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

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

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

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

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

$\eta$  : 0.601 ✓

Para flexión positiva:

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

$M_{y,Ed}^+$  : 0.000 t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.333 m del nudo 34.060, 40.000, 8.099, para la combinación de acciones 0.80\*G1 + 0.80\*G2 + 1.50\*V(270°) H1.

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

$M_{y,Ed}^-$  : 0.440 t·m

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

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

$M_{c,Rd}$  : 0.732 t·m

Donde:

$W_{el}$ : Módulo resistente elástico correspondiente a la fibra de mayor tensión.

$W_{el}$  : 32.07 cm<sup>3</sup>

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

$f_{yb}$  : 2395.51 kp/cm<sup>2</sup>

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

$\gamma_{M0}$  : 1.05

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

$\eta$  : 0.098 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 34.060, 45.000, 8.099, para la combinación de acciones 0.80\*G1 + 0.80\*G2 + 1.50\*V(270°) H1.

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

**V<sub>Ed</sub>** : 0.524 t

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

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

**V<sub>b,Rd</sub>** : 5.334 t

Donde:

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

**h<sub>w</sub>** : 134.36 mm

**t**: Espesor.

**t** : 3.00 mm

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

**φ** : 90.0 grados

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

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

**f<sub>bv</sub>** : 1389.40 kp/cm<sup>2</sup>

Siendo:

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

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

**λ<sub>w</sub>** : 0.52

Donde:

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

**f<sub>yb</sub>** : 2395.51 kp/cm<sup>2</sup>

**E**: Módulo de elasticidad.

**E** : 2140672.78 kp/cm<sup>2</sup>

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

**γ<sub>M0</sub>** : 1.05

### 3.1.2. Comprobación de flecha

Comprobación de flecha
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.
Porcentajes de aprovechamiento:
Flecha: 94.98 %

Coordenadas del nudo inicial: 34.060, 10.000, 8.099

Coordenadas del nudo final: 34.060, 15.000, 8.099

El aprovechamiento pésimo se produce para la combinación de hipótesis 1.00\*G1 + 1.00\*G2 + 1.00\*Q + 1.00\*N(R) 1 + 1.00\*V(180°) H1 a una distancia 2.500 m del origen en el tercer vano de la correa.

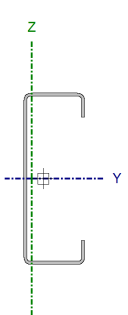
(I<sub>y</sub> = 224 cm<sup>4</sup>) (I<sub>z</sub> = 26 cm<sup>4</sup>)

### 3.2. Correas laterales

Datos de correas laterales	
Descripción de correas	Parámetros de cálculo
Tipo de perfil: CF-140x3.0	Límite flecha: L / 300
Separación: 1.90 m	Número de vanos: Tres vanos
Tipo de Acero: S235	Tipo de fijación: Fijación rígida

#### 3.2.1. Comprobación de resistencia

Comprobación de resistencia
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.
Aprovechamiento: 76.41 %
Barra pésima en lateral

Perfil: CF-140x3.0 Material: S235								
	Nudos		Longitud d (m)	Características mecánicas				
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	y <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)
	0.000, 45.000, 0.950	0.000, 40.000, 0.950	5.000	7.80	224.50	26.25	0.23	-9.04
<b>Notas:</b> <sup>(1)</sup> Inercia respecto al eje indicado <sup>(2)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme <sup>(3)</sup> Coordenadas del centro de gravedad								
	Pandeo			Pandeo lateral				
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.				
β	0.00	1.00	0.00	0.00				
L <sub>k</sub>	0.000	5.000	0.000	0.000				
C <sub>1</sub>	-		1.000					
<b>Notación:</b> β: Coeficiente de pandeo L <sub>k</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico								

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	b / t	$\bar{\lambda}$	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	M <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	V <sub>z</sub>	N <sub>t</sub> M <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	N <sub>c</sub> M <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub> NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>		
pésima en lateral	b / t ≤ (b / t) <sub>máx.</sub> Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	x: 5 m η = 76.4	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	x: 5 m η = 12.8	N.P. <sup>(7)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	N.P. <sup>(10)</sup>	<b>CUMPLE</b> <b>η = 76.4</b>	
<b>Notación:</b> b / t: Relación anchura / espesor $\bar{\lambda}$ : Limitación de esbeltez N <sub>t</sub> : Resistencia a tracción N <sub>c</sub> : Resistencia a compresión M <sub>y</sub> : Resistencia a flexión. Eje Y M <sub>z</sub> : Resistencia a flexión. Eje Z M <sub>y</sub> M <sub>z</sub> : Resistencia a flexión biaxial V <sub>y</sub> : Resistencia a corte Y V <sub>z</sub> : Resistencia a corte Z N <sub>t</sub> M <sub>y</sub> M <sub>z</sub> : Resistencia a tracción y flexión N <sub>c</sub> M <sub>y</sub> M <sub>z</sub> : Resistencia a compresión y flexión NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a cortante, axil y flexión M <sub>t</sub> NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a torsión combinada con axil, flexión y cortante x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede															

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

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

Se debe satisfacer:

$$h/t \leq 250$$

$$h / t : \underline{42.7} \quad \checkmark$$

$$b/t \leq 90$$

$$b / t : \underline{12.7} \quad \checkmark$$

$$c/t \leq 30$$

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

Los rigidizadores proporcionan suficiente rigidez, ya que se cumple:

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

$$c / b : \underline{0.368}$$

Donde:

**h**: Altura del alma.

$$h : \underline{128.00} \text{ mm}$$

**b**: Ancho de las alas.

$$b : \underline{38.00} \text{ mm}$$

**c**: Altura de los rigidizadores.

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

**t**: Espesor.

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

Nota: Las dimensiones no incluyen los acuerdos curvos entre elementos planos.

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

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

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

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

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.764} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.000, 40.000, 0.950, para la combinación de acciones 0.80\*G1 + 0.80\*G2 + 1.50\*V(90°) H1.

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

$$\mathbf{M_{y,Ed}^+} : \underline{0.559} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

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

$$\mathbf{M_{y,Ed}^-} : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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

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

$$\mathbf{M_{c,Rd}} : \underline{0.732} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

$$\mathbf{W_{el}} : \underline{32.07} \text{ cm}^3$$

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

$$\mathbf{f_{yb}} : \underline{2395.51} \text{ kp/cm}^2$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.128} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.000, 40.000, 0.950, para la combinación de acciones 0.80\*G1 + 0.80\*G2 + 1.50\*V(90°) H1.

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

$$\mathbf{V_{Ed}} : \underline{0.682} \text{ t}$$

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

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

$$V_{b,Rd} : \underline{5.334} \text{ t}$$

Donde:

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

$$h_w : \underline{134.36} \text{ mm}$$

**t**: Espesor.

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

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

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

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

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

$$f_{bv} : \underline{1389.40} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

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

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

$$\bar{\lambda}_w : \underline{0.52}$$

Donde:

**f<sub>yb</sub>**: Límite elástico del material base.

(CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_{yb} : \underline{2395.51} \text{ kp/cm}^2$$

**E**: Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{2140672.78} \text{ kp/cm}^2$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### 3.2.2. Comprobación de flecha

Comprobación de flecha
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.
Porcentajes de aprovechamiento:
- Flecha: 97.88 %

Coordenadas del nudo inicial: 0.000, 45.000, 0.950

Coordenadas del nudo final: 0.000, 40.000, 0.950

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

(I<sub>y</sub> = 224 cm<sup>4</sup>) (I<sub>z</sub> = 26 cm<sup>4</sup>)

### 3.3. Pórtico interior

Para realizar las comprobaciones del pórtico interior se han seleccionado todas las barras de la mitad izquierdas simétricas de este (Figura 39).

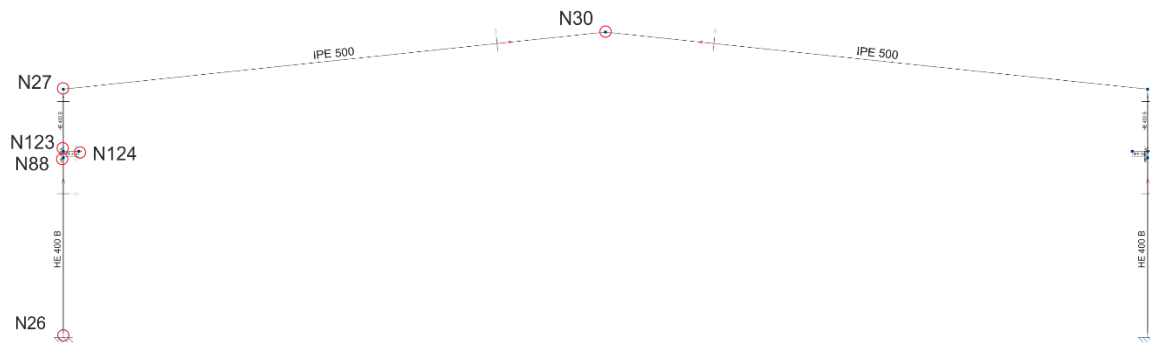


Figura 39.- Selección de barras en el pórtico interior

#### 3.3.1. Descripción de barras

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil (Serie)	Longitud (m)	$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$	Lb <sub>Sup.</sub> (m)	Lb <sub>Inf.</sub> (m)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275 (UNE-EN 10025-2)	N26/N88	N26/N27	HE 400 B (HEB)	5.788	0.70	1.94	-	-
		N88/N123	N26/N27	HE 400 B (HEB)	0.212	10.43	52.83	-	-
		N123/N27	N26/N27	HE 400 B (HEB)	2.000	1.11	5.60	-	-
		N27/N30	N27/N30	IPE 500 (IPE)	17.596	0.11	1.99	-	-
		N123/N124	N123/N124	IPE 330 (IPE)	0.500	1.00	1.00	-	-
<b>Notación:</b> Ni: Nudo inicial Nf: Nudo final $\beta_{xy}$ : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY' $\beta_{xz}$ : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ' Lb <sub>Sup.</sub> : Separación entre arriostramientos del ala superior Lb <sub>Inf.</sub> : Separación entre arriostramientos del ala inferior									

#### 3.3.2. Resistencia

Referencias:

N: Esfuerzo axil (kN)

V<sub>y</sub>: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (kN)

V<sub>z</sub>: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (kN)

M<sub>t</sub>: 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

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

Comprobación de resistencia										
Barra	$\eta$ (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mt (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)		
N26/N88	43.35	0.000	-121.670	-0.031	-90.728	0.01	-353.60	-0.12	GV	Cumple
N88/N123	32.27	0.212	-200.077	-0.219	-92.347	0.00	251.17	0.10	G	Cumple
N123/N27	54.63	2.000	-96.363	0.004	-96.791	0.00	445.58	0.00	G	Cumple
N27/N30	77.54	0.000	-106.244	0.000	-84.870	0.00	-445.58	0.00	G	Cumple
N123/N124	41.31	0.000	15.929	-0.397	-164.613	-0.02	-84.82	-0.02	GV	Cumple

### 3.3.3. Flechas

Referencias:

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

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

Flechas									
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima 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)	
N26/N27	2.532	0.35	8.000	20.72	2.532	0.69	8.000	39.48	
	2.532	L/(>1000)	8.000	L/386.0	2.532	L/(>1000)	8.000	L/386.1	
N27/N30	7.918	0.11	10.558	20.68	7.918	0.16	9.678	40.56	
	7.918	L/(>1000)	12.317	L/682.2	7.918	L/(>1000)	12.317	L/682.6	
N123/N124	0.250	0.00	0.250	0.04	0.250	0.00	0.250	0.04	
	0.250	L/(>1000)	0.250	L/(>1000)	0.250	L/(>1000)	0.250	L/(>1000)	

### 3.3.4. Comprobaciones E.L.U.

Barras	COMPROBACIONES (CÓDIGO ESTRUCTURAL)													Estado	
	$\lambda_{wv}$	$N_t$	$N_c$	$M_y$	$M_z$	$V_z$	$V_y$	$M_yV_z$	$M_zV_y$	$NM_yM_z$	$NM_yM_zV_yV_z$	$M_t$	$M_tV_z$		$M_tV_y$
N26/N88	$\lambda_{wv} \leq \lambda_{wv,m\acute{a}s}$ Cumple	x: 5.788 m $\eta = 0.5$	x: 0 m $\eta = 5.0$	x: 0 m $\eta = 43.3$	x: 0 m $\eta = 1.8$	$\eta = 9.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 42.4$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 9.3$	$\eta < 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 43.3$
N88/N123	$\lambda_{wv} \leq \lambda_{wv,m\acute{a}s}$ Cumple	x: 0.212 m $\eta = 0.5$	x: 0 m $\eta = 4.7$	x: 0.212 m $\eta = 31.1$	x: 0 m $\eta = 0.2$	$\eta = 9.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.212 m $\eta = 32.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	$\eta = 9.1$	$\eta < 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 32.3$
N123/N27	$\lambda_{wv} \leq \lambda_{wv,m\acute{a}s}$ Cumple	x: 2 m $\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta = 2.1$	x: 2 m $\eta = 54.6$	x: 0 m $\eta = 0.2$	$\eta = 9.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2 m $\eta = 54.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	$\eta = 8.4$	$\eta < 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 54.6$
N27/N30	$\lambda_{wv} \leq \lambda_{wv,m\acute{a}s}$ Cumple	x: 17.596 m $\eta = 1.6$	x: 0 m $\eta = 15.5$	x: 0 m $\eta = 77.5$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 9.4$	$V_{ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	$\eta < 0.1$	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 0 m $\eta = 77.5$	$\eta < 0.1$	$M_{ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 77.5$
N123/N124	$\lambda_{wv} \leq \lambda_{wv,m\acute{a}s}$ Cumple	$\eta = 1.0$	$\eta = 1.0$	x: 0 m $\eta = 40.3$	x: 0.5 m $\eta = 1.1$	x: 0 m $\eta = 35.4$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 41.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta = 35.4$	$\eta = 0.2$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 41.3$

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

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

### 3.4. Pórtico de fachada

#### 3.4.1. Descripción de barras

Para realizar las comprobaciones del pórtico de fachada se han seleccionado todas las barras del pilar exterior izquierdo y del central, así como dos diagonales del arriostramiento frontal, la barra horizontal de unión entre los pilares del primer vano de la izquierda y todas las barras de la jácena situadas a la izquierda del eje de simetría (Figura 40).

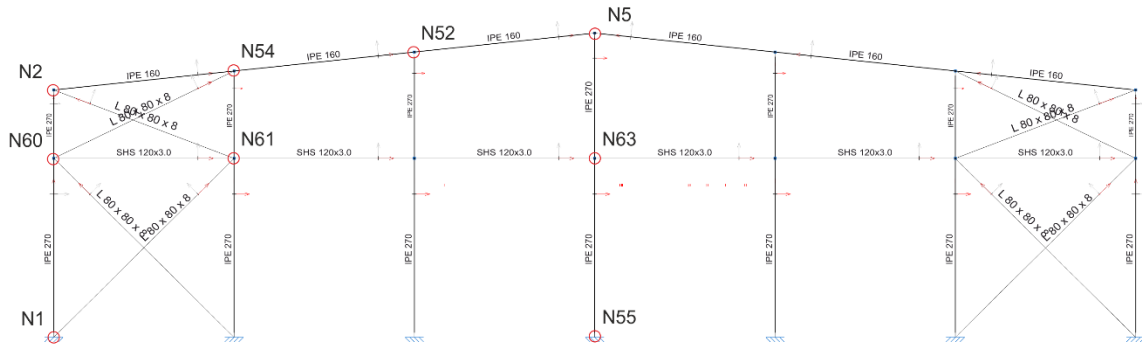


Figura 40.- Selección de barras en el pórtico de fachada

Descripción									
Tipo	Material Designación	Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil (Serie)	Longitud (m)	$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$	$L_{bSup.}$ (m)	$L_{bInf.}$ (m)
Acero laminado	S275 (UNE-EN 10025-2)	N1/N60	N1/N2	IPE 270 (IPE)	5.788	0.70	0.70	-	-
		N60/N2	N1/N2	IPE 270 (IPE)	2.212	1.00	1.00	-	-

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil (Serie)	Longitud (m)	$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$	Lb <sub>Sup.</sub> (m)	Lb <sub>Inf.</sub> (m)
Tipo	Designación								
		N2/N54	N2/N5	IPE 160 (IPE)	5.865	0.32	1.00	-	-
		N54/N52	N2/N5	IPE 160 (IPE)	5.865	0.32	1.00	-	-
		N52/N5	N2/N5	IPE 160 (IPE)	5.865	0.32	1.00	-	-
		N55/N63	N55/N5	IPE 270 (IPE)	5.788	0.70	1.19	-	-
		N63/N5	N55/N5	IPE 270 (IPE)	4.051	1.00	1.70	-	-
		N60/N61	N60/N61	SHS 120x3.0 (Cold Formed SHS)	5.833	1.00	1.00	-	-
		N1/N61	N1/N61	L 80 x 80 x 8 (L)	8.218	0.00	0.00	-	-
		N60/N54	N60/N54	L 80 x 80 x 8 (L)	6.481	0.00	0.00	-	-

**Notación:**  
*Ni:* Nudo inicial  
*Nf:* Nudo final  
 $\beta_{xy}$ : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'  
 $\beta_{xz}$ : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'  
*Lb<sub>Sup.</sub>:* Separación entre arriostramientos del ala superior  
*Lb<sub>Inf.</sub>:* Separación entre arriostramientos del ala inferior

### 3.4.2. Resistencia

Comprobación de resistencia										
Barra	$\eta$ (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (kN)	V <sub>y</sub> (kN)	V <sub>z</sub> (kN)	M <sub>t</sub> (kN·m)	M <sub>y</sub> (kN·m)	M <sub>z</sub> (kN·m)		
N1/N60	48.12	0.000	-32.324	-11.723	7.242	0.00	10.07	-12.06	GV	Cumple
N60/N2	30.56	0.000	-20.397	-7.695	3.799	0.00	3.57	-7.74	GV	Cumple
N2/N54	33.20	5.865	-30.053	0.303	-10.039	0.00	9.65	-0.40	GV	Cumple
N54/N52	38.40	0.000	-45.858	-0.469	7.565	0.00	9.65	-0.40	GV	Cumple
N52/N5	36.60	0.000	-48.622	-0.537	8.781	0.00	8.39	-0.40	GV	Cumple
N55/N63	59.75	0.000	-17.485	0.048	31.553	0.00	75.74	0.19	GV	Cumple
N63/N5	27.29	0.203	-25.374	-0.019	0.274	0.00	-34.60	-0.08	GV	Cumple
N60/N61	20.01	2.917	-19.417	0.000	0.000	0.00	0.61	0.00	GV	Cumple
N1/N61	15.31	0.000	49.334	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	Cumple
N60/N54	34.50	3.241	-34.303	0.000	0.000	0.00	0.60	0.00	GV	Cumple

### 3.4.3. 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)	
N1/N2	2.894	10.68	2.894	1.03	3.256	16.92	3.256	1.69	
	2.894	L/545.7	2.894	L(>1000)	2.894	L/545.7	2.894	L(>1000)	
N2/N5	2.639	8.41	2.639	10.89	2.639	13.70	2.639	18.36	
	2.639	L(>1000)	2.639	L/535.7	2.639	L(>1000)	2.639	L/535.9	

Flechas										
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz		Pos. (m)	Flecha (mm)
	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)		
N55/N5	6.598	0.31	5.426	16.34	6.598	0.62	5.426	30.78	1.447	L/(>1000)
	1.447	L/(>1000)	5.426	L/602.1	1.447	L/(>1000)	5.426	L/602.2		
N60/N6 1	4.010	0.00	2.917	2.46	4.010	0.00	2.917	2.45	-	L/(>1000)
	-	L/(>1000)	2.917	L/(>1000)	-	L/(>1000)	2.917	L/(>1000)		
N1/N61	7.190	0.00	7.704	0.00	6.163	0.00	7.704	0.00	-	L/(>1000)
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)		
N60/N5 4	3.241	11.63	3.241	19.77	3.241	11.62	3.241	19.75	3.241	L/557.3
	3.241	L/557.3	3.241	L/327.9	3.241	L/557.8	3.241	L/328.2		

### 3.4.4. Comprobaciones E.L.U.

Barras	COMPROBACIONES (CÓDIGO ESTRUCTURAL)												Estado		
	$\lambda_w$	$N_t$	$N_c$	$M_y$	$M_z$	$V_z$	$V_y$	$M_yV_z$	$M_zV_y$	$NM_yM_z$	$NM_yM_zV_yV_z$	$M_t$		$M_tV_z$	$M_tV_y$
N1/N60	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 5.788 m $\eta = 3.4$	x: 0 m $\eta = 30.6$	x: 0 m $\eta = 9.6$	x: 0 m $\eta = 47.6$	x: 0 m $\eta = 3.2$	x: 0 m $\eta = 2.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 48.1$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 48.1$
N60/N2	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 2.212 m $\eta = 1.5$	x: 0 m $\eta = 2.4$	x: 0 m $\eta = 5.2$	x: 0 m $\eta = 30.5$	x: 0 m $\eta = 2.0$	x: 0 m $\eta = 1.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 30.6$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 30.6$
N2/N54	x: 0.293 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 5.865 m $\eta = 1.3$	x: 0 m $\eta = 13.3$	x: 5.865 m $\eta = 29.9$	x: 2.053 m $\eta = 8.9$	x: 5.865 m $\eta = 6.9$	x: 0 m $\eta = 0.3$	x: 0.293 m $\eta < 0.1$	x: 0.293 m $\eta < 0.1$	x: 5.865 m $\eta = 33.2$	x: 0.293 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 33.2$
N54/N52	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 5.865 m $\eta = 9.2$	x: 0 m $\eta = 17.8$	x: 0 m $\eta = 29.9$	x: 0 m $\eta = 8.1$	x: 0 m $\eta = 5.2$	x: 0 m $\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 38.4$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 38.4$
N52/N5	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 5.865 m $\eta = 10.9$	x: 0 m $\eta = 18.9$	x: 0 m $\eta = 25.8$	x: 0 m $\eta = 6.4$	x: 0 m $\eta = 6.0$	x: 0 m $\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 36.6$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 36.6$
N55/N63	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 5.788 m $\eta = 1.4$	x: 0 m $\eta = 9.6$	x: 0 m $\eta = 59.7$	x: 0 m $\eta = 1.2$	x: 0 m $\eta = 9.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 49.1$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 59.7$
N63/N5	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 4.051 m $\eta = 1.8$	x: 0 m $\eta = 6.6$	x: 0.203 m $\eta = 27.3$	x: 0 m $\eta = 8.9$	x: 4.051 m $\eta = 5.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0.203 m $\eta = 33.2$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 27.3$
N60/N61	x: 0.365 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$\eta = 1.3$	$\eta = 15.6$	x: 2.917 m $\eta = 4.5$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0.365 m $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(5)</sup>	x: 2.917 m $\eta = 20.0$	x: 0.365 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 20.0$

