



**Universidad**  
Zaragoza

## Trabajo Fin de Grado

Cálculo y dimensionado de la estructura de una planta industrial para el almacenamiento y distribución de bobinas de acero

Calculation and dimensioning of the structure of an industrial plant for the storage and distribution of steel coils

Autor/es

**Jorge Alonso Sanz**

Director/es

Víctor Tabuenca Cintora

Grado en Ingeniería Mecánica

Escuela de Ingeniería y Arquitectura de Zaragoza

2022



## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD

(Este documento debe remitirse a [seceina@unizar.es](mailto:seceina@unizar.es) dentro del plazo de depósito)

D./D<sup>a</sup>.

,

en aplicación de lo dispuesto en el art. 14 (Derechos de autor) del Acuerdo de 11 de septiembre de 2014, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueba el Reglamento de los TFG y TFM de la Universidad de Zaragoza,  
Declaro que el presente Trabajo de Fin de Estudios de la titulación de  
(Título del Trabajo)

es de mi autoría y es original, no habiéndose utilizado fuente sin ser citada debidamente.

Zaragoza,

Fdo:

# **ÍNDICE**

## **1. MEMORIA**

### **ANEXOS**

- 1.1 ANEXO I – ESTUDIO DE UBICACIÓN
- 1.2 ANEXO II – CÁLCULOS ESTRUCTURALES JUSTIFICATIVOS
- 1.3 ANEXO III – PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

## **2. PLANOS**

## **3. PLIEGO DE CONDICIONES**

## **4. PRESUPUESTO**

## **5. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**



**Universidad**  
Zaragoza

# Trabajo Fin de Grado

Cálculo y dimensionado de la estructura de una planta  
industrial para el almacenamiento y distribución de  
bobinas de acero

## MEMORIA

Autor/es

**Jorge Alonso Sanz**

Director/es

Víctor Tabuenca Cintora

Grado en Ingeniería Mecánica

Escuela de Ingeniería y Arquitectura de Zaragoza

2022

## **RESUMEN**

Este proyecto de fin de carrera está enfocado al cálculo y dimensionado de los elementos y uniones que componen una estructura metálica destinada a servir como almacén de bobinas de acero y ubicada en el polígono "Plataforma Logística de Zaragoza" en Zaragoza.

Las dimensiones de la instalación se han establecido en función de las necesidades mínimas de superficie para llevar a cabo la actividad previamente descrita, resultando una estructura de 60 metros de longitud por 25 metros de luz, con una cubierta a dos aguas resuelta mediante pórticos formados por perfiles con una sección en doble T de chapa armada de inercia variable con uniones rígidas entre viga y pilar y uniones articuladas en la base de los pilares y la cumbrera, encontrándose esta última a 15.25 metros de altura.

La estructura se va a diseñar considerando los requerimientos exigidos por la actividad a realizar en su interior, como la instalación de un puente grúa de 20 Tn para el movimiento de las bobinas de acero y una altura bajo gancho del mismo puente grúa de 10 metros aproximadamente para aumentar la capacidad de almacenaje de la instalación.

La planta se encuentra claramente dividida en dos zonas; la zona de almacenaje de bobinas formada por estanterías de acero dispuestas a lo largo de la mayor parte de la superficie de la nave, y la zona de recepción y distribución de las mismas, donde se depositan y se recogen para ser enviadas o almacenadas, además, es en esta zona donde se encuentran los baños/vestuarios de la instalación, una pequeña oficina y zona de comedor para los operarios.

Para este proceso se ha utilizado por un lado, para el cálculo, material físico, tanto libros como la misma experiencia y apuntes obtenida en asignaturas de la carrera, la normativa actual vigente (C.T.E.) y el software comercial CYPE 3D, y por otro lado, para la parte del diseño gráfico se ha hecho uso del software comercial Advance Steel y AutoCad, ambos pertenecientes a la plantilla de Autodesk.

Los documentos que componen este proyecto son:

- I. Memoria y Anexos
- II. Planos
- III. Pliego de Condiciones
- IV. Presupuesto
- V. Estudio de Seguridad y Salud

# ÍNDICE

1. Objeto.....	1
2. Titularidad de la actividad y agentes.....	2
2.1. Promotores.....	2
2.2. Resto de agentes .....	2
3. Emplazamiento.....	2
4. Antecedentes .....	3
5. Definición y descripción de la actividad .....	4
5.1. Definición de la actividad .....	4
5.2. Descripción de la actividad y del proceso .....	4
5.3. Descripción del proceso .....	4
5.4. Maquinaria para el proceso productivo .....	5
5.4.1. Puente grúa .....	6
5.4.2. Zona óptica de detección de posición.....	7
5.4.3. Carretillas elevadoras.....	7
6. Descripción de la instalación .....	8
7. Información urbanística .....	9
8. Memoria constructiva .....	9
8.1. Movimiento de tierras.....	9
8.2. Cimentación .....	10
8.3. Sistema estructural .....	11
8.4. Sistema envolvente .....	17
8.5. Sistema de acabados.....	18
8.6. Instalación de saneamiento .....	19
8.7. Instalación puente grúa.....	20
8.8. Parking.....	20
8.9. Equipamientos.....	21
8.9.1. Zona de almacén .....	21
8.9.2. Zona de vestuarios y baños .....	21
8.9.3. Zona de oficinas.....	21
9. Condiciones de seguridad y protección contra incendios.....	21
10. Pliego de condiciones.....	22
11. Seguridad y salud .....	22