Barras	COMPROBACIONES (CÓDIGO ESTRUCTURAL)												Estado	
	$N_t$	$N_c$	$M_y$	$M_z$	$V_z$	$V_y$	$M_yV_z$	$M_zV_y$	$NM_yM_z$	$NM_yM_zV_yV_z$	$M_t$	$M_tV_z$		$M_tV_y$
N1/N61	$\eta = 15.3$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(6)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(7)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 15.3$
N60/N54	x: 6.481 m $\eta = 7.7$	x: 0 m $\eta = 10.7$	x: 3.241 m $\eta = 9.9$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(3)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0.405 m $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(5)</sup>	x: 3.241 m $\eta = 34.5$	x: 0.405 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 34.5$

**Notación:**

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

**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.

### 3.5. Arriostramiento de cubierta

Para la comprobación de las barras del arriostramiento de cubierta se han seleccionado dos montantes, uno exterior y otro interior, más una diagonal (Figura 50)

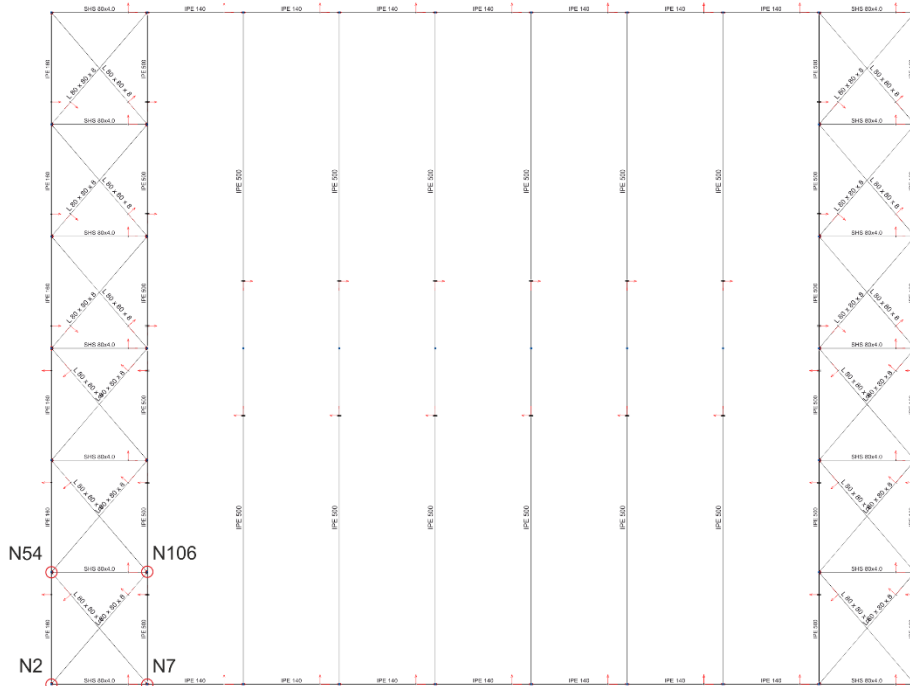


Figura 50.- Selección de barras en la cubierta

#### 3.5.1. Descripción de barras

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil (Serie)	Longitud (m)	$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$	Lb <sub>Sup.</sub> (m)	Lb <sub>Inf.</sub> (m)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275 (UNE-EN 10025-2)	N2/N7	N2/N7	SHS 80x4.0 (Cold Formed SHS)	5.000	1.00	1.00	-	-

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil (Serie)	Longitud (m)	$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$	Lb <sub>Sup.</sub> (m)	Lb <sub>Inf.</sub> (m)
Tipo	Designación								
		N54/N106	N54/N106	SHS 80x4.0 (Cold Formed SHS)	5.000	1.00	1.00	-	-
		N2/N106	N2/N106	L 80 x 80 x 8 (L)	7.707	0.00	0.00	-	-

**Notación:**  
*Ni:* Nudo inicial  
*Nf:* Nudo final  
 $\beta_{xy}$ : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'  
 $\beta_{xz}$ : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'  
*Lb<sub>Sup.</sub>:* Separación entre arriostramientos del ala superior  
*Lb<sub>Inf.</sub>:* Separación entre arriostramientos del ala inferior

### 3.5.2. Resistencia

Comprobación de resistencia										
Barra	$\eta$ (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (kN)	V <sub>y</sub> (kN)	V <sub>z</sub> (kN)	M <sub>t</sub> (kN·m)	M <sub>y</sub> (kN·m)	M <sub>z</sub> (kN·m)		
N2/N7	69.53	2.500	-43.183	0.000	0.000	0.00	0.38	0.00	GV	Cumple
N54/N106	68.77	2.500	-42.374	0.000	0.000	0.00	0.38	0.00	GV	Cumple
N2/N106	20.69	0.000	66.665	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	Cumple

### 3.5.3. 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)	
N2/N7	4.688	0.00	2.500	3.17	4.688	0.00	2.500	3.17	
	-	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)	-	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)	
N54/N106	4.063	0.00	2.500	3.17	4.063	0.00	2.500	3.17	
	-	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)	-	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)	
N2/N106	6.744	0.00	5.781	0.00	6.744	0.00	7.226	0.00	
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	

### 3.5.4. Comprobaciones E.L.U.

Barras	COMPROBACIONES (CÓDIGO ESTRUCTURAL)													Estado	
	$\lambda_w$	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>z</sub>		M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>
N2/N7	x: 0.313 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	$\eta = 65.6$	x: 2.5 m $\eta = 4.4$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.4$	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(4)</sup>	x: 2.5 m $\eta = 69.5$	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 69.5$
N54/N106	x: 0.313 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$\eta = 0.1$	$\eta = 64.3$	x: 2.5 m $\eta = 4.4$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.4$	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(4)</sup>	x: 2.5 m $\eta = 68.8$	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 68.8$

Barras	COMPROBACIONES (CÓDIGO ESTRUCTURAL)												Estado	
	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>Y</sub>	M <sub>Z</sub>	V <sub>Z</sub>	V <sub>Y</sub>	M <sub>Y</sub> V <sub>Z</sub>	M <sub>Z</sub> V <sub>Y</sub>	NM <sub>Y</sub> M <sub>Z</sub>	NM <sub>Y</sub> M <sub>Z</sub> V <sub>Y</sub> V <sub>Z</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>Z</sub>		M <sub>t</sub> V <sub>Y</sub>
N2/N106	η = 20.7	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(7)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	<b>CUMPLE</b> η = 20.7

**Notación:**

- $\lambda_w$ : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
- N<sub>t</sub>: Resistencia a tracción
- N<sub>c</sub>: Resistencia a compresión
- M<sub>Y</sub>: Resistencia a flexión eje Y
- M<sub>Z</sub>: Resistencia a flexión eje Z
- V<sub>Z</sub>: Resistencia a corte Z
- V<sub>Y</sub>: Resistencia a corte Y
- M<sub>Y</sub>V<sub>Z</sub>: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
- M<sub>Z</sub>V<sub>Y</sub>: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
- NM<sub>Y</sub>M<sub>Z</sub>: Resistencia a flexión y axil combinados
- NM<sub>Y</sub>M<sub>Z</sub>V<sub>Y</sub>V<sub>Z</sub>: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
- M<sub>t</sub>: Resistencia a torsión
- M<sub>t</sub>V<sub>Z</sub>: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
- M<sub>t</sub>V<sub>Y</sub>: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
- x: Distancia al origen de la barra
- η: Coeficiente de aprovechamiento (%)
- N.P.: No procede

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

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

### 3.6. Arriostramiento lateral

Para la comprobación de las barras del arriostramiento lateral se han seleccionado dos barras de la viga perimetral, una superior y otra inferior, además de dos diagonales (Figura 51).

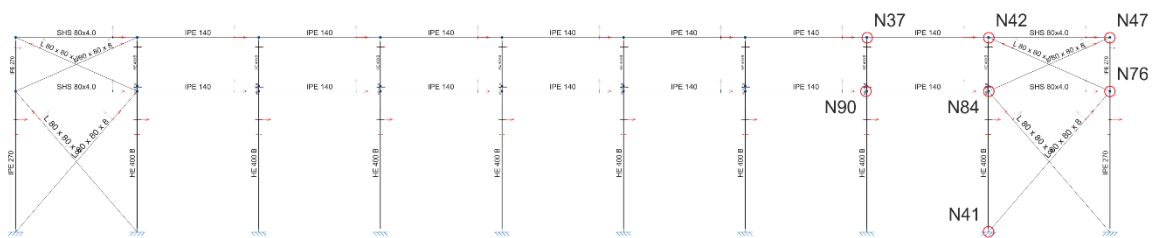


Figura 51.- Selección de barras en el arriostramiento lateral

### 3.6.1. Descripción de barras

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$	Lb <sub>Sup.</sub> (m)	Lb <sub>Inf.</sub> (m)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275 (UNE-EN 10025-2)	N37/N42	N37/N42	IPE 140 (IPE)	5.000	0.00	0.00	-	-
		N90/N84	N90/N84	IPE 140 (IPE)	5.000	0.00	0.00	-	-
		N41/N76	N41/N76	L 80 x 80 x 8 (L)	7.649	0.00	0.00	-	-
		N84/N47	N84/N47	L 80 x 80 x 8 (L)	5.467	0.00	0.00	-	-
<p><b>Notación:</b>  <i>Ni:</i> Nudo inicial  <i>Nf:</i> Nudo final  <math>\beta_{xy}</math>: Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'  <math>\beta_{xz}</math>: Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'  <i>Lb<sub>Sup.</sub>:</i> Separación entre arriostramientos del ala superior  <i>Lb<sub>Inf.</sub>:</i> Separación entre arriostramientos del ala inferior</p>									

### 3.6.2. Resistencia

Comprobación de resistencia										
Barra	$\eta$ (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (kN)	V <sub>y</sub> (kN)	V <sub>z</sub> (kN)	M <sub>t</sub> (kN·m)	M <sub>y</sub> (kN·m)	M <sub>z</sub> (kN·m)		
N37/N42	6.39	0.000	27.443	0.000	-0.426	0.00	0.00	0.00	GV	Cumple
N90/N84	4.15	0.000	17.808	0.000	-0.426	0.00	0.00	0.00	GV	Cumple
N41/N76	14.58	0.000	46.980	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	Cumple
N84/N47	9.12	0.000	29.372	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	Cumple

### 3.6.3. 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)	
N37/N42	2.500	0.00	2.500	0.91	4.688	0.00	2.500	0.91	
	-	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)	-	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)	
N90/N84	2.813	0.00	2.500	0.91	4.063	0.00	2.500	0.91	
	-	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)	-	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)	
N41/N76	6.693	0.00	6.693	0.00	4.780	0.00	6.693	0.00	
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	
N84/N47	4.101	0.00	2.392	0.00	0.683	0.00	2.050	0.00	
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	



### 3.6.4. Comprobaciones E.L.U.

Barras	COMPROBACIONES (CÓDIGO ESTRUCTURAL)													Estado	
	$\lambda_w$	$N_t$	$N_c$	$M_Y$	$M_Z$	$V_Z$	$V_Y$	$M_Y V_Z$	$M_Z V_Y$	$NM_Y M_Z$	$NM_Y M_Z V_Y V_Z$	$M_t$	$M_t V_Z$		$M_t V_Y$
N37/N42	x: 0.313 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$\eta = 6.4$	$\eta = 2.5$	x: 2.5 m $\eta = 2.3$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(3)</sup>	x: 2.5 m $\eta = 2.3$	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 6.4$
N90/N84	x: 0.313 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$\eta = 4.1$	$\eta = 2.1$	x: 2.5 m $\eta = 2.3$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 0.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	N.P. <sup>(3)</sup>	x: 2.5 m $\eta = 2.3$	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 4.1$

Barras	COMPROBACIONES (CÓDIGO ESTRUCTURAL)													Estado
	$N_t$	$N_c$	$M_Y$	$M_Z$	$V_Z$	$V_Y$	$M_Y V_Z$	$M_Z V_Y$	$NM_Y M_Z$	$NM_Y M_Z V_Y V_Z$	$M_t$	$M_t V_Z$	$M_t V_Y$	
N41/N76	$\eta = 14.6$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(6)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(7)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 14.6$
N84/N47	$\eta = 9.1$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(6)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(7)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 9.1$

**Notación:**

$\lambda_w$ : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida  
 $N_t$ : Resistencia a tracción  
 $N_c$ : Resistencia a compresión  
 $M_Y$ : Resistencia a flexión eje Y  
 $M_Z$ : Resistencia a flexión eje Z  
 $V_Z$ : Resistencia a corte Z  
 $V_Y$ : Resistencia a corte Y  
 $M_Y V_Z$ : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados  
 $M_Z V_Y$ : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados  
 $NM_Y M_Z$ : Resistencia a flexión y axil combinados  
 $NM_Y M_Z V_Y V_Z$ : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados  
 $M_t$ : Resistencia a torsión  
 $M_t V_Z$ : 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  
 $\eta$ : Coeficiente de aprovechamiento (%)  
N.P.: No procede

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

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

### 3.7. Viga carrilera

Para la comprobación de la viga carrilera se ha seleccionado un apoyo y un tramo de la viga situado entre apoyos (Figura 52).

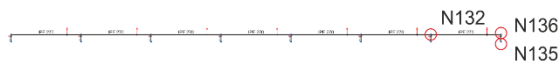


Figura 52.- Selección de barras de la viga carrilera

### 3.7.1. Descripción de barras

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	$\beta_{xy}$	$\beta_{xz}$	Lb <sub>Sup.</sub> (m)	Lb <sub>Inf.</sub> (m)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275 (UNE-EN 10025-2)	N135/N136	N135/N136	IPE 330 (IPE)	0.500	1.00	1.00	-	-
		N132/N136	N108/N136	IPE 270 (IPE)	5.000	1.00	1.00	5.000	5.000
<p><i>Notación:</i>  <i>Ni:</i> Nudo inicial  <i>Nf:</i> Nudo final  <math>\beta_{xy}</math>: Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'  <math>\beta_{xz}</math>: Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'  <i>Lb<sub>Sup.</sub>:</i> Separación entre arriostramientos del ala superior  <i>Lb<sub>Inf.</sub>:</i> Separación entre arriostramientos del ala inferior</p>									

### 3.7.2. Resistencia

Comprobación de resistencia										
Barra	$\eta$ (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (kN)	V <sub>y</sub> (kN)	V <sub>z</sub> (kN)	M <sub>t</sub> (kN·m)	M <sub>y</sub> (kN·m)	M <sub>z</sub> (kN·m)		
N135/N136	5.97	0.500	0.922	4.947	-0.669	-0.03	-0.28	-2.33	GV	Cumple
N132/N136	10.75	5.000	5.128	-0.918	0.271	0.01	1.51	2.32	GV	Cumple

### 3.7.3. 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)
N135/N136	0.250	0.01	0.250	0.00	0.250	0.03	0.250	0.00
	0.250	L/(>1000)	0.250	L/(>1000)	0.250	L/(>1000)	0.250	L/(>1000)
N132/N136	1.250	0.79	2.188	0.20	1.250	1.41	2.500	0.34
	3.750	L/(>1000)	2.188	L/(>1000)	3.750	L/(>1000)	2.188	L/(>1000)

### 3.7.4. Comprobaciones E.L.U.

Barras	COMPROBACIONES (CÓDIGO ESTRUCTURAL)													Estado	
	$\lambda_w$	$N_t$	$N_c$	$M_y$	$M_z$	$V_z$	$V_y$	$M_yV_z$	$M_zV_y$	$NM_yM_z$	$NM_yM_zV_yV_z$	$M_t$	$M_tV_z$		$M_tV_y$
N135/N136	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.3$	x: 0.5 m $\eta = 5.8$	x: 0 m $\eta = 0.3$	$\eta = 0.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.5 m $\eta = 6.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.9$	x: 0 m $\eta = 0.3$	$\eta = 0.9$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 6.0$
N132/N136	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$\eta = 0.4$	$\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 2.4$	x: 5 m $\eta = 9.2$	x: 0 m $\eta = 0.6$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 5 m $\eta = 10.8$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.3$	x: 0 m $\eta = 0.6$	$\eta = 0.2$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 10.8$

**Notación:**  
 $\lambda_w$ : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida  
 $N_t$ : Resistencia a tracción  
 $N_c$ : Resistencia a compresión  
 $M_y$ : Resistencia a flexión eje Y  
 $M_z$ : Resistencia a flexión eje Z  
 $V_z$ : Resistencia a corte Z  
 $V_y$ : Resistencia a corte Y  
 $M_yV_z$ : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados  
 $M_zV_y$ : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados  
 $NM_yM_z$ : Resistencia a flexión y axil combinados  
 $NM_yM_zV_yV_z$ : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados  
 $M_t$ : Resistencia a torsión  
 $M_tV_z$ : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados  
 $M_tV_y$ : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados  
x: Distancia al origen de la barra  
 $\eta$ : Coeficiente de aprovechamiento (%)

## 4. Uniones

En este punto se va a realizar la comprobación de las placas de anclaje.

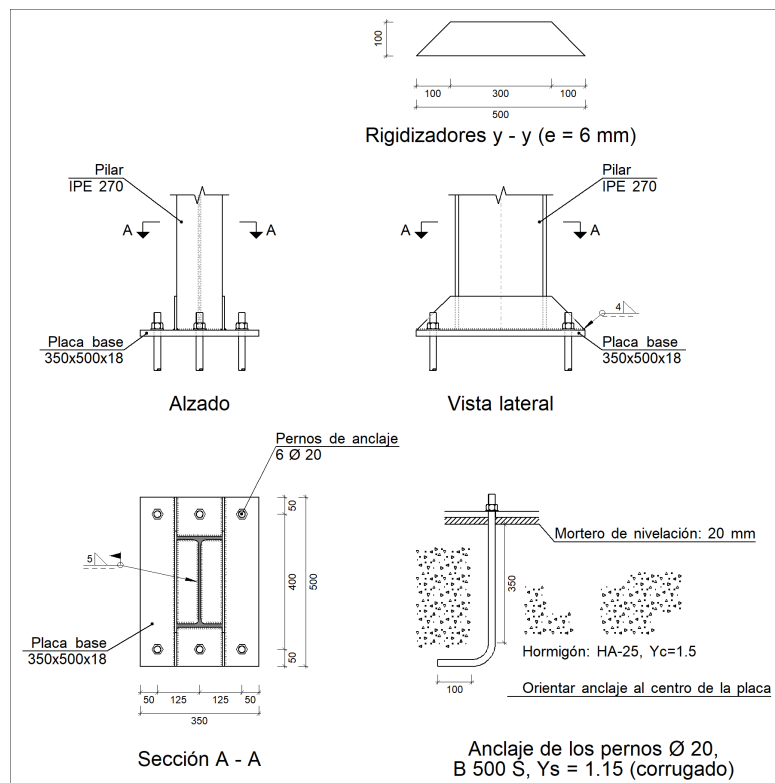
En cada placa de anclaje se realizan las siguientes comprobaciones (asumiendo la hipótesis de placa rígida):

- 1) Hormigón sobre el que apoya la placa
- 2) Se comprueba que la tensión de compresión en la interfaz placa de anclaje-hormigón es menor a la tensión admisible del hormigón según la naturaleza de cada combinación.
- 3) Pernos de anclaje
  - a) *Resistencia del material de los pernos:* Se descomponen los esfuerzos actuantes sobre la placa en axiles y cortantes en los pernos y se comprueba que ambos esfuerzos, por separado y con interacción entre ellos (tensión de Von Mises), producen tensiones menores a la tensión límite del material de los pernos.
  - b) *Anclaje de los pernos:* Se comprueba el anclaje de los pernos en el hormigón de tal manera que no se produzca el fallo de deslizamiento por adherencia, arrancamiento del cono de rotura o fractura por esfuerzo cortante (aplastamiento).

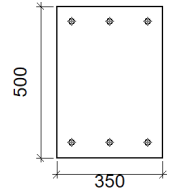
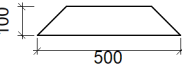
- c) **Aplastamiento:** Se comprueba que en cada perno no se supera el cortante que produciría el aplastamiento de la placa contra el perno.
- 4) **Placa de anclaje**
- a) **Tensiones globales:** En placas con vuelo, se analizan cuatro secciones en el perímetro del perfil, y se comprueba en todas ellas que las tensiones de Von Mises sean menores que la tensión límite según la norma.
- b) **Flechas globales relativas:** Se comprueba que en los vuelos de las placas no aparezcan flechas mayores que 1/250 del vuelo.
- c) **Tensiones locales:** Se comprueban las tensiones de Von Mises en todas las placas locales en las que tanto el perfil como los rigidizadores dividen a la placa de anclaje propiamente dicha. Los esfuerzos en cada una de las subplacas se obtienen a partir de las tensiones de contacto con el hormigón y los axiles de los pernos. El modelo generado se resuelve por diferencias finitas.

#### 4.1. Tipo 1

##### a) Detalle



##### b) Descripción de los componentes de la unión

<b>Elementos complementarios</b>									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f <sub>y</sub> (MPa)	f <sub>u</sub> (MPa)
Placa base		350	500	18	6	20	S275 (UNE-EN 10025-2)	275.0	410.0
Rigidizador		500	100	6	-	-	S275 (UNE-EN 10025-2)	275.0	410.0

### c) Comprobación

#### 1) Pilar IPE 270

##### Uniones soldadas

<b>Comprobaciones geométricas</b>									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	5	906	6.6	90.00				
<i>a: Espesor de garganta</i> <i>l: Longitud del cordón de soldadura</i> <i>t: Espesor de la pieza</i>									
<b>Comprobación de resistencia</b>									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	β <sub>w</sub>
	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>  </sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.							410.0	0.85

#### 2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 40 mm Calculado: 125 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 40 mm Calculado: 52 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 40 mm Calculado: 50 mm	Cumple

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 44	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 23 cm Calculado: 35 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 77.78 kN Calculado: 58.7 kN Máximo: 54.45 kN Calculado: 9.17 kN Máximo: 77.78 kN Calculado: 71.79 kN	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 99.86 kN Calculado: 60.73 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 500 MPa Calculado: 196.067 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 198 kN Calculado: 9.17 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 275 MPa Calculado: 163.747 MPa Calculado: 172.403 MPa Calculado: 263.165 MPa Calculado: 265.89 MPa	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Mínimo: 250 Calculado: 602.411 Calculado: 539.11 Calculado: 2822.45 Calculado: 2794.27	Cumple Cumple Cumple Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 275 MPa Calculado: 139.965 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.136 - Punto de tensión local máxima: (0, 0.1925)		

## Uniones soldadas

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Rigidizador y-y (x = -71): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	500	6.0	90.00				
Rigidizador y-y (x = 71): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	500	6.0	90.00				
<i>a: Espesor de garganta</i> <i>l: Longitud del cordón de soldadura</i> <i>t: Espesor de la pieza</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	β <sub>w</sub>
	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>  </sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = -71): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 71): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85

## d) Medición

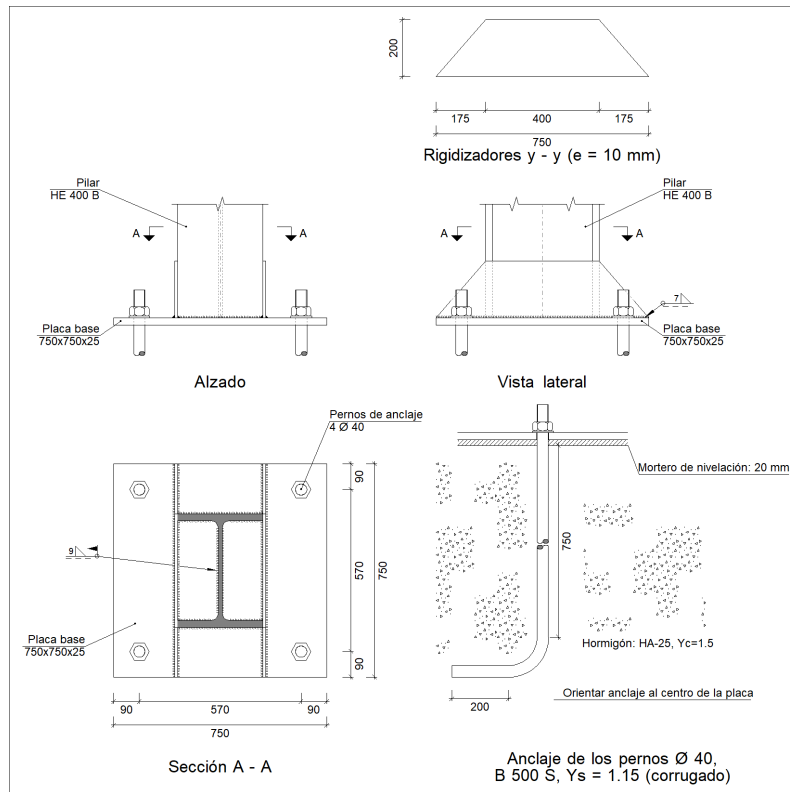
Soldaduras				
f <sub>u</sub> (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	4	1959
	En el lugar de montaje	En ángulo	5	906

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

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275 (UNE-EN 10025-2)	Placa base	1	350x500x18	24.73
	Rigidizadores pasantes	2	500/300x100/0x6	3.77
	Total			28.50
B 500 S, Ys = 1.15 (corrugado)	Pernos de anclaje	6	Ø 20 - L = 408 + 194	8.91
	Total			8.91

## 4.2. Tipo 2

### a) Detalle



### b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f <sub>y</sub> (MPa)	f <sub>u</sub> (MPa)
Placa base		750	750	25	4	40	S275 (UNE-EN 10025-2)	275.0	410.0
Rigidizador		750	200	10	-	-	S275 (UNE-EN 10025-2)	275.0	410.0



### c) Comprobación

#### 1) Pilar HE 400 B

##### Uniones soldadas

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	9	1661	13.5	90.00				
<i>a: Espesor de garganta</i> <i>l: Longitud del cordón de soldadura</i> <i>t: Espesor de la pieza</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	β <sub>w</sub>
	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>∥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.							410.0	0.85

#### 2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 80 mm Calculado: 571 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 80 mm Calculado: 126 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 80 mm Calculado: 90 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 46	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 47 cm Calculado: 75 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 333.36 kN Calculado: 282.24 kN Máximo: 233.35 kN Calculado: 25.71 kN Máximo: 333.36 kN Calculado: 318.96 kN	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 400.7 kN Calculado: 282.24 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 500 MPa Calculado: 226.873 MPa	Cumple

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 550 kN Calculado: 25.71 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 275 MPa	
- Derecha:	Calculado: 206.595 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 201.835 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 239.589 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 239.589 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 337.451	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 391.861	Cumple
- Arriba:	Calculado: 3946.04	Cumple
- Abajo:	Calculado: 3946.04	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 275 MPa Calculado: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.159		

### Uniones soldadas

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Rigidizador y-y (x = -155): Soldadura a la placa base	En ángulo	7	750	10.0	90.00				
Rigidizador y-y (x = 155): Soldadura a la placa base	En ángulo	7	750	10.0	90.00				
<i>a: Espesor de garganta</i> <i>l: Longitud del cordón de soldadura</i> <i>t: Espesor de la pieza</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	β <sub>w</sub>
	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>  </sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = -155): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 155): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85

#### d) Medición

Soldaduras				
f <sub>u</sub> (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	7	2904
	En el lugar de montaje	En ángulo	9	1661

Elementos de tornillería no normalizados		
Tipo	Cantidad	Descripción
Tuercas	4	T40
Arandelas	4	A40

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275 (UNE-EN 10025-2)	Placa base	1	750x750x25	110.39
	Rigidizadores pasantes	2	750/400x200/0x10	18.06
	Total			128.45
B 500 S, Y <sub>s</sub> = 1.15 (corrugado)	Pernos de anclaje	4	Ø 40 - L = 835 + 388	48.28
	Total			48.28

## 5. Cimentación

### 5.1. Zapatas

Para la configuración de la cimentación se ha optado por zapatas aisladas unidas por vigas de atado. Haciéndose uso de cinco tipos diferentes de zapatas cuyas dimensiones se resumen en la tabla siguiente:

Referencias	Geometría	Armado
N3 y N1	Zapata cuadrada Anchura: 280 cm Canto: 65 cm	Sup X: 21Ø12c/13 Sup Y: 21Ø12c/13 Inf X: 21Ø12c/13 Inf Y: 21Ø12c/13
N48 y N46	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 182.5 cm Ancho inicial Y: 200 cm Ancho final X: 17.5 cm Ancho final Y: 200 cm Ancho zapata X: 200 cm Ancho zapata Y: 400 cm Canto: 90 cm	Sup X: 15Ø20c/26 Sup Y: 12Ø16c/16 Inf X: 15Ø20c/26 Inf Y: 12Ø16c/16
N8, N13, N18, N23, N28, N33, N38, N43, N41, N36, N31, N26, N21, N16, N11 y N6	Zapata rectangular centrada Ancho zapata X: 255 cm Ancho zapata Y: 375 cm Canto: 85 cm	Sup X: 14Ø20c/27 Sup Y: 9Ø20c/28 Inf X: 14Ø20c/27 Inf Y: 9Ø20c/28

Referencias	Geometría	Armado
N53, N51, N55, N56 y N58	Zapata rectangular centrada Ancho zapata X: 225 cm Ancho zapata Y: 320 cm Canto: 70 cm	Sup X: 26Ø12c/12 Sup Y: 11Ø16c/20 Inf X: 26Ø12c/12 Inf Y: 11Ø16c/20
N74, N72, N71, N69 y N67	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 162.5 cm Ancho inicial Y: 25 cm Ancho final X: 162.5 cm Ancho final Y: 150 cm Ancho zapata X: 325 cm Ancho zapata Y: 175 cm Canto: 75 cm	Sup X: 6Ø20c/30 Sup Y: 16Ø16c/20 Inf X: 6Ø20c/30 Inf Y: 16Ø16c/20

La zapata seleccionada para el cálculo y comprobación del cumplimiento de las exigencias estructurales se ha seleccionado la N1 que corresponde a una de las zapatas cuadradas de uno de los pilares exteriores del pórtico de fachada delantero.

Referencia: N1		
Dimensiones: 280 x 280 x 65		
Armados: Xi:Ø12c/13 Yi:Ø12c/13 Xs:Ø12c/13 Ys:Ø12c/13		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0275661 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0220725 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0311958 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		
<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 39.4 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 338.5 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: -39.88 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 35.52 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 34.83 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 30.61 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
	Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 138.5 kN/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
	Mínimo: 15 cm Calculado: 65 cm	Cumple

Referencia: N1		
Dimensiones: 280 x 280 x 65		
Armados: Xi:Ø12c/13 Yi:Ø12c/13 Xs:Ø12c/13 Ys:Ø12c/13		
Comprobación	Valores	Estado
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N1:	Mínimo: 35 cm Calculado: 58 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1</i>	Mínimo: 0.0012	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0013	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0013	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0013	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0013	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 13 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 13 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 13 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>49.5</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 67 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 67 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 60 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 60 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 67 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 67 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 60 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 60 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		

Referencia: N1		
Dimensiones: 280 x 280 x 65		
Armados: Xi:Ø12c/13 Yi:Ø12c/13 Xs:Ø12c/13 Ys:Ø12c/13		
Comprobación	Valores	Estado
- Zapata de tipo rígido - Relación rotura pésima (En dirección X): 0.08 - Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.08 - Cortante de agotamiento (En dirección X): 573.98 kN - Cortante de agotamiento (En dirección Y): 573.98 kN		

## 5.2. Vigas de atado

Referencias	Geometría	Armado
C [N3-N8], C [N8-N13], C [N13-N18], C [N18-N23], C [N23-N28], C [N28-N33], C [N33-N38], C [N38-N43], C [N43-N48], C [N46-N41], C [N41-N36], C [N36-N31], C [N31-N26], C [N26-N21], C [N21-N16], C [N16-N11], C [N11-N6] y C [N6-N1]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/25
C [N48-N74], C [N74-N72], C [N72-N71], C [N71-N69], C [N69-N67], C [N67-N46], C [N1-N53], C [N53-N51], C [N55-N51], C [N55-N56], C [N56-N58] y C [N58-N3]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/25

Se va a proceder a la comprobación de la viga de atado con referencia C.1.1. [N3-N8]:

Referencia: C.1.1 [N3-N8] (Viga de atado)		
-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm		
-Armadura superior: 2Ø12		
-Armadura inferior: 2Ø12		
-Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)</i>	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)</i>	Mínimo: 3.5 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos:		
- Sin cortantes: <i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.2 (6)</i>	Máximo: 25.2 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple



Referencia: C.1.1 [N3-N8] (Viga de atado)		
-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm		
-Armadura superior: 2Ø12		
-Armadura inferior: 2Ø12		
-Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.3): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)		
- No llegan estados de carga a la cimentación.		



## 3. Presupuesto





## Índice del presupuesto

1. Estructuras .....	81
2. Acondicionamiento del terreno.....	84
3. Cimentación .....	85
4. Fachadas y particiones.....	87
5. Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares .....	88
6. Instalaciones .....	90
7. Cubiertas .....	92
8. Revestimientos y trasdosados .....	93
9. Gestión de residuos .....	94
10. Equipos adicionales.....	96

## 1. Estructuras

1.1 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. Criterio de valoración económica: El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, las placas de arranque y de transición de pilar inferior a superior, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje, pero no incluye las placas de anclaje de los pilares a la cimentación. Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de las piezas. Aplomado y nivelación. Ejecución de las uniones soldadas. Criterio de medición de proyecto: Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se determinará, a partir del peso obtenido en báscula oficial de las unidades llegadas a obra, el peso de las unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.		
mt07ala010de	1,000 kg Acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, en perfiles laminados en caliente, piezas simples, para aplicaciones estructurales, acabado con imprimación antioxidante. Trabajado y montado en taller, para colocar con uniones soldadas en obra.	1,98	1,98
mq08sol020	0,017 h Equipo y elementos auxiliares para soldadura eléctrica.	3,48	0,06
mo047	0,024 h Oficial 1ª montador de estructura metálica.	22,27	0,53
mo094	0,024 h Ayudante montador de estructura metálica.	21,15	0,51
%	2,000 % Costes directos complementarios	3,08	0,06
	3,000 % Costes indirectos	3,14	0,09
	<b>Precio total por kg</b>	<b>3,23</b>	
	<b>Total kg</b>	<b>1587,78</b>	
	<b>Importe total</b>	<b>5128.53</b>	
kg	Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie HEB, colocado con uniones soldadas en obra. Criterio de valoración económica: El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, las placas de arranque y de transición de pilar inferior a superior, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje, pero no incluye las placas de anclaje de los pilares a la cimentación. Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de las piezas. Aplomado y nivelación. Ejecución de las uniones soldadas. Criterio de medición de proyecto: Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se determinará, a partir del peso obtenido en báscula oficial de las unidades llegadas a obra, el peso de las unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.		
mt07ala010de	1,000 kg Acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, en perfiles laminados en caliente, piezas simples, para aplicaciones estructurales, acabado con imprimación antioxidante. Trabajado y montado en taller, para colocar con uniones soldadas en obra.	1,98	1,98

mq08sol020	0,017 h Equipo y elementos auxiliares para soldadura eléctrica.	3,48	0,06
mo047	0,024 h Oficial 1 <sup>a</sup> montador de estructura metálica.	22,27	0,53
mo094	0,024 h Ayudante montador de estructura metálica.	21,15	0,51
%	2,000 % Costes directos complementarios	3,08	0,06
	3,000 % Costes indirectos	3,14	0,09
	<b>Precio total por kg</b>	<b>3,23</b>	
	<b>Total kg</b>	<b>19874,88</b>	
	<b>Importe total</b>	<b>64195.86</b>	
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. Criterio de valoración económica: El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, las placas de arranque y de transición de pilar inferior a superior, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje, pero no incluye las placas de anclaje de los pilares a la cimentación. Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de las piezas. Aplomado y nivelación. Ejecución de las uniones soldadas. Criterio de medición de proyecto: Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se determinará, a partir del peso obtenido en báscula oficial de las unidades llegadas a obra, el peso de las unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.		
mt07ala010de	1,000 kg Acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, en perfiles laminados en caliente, piezas simples, para aplicaciones estructurales, acabado con imprimación antioxidante. Trabajado y montado en taller, para colocar con uniones soldadas en obra.	1,98	1,98
mq08sol020	0,017 h Equipo y elementos auxiliares para soldadura eléctrica.	3,48	0,06
mo047	0,024 h Oficial 1 <sup>a</sup> montador de estructura metálica.	22,27	0,53
mo094	0,024 h Ayudante montador de estructura metálica.	21,15	0,51
%	2,000 % Costes directos complementarios	3,08	0,06
	3,000 % Costes indirectos	3,14	0,09
	<b>Precio total por kg</b>	<b>3,23</b>	
	<b>Total kg</b>	<b>35788,08</b>	
	<b>Importe total</b>	<b>115595,5</b>	
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. Criterio de valoración económica: El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, las placas de arranque y de transición de pilar inferior a superior, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje, pero no incluye las placas de anclaje de los pilares a la cimentación. Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de las piezas. Aplomado y nivelación. Ejecución de las uniones soldadas. Criterio de medición de proyecto: Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se determinará, a partir del peso obtenido en báscula oficial de las unidades llegadas a obra, el peso de las unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.		

mt07ala010de	1,000 kg Acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, en perfiles laminados en caliente, piezas simples, para aplicaciones estructurales, acabado con imprimación antioxidante. Trabajado y montado en taller, para colocar con uniones soldadas en obra.	1,98	1,98
mq08sol020	0,017 h Equipo y elementos auxiliares para soldadura eléctrica.	3,48	0,06
mo047	0,024 h Oficial 1 <sup>a</sup> montador de estructura metálica.	22,27	0,53
mo094	0,024 h Ayudante montador de estructura metálica.	21,15	0,51
%	2,000 % Costes directos complementarios	3,08	0,06
	3,000 % Costes indirectos	3,14	0,09
	<b>Precio total por kg</b>	<b>3,23</b>	
	<b>Total kg</b>	<b>3925,2</b>	
	<b>Importe total</b>	<b>12678,4</b>	
Ud	Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central biselado, de 600x700 mm y espesor 25 mm, con 4 pernos soldados de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 32 mm de diámetro y 140,58 cm de longitud total. Criterio de valoración económica: El precio incluye los cortes, los despuntes, la preparación de bordes, las pletinas, las piezas especiales y los elementos auxiliares de montaje. Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de la placa. Aplomado y nivelación. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.		
mt07ala011j	105,178 kg Pletina de acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, para aplicaciones estructurales. Trabajada y montada en taller, para colocar en obra.	2,50	262,95
mt07aco010c	142,004 kg Ferralla elaborada en taller industrial con acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 500 S, de varios diámetros.	1,65	234,31
mq08sol020	0,023 h Equipo y elementos auxiliares para soldadura eléctrica.	3,48	0,08
mo047	3,808 h Oficial 1 <sup>a</sup> montador de estructura metálica.	22,27	84,80
mo094	3,808 h Ayudante montador de estructura metálica.	21,15	80,54
%	2,000 % Costes directos complementarios	662,68	13,25
	3,000 % Costes indirectos	675,93	20,28
	<b>Precio total por Ud</b>	<b>696,21</b>	
	<b>Total Ud</b>	<b>16</b>	
	<b>Importe total</b>	<b>11139,36</b>	
Ud	Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central biselado, de 350x500 mm y espesor 18 mm, con 6 pernos soldados de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 20 mm de diámetro y 58,2248 cm de longitud total. Criterio de valoración económica: El precio incluye los cortes, los despuntes, la preparación de bordes, las pletinas, las piezas especiales y los elementos auxiliares de montaje. Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de la placa. Aplomado y nivelación. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de		

	<b>medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</b>		
mt07ala011j	30,380 kg Pletina de acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, para aplicaciones estructurales. Trabajada y montada en taller, para colocar en obra.	2,50	75,95
mt07aco010c	51,693 kg Ferralla elaborada en taller industrial con acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 500 S, de varios diámetros.	1,65	85,29
mq08sol020	0,023 h Equipo y elementos auxiliares para soldadura eléctrica.	3,48	0,08
mo047	1,302 h Oficial 1 <sup>a</sup> montador de estructura metálica.	22,27	29,00
mo094	1,302 h Ayudante montador de estructura metálica.	21,15	27,54
%	2,000 % Costes directos complementarios	217,86	4,36
	3,000 % Costes indirectos	222,22	6,67
	<b>Precio total por Ud</b>	<b>228,89</b>	
	<b>Total Ud</b>	<b>14</b>	
	<b>Importe total</b>	<b>3204,46</b>	

## 2. Acondicionamiento del terreno

	2.1 Movimiento de tierras en edificación 2.1.1 Desbroce y limpieza		
m <sup>2</sup>	<b>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. Criterio de valoración económica: El precio no incluye la tala de árboles ni el transporte de los materiales retirados. Incluye: Replanteo en el terreno. Corte de arbustos. Remoción mecánica de los materiales de desbroce. Retirada y disposición mecánica de los materiales objeto de desbroce. Carga a camión. Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá, en proyección horizontal, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.</b>		
mq09sie010	0,021 h Motosierra a gasolina, de 50 cm de espada y 2 KW de potencia.	3,300	0,07
mq01pan010a	0,015 h Pala cargadora sobre neumáticos de 120 kW/1,9 m <sup>3</sup> .	43,820	0,66
mo113	0,061 h Peón ordinario construcción.	20,100	1,23
%	2,000 % Costes directos complementarios.	1,960	0,04
	3,000 % Costes indirectos.	2,000	0,06
	<b>Precio total por m<sup>2</sup></b>	<b>2,06</b>	
	<b>Total m<sup>2</sup></b>	<b>3650</b>	
	<b>Importe total</b>	<b>7519</b>	
	2.1 Movimiento de tierras en edificación 2.1.2 Excavaciones		

m <sup>3</sup>	Excavación de zanjas para cimentaciones hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, y carga a camión. Criterio de valoración económica: El precio no incluye el transporte de los materiales excavados. Incluye: Replanteo general y fijación de los puntos y niveles de referencia. Colocación de las camillas en las esquinas y extremos de las alineaciones. Excavación en sucesivas franjas horizontales y extracción de tierras. Refinado de fondos y laterales a mano, con extracción de las tierras. Carga a camión de los materiales excavados. Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros. Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros y sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados, ni el relleno necesario para reconstruir la sección teórica por defectos imputables al Contratista. Se medirá la excavación una vez realizada y antes de que sobre ella se efectúe ningún tipo de relleno. Si el Contratista cerrase la excavación antes de conformada la medición, se entenderá que se aviene a lo que unilateralmente determine el director de la ejecución de la obra.		
mq01exn020b	0,393 h Retroexcavadora hidráulica sobre neumáticos, de 115 kW.	52,860	20,77
mo113	0,248 h Peón ordinario construcción.	20,100	4,98
%	2,000 % Costes directos complementarios	25,750	0,52
	3,000 % Costes indirectos	26,270	0,79
	<b>Precio total por m<sup>3</sup></b>	<b>27,06</b>	
	<b>Total m<sup>3</sup></b>	<b>202</b>	
	<b>Importe total</b>	<b>5466,12</b>	

### 3. Cimentación

	3.1 Regularización 3.1.1 Hormigón de limpieza		
m <sup>2</sup>	Capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, de 10 cm de espesor, de hormigón HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, en el fondo de la excavación previamente realizada. Incluye: Replanteo. Colocación de toques y/o formación de maestras. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase del hormigón. Criterio de medición de proyecto: Superficie medida sobre la superficie teórica de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie teórica ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.		
mt10hmf011fb	0,105 m <sup>3</sup> Hormigón de limpieza HL-150/B/20, fabricado en central.	75,370	7,91
mo045	0,008 h Oficial 1ª estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	22,270	0,18
mo092	0,015 h Ayudante estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	21,150	0,32
%	2,000 % Costes directos complementarios	8,410	0,17

	3,000 % Costes indirectos	8,580	0,26
	<b>Precio total por m<sup>2</sup></b>	<b>8,84</b>	
	<b>Total m<sup>2</sup></b>	<b>249.118</b>	
	<b>Importe total</b>	<b>2202,2</b>	
	3.2 Superficiales		
	3.2.1 Zapatas		
m <sup>3</sup>	Zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/F/20/XC2 fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 38.6 kg/m <sup>3</sup> . Incluso armaduras de espera del pilar, alambre de atar, y separadores. Criterio de valoración económica: El precio incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y el montaje en el lugar definitivo de su colocación en obra, pero no incluye el encofrado. Incluye: Replanteo y trazado de las zapatas y de los pilares u otros elementos estructurales que apoyen en las mismas. Colocación de separadores y fijación de las armaduras. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase de cimientos. Curado del hormigón. Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.		
mt07aco020a	8,000 Ud Separador homologado para cimentaciones.	0,150	1,20
mt07aco010c	30,000 kg Ferralla elaborada en taller industrial con acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 500 S, de varios diámetros.	1,550	46,50
mt08var050	0,120 kg Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	1,460	0,18
mt10haf01ctm	1,100 m <sup>3</sup> Hormigón HA-25/F/20/XC2, fabricado en central.	90,250	99,28
mo043	0,048 h Oficial 1ª ferrallista.	22,270	1,07
mo090	0,072 h Ayudante ferrallista	21,150	1,52
mo045	0,050 h Oficial 1ª estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	22,270	1,11
mo092	0,301 h Ayudante estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	21,150	6,37
%	2,000 % Costes directos complementarios	157,230	3,14
	3,000 % Costes indirectos	160,370	4,81
	<b>Precio total por m<sup>3</sup></b>	<b>165,18</b>	
	<b>Total m<sup>3</sup></b>	<b>201.17</b>	
	<b>Importe total</b>	<b>33229,26</b>	
	3.3 Arriostramientos		
	3.3.1 Vigas entre zapatas		
m <sup>3</sup>	Viga de atado de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/F/20/XC2 fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 51,2 kg/m <sup>3</sup> . Incluso alambre de atar, y separadores. Criterio de valoración económica: El precio incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller		

	industrial y el montaje en el lugar definitivo de su colocación en obra, pero no incluye el encofrado. Incluye: Colocación de la armadura con separadores homologados. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase. Curado del hormigón. Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.		
mt07aco020a	10,000 Ud Separador homologado para cimentaciones.	0,150	1,50
mt07aco010c	51,200 kg Ferralla elaborada en taller industrial con acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 500 S, de varios diámetros.	1,550	79,36
mt08var050	0,410 kg Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	1,460	0,60
mt10haf010...	1,050 m <sup>3</sup> Hormigón HA-25/F/20/XC2, fabricado en central.	90,250	94,76
mo043	0,164 h Oficial 1 <sup>a</sup> ferrallista.	22,270	3,65
mo090	0,164 h Ayudante ferrallista	21,150	3,47
mo045	0,070 h Oficial 1 <sup>a</sup> estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	22,270	1,56
mo092	0,280 h Ayudante estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	21,150	5,92
%	2,000 % Costes directos complementarios	190,820	3,82
	3,000 % Costes indirectos	194,640	5,84
	<b>Precio total por m<sup>3</sup></b>	<b>200,48</b>	
	<b>Total m<sup>3</sup></b>	<b>27.034</b>	
	<b>Importe total</b>	<b>5419,78</b>	