12.	Cálculos justificativos .....	22
13.	Normativa aplicada .....	22
14.	Resumen del presupuesto.....	23
15.	Bibliografía .....	25

## MEMORIA.

CÁLCULO Y DIMENSIONADO DE LA ESTRUCTURA DE UNA PLANTA INDUSTRIAL PARA EL ALMACENAMIENTO DE BOBINAS DE ACERO.  
TRABAJO DE FIN DE GRADO CURSO 2021/2022



Escuela de  
Ingeniería y Arquitectura  
Universidad Zaragoza

## 1. Objeto

Se redacta este proyecto de fin de grado con el objetivo de describir el cálculo y el dimensionado estructural para la instalación de un almacén de bobinas de acero. Se estudiarán todos los aspectos técnicos, constructivos y económicos necesarios para el correcto funcionamiento de la actividad industrial correspondiente al almacén de bobinas de acero.

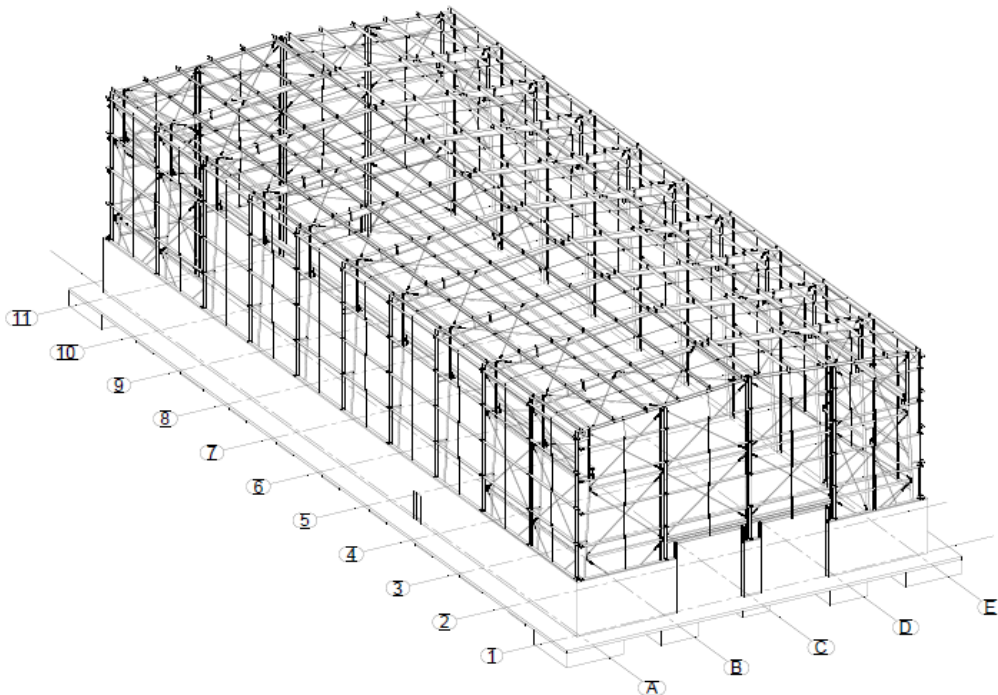
Este proyecto comprende desde el estudio del emplazamiento de la instalación, la compra de la parcela, el cálculo y dimensionado estructural de las instalaciones y el coste económico necesario para la ejecución de la obra.

Se han tenido en cuenta todas las normas en materia constructiva, medioambiental y urbanística vigentes en la actualidad.

El fin de este proyecto es justificar el dimensionamiento y la configuración de la instalación a construir.

La instalación constará de 60 metros de longitud por 25 metros de luz con una cubierta a dos aguas resuelta mediante pórticos formados por perfiles con una sección en doble T de chapa armada de inercia variable con uniones rígidas entre viga y pilar y uniones articuladas en la base de los pilares y la cumbrera, encontrándose esta última a 15.25 metros de altura.

Se contará con un puente grúa de 20 Tn para el movimiento de las bobinas de acero y una altura bajo gancho del mismo puente grúa de 10 metros aproximadamente para aumentar la capacidad de almacenaje de la instalación.



*Figura 1 Vista general de la instalación*

Jorge Alonso Sanz

## MEMORIA.

CÁLCULO Y DIMENSIONADO DE LA ESTRUCTURA DE UNA PLANTA INDUSTRIAL PARA EL ALMACENAMIENTO DE BOBINAS DE ACERO.  
TRABAJO DE FIN DE GRADO CURSO 2021/2022



Escuela de  
Ingeniería y Arquitectura  
Universidad Zaragoza

## 2. Titularidad de la actividad y agentes

### 2.1. Promotores

Este proyecto se realiza bajo la petición del promotor Don Víctor Tabuenca Cintora, profesor en la Escuela de Ingeniería y Arquitectura (c/ María de Luna 3, Zaragoza) y director del proyecto en cuestión.