#### 4. Fachadas y particiones

	4.1 Fachadas ligeras 4.1.1 De chapas de acero y paneles sándwich	
m <sup>2</sup>	Fachada de paneles sándwich de acero galvanizado, de 35 mm de espesor y 1000 mm de anchura, formados por cara exterior de chapa lisa acabado con pintura de poliéster, de 0,6 mm de espesor, alma aislante de poliuretano de densidad media 40 kg/m <sup>3</sup> , y cara interior de chapa nervada acabado con pintura de poliéster, de 0,5 mm de espesor, conductividad térmica 0,62 W/(mK), Euroclase B-s1, d0 de reacción al fuego según UNE-EN 13501-1, colocados en posición vertical y fijados mecánicamente con sistema de fijación oculta a una estructura portante o auxiliar. Incluso accesorios de fijación de los paneles y cinta flexible de butilo, adhesiva por ambas caras, para el sellado de estanqueidad de los solapes entre paneles sándwich. Criterio de valoración económica: El precio no incluye la estructura soporte ni la resolución de puntos singulares. Incluye: Replanteo de los paneles. Corte, preparación y colocación de los paneles. Sellado de juntas. Fijación mecánica de los paneles. Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de	



	<b>Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 1 m<sup>2</sup>. Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 1 m<sup>2</sup>.</b>		
mt12ppa015...	1,050 m <sup>2</sup> Panel sándwich de acero galvanizado, de 35 mm de espesor y 1150 mm de anchura, formado por cara exterior de chapa lisa acabado con pintura de poliéster, de 0,6 mm de espesor, alma aislante de poliuretano de densidad media 40 kg/m <sup>3</sup> , y cara interior de chapa nervada acabado con pintura de poliéster, de 0,5 mm de espesor, conductividad térmica 0,62 W/(mK), Euroclase B-s1, d0 de reacción al fuego según UNE-EN 13501-1; para fachadas y particiones.	26,530	27,86
mt12ppa100a	0,200 Ud Kit de accesorios de fijación, para paneles sándwich aislantes, en fachadas.	9,440	1,89
mt13dcp020a	2,000 m Cinta flexible de butilo, adhesiva por ambas caras, para el sellado de estanqueidad de los solapes entre paneles sándwich.	2,000	4,00
mo051	0,208 h Oficial 1 <sup>a</sup> montador de cerramientos industriales.	22,000	4,58
mo098	0,208 h Ayudante montador de cerramientos industriales.	20,340	4,23
%	2,000 % Costes directos complementarios	42,560	0,85
	3,000 % Costes indirectos	43,410	1,30
	<b>Precio total por m<sup>2</sup></b>	<b>44,71</b>	
	<b>Total m<sup>2</sup></b>	<b>1408.73</b>	
	<b>Importe total</b>	<b>62984,32</b>	

## 5. Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares

	5.1 Carpintería 5.1.1 De aluminio	
	Ventana de aluminio, serie Cor-80 Industrial "CORTIZO", con rotura de puente térmico, dos hojas practicables, con apertura hacia el interior, dimensiones 1400x1000 mm, acabado anodizado natural, con el sello EWAA-EURAS, que garantiza el espesor y la calidad del proceso de anodizado, compuesta de hoja de 88 mm y marco de 80 mm, junquillos, galce, juntas de estanqueidad de EPDM, manilla estándar y herrajes, según UNE-EN 14351-1; transmitancia térmica del marco: U <sub>h,m</sub> = desde 1,3 W/(m <sup>2</sup> K); espesor máximo del acristalamiento: 65 mm, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase E1950, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C5, según UNE-EN 12210, con cerradura de seguridad, sin premarco y sin persiana. Incluso patillas de anclaje para la fijación de la carpintería, sellador adhesivo y silicona neutra para sellado perimetral de las juntas exterior e interior, entre la carpintería y la obra. TSAC. Criterio de	

	<b>valoración económica: El precio no incluye el recibido en obra de la carpintería. Incluye: Ajuste final de las hojas. Sellado perimetral de la junta entre la carpintería exterior y el paramento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</b>		
mt25pfz252...	1,000 Ud Ventana de aluminio, serie Cor-80 Industrial "CORTIZO", con rotura de puente térmico, dos hojas practicables, con apertura hacia el interior, dimensiones 1400x1000 mm, acabado anodizado natural, con el sello EWAA-EURAS, que garantiza el espesor y la calidad del proceso de anodizado, compuesta de hoja de 88 mm y marco de 80 mm, junquillos, galce, juntas de estanqueidad de EPDM, manilla estándar y herrajes, según UNE-EN 14351-1; transmitancia térmica del marco: U <sub>h,m</sub> = desde 1,3 W/(m <sup>2</sup> K); espesor máximo del acristalamiento: 65 mm, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase E1950, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C5, según UNE-EN 12210. TSAC.	576,140	576,14
mt23var010a	1,000 Ud Kit de cerradura de seguridad para carpintería de aluminio.	24,450	24,45
mt22www010a	0,816 Ud Cartucho de 290 ml de sellador adhesivo monocomponente, neutro, superelástico, a base de polímero MS, color blanco, con resistencia a la intemperie y a los rayos UV y elongación hasta rotura 750%.	5,150	4,20
mt22www050a	0,384 Ud Cartucho de 300 ml de silicona neutra oxímica, de elasticidad permanente y curado rápido, color blanco, rango de temperatura de trabajo de -60 a 150°C, con resistencia a los rayos UV, dureza Shore A aproximada de 22, según UNE-EN ISO 868 y elongación a rotura >= 800%, según UNE-EN ISO 8339.	4,610	1,77
mo018	1,407 h Oficial 1ª cerrajero.	21,690	30,52
mo059	0,943 h Ayudante cerrajero.	20,380	19,22
%	2,000 % Costes directos complementarios	656,300	13,13
	3,000 % Costes indirectos	669,430	20,08
	<b>Precio total por Ud</b>	<b>689,51</b>	
	<b>Total Ud</b>	<b>38</b>	
	<b>Importe total</b>	<b>26201,38</b>	
	5.2 Puertas de uso industrial		
	5.2.1 De paneles sándwich aislantes metálicos		
Ud	<b>Puerta seccional industrial, de 4x4 m, formada por panel sándwich, de 45 mm de espesor, de doble chapa de acero</b>		

	<p>cincado con núcleo aislante de espuma de poliuretano, acabado lacado de color RAL 9016 en la cara exterior y de color RAL 9002 en la cara interior, con mirilla central de 610x180 mm, formada por marco de material sintético y acristalamiento de polimetilmetacrilato (PMMA). Incluye: Limpieza y preparación de la superficie soporte. Replanteo. Montaje de la puerta. Instalación de los mecanismos. Conexión eléctrica. Ajuste y fijación de la puerta. Puesta en marcha. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>		
mt26pes040c	<p>1,000 Ud Puerta seccional industrial, de 4x4 m, formada por panel sándwich, de 45 mm de espesor, de doble chapa de acero cincado con núcleo aislante de espuma de poliuretano, acabado lacado de color RAL 9016 en la cara exterior y de color RAL 9002 en la cara interior, con mirilla central de 610x180 mm, formada por marco de material sintético y acristalamiento de polimetilmetacrilato (PMMA), juntas entre paneles y perimetrales de estanqueidad, guías laterales de acero galvanizado, herrajes de colgar, equipo de motorización, muelles de torsión, cables de suspensión, cuadro de maniobra con pulsador de control de apertura y cierre de la puerta y pulsador de parada de emergencia, sistema antipinzamiento para evitar el atrapamiento de las manos, en ambas caras y sistemas de seguridad en caso de rotura de muelle y de rotura de cable. Según UNE-EN 13241-1.</p>	3.112,27	3.112,27
mo011	14,051 h Oficial 1ª montador.	22,00	309,12
mo080	14,051 h Ayudante montador.	20,34	285,80
mo003	1,004 h Oficial 1ª electricista.	22,000	22,09
%	2,000 % Costes directos complementarios	3.729,28	74,59
	3,000 % Costes indirectos	3.803,87	114,12
	<b>Precio total por Ud</b>	<b>3.917,99</b>	
	<b>Total Ud</b>	<b>2</b>	
	<b>Importe total</b>	<b>7835,98</b>	

## 6. Instalaciones

	<p>6.1 Evacuación de aguas 6.1.1 Bajantes</p>	
m	<p>Bajante interior de la red de evacuación de aguas pluviales, formada por tubo de PVC, serie B, de 125 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. Incluye: Replanteo del recorrido de la bajante y de la situación de los elementos de sujeción. Presentación en seco de los tubos. Fijación del material auxiliar para montaje y</p>	

	<b>sujeción a la obra. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</b>		
mt36tit400h	1,000 Ud Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de PVC, serie B, de 125 mm de diámetro.	0,470	0,47
mt36tit010he	1,000 m Tubo de PVC, serie B, de 125 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor, según UNE-EN 1329-1, con el precio incrementado el 20% en concepto de accesorios y piezas especiales.	6,230	6,23
mt11var009	0,023 l Líquido limpiador para pegado mediante adhesivo de tubos y accesorios de PVC.	35,610	0,82
mt11var010	0,012 l Adhesivo para tubos y accesorios de PVC.	45,390	0,54
mo008	0,118 h Oficial 1ª fontanero.	22,000	2,60
mo107	0,059 h Ayudante fontanero.	20,300	1,20
%	2,000 % Costes directos complementarios	11,860	0,24
	3,000 % Costes indirectos	12,100	0,36
	<b>Precio total por m</b>	<b>12,46</b>	
	<b>Total m</b>	<b>16</b>	
	<b>Importe total</b>	<b>199,36</b>	
	6.1 Evacuación de aguas		
	6.1.2 Canalones		
m	<b>Canalón trapecial de PVC con óxido de titanio, de 125x86 mm, color blanco, para recogida de aguas, formado por piezas preformadas, fijadas con gafas especiales de sujeción al alero, con una pendiente mínima del 0,5%. Incluso soportes, esquinas, tapas, remates finales, piezas de conexión a bajantes y piezas especiales. Incluye: Replanteo del recorrido del canalón y de la situación de los elementos de sujeción. Fijación del material auxiliar para montaje y sujeción a la obra. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</b>		
mt36cap010	1,100 m Canalón trapecial de PVC con óxido de titanio, de 125x86 mm, color blanco, según UNE-EN 607. Incluso soportes, esquinas, tapas, remates finales, piezas de conexión a bajantes y piezas especiales.	10,060	11,07
mo008	0,199 h Oficial 1ª fontanero.	22,000	4,38
mo107	0,199 h Ayudante fontanero.	20,300	4,04
%	2,000 % Costes directos complementarios	19,490	0,39
	3,000 % Costes indirectos	19,880	0,60
	<b>Precio total por m</b>	<b>20,48</b>	
	<b>Total m</b>	<b>90</b>	
	<b>Importe total</b>	<b>1843,2</b>	

## 7. Cubiertas

	7.1 Componentes de cubiertas inclinadas 7.1.1 De chapas de acero y paneles sándwich		
m <sup>2</sup>	<p><b>Cobertura de paneles sándwich acústicos de acero galvanizado, de lana de roca, formados por cara exterior de chapa grecada con cinco grecas acabado prelacado, RC3 y RUV2, según UNE-EN 10169, de 0,5 mm de espesor, alma aislante de lana de roca de densidad media 95 kg/m<sup>3</sup> y cara interior de chapa nervada acabado prelacado, de 0,5 mm de espesor, con perforaciones de 3 mm de diámetro, conductividad térmica 0,35 W/(mK), Euroclase A2-s1, d0 de reacción al fuego, según UNE-EN 13501-1, con 35 dB de índice global de reducción acústica, Rw, proporcionando una reducción del nivel global ponderado de presión de ruido aéreo de 34,7 dBA y coeficiente de absorción acústica medio 0,85, según UNE-EN ISO 354, colocados con un solape del panel superior de 200 mm y fijados mecánicamente sobre entramado ligero metálico, en cubierta inclinada, con una pendiente mayor del 10%. Incluso accesorios de fijación de los paneles sándwich, cinta flexible de butilo, adhesiva por ambas caras, para el sellado de estanqueidad de los solapes entre paneles sándwich y pintura antioxidante de secado rápido, para la protección de los solapes entre paneles sándwich. Criterio de valoración económica: El precio no incluye la superficie soporte ni los puntos singulares y las piezas especiales de la cobertura. Incluye: Limpieza de la superficie soporte. Replanteo de los paneles por faldón. Corte, preparación y colocación de los paneles. Fijación mecánica de los paneles. Sellado de juntas. Aplicación de una mano de pintura antioxidante en los solapes entre paneles. Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en verdadera magnitud, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá, en verdadera magnitud, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</b></p>		
mt13dcp011...	<p>1,130 m<sup>2</sup> Panel sándwich acústico de acero galvanizado, para cubiertas, de 100 mm de espesor y 1150 mm de anchura, formado por cara exterior de chapa grecada con cinco grecas acabado prelacado, RC3 y RUV2, según UNE-EN 10169, de 0,5 mm de espesor, alma aislante de lana de roca de densidad media 95 kg/m<sup>3</sup> y cara interior de chapa nervada acabado prelacado, de 0,5 mm de espesor, con perforaciones de 3 mm de diámetro, conductividad térmica 0,35 W/(mK), Euroclase A2-s1, d0 de reacción al fuego, según UNE-EN 13501-1, con 35 dB de índice global de reducción acústica, Rw, proporcionando una reducción del nivel global ponderado de presión de ruido aéreo de 34,7 dBA y coeficiente de absorción acústica medio 0,85, según UNE-EN ISO 354.</p>	50,290	56,83
mt13dcp030a	<p>0,200 Ud Kit de accesorios de fijación, para paneles sándwich aislantes, en cubiertas inclinadas.</p>	14,170	2,83

mt13dcp020a	2,100 m Cinta flexible de butilo, adhesiva por ambas caras, para el sellado de estanqueidad de los solapes entre paneles sándwich.	2,000	4,20
mt27pfi150a	0,070 kg Pintura antioxidante de secado rápido, a base de resinas, pigmentos de aluminio con resistencia a los rayos UV y partículas de vidrio termoendurecido, con resistencia a la intemperie y al envejecimiento, repelente del agua y la suciedad y con alta resistencia a los agentes químicos; para aplicar con brocha, rodillo o pistola.	0,930	0,07
mo051	0,102 h Oficial 1ª montador de cerramientos industriales.	22,000	2,24
mo098	0,102 h Ayudante montador de cerramientos industriales.	20,340	2,07
%	2,000 % Costes directos complementarios	68,240	1,36
	3,000 % Costes indirectos	69,600	2,09
	<b>Precio total por m<sup>2</sup></b>	<b>71,69</b>	
	<b>Total m<sup>2</sup></b>	<b>1583.64</b>	
	<b>Importe total</b>	<b>113531,15</b>	

## 8. Revestimientos y trasdosados

	8.1 Pavimentos 8.1.1 Sistemas de pavimentos industriales y decorativos		
m <sup>2</sup>	Solera de hormigón con malla electrosoldada de 20 cm de espesor, para pavimento industrial o decorativo, realizada con hormigón HM-25/B/20/X0 fabricado en central y vertido desde camión, con malla electrosoldada superior como armadura de reparto, ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080, extendido y vibrado manual mediante regla vibrante, sin tratamiento de su superficie. Criterio de valoración económica: El precio no incluye la base de la solera ni la ejecución y el sellado de las juntas. Incluye: Preparación de la superficie de apoyo del hormigón. Replanteo de las juntas de construcción y de dilatación. Tendido de niveles mediante toques, maestras de hormigón o reglas. Riego de la superficie base. Colocación de la malla electrosoldada con separadores homologados. Vertido, extendido y vibrado del hormigón. Curado del hormigón. Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin deducir la superficie ocupada por los pilares situados dentro de su perímetro.		
mt07aco020n	2,000 Ud Separador homologado para malla electrosoldada superior.	1,030	2,06
mt07ame010d	1,200 m <sup>2</sup> Malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080.	2,440	2,93
mt10hmf010	0,210 m <sup>3</sup> Hormigón HM-25/B/20/X0, fabricado en central.	86,140	18,09
mq06vib020	0,088 h Regla vibrante de 3 m.	5,130	0,45

mo020	0,154 h Oficial 1ª construcción.	21,410	3,30
mo113	0,154 h Peón ordinario construcción.	20,100	3,10
mo077	0,077 h Ayudante construcción.	20,340	1,57
%	2,000 % Costes directos complementarios	20,340	1,57
	3,000 % Costes indirectos	32,130	0,96
	<b>Precio total por m<sup>2</sup></b>	<b>33,09</b>	
	<b>Total m<sup>2</sup></b>	<b>3650</b>	
	<b>Importe total</b>	<b>120778,5</b>	

## 9. Gestión de residuos

	9.1 Gestión de tierras		
	9.1.1 Transporte de tierras		
m <sup>3</sup>	Transporte de tierras con camión de los productos procedentes de la excavación de cualquier tipo de terreno a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos, situado a una distancia máxima de 10 km. Criterio de valoración económica: El precio incluye el tiempo de espera en obra durante las operaciones de carga, el viaje de ida, la descarga y el viaje de vuelta, pero no incluye la carga en obra. Incluye: Transporte de tierras a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos, con protección de las mismas mediante su cubrición con lonas o toldos. Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de las excavaciones, incrementadas cada una de ellas por su correspondiente coeficiente de esponjamiento, de acuerdo con el tipo de terreno considerado. Criterio de medición de obra: Se medirá, incluyendo el esponjamiento, el volumen de tierras realmente transportado según especificaciones de Proyecto.		
mq04cab010c	0,098 h Camión basculante de 12 t de carga, de 162 kW.	44,000	4,31
%	2,000 % Costes directos complementarios	4,310	0,09
	3,000 % Costes indirectos	4,400	0,13
	<b>Precio total por m<sup>3</sup></b>	<b>4,53</b>	
	<b>Total m<sup>3</sup></b>	<b>1228</b>	
	<b>Importe total</b>	<b>5562,84</b>	
	9.1 Gestión de tierras		
	9.1.2 Entrega de tierras a gestor autorizado		
m <sup>3</sup>	Canon de vertido por entrega de tierras procedentes de la excavación, en vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos. Criterio de valoración económica: El precio no incluye el transporte. Incluye: Nada. Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de las excavaciones, incrementadas cada una de ellas por su correspondiente coeficiente de esponjamiento, de acuerdo con el tipo de terreno considerado. Criterio de medición de obra: Se medirá,		

	<b>incluyendo el esponjamiento, el volumen de tierras realmente entregado según especificaciones de Proyecto.</b>		
mq04res035a	1,029 m <sup>3</sup> Canon de vertido por entrega de tierras procedentes de la excavación, en vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de mampostero de albañil de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos.	2,090	2,15
%	2,000 % Costes directos complementarios	2,150	0,04
	3,000 % Costes indirectos	2,190	0,07
	<b>Precio total por m<sup>3</sup></b>	<b>2,26</b>	
	<b>Total m<sup>3</sup></b>	<b>1228</b>	
	<b>Importe total</b>	<b>2775,28</b>	
	9.2 Gestión de residuos vegetales		
	9.2.1 Transporte de residuos vegetales		
m <sup>3</sup>	Transporte con camión de residuos vegetales producidos durante los trabajos de limpieza de solares, poda y tala de árboles, a vertedero específico, situado a 10 km de distancia. Criterio de valoración económica: El precio incluye el tiempo de espera en obra durante las operaciones de carga, el viaje de ida, la descarga y el viaje de vuelta, pero no incluye la carga en obra. Incluye: Nada. Criterio de medición de proyecto: Volumen teórico, estimado a partir del peso y la densidad aparente de los diferentes materiales que componen los residuos, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá, incluyendo el esponjamiento, el volumen de residuos realmente transportado según especificaciones de Proyecto.		
mq04cap020o	0,073 h Camión de transporte de 15 t con una capacidad de 12 m <sup>3</sup> y 2 ejes.	109,040	7,96
%	2,000 % Costes directos complementarios	7,960	0,16
	3,000 % Costes indirectos	8,120	0,24
	<b>Precio total por m<sup>3</sup></b>	<b>8,36</b>	
	<b>Total m<sup>3</sup></b>	<b>912,00</b>	
	<b>Importe total</b>	<b>7624,32</b>	
	9.2 Gestión de residuos vegetales		
	9.2.2 Entrega de residuos vegetales a gestor autorizado		
m <sup>3</sup>	Canon de vertido por entrega de residuos vegetales producidos durante los trabajos de limpieza de solares, poda y tala de árboles, en vertedero específico. Criterio de valoración económica: El precio no incluye el transporte. Incluye: Nada. Criterio de medición de proyecto: Volumen teórico, estimado a partir del peso y la densidad aparente de los diferentes materiales que componen los residuos, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá, incluyendo el esponjamiento, el volumen de residuos realmente entregado según especificaciones de Proyecto.		
mq04res025ka	1,029 m <sup>3</sup> Canon de vertido por entrega de residuos vegetales producidos durante los trabajos de limpieza de solares, poda y tala de árboles, en vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de mampostero de albañil de construcción	7,010	7,21



%	y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos. 2,000 % Costes directos complementarios 3,000 % Costes indirectos	7,210 7,350	0,14 0,22
	<b>Precio total por m<sup>3</sup></b>	<b>7,57</b>	
	<b>Total m<sup>3</sup></b>	<b>912,00</b>	
	<b>Importe total</b>	<b>6903,84</b>	

## 10. Equipos adicionales

	<b>10 Equipos adicionales</b>		
Ud	<b>Puente grúa de dos carriles y con una capacidad de carga máxima de 25 T. Puede mover todos los objetos en las tres direcciones del espacio.</b>		
mo010	h 3,546 Oficial 1 <sup>a</sup> montador.	17,82	63,19
mo078	h 3,546 Ayudante montador.	16,13	57,20
	% 3,000 Costes directos complementarios	246,20	4,92
	<b>Precio total por Ud</b>	<b>22000</b>	
	<b>Total Ud</b>	<b>1</b>	
	<b>Importe total</b>	<b>22000</b>	

	<b>Presupuesto de ejecución material</b>	<b>644.018,64</b>
	13% de gastos generales	83.722,42
	6% de beneficio industrial	38.641,12
	<b>Suma</b>	<b>766.382,18</b>
	21% IVA	160.940,26
	<b>Presupuesto de ejecución por contrata</b>	<b>927.322,44</b>

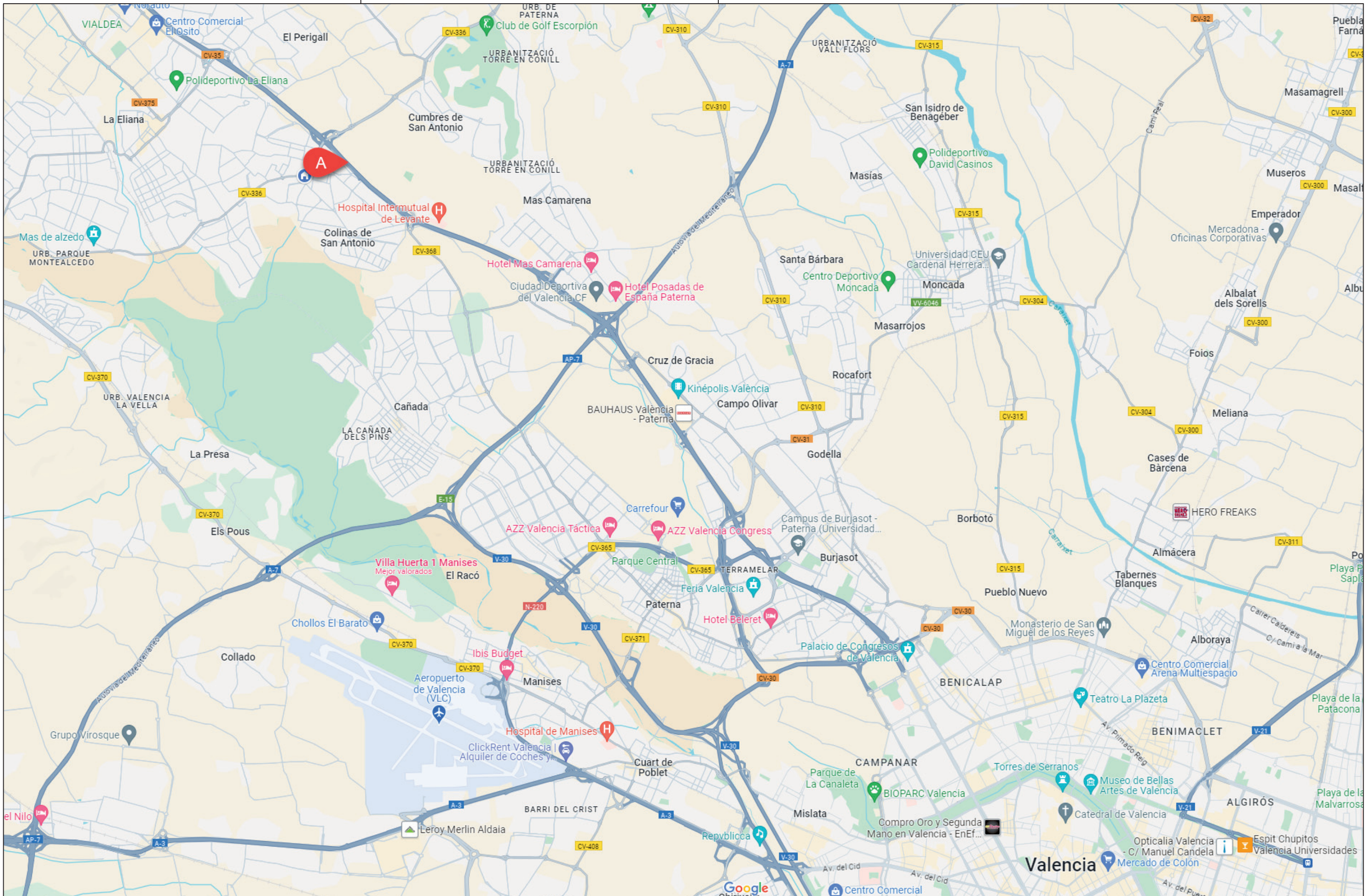
Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de NOVECIENTOS VEINTISIETE MIL TRESCIENTOS VEINTIDOS EURSOS CON CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS.



## 4. Planos

## Índice de planos

1. Plano 1.- Plano de situación.....	99
2. Plano 2.- Ubicación de la parcela.....	100
3. Plano 3.- Construcciones colindantes.....	101
4. Plano 4.- Plano de cubiertas en parcela.....	102
5. Plano 5.- Distribución en planta y ubicación de la parcela.....	103
6. Plano 6.- Numeración de los pórticos.....	104
7. Plano 7.- Cimentación.....	105
8. Plano 8.- Distribución de las correas.....	106
9. Plano 9a.- Pórtico interior (a).....	107
10. Plano 9b.- Pórtico interior (b).....	108
11. Plano 10a.- Pórtico delantero y trasero (a).....	109
12. Plano 10b.- Pórtico delantero y trasero (b).....	110
13. Plano 11a.- Fachada lateral (a).....	111
14. Plano 11b.- Fachada lateral (b).....	112
15. Plano 12.- Viga carrilera.....	113
16. Plano 13.- Cubierta.....	114
17. Plano 14.- Cerramiento delantero y trasero.....	115
18. Plano 15.- Cerramientos laterales.....	116
19. Plano 16.- Cerramiento de cubierta.....	117



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



Proyecto: **PROPUESTA DE NAVE INDUSTRIAL CON PUNTE GRÚA PARA EL PROCESADO DE PIEZAS DE MÁRMOL**

Plano: **Plano de situación**

Autor: **José A. Madrid García**

Fecha: **Noviembre 2023**

Escala: **1:5000**

Nº Plano:

**1**



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERIA EN TECNOLOGIAS INDUSTRIALES



Proyecto: **PROPUESTA DE NAVE INDUSTRIAL CON PUENTE GRÚA PARA EL PROCESADO DE PIEZAS DE MÁRMOL**

Plano: **Ubicación de la parcela**

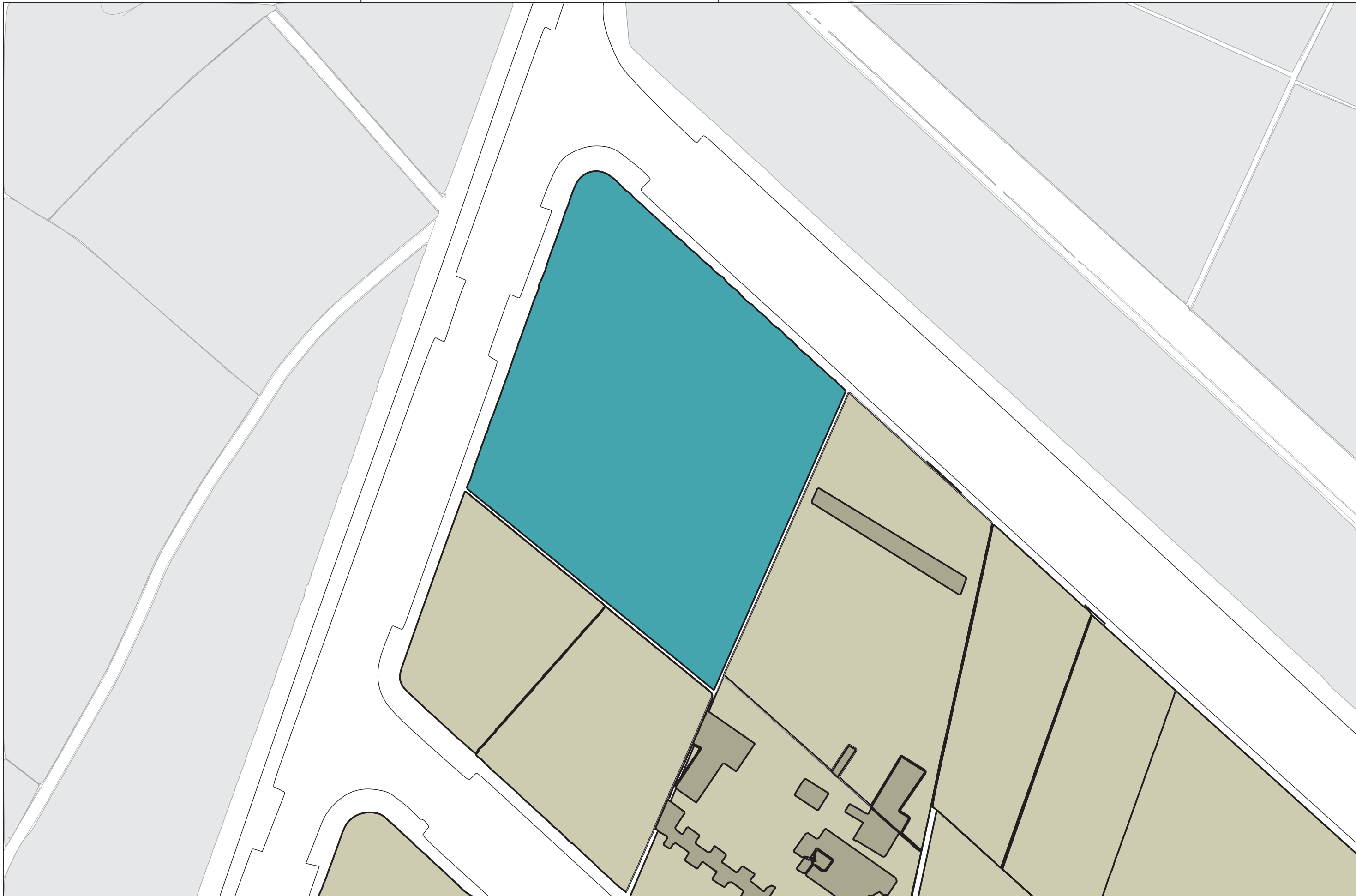
Autor: **José A. Madrid García**

Fecha: **Noviembre 2023**

Escala: **1:200**

Nº Plano:

**2**



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



Proyecto:

PROPUESTA DE NAVE INDUSTRIAL CON PUNTE GRÚA PARA EL PROCESADO DE PIEZAS DE MÁRMOL

Plano:

Construcciones colindantes

Autor:

José A. Madrid García

Fecha:

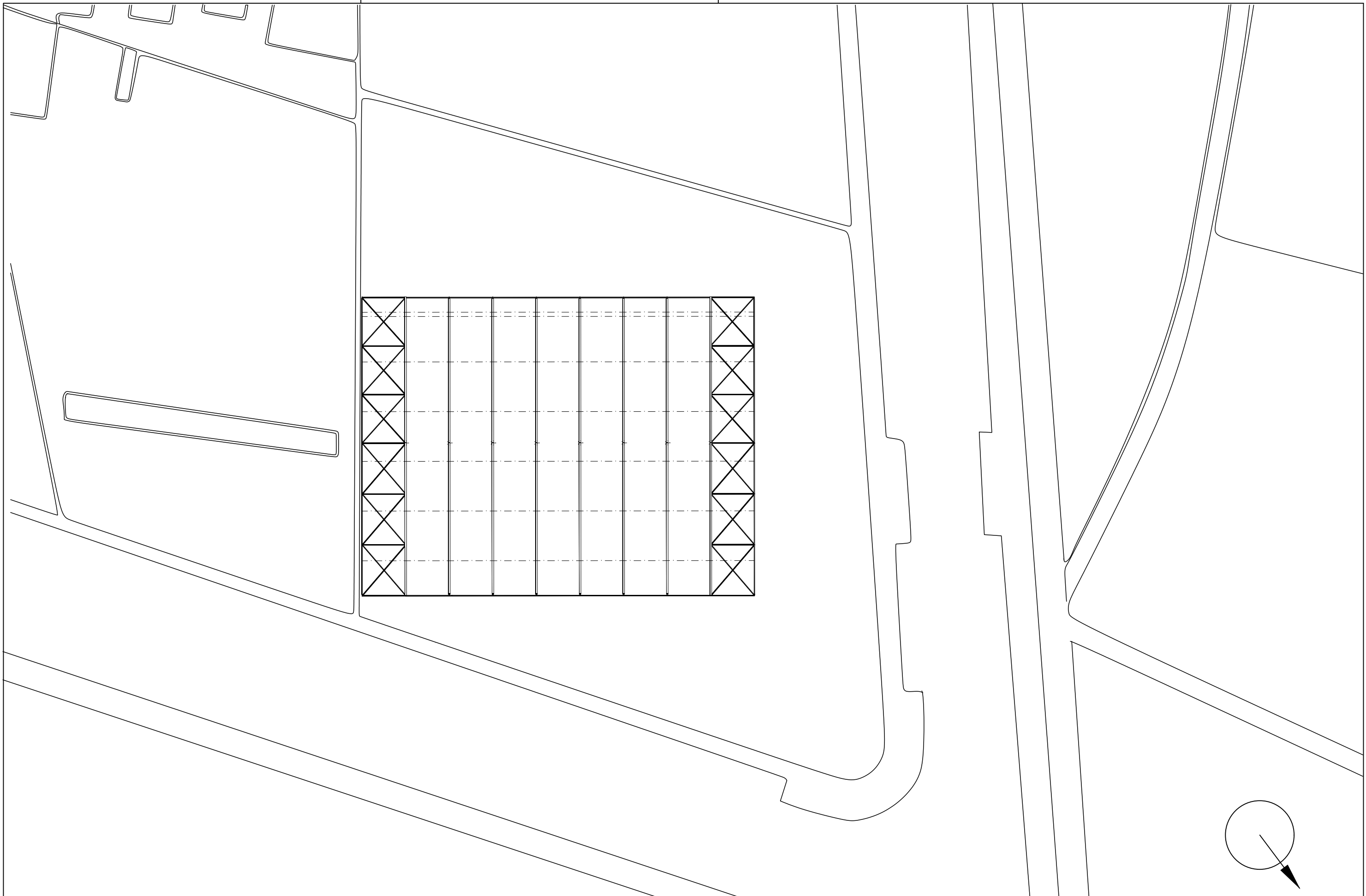
Noviembre 2023

Escala:

1:600

Nº Plano:

3



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR INGENIERÍA  
INDUSTRIAL VALENCIA

Proyecto: **PROPUESTA DE NAVE INDUSTRIAL CON  
PUENTE GRÚA PARA EL PROCESADO DE  
PIEZAS DE MÁRMOL**

Plano: **Plano de cubiertas**

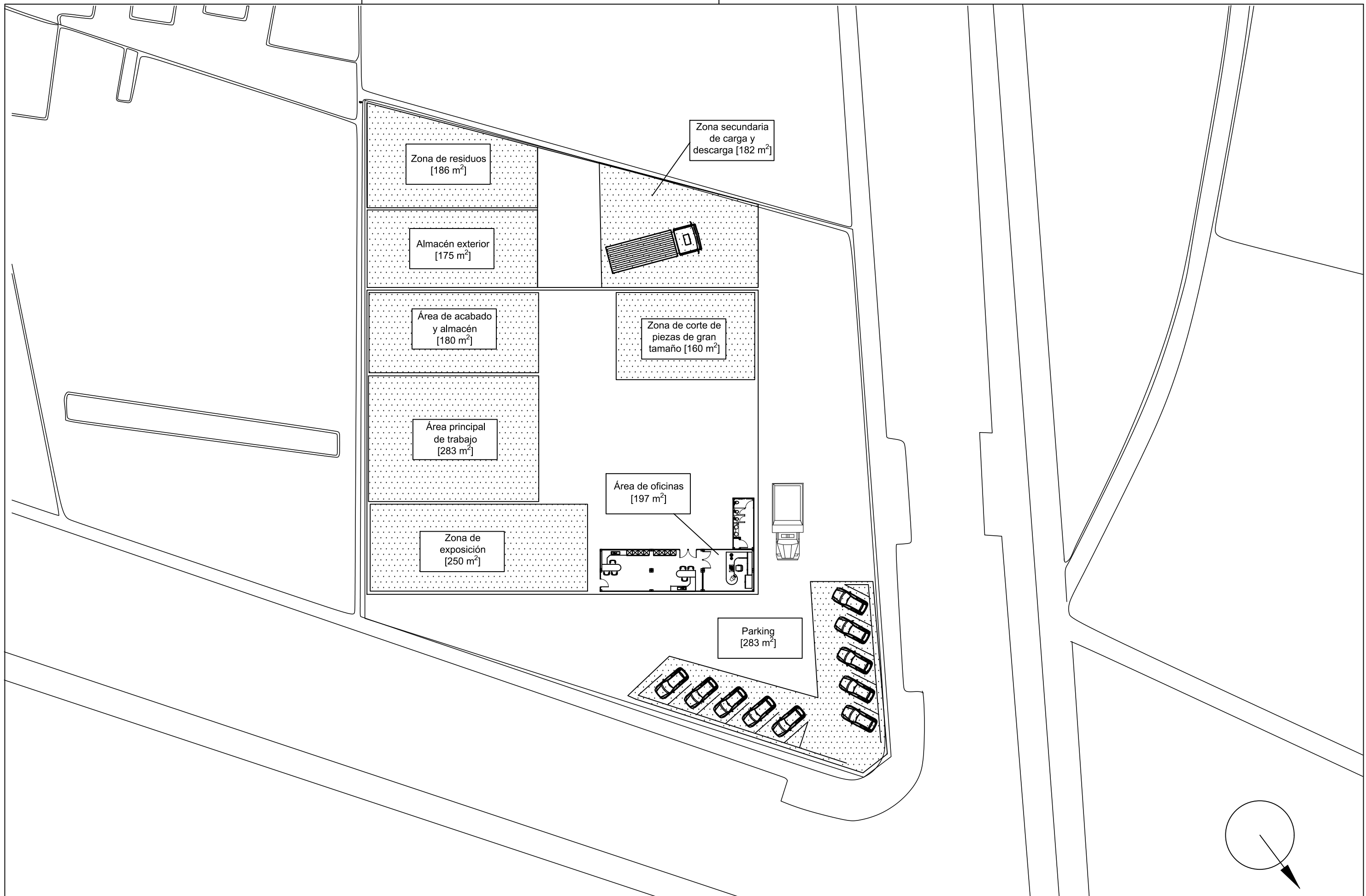
Autor: **Jose A. Madrid Gascó**

Fecha: **Noviembre 2023**

Escala: **1:200**

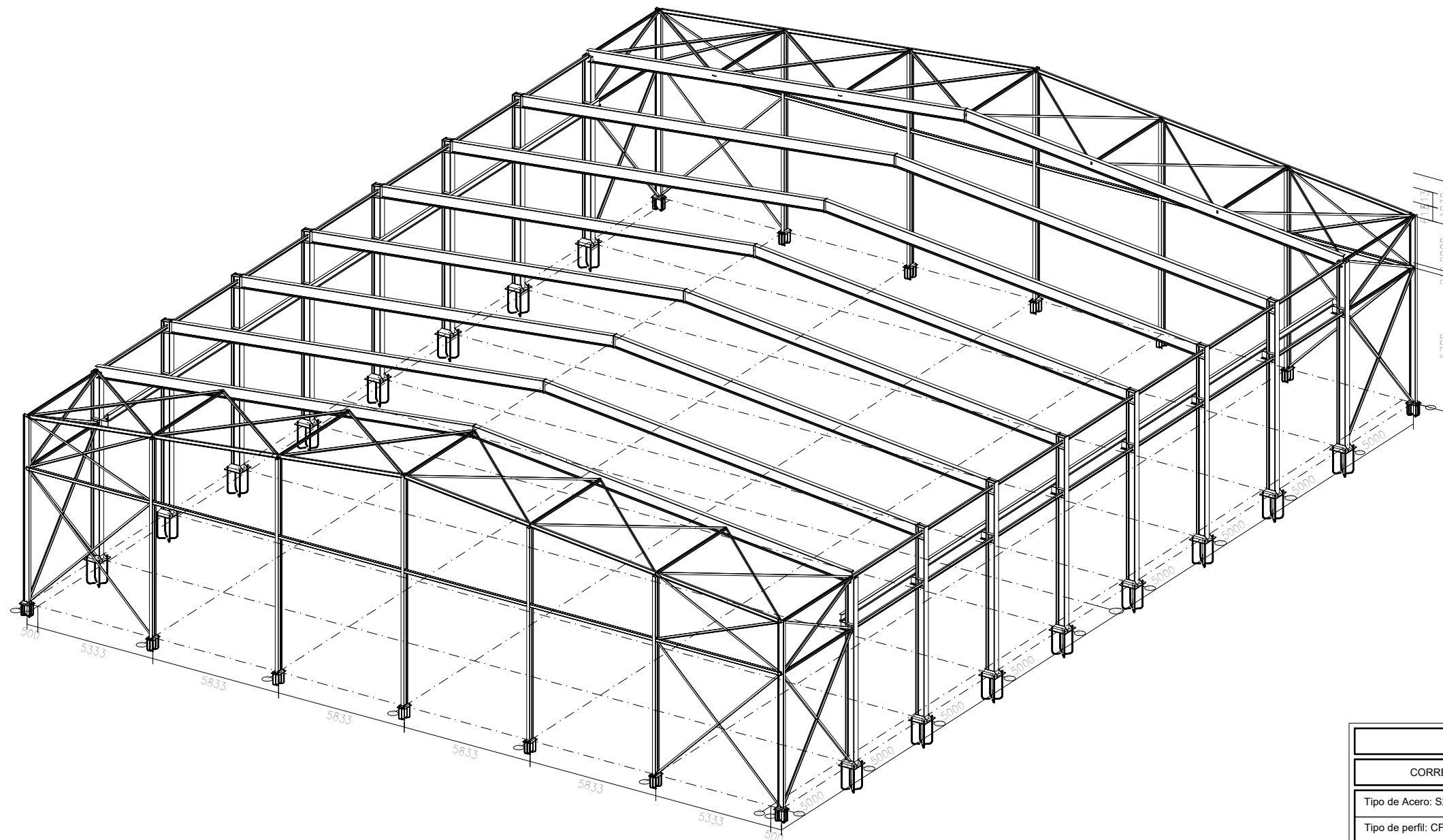
Nº Plano:

**4**



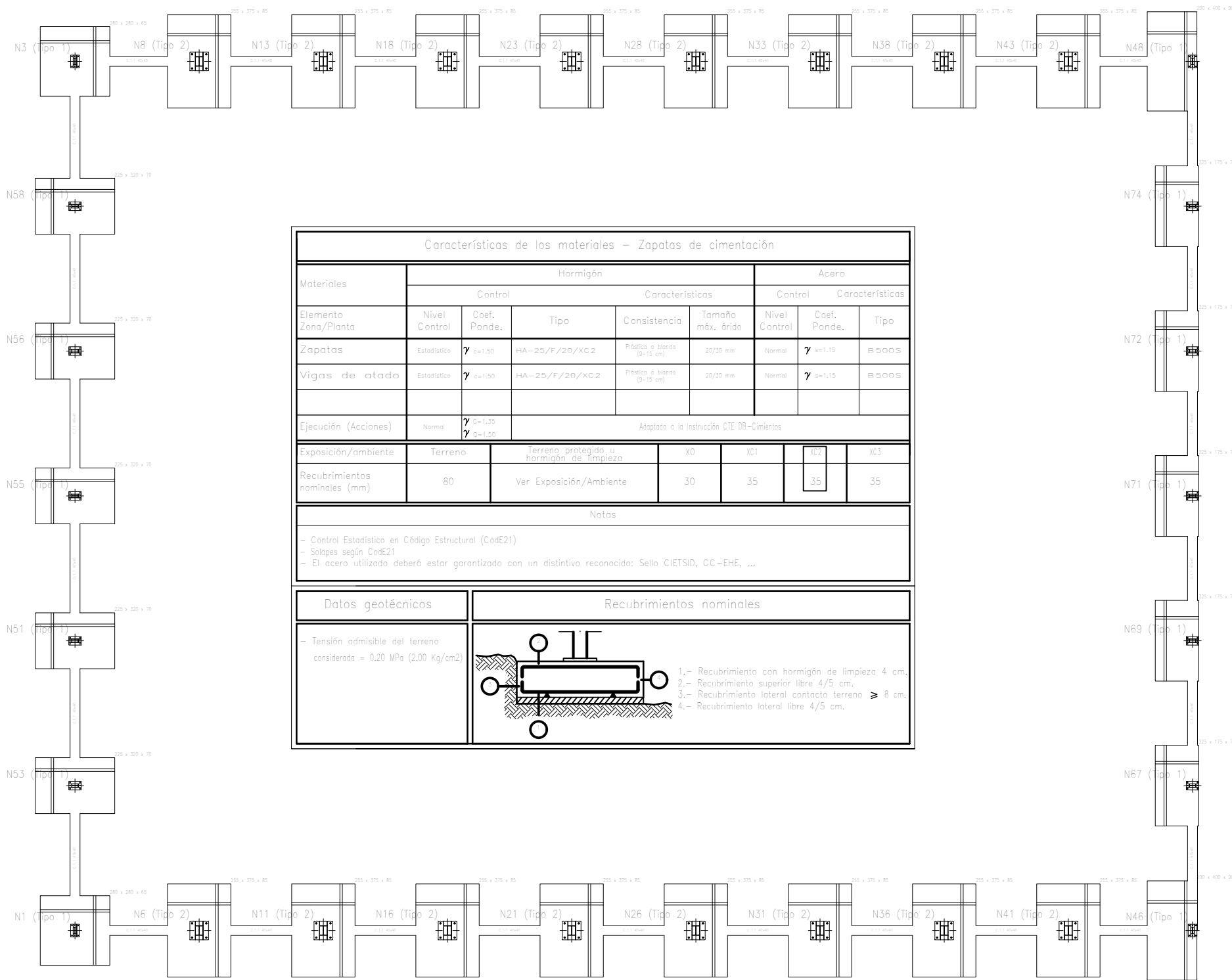


3D

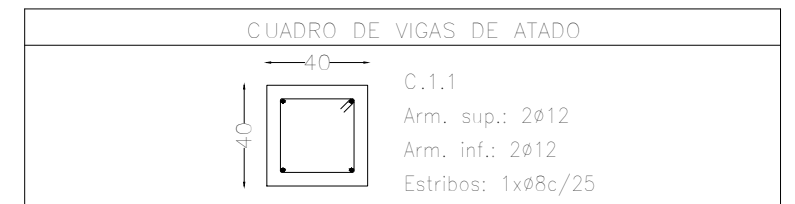
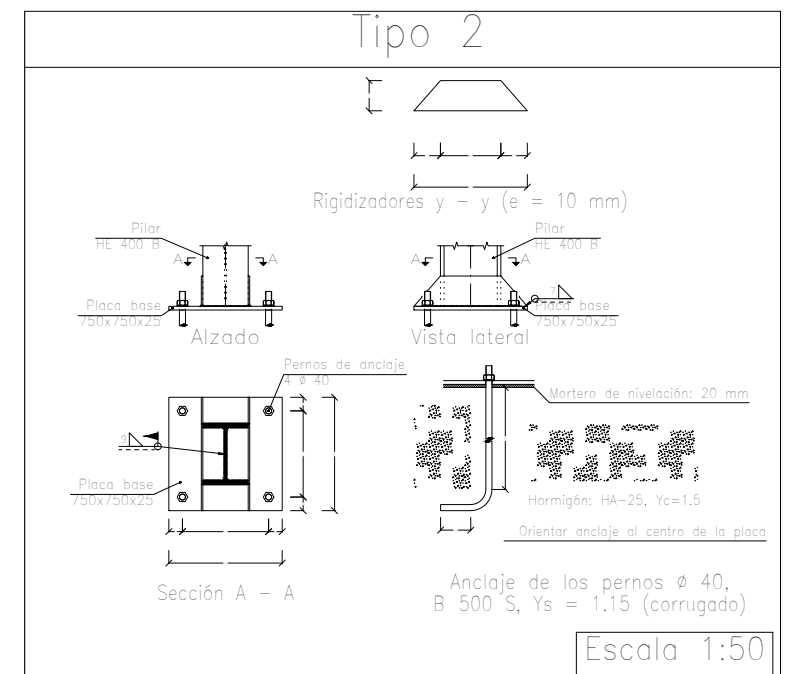
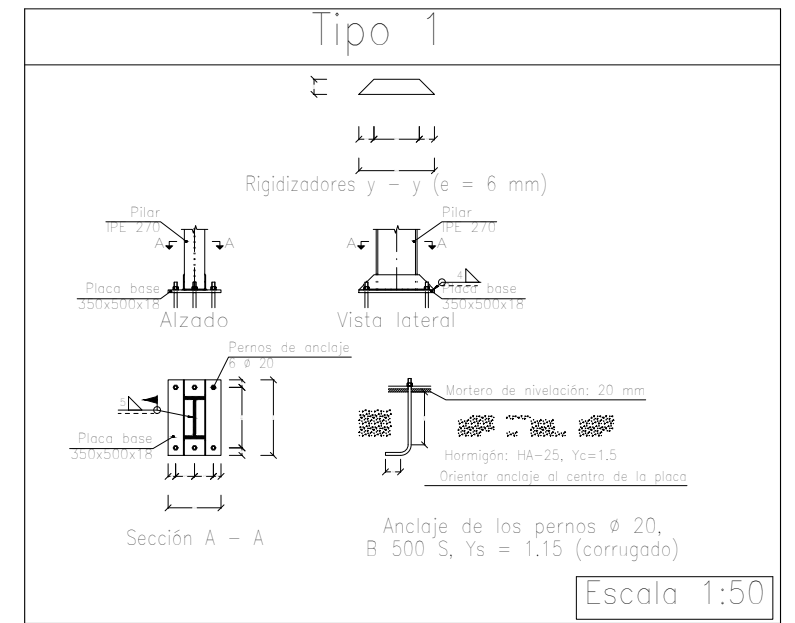


CUADRO DE CORREAS	
CORREAS EN CUBIERTA	CORREAS EN LATERALES
Tipo de Acero: S235	Tipo de Acero: S235
Tipo de perfil: CF-140x3.0	Tipo de perfil: CF-140x3.0
Separación: 1.89 m.	Separación: 1.90 m.
Número de correas: 20	Número de correas: 10
Peso lineal: 122.50 kg/m	Peso lineal: 61.25 kg/m

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



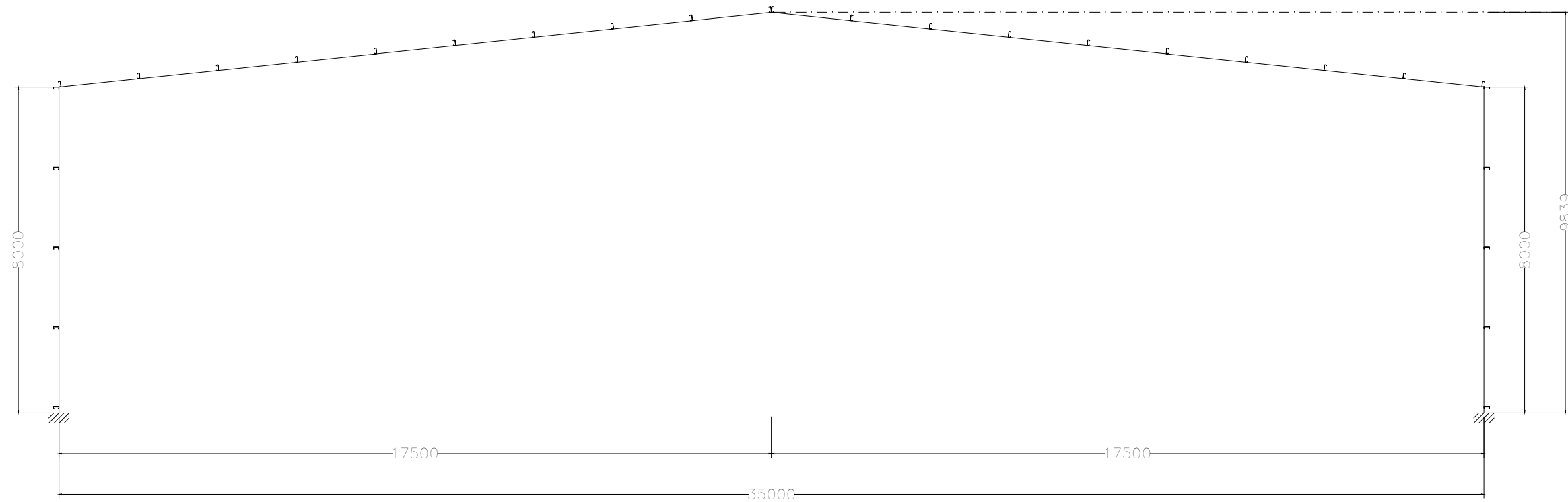
Características de los materiales - Zapatas de cimentación								
Materiales	Hormigón				Acero			
	Control		Características		Control		Características	
Elemento Zona/Planta	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo	Consistencia	Tamaño máx. árido	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo
Zapatas	Estadístico	$\gamma_c=1.50$	HA-25/F/20/XC2	Fríasica a blanda (9-15 cm)	20/30 mm	Normal	$\gamma_s=1.15$	B500S
Vigas de atado	Estadístico	$\gamma_c=1.50$	HA-25/F/20/XC2	Fríasica a blanda (9-15 cm)	20/30 mm	Normal	$\gamma_s=1.15$	B500S
Ejecución (Acciones)	Normal	$\gamma_c=1.35$ $\gamma_s=1.50$	Adaptado a la instrucción CTE DB-Cimientos					
Exposición/ambiente	Terreno	terreno protegido, u hormigón de limpieza		X0	XC1	XC1	XC3	
Recubrimientos nominales (mm)	80	Ver Exposición/Ambiente		30	35	35	35	
Notas								
- Control Estadístico en Código Estructural (CodE21) - Solapes según CodE21 - El acero utilizado deberá estar garantizado con un distintivo reconocido: Sello CIETSID, CC-EHE, ...								
Datos geotécnicos			Recubrimientos nominales					
- Tensión admisible del terreno considerada = 0.20 MPa (2.00 Kg/cm <sup>2</sup> )			<ol style="list-style-type: none"> <li>1.- Recubrimiento con hormigón de limpieza 4 cm.</li> <li>2.- Recubrimiento superior libre 4/5 cm.</li> <li>3.- Recubrimiento lateral contacto terreno <math>\geq</math> 8 cm.</li> <li>4.- Recubrimiento lateral libre 4/5 cm.</li> </ol>					



CUADRO DE ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN						
Referencias	Dimensiones (cm)	Canto (cm)	Armado inf. X	Armado inf. Y	Armado sup. X	Armado sup. Y
N1 y N3	280x280	65	21Ø12c/13	21Ø12c/13	21Ø12c/13	21Ø12c/13
N6, N8, N11, N13, N16, N18, N21, N23, N26, N28, N31, N33, N36, N38, N41 y N43	255x375	85	14Ø20c/27	9Ø20c/28	14Ø20c/27	9Ø20c/28
N46 y N48	200x400	90	15Ø20c/26	12Ø16c/16	15Ø20c/26	12Ø16c/16
N51, N53, N55, N56 y N58	225x320	70	26Ø12c/12	11Ø16c/20	26Ø12c/12	11Ø16c/20
N67, N69, N71, N72 y N74	325x175	75	6Ø20c/30	16Ø16c/20	6Ø20c/30	16Ø16c/20

Cuadro de arranques		
Referencias	Pernos de Placas de Anclaje	Dimensión de Placas de Anclaje
N3, N48, N46, N1, N53, N51, N55, N56, N58, N74, N72, N71, N69 y N67	6 Pernos Ø 20	Placa base (350x500x18)
N8, N13, N18, N23, N28, N33, N38, N43, N41, N36, N31, N26, N21, N16, N11 y N6	4 Pernos Ø 40	Placa base (750x750x25)

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



CUADRO DE CORREAS	
CORREAS EN CUBIERTA	CORREAS EN LATERALES
Tipo de Acero: S235	Tipo de Acero: S235
Tipo de perfil: CF-140x3.0	Tipo de perfil: CF-140x3.0
Separación: 1.89 m.	Separación: 1.90 m.
Número de correas: 20	Número de correas: 10
Peso lineal: 122.50 kg/m	Peso lineal: 61.25 kg/m

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

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA

Proyecto: **PROPUESTA DE NAVE INDUSTRIAL CON PUENTE GRÚA PARA EL PROCESADO DE PIEZAS DE MÁRMOL**

Plano: **Distribución de correas**

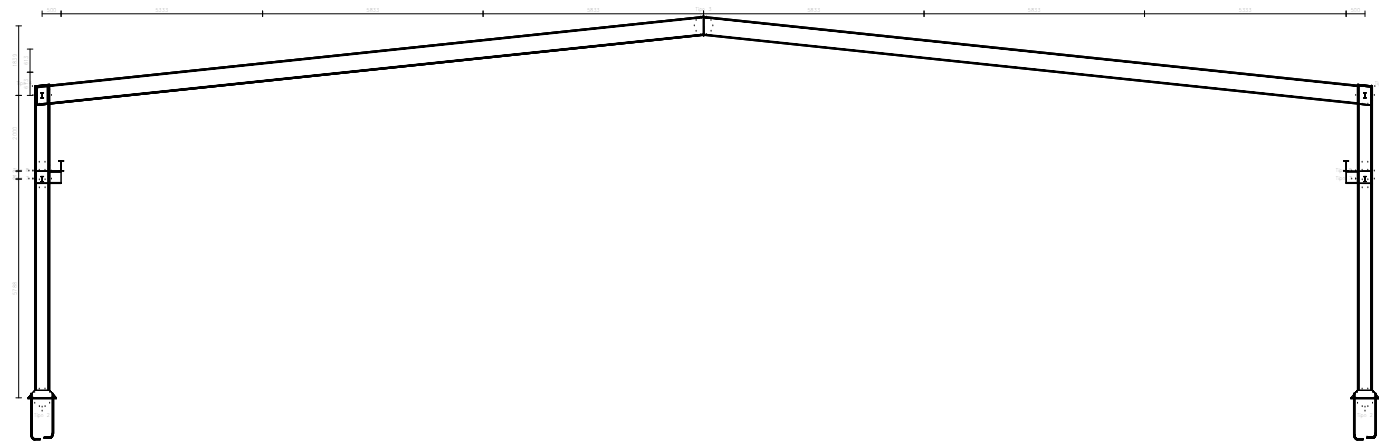
Autor: **Jose A. Madrid Gascó**

Fecha: **Noviembre 2023**

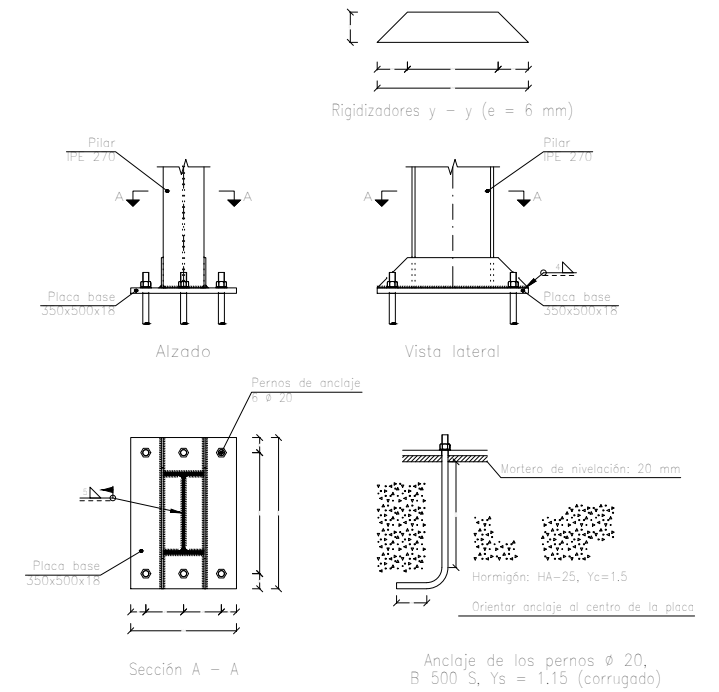
Escala: **1:120**

Nº Plano:

**8**

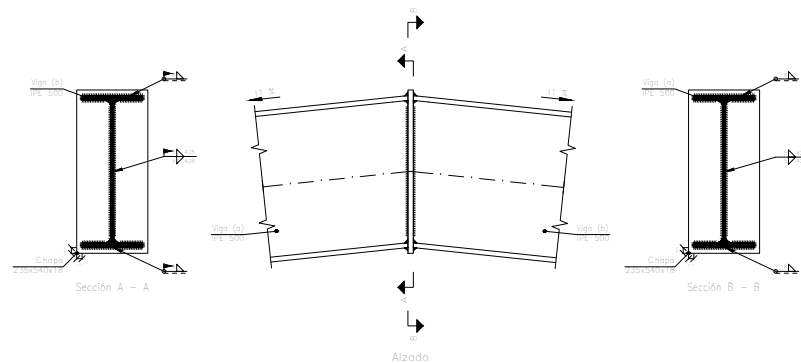


### Tipo 2



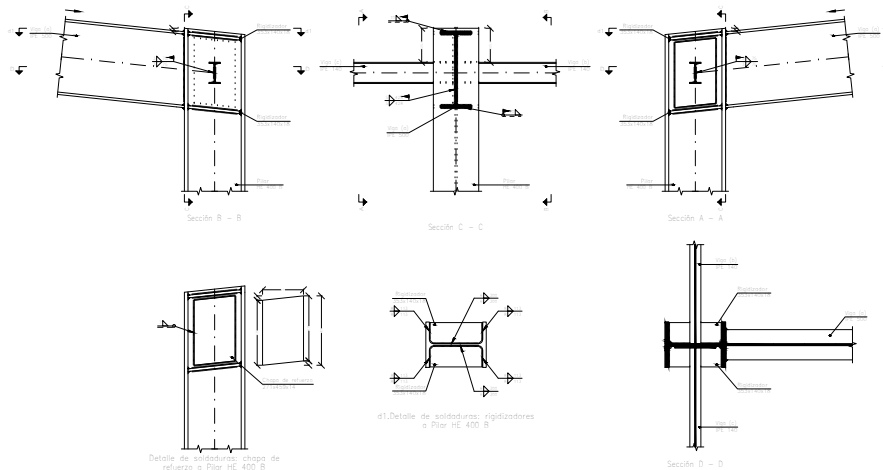
Escala 1:25

### Tipo 3



Escala 1:25

### Tipo 4

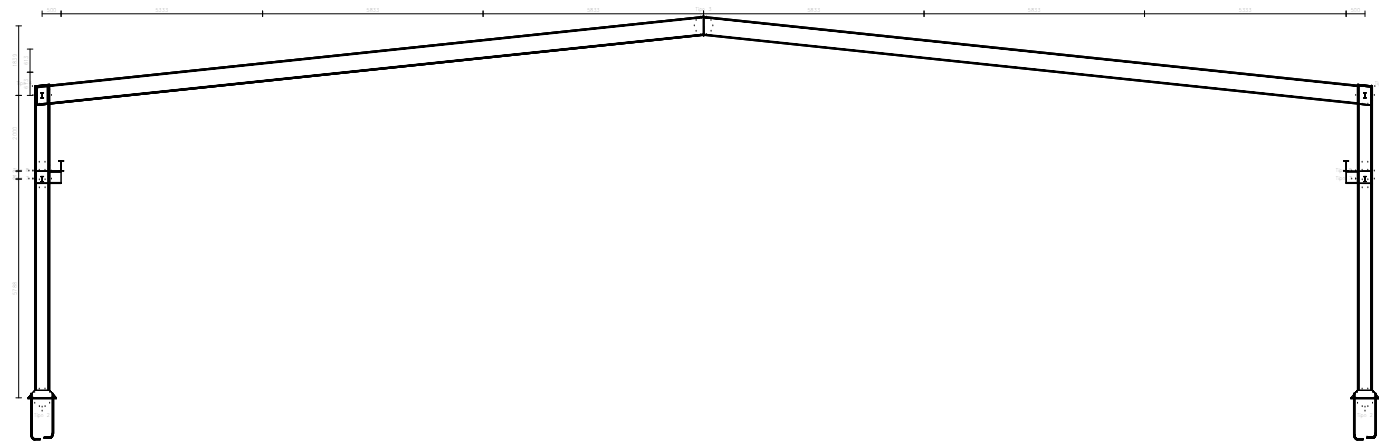


Escala 1:25

Datos puente grúa							
	Luz (S)				R		
	L1	L2	R MAX	R MIN	LK	R MAX	R MIN
<b>Carga</b>	S	H	K1	L1	L2	R	LK
<b>Carga</b>	30	9	1259	931	1041	4200	2395
					Carga rueda kN		
					R max		R min
					18911		5860