### 2.2. Resto de agentes

Don Jorge Alonso Sanz, estudiante de la Escuela de Ingeniería y Arquitectura de Zaragoza.

## 3. Emplazamiento

La instalación se va a ubicar en la parcela “PE-3.1.1” de la Calle Bari, en la Plataforma Logística de Zaragoza, 50197 Zaragoza.

Es una parcela de 4200 m<sup>2</sup> de dimensiones aproximadas 100x42 metros que permitirá cumplir con las zonas mínimas necesarias anteriormente explicadas.

Los motivos por los que se ha elegido esta ubicación se pueden resumir en:

- Ofrece una buena infraestructura, con unos buenos accesos a un precio del suelo razonable (90€/m<sup>2</sup>)
- Cercanía a las principales vías de comunicación como la A-2, la Z-40, el aeropuerto o el ferrocarril.
- Estar ubicado en un punto logístico tan importante a nivel nacional como europeo.

En la Figura 2 se puede observar la ubicación concreta del polígono “Plataforma Logística de Zaragoza” respecto a la localidad de Zaragoza.



Figura 2 Ubicación del polígono

Jorge Alonso Sanz

## MEMORIA.

CÁLCULO Y DIMENSIONADO DE LA ESTRUCTURA DE UNA PLANTA INDUSTRIAL PARA EL ALMACENAMIENTO DE BOBINAS DE ACERO.  
TRABAJO DE FIN DE GRADO CURSO 2021/2022



Escuela de  
Ingeniería y Arquitectura  
Universidad Zaragoza

Se urbanizará la parcela de acuerdo al P.G.O.U de Zaragoza difundido en el año 2007, excepto todo aquello que explícitamente se regula en una normativa propia del polígono.

El acceso al polígono se realiza a través de la A-2, que conecta Madrid con Barcelona, de la Z-40, que rodea Zaragoza y permite tomar rápidamente todo tipo de conexiones sin entrar en la ciudad, o de la A-120 que conecta directamente con el aeropuerto de Zaragoza.

La situación del polígono “Plataforma Logística de Zaragoza” y su itinerario por carretera para llegar desde Zaragoza, así como la situación de las parcelas respecto a la población, pueden encontrarse en el documento “PLANOS” recogido con el título de “EMPLAZAMIENTO”.

En el Anexo I-Estudio de ubicación de la presente memoria se detalla de forma más extensa las características de la ubicación elegida y los criterios seguidos para su elección.

## 4. Antecedentes

Los antecedentes en cuanto a la elección de la ubicación de la planta industrial, tal y como se ha mencionado con anterioridad, se encuentran detallados en el Anexo I-Estudio de ubicación de la presente memoria.

Para la construcción de dicha instalación no requiere de permisos o legalizaciones previas ya que se parte de una parcela vacía intacta desde la construcción de dicho polígono industrial.

Respecto a la tipología estructural, se ha optado por realizar una estructura metálica frente a otras alternativas ya que representa las siguientes ventajas:

- Es un material de gran resistencia. Debido a su aprovechamiento los elementos ocuparán menos que si estuvieran formados por hormigón, lo que permite optimizar el espacio de la parcela y de la nave.
- Antes de producirse cualquier fallo por ruina las estructuras metálicas avisan con grandes deformaciones, por lo que resulta más fácil anticipar cualquier tipo de fallo.
- Debido a la necesidad de cubrir grandes luces por la actividad que se va a realizar en el interior de la nave, las vigas metálicas dan muy buen resultado.
- Si se ordena la demolición de la instalación, el acero todavía posee gran valor económico.

Para justificar las dimensiones escogidas de la estructura se ha realizado un breve estudio teniendo en cuenta las necesidades del proceso productivo, el cual se encuentra recogido en la presente memoria, en el Anexo I-Estudio de ubicación.

Las dimensiones de la estructura 60 metros de longitud por 25 metros de luz y una cumbre a 15.25 metros de altura.

## MEMORIA.

CÁLCULO Y DIMENSIONADO DE LA ESTRUCTURA DE UNA PLANTA INDUSTRIAL PARA EL ALMACENAMIENTO DE BOBINAS DE ACERO.  
TRABAJO DE FIN DE GRADO CURSO 2021/2022

## 5. Definición y descripción de la actividad

### 5.1. Definición de la actividad

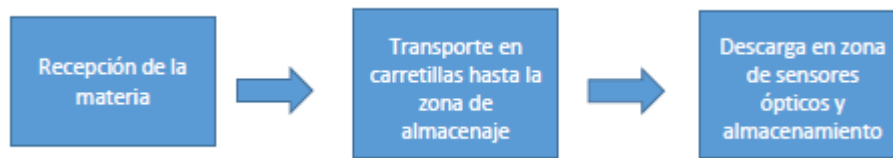
Como se ha mencionado con anterioridad, la instalación irá destinada a la recepción, almacenamiento y distribución de bobinas de acero. El CNAE correspondiente a esta actividad es el 5210 “Depósito y almacenamiento”.