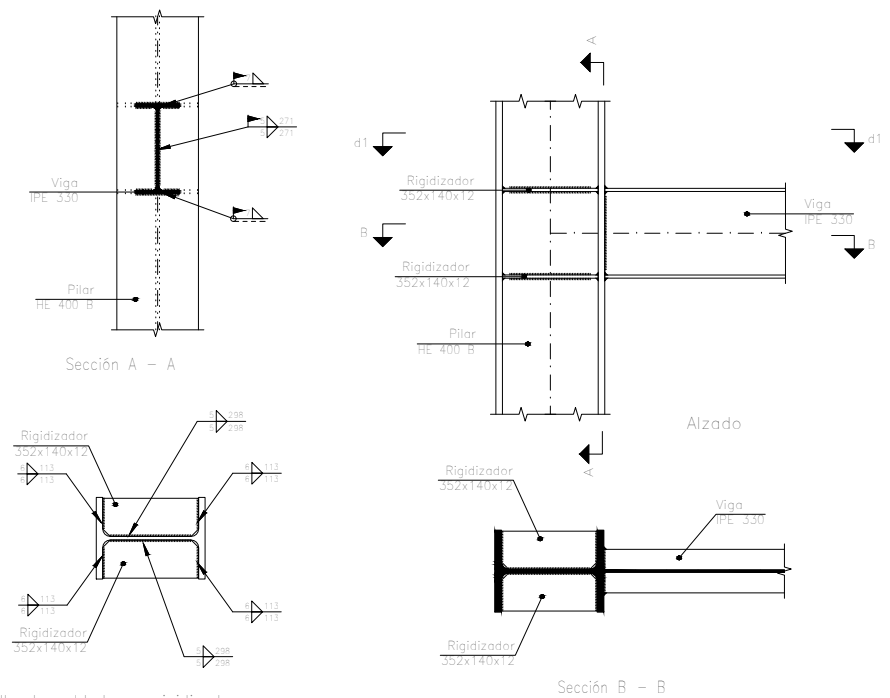
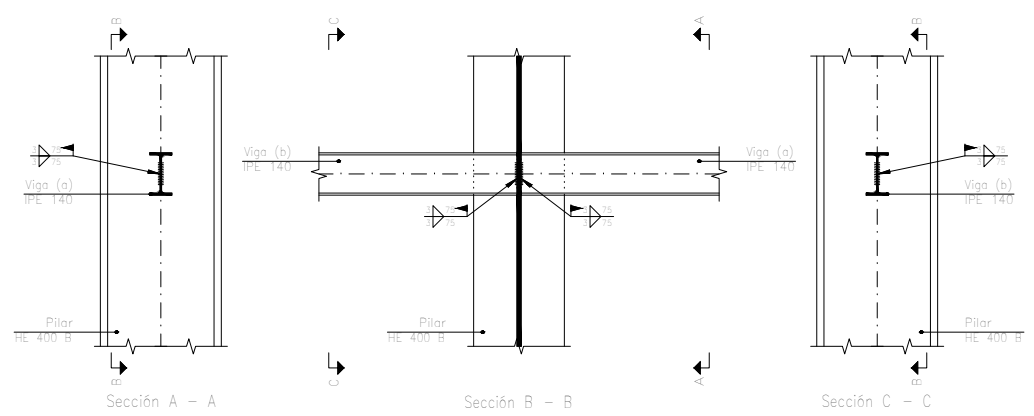
CUADRO DE CORREAS	
CORREAS EN CUBIERTA	CORREAS EN LATERALES
Tipo de Acero: S235	Tipo de Acero: S235
Tipo de perfil: CF-140x3.0	Tipo de perfil: CF-140x3.0
Separación: 1.89 m.	Separación: 1.90 m.
Número de correas: 20	Número de correas: 10
Peso lineal: 122.50 kg/m	Peso lineal: 61.25 kg/m

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



Tipo 3

Tipo 4



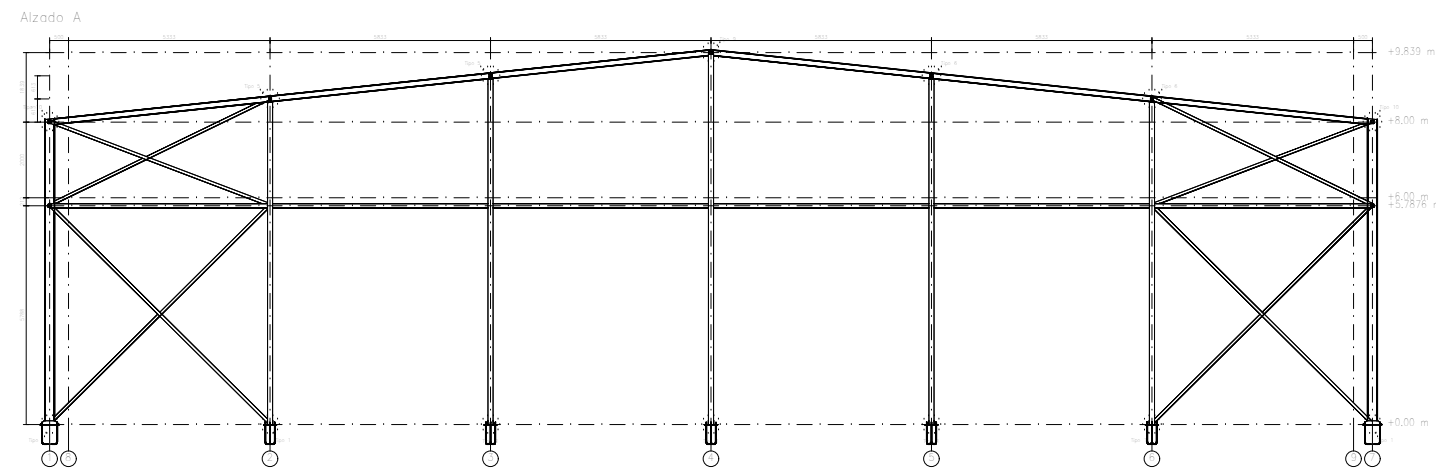
Escala 1:25

Escala 1:25

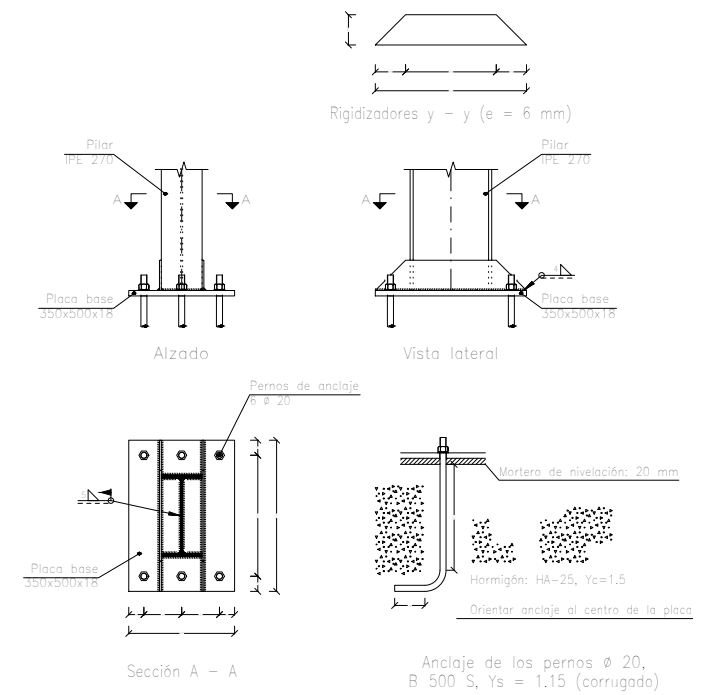
Datos puente grúa										
Carga	S	H	K1	L1	L2	R	LK	Carga rueda kN	R max	R min
Carga	30	9	1259	931	1041	4200	2395	18911	5860	

CUADRO DE CORREAS	
CORREAS EN CUBIERTA	CORREAS EN LATERALES
Tipo de Acero: S235	Tipo de Acero: S235
Tipo de perfil: CF-140x3.0	Tipo de perfil: CF-140x3.0
Separación: 1.89 m.	Separación: 1.90 m.
Número de correas: 20	Número de correas: 10
Peso lineal: 122.50 kg/m	Peso lineal: 61.25 kg/m

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

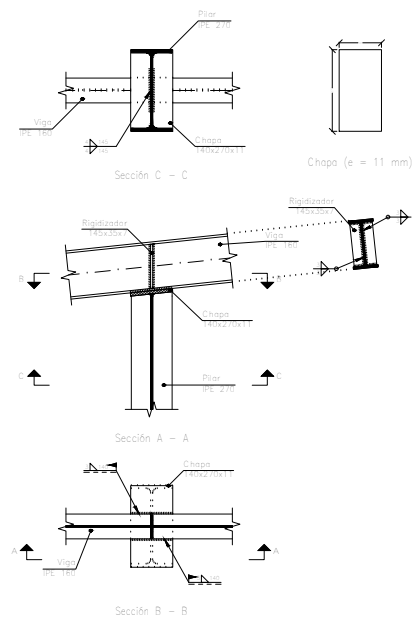


### Tipo 2



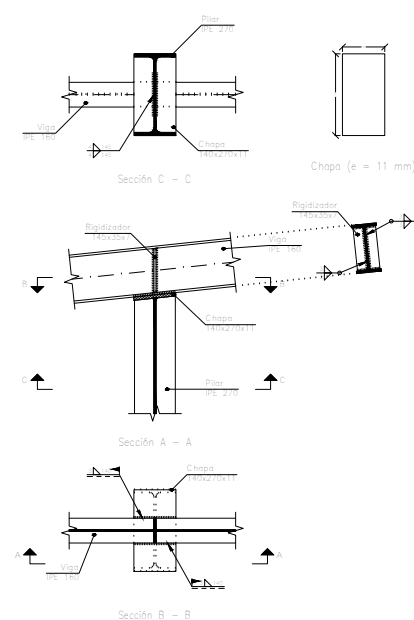
Escala 1:25

### Tipo 5



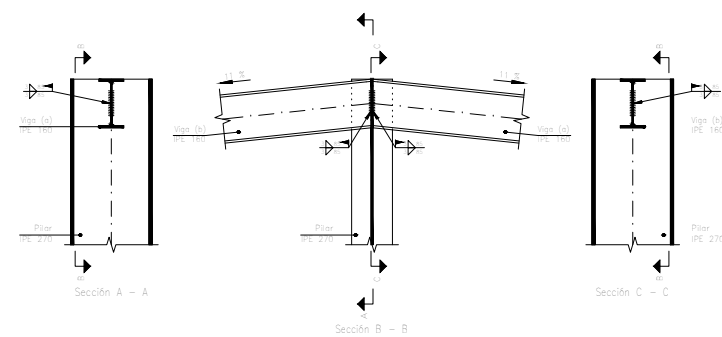
Escala 1:25

### Tipo 6



Escala 1:25

### Tipo 9



Escala 1:25

CUADRO DE CORREAS	
CORREAS EN CUBIERTA	CORREAS EN LATERALES
Tipo de Acero: S235	Tipo de Acero: S235
Tipo de perfil: CF-140x3.0	Tipo de perfil: CF-140x3.0
Separación: 1.89 m.	Separación: 1.90 m.
Número de correas: 20	Número de correas: 10
Peso lineal: 122.50 kg/m	Peso lineal: 61.25 kg/m

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

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

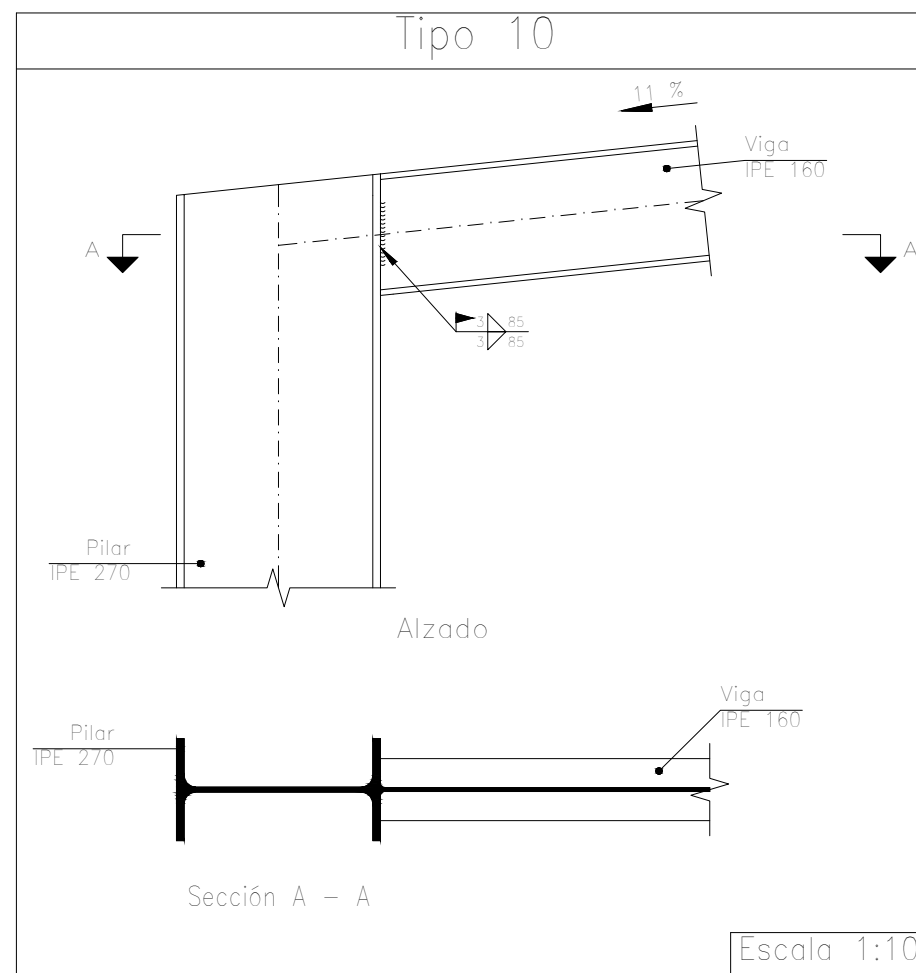
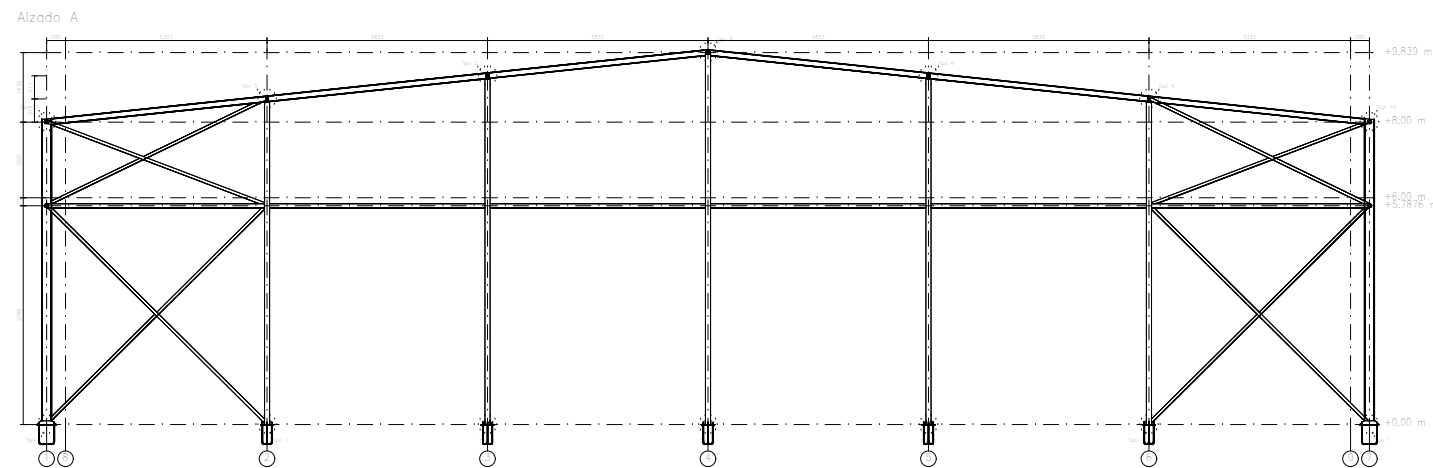


Proyecto: **PROPUESTA DE NAVE INDUSTRIAL CON PUENTE GRÚA PARA EL PROCESADO DE PIEZAS DE MÁRMOL**

Plano: **Pórtico delantero y trasero**  
Autor: **Jose A. Madrid Gascó**

Fecha: **Noviembre 2023**  
Escala: **1:200**

Nº Plano: **10a**

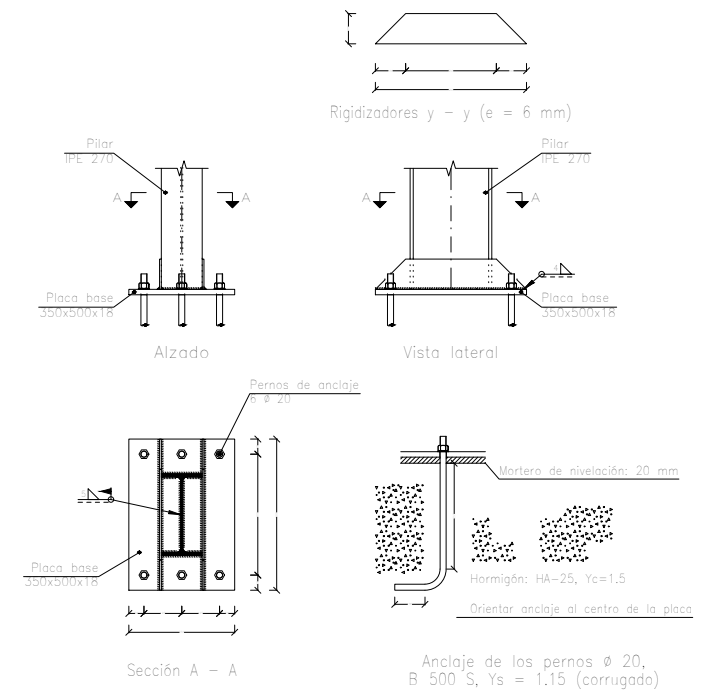
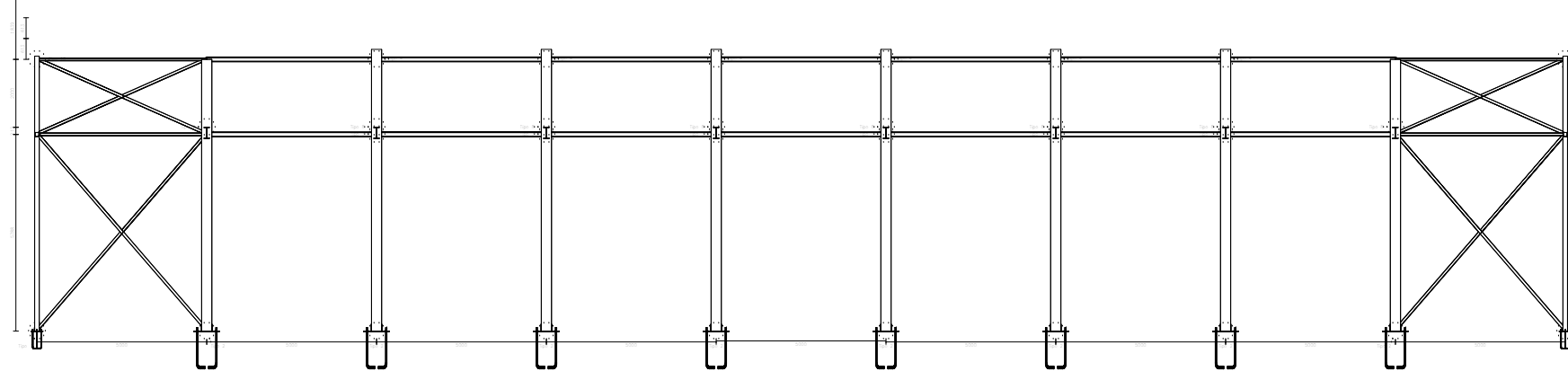


CUADRO DE CORREAS	
CORREAS EN CUBIERTA	CORREAS EN LATERALES
Tipo de Acero: S235	Tipo de Acero: S235
Tipo de perfil: CF-140x3.0	Tipo de perfil: CF-140x3.0
Separación: 1.89 m.	Separación: 1.90 m.
Número de correas: 20	Número de correas: 10
Peso lineal: 122.50 kg/m	Peso lineal: 61.25 kg/m