### 5.2. Descripción de la actividad y del proceso

La actividad que se va a realizar en la planta consiste en la recepción de las bobinas y su posterior depósito en la zona óptica de posicionamiento de las mismas gracias a las carretillas elevadoras, con el objetivo final del almacenamiento de estas gracias al puente grúa.

La labor de distribución de las bobinas será la misma que la de recepción pero a la inversa, con el objetivo final de cargarlas en el medio de transporte para su distribución.

Por lo tanto, la actividad realizada constará de los siguientes pasos:



*Figura 3 Proceso industrial*

El principal objetivo es conseguir que el proceso productivo sea en todo momento lo más eficaz posible.

La distribución en planta de la instalación se pueden observar con detalle en el documento “PLANOS” recogida como “DISTRIBUCIÓN EN PLANTA”.

### 5.3. Descripción del proceso

Se va a realizar una descripción más detallada de cada parte del proceso desde la llegada del material hasta su posterior almacenaje.

Además, se tendrá en cuenta que el proceso de distribución de dicho material se llevará a cabo de igual forma que el de recepción pero a la inversa. Por lo tanto:

#### 1. Recepción de la materia y transporte hasta la zona de recepción

La recepción de la materia se realizará por medio de camiones y se descargarán gracias a carretillas elevadoras con un elevado peso máximo a soportar.

Posteriormente, serán estas las que transporten las bobinas al interior de la nave a través de una zona denominada como “Recepción de material”.

Durante este proceso se deberá comprobar que se cumplen todas las medidas de seguridad para la correcta carga y descarga de las bobinas en las carretillas elevadoras.

Jorge Alonso Sanz

## MEMORIA.

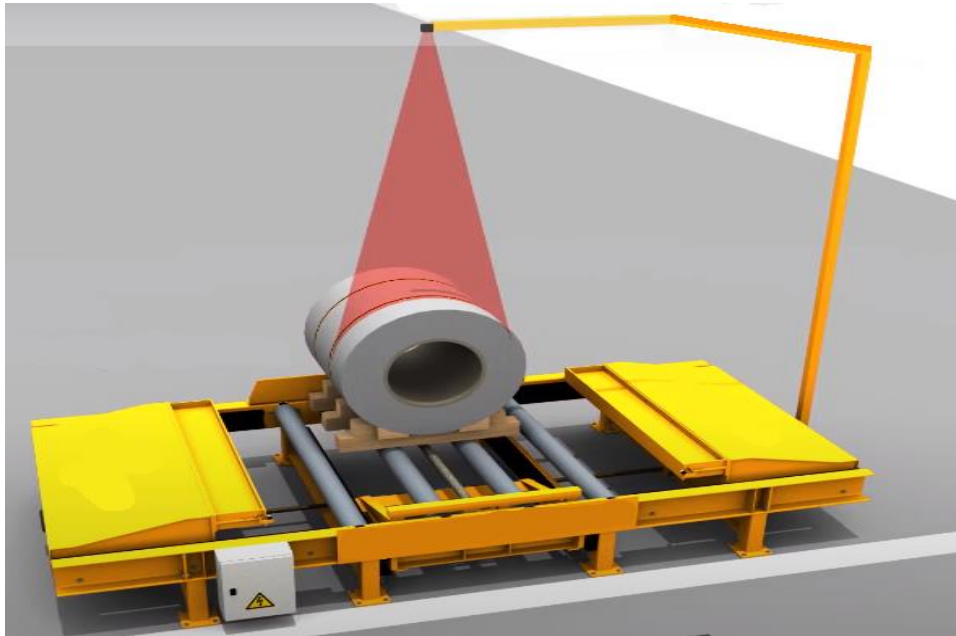
CÁLCULO Y DIMENSIONADO DE LA ESTRUCTURA DE UNA PLANTA INDUSTRIAL PARA EL ALMACENAMIENTO DE BOBINAS DE ACERO.  
TRABAJO DE FIN DE GRADO CURSO 2021/2022



Escuela de  
Ingeniería y Arquitectura  
Universidad Zaragoza

### 2. Descarga de las bobinas en la zona de sensores ópticos

En esta etapa se descargarán las bobinas en la zona de sensores ópticos los cuales darán información acerca del posicionamiento y dimensiones de la bobina para su correcta recogida de la misma por parte del puente grúa.



*Figura 4 Zona de sensores ópticos*

### 3. Almacenamiento

Esta es la etapa final del proceso cuyo objetivo es que, una vez que ya se conoce la posición y dimensiones exactas de la bobina, el puente grúa la recoja y la almacene en la zona de almacén de bobinas compuesta por estanterías metálicas.