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

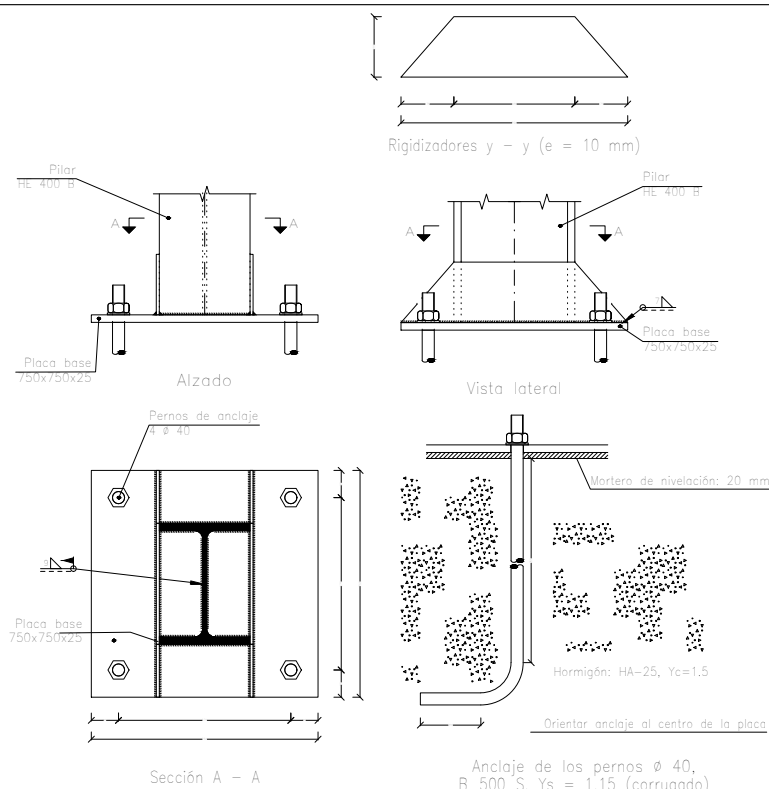
## Tipo 2

2D: LATERAL



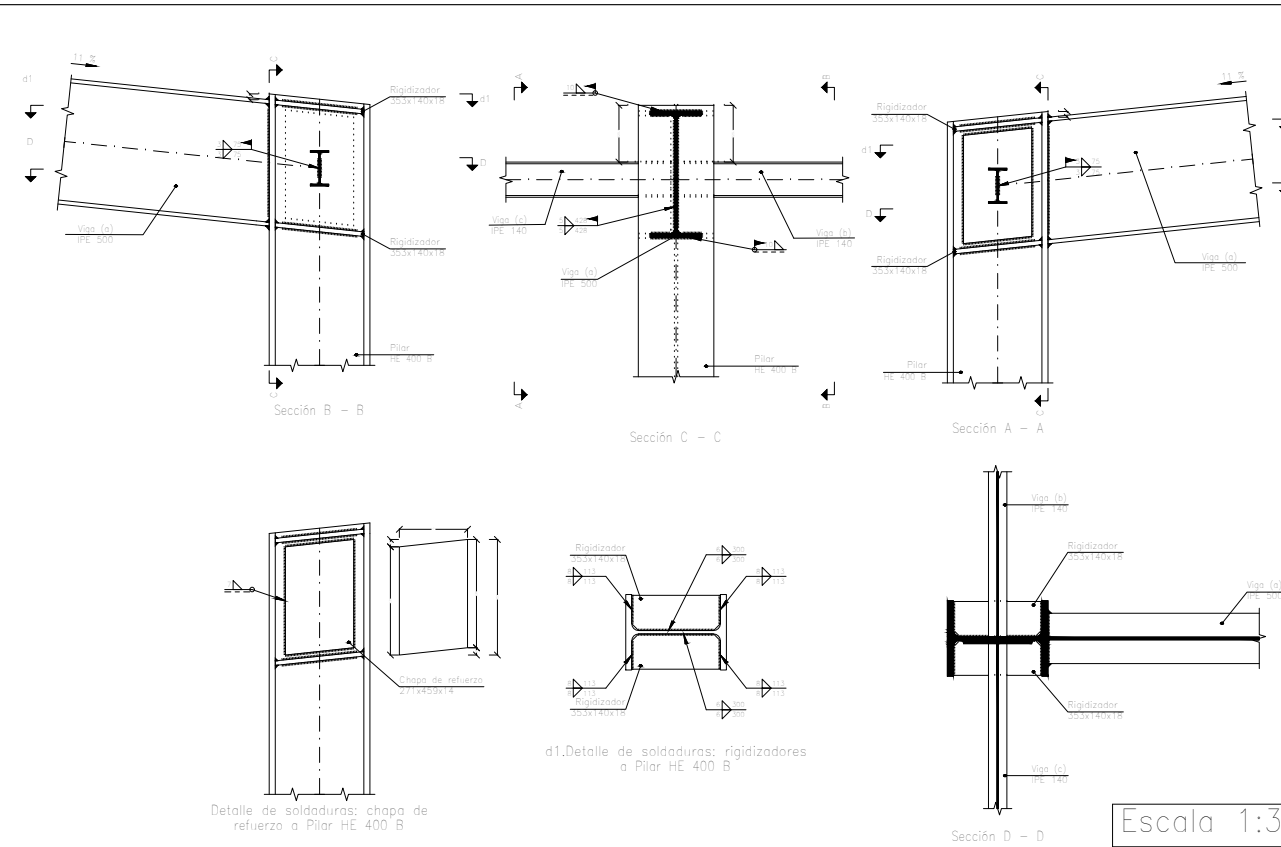
Escala 1:25

## Tipo 2



Escala 1:25

## Tipo 4



Escala 1:30

### CUADRO DE CORREAS

CORREAS EN CUBIERTA	CORREAS EN LATERALES
Tipo de Acero: S235	Tipo de Acero: S235
Tipo de perfil: CF-140x3.0	Tipo de perfil: CF-140x3.0
Separación: 1.89 m.	Separación: 1.90 m.
Número de correas: 20	Número de correas: 10
Peso lineal: 122.50 kg/m	Peso lineal: 61.25 kg/m

### CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA

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

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



Proyecto: **PROPUESTA DE NAVE INDUSTRIAL CON PUENTE GRÚA PARA EL PROCESADO DE PIEZAS DE MÁRMOL**

Plano: **Fachada lateral**

Autor: **Jose A. Madrid Gascó**

Fecha: **Noviembre 2023**

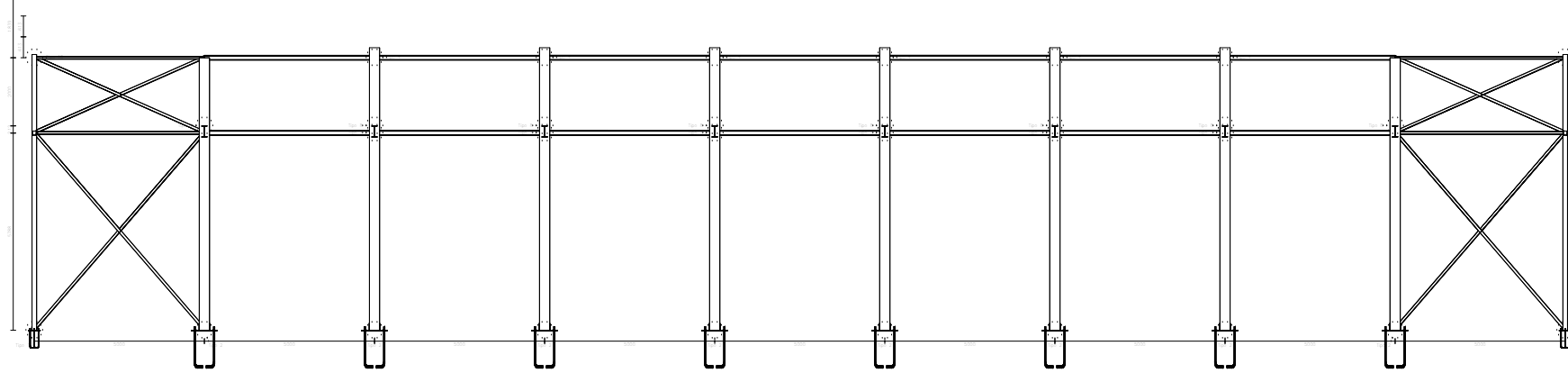
Escala: **1:200**

Nº Plano:

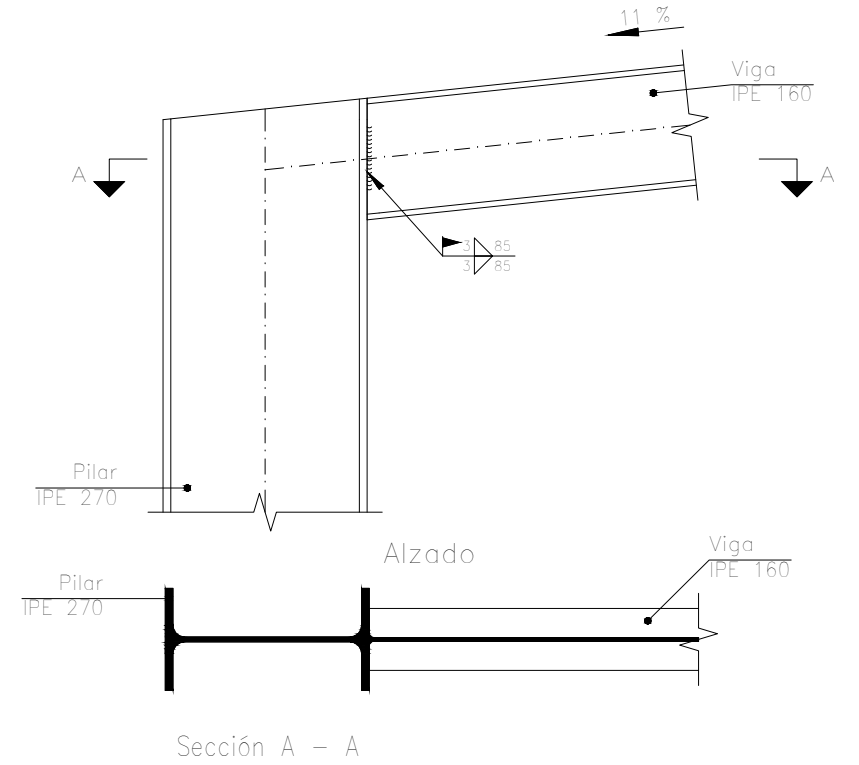
**11a**



2D: LATERAL

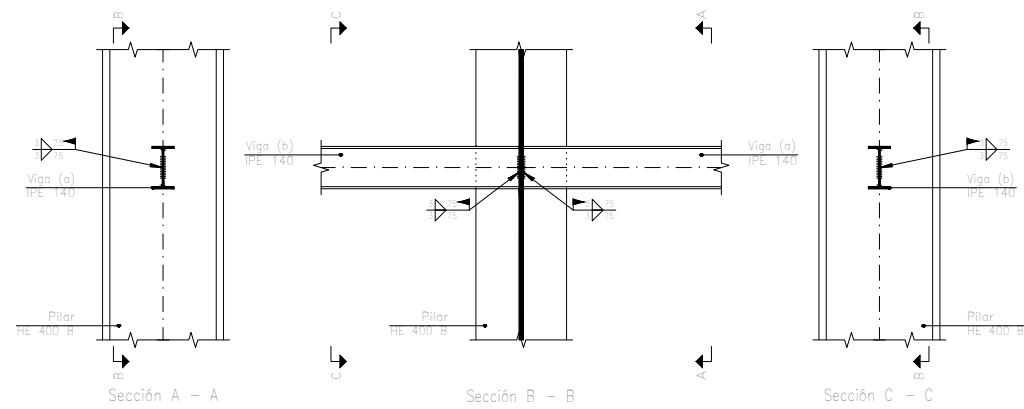


Tipo 10



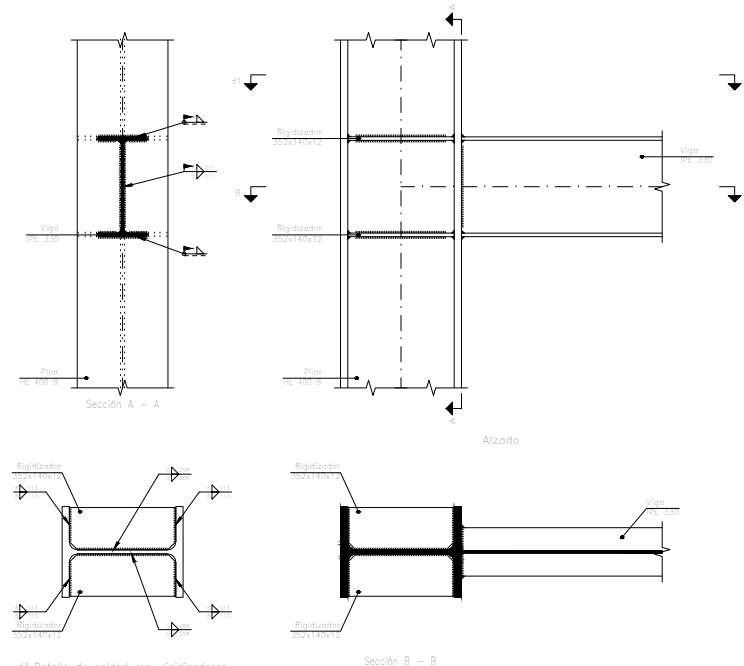
Escala 1:10

Tipo 7



Escala 1:25

Tipo 8



Escala 1:25

CUADRO DE CORREAS	
CORREAS EN CUBIERTA	CORREAS EN LATERALES
Tipo de Acero: S235	Tipo de Acero: S235
Tipo de perfil: CF-140x3.0	Tipo de perfil: CF-140x3.0
Separación: 1.89 m.	Separación: 1.90 m.
Número de correas: 20	Número de correas: 10
Peso lineal: 122.50 kg/m	Peso lineal: 61.25 kg/m

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

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



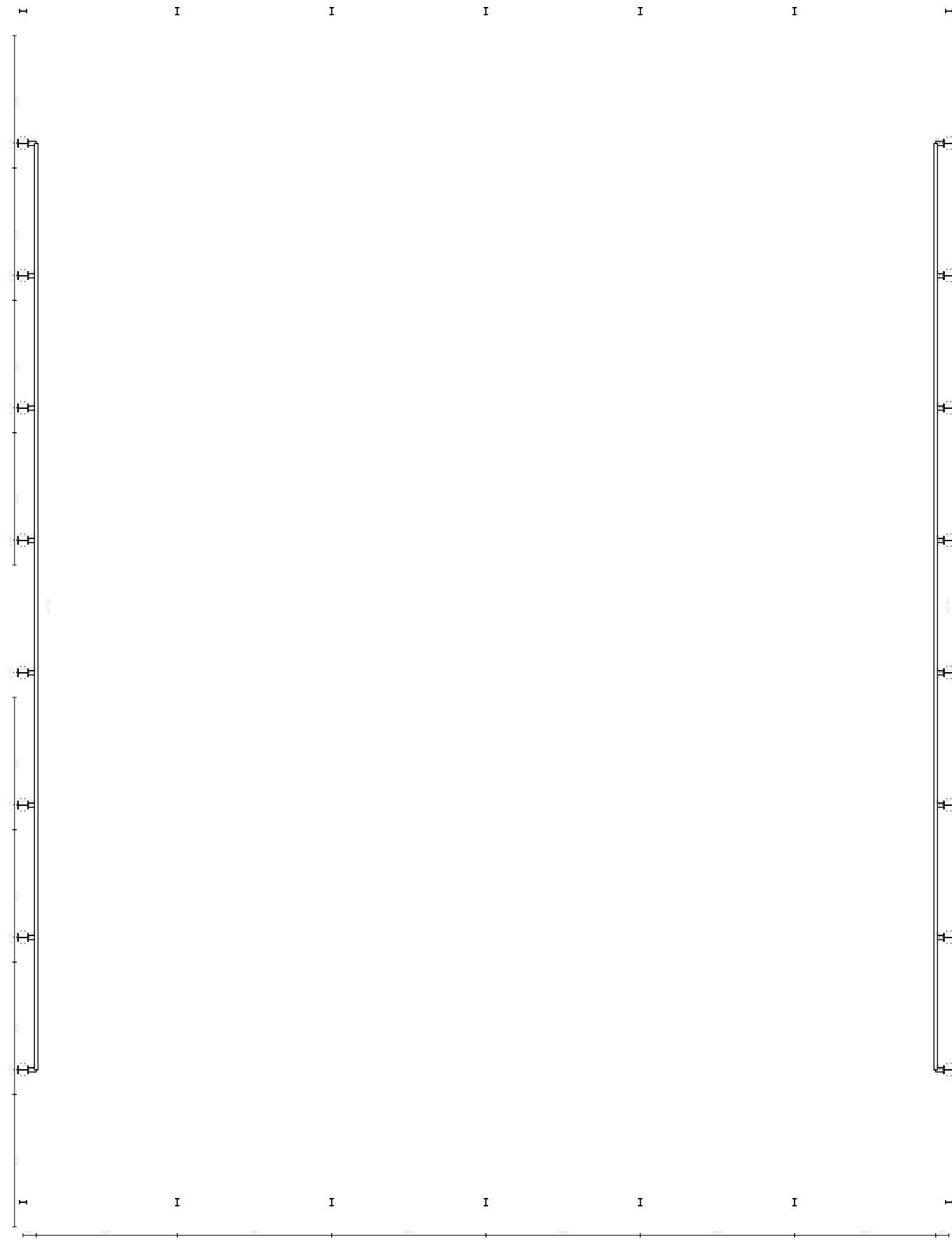
Proyecto: **PROPUESTA DE NAVE INDUSTRIAL CON PUENTE GRÚA PARA EL PROCESADO DE PIEZAS DE MÁRMOL**

Plano: **Fachada lateral**  
 Autor: **Jose A. Madrid Gascó**

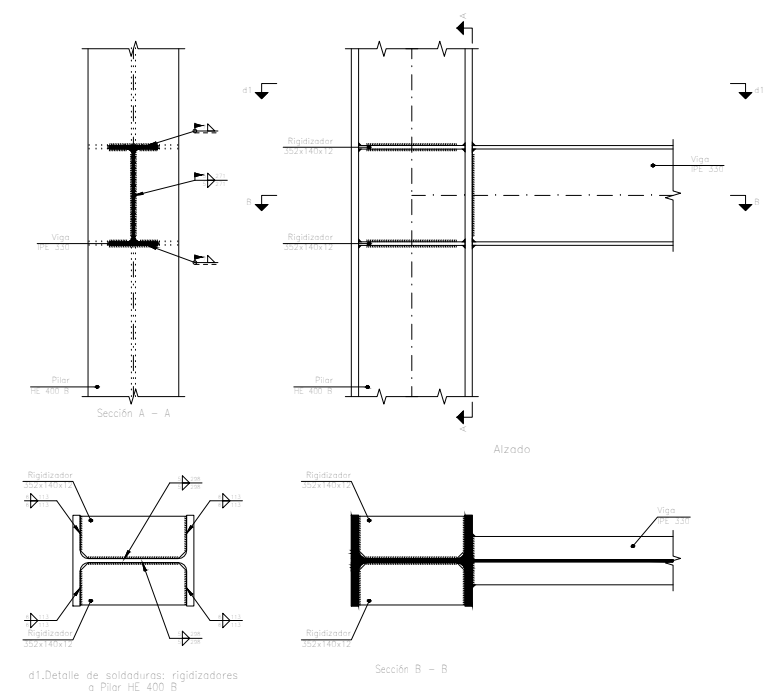
Fecha: **Noviembre 2023**  
 Escala: **1:200**

Nº Plano: **11b**

2D: Viga carrilera

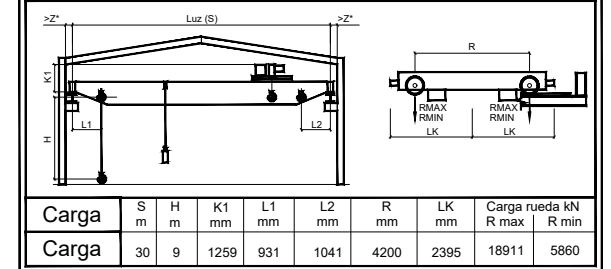


Tipo 8



Escala 1:25

Datos puente grúa



CUADRO DE CORREAS

CORREAS EN CUBIERTA	CORREAS EN LATERALES
Tipo de Acero: S235	Tipo de Acero: S235
Tipo de perfil: CF-140x3.0	Tipo de perfil: CF-140x3.0
Separación: 1.89 m.	Separación: 1.90 m.
Número de correas: 20	Número de correas: 10
Peso lineal: 122.50 kg/m	Peso lineal: 61.25 kg/m

CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA

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

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



Proyecto: **PROPUESTA DE NAVE INDUSTRIAL CON PUENTE GRÚA PARA EL PROCESADO DE PIEZAS DE MÁRMOL**

Plano: **Viga carrilera**

Autor: **Jose A. Madrid Gascó**

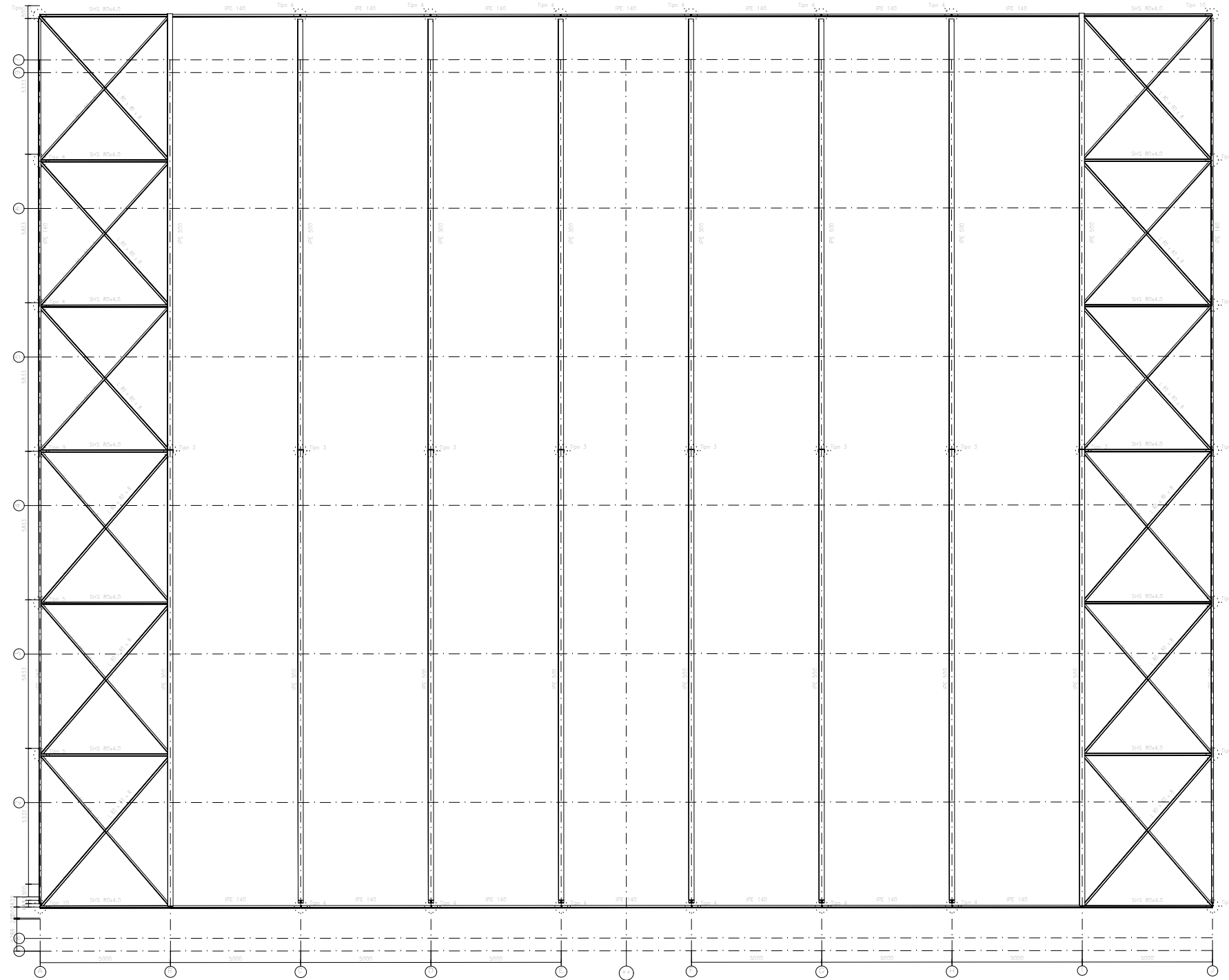
Fecha: **Noviembre 2023**

Escala: **1:200**

Nº Plano:

**12**

3D (parcial): CUBIERTA



CUADRO DE CORREAS	
CORREAS EN CUBIERTA	CORREAS EN LATERALES
Tipo de Acero: S235	Tipo de Acero: S235
Tipo de perfil: CF-140x3.0	Tipo de perfil: CF-140x3.0
Separación: 1.89 m.	Separación: 1.90 m.
Número de correas: 20	Número de correas: 10
Peso lineal: 122.50 kg/m	Peso lineal: 61.25 kg/m

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

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA

Proyecto: **PROPUESTA DE NAVE INDUSTRIAL CON PUENTE GRÚA PARA EL PROCESADO DE PIEZAS DE MÁRMOL**

Plano: **Cubierta**

Autor: **Jose A. Madrid Gascó**

Fecha: **Noviembre 2023**

Escala: **1:200**

Nº Plano:

**13**