## 5.4. Maquinaria para el proceso productivo

La maquinaria para el proceso productivo consiste en:

- Puente grúa
- Zona óptica de detección de posición
- Carretillas elevadoras

El precio de todas ellas asciende a un total de 248.051 €. Dicho presupuesto se puede consultar de manera desglosada en el documento “Presupuesto” del presente proyecto.

## MEMORIA.

CÁLCULO Y DIMENSIONADO DE LA ESTRUCTURA DE UNA PLANTA INDUSTRIAL PARA EL ALMACENAMIENTO DE BOBINAS DE ACERO.  
TRABAJO DE FIN DE GRADO CURSO 2021/2022



Escuela de  
Ingeniería y Arquitectura  
Universidad Zaragoza

### 5.4.1. Puente grúa

El puente grúa escogido para llevar a cabo la actividad industrial es un puente grúa birraíl de la marca JASO con carro giratorio 360º y con una capacidad máxima de 20 Tn. Posee 25 metros de luz y en el caso de esta instalación se contará con una altura aproximada de 10 metros bajo gancho.

La actuación del puente grúa es imprescindible para poder clasificar las bobinas en las distintas alturas de las estanterías del almacén.



Figura 5 Puente grúa birraíl con carro giratorio

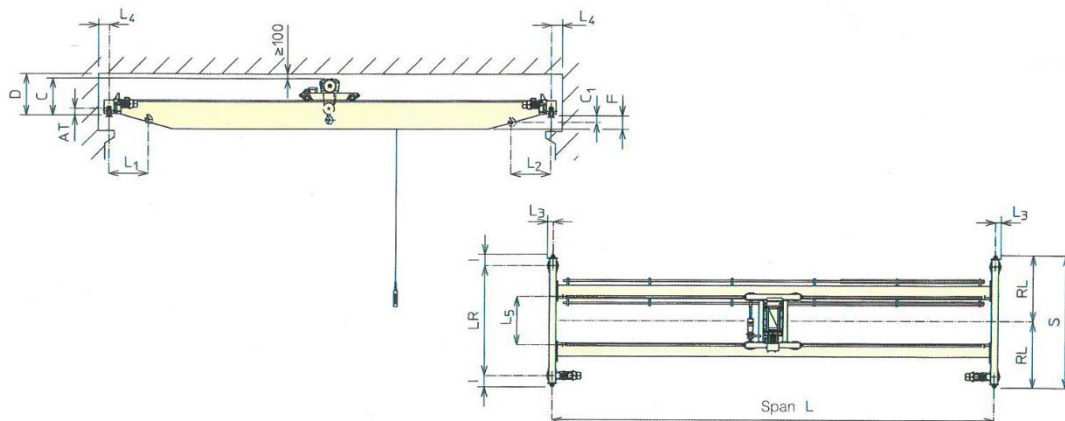


Figura 6 Geometría puente grúa

Jorge Alonso Sanz

## MEMORIA.

CÁLCULO Y DIMENSIONADO DE LA ESTRUCTURA DE UNA PLANTA INDUSTRIAL PARA EL ALMACENAMIENTO DE BOBINAS DE ACERO.  
TRABAJO DE FIN DE GRADO CURSO 2021/2022



Escuela de  
Ingeniería y Arquitectura  
Universidad Zaragoza

### 5.4.2. Zona óptica de detección de posición

Esta tecnología se basa en una serie de sensores que determinan la posición de la bobina y su diámetro, para posteriormente centrarla gracias a una serie de empujadores en el plano de la mesa, y enviar esta información al puente grúa para su posterior recogida. Posee unos 6 metros de longitud por 3 metros de anchura.

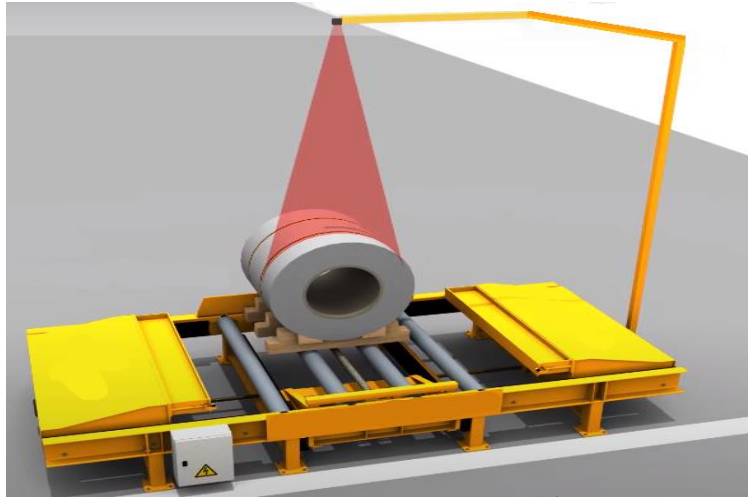


Figura 7 Zona de sensores ópticos

### 5.4.3. Carretillas elevadoras

Se utilizará para el transporte de bobinas desde la zona de carga y descarga de las mismas en los camiones, hasta la zona de almacén para depositarlas o recogerlas en la zona de sensores ópticos. Estas carretillas elevadoras tendrán una capacidad máxima de 15 Tn y una altura máxima de levantamiento de la carga de 4000 mm.



Figura 8 Carretilla elevadora

Jorge Alonso Sanz

## MEMORIA.

CÁLCULO Y DIMENSIONADO DE LA ESTRUCTURA DE UNA PLANTA INDUSTRIAL PARA EL ALMACENAMIENTO DE BOBINAS DE ACERO.  
TRABAJO DE FIN DE GRADO CURSO 2021/2022

## 6. Descripción de la instalación

La instalación que se trata en este proyecto es una planta industrial con una única planta dividida en dos zonas; una de almacén de bobinas y otra de recepción y distribución de la carga además de encontrarse en esta última la parte administrativa.

La nave cuenta con una superficie útil de 1500 m<sup>2</sup> (60 x 25 m) repartidos de la siguiente manera:

- Zona de almacén de bobinas (1200 m<sup>2</sup>):

Esta zona se encuentra ocupada en su mayoría por las estanterías de acero en las que se clasifican y almacenan las bobinas (1050 m<sup>2</sup>).

Además en esta zona se encuentra el sistema de sensores ópticos para la detección de la posición y el diámetro de las bobinas (150 m<sup>2</sup>).

- Zona de recepción y distribución y parte administrativa:

En esta zona destaca el espacio destinado para la entrada y salida de material en las carretillas elevadoras de las que se habló con anterioridad. Cuenta con dos puertas basculantes de preleva, una de acceso y otra de salida de 5x5 m. Esta zona cuenta aproximadamente con 230 m<sup>2</sup>.

Esta zona también alberga la parte administrativa de la planta industrial. En esta podemos incluir una oficina, sala de reunión/comedor, baños, vestuario, y almacén de material. En total su superficie se considera de unos 70 m<sup>2</sup>.

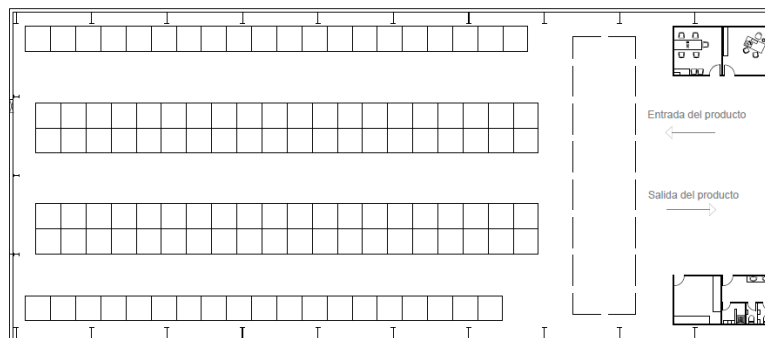


Figura 9 Distribución en planta

El resto de la parcela se reparte de la siguiente manera:

- Parking de vehículos: 7 plazas para cubrir los empleados y las posibles visitas a la instalación.
- Espacio de tránsito: en esta zona se incluye el espacio para las maniobras de los camiones, la zona de tránsito de los vehículos de los empleados y visitas, los retanqueos, y la zona de carga y descarga de bobinas en las carretillas elevadoras.

La parcela está rodeada de una valla y se puede acceder a ella a través de dos entradas; una de dimensiones 8x2 m destinada para camiones y otra de 4x2 m destinada para vehículos de trabajadores o particulares.

Para observar con más detalle la distribución de la parcela se puede acudir al documento "PLANOS" del presente proyecto y consultar el plano nº2 "DISTRIBUCIÓN DE LA PARCELA".

## MEMORIA.

CÁLCULO Y DIMENSIONADO DE LA ESTRUCTURA DE UNA PLANTA INDUSTRIAL PARA EL ALMACENAMIENTO DE BOBINAS DE ACERO.  
TRABAJO DE FIN DE GRADO CURSO 2021/2022



Escuela de  
Ingeniería y Arquitectura  
Universidad Zaragoza

## 7. Información urbanística

Como se ha mencionado con anterioridad, la instalación se localiza en la parcela “PE-3.1.1” de la Calle Bari, en el polígono “Plataforma Logística de Zaragoza” en Zaragoza.

Para consultar con qué tipo de infraestructura y ventajas cuenta dicho polígono se puede acudir al Anexo I-“Estudio de Ubicación” de la presente memoria.

La parcela linda al este y oeste con otras propiedades privadas, mientras que al norte linda con parques y jardines públicos y al sur linda con los viales.

El suelo de esta parcela, al encontrarse en este polígono, cumple con una normativa urbanística propia del polígono, y para todo aquello que no se recoja en dicha normativa se acudirá a la normativa recogida en el PGOU de Zaragoza. Los requisitos que deben cumplir las instalaciones a construir en dicha parcela son:

- Parcela mínima: 4000 m<sup>2</sup>.
- Retranqueos mínimos:
  - A alineaciones de viales rodados: 10 m.
  - A alineaciones de viales peatonales: 7 m.
  - A otros linderos: 7 m
- Altura máxima: 4 plantas, 16 m.
- Ocupación máxima: 75% sobre parcela neta incluyendo la parte proporcional de viario privado cuando lo haya.
- Edificabilidad: 1 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>.

## 8. Memoria constructiva

### 8.1. Movimiento de tierras

El polígono “Plataforma Logística de Zaragoza”, se encuentra debidamente pavimentado. Cuenta además con agua potable, red de incendios, iluminación, saneamiento red de comunicaciones y suministro eléctrico y de gas.

Por lo tanto, los movimientos de tierra únicamente se realizarán en la parcela adquirida.

Cuando se llevó a cabo la reciente construcción del polígono ya se llevaron a cabo labores de nivelación en las parcelas, por lo que no existe un gran desnivel dentro de cada una de ellas. Sin embargo se llevarán a cabo unas labores de desbroce y limpieza superficial del terreno y posteriormente se realizará un desmonte del terreno y una compactación de toda la superficie de la parcela con el objetivo de que quede lo más nivelado y compactado posible.

A continuación se llevarán a cabo las excavaciones de las zanjas para alojar tanto la futura cimentación de la nave como la red de recogida de aguas, red eléctrica, abastecimiento de agua...etc.

El sistema mediante el cual se llevarán a cabo estas labores es por medios mecánicos, como retroexcavadoras y compactadoras con la asistencia de camiones para encargarse de la retirada del material procedente de la excavación.

Jorge Alonso Sanz

## MEMORIA.

CÁLCULO Y DIMENSIONADO DE LA ESTRUCTURA DE UNA PLANTA INDUSTRIAL PARA EL ALMACENAMIENTO DE BOBINAS DE ACERO.  
TRABAJO DE FIN DE GRADO CURSO 2021/2022



Escuela de  
Ingeniería y Arquitectura  
Universidad Zaragoza

Para poder apreciar con mayor detalle el movimiento de tierras se puede acudir al documento “PLANOS” del presente proyecto, al plano nº3 “ZANJAS Y SANEAMIENTO”.

### 8.2. Cimentación

La cimentación de la instalación garantizará la estabilidad de la misma, por ello debe dimensionarse y comprobarse frente a fenómenos de hundimiento, vuelco y deslizamiento. Además se deberá comprobar del mismo modo la capacidad estructural de la misma zapata frente a los esfuerzos bajo los esfuerzos que le afectan. Para ello, también se ha tenido en cuenta el terreno sobre el que se construye.

Todas estas comprobaciones se encuentran recogidas en el Anexo II-“Cálculos estructurales justificativos” de la presente memoria.

La cimentación estará compuesta de zapatas asiladas donde apoyarán los pilares, estas se encontrarán unidas entre sí por vigas de atado menos las zapatas de las esquinas, las cuales poseerán unas vigas centradoras que las unirán con las zapatas de sus lados.

Estos elementos de la cimentación se encontrarán asentados sobre una capa compactada de zahorras de 30 cm de espesor sobre la que se colocará un lecho de hormigón de limpieza HM-20/B/40 de unos 15 cm de espesor para limpieza y nivelado del fondo de la cimentación.

Esta instalación posee 5 tipos de zapatas distintas cuyas dimensiones son de 4200x4200x1000 mm, 2200x2200x1000 mm, 2200x3000x1000 mm, 2800x4000x1000 mm, y 2000x2000x1000 mm. Los armados superiores e inferiores de cada una de las zapatas están compuestos por redondos en el eje “x” e “y” de Ø16 c/20 cm.

Para más información acerca de la posición específica de cada tipo de zapata y su armado se puede acudir al documento “PLANOS” de este proyecto, al plano nº9 “CIMENTACIÓN”.

Entre las zapatas se colocarán unas vigas de dimensiones 400x400 mm para soportar el peso del muro perimetral, además de evitar el desplazamiento de las mismas en una dirección.

Por último, las vigas centradoras se colocarán de dimensiones 600x400 mm únicamente entre las zapatas contiguas a las de las esquinas para paliar los efectos de los esfuerzos transmitidos a la cimentación y poder dimensionar unas zapatas de esquina de tamaño más reducido.

Los pilares transmiten los esfuerzos a la cimentación a través de las placas de anclaje, compuestas por pletinas y pernos de anclaje. En esta instalación, estas uniones van a ser de tipo articulado, de forma que no se transmiten esfuerzos flectores a las zapatas.

Para más información acerca de las placas de anclaje y su posición en la cimentación se puede acudir al documento “PLANOS” de este proyecto, al plano nº10 “PLACAS DE ANCLAJE”.

El hormigón del que estarán hechas todas las zapatas será HA-25/B/40 y el armado será de acero B 500-S.

La normativa en la que se basa el cálculo y dimensionado de la cimentación es la Norma EHE-08.

## MEMORIA.

CÁLCULO Y DIMENSIONADO DE LA ESTRUCTURA DE UNA PLANTA INDUSTRIAL PARA EL ALMACENAMIENTO DE BOBINAS DE ACERO.  
TRABAJO DE FIN DE GRADO CURSO 2021/2022



Escuela de  
Ingeniería y Arquitectura  
Universidad Zaragoza

### 8.3. Sistema estructural

Como se ha dicho en apartados anteriores, se ha optado por una estructura metálica de acero porticada con nudos rígidos y articulada en las bases de los pilares y cumbrera. Con cubierta a dos aguas con una pendiente del 10% (5.71°).

Se encuentra organizada en 11 pórticos paralelos de los cuales los 9 centrales están formados por un dintel de inercia variable mientras que los extremos se encuentran formados por un dintel normalizado de inercia constante.

Se dispone de 60 metros de longitud por 25 metros de luz y una modulación de 6 metros entre cada uno de los pórticos.

La altura de los pilares es de 14 metros mientras que la cumbrera se encuentra a 15.25 metros. Dichos pilares, además de soportar su peso propio, el peso propio de los cerramientos de panel grecado de la nave y el efecto de las cargas debidas a la climatología de la zona, soportan también los efectos debidos a la sobrecarga de uso de un puente grúa de 20 Tn a lo largo de toda la nave.

Los pilares principales que conforman todos los pórticos de la estructura son perfiles con una sección en doble T, de chapa armada de inercia variable. Miden 14 metros de longitud y los primeros 10.7 metros desde la base del pilar poseen una inercia variable, a partir de los 10.7 metros continúan hasta los 14 metros con un tramo de inercia constante.

El primer tramo de inercia variable comienza con un perfil que cuenta con una sección en doble T de chapa armada de 300 mm de canto, 350 mm de anchura de las alas, 8 mm de espesor de alma y 15 mm de espesor de alas. El canto de esta sección es el que varía proporcionalmente con la altura del pilar hasta llegar a los 10.7 metros donde la sección cuenta con un canto de 900 mm, 350 mm de anchura de las alas, 8 mm de espesor de alma y 15 mm de espesor de alas.

Los 3.3 metros restantes que componen el segundo tramo del pilar, poseen la misma sección en toda la longitud del tramo, y esta es la misma sección con la que finaliza el primer tramo, es decir, un canto de 900 mm, 350 mm de anchura de las alas, 8 mm de espesor de alma y 15 mm de espesor de alas.

El poseer este tipo de secciones ocasionará que, depende de la sección que se esté comprobando, se pueden obtener secciones de clase 4, las cuales se han tenido que calcular utilizando sus propiedades eficaces tal y como indica la normativa del Código Técnico de la Edificación (C.T.E.).

Sobre estos pilares y a 10.7 metros de altura sobre el nivel del suelo se suelda una ménsula IPE 360 como elemento portante de la viga carril y por tanto del puente grúa a instalar.

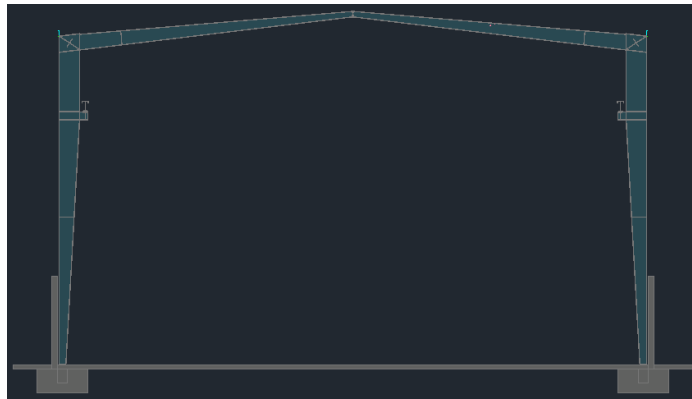
En los pórticos principales los pilares principales se unen en la cabeza a un dintel principal que está formado por un perfil con una sección en doble T de chapa armada y de inercia variable.

## MEMORIA.

CÁLCULO Y DIMENSIONADO DE LA ESTRUCTURA DE UNA PLANTA INDUSTRIAL PARA EL ALMACENAMIENTO DE BOBINAS DE ACERO.  
TRABAJO DE FIN DE GRADO CURSO 2021/2022



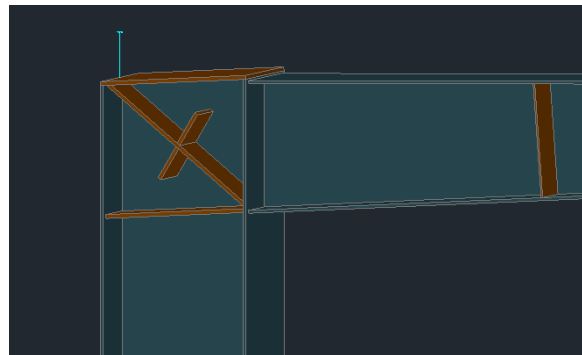
Escuela de  
Ingeniería y Arquitectura  
Universidad Zaragoza



*Figura 10 Pórtico principal*

El dintel principal tiene una longitud de 12.55 metros y comienza en cumbrera con una sección de canto de 250 mm, 300 mm de anchura de las alas, 5 mm de espesor de alma y 15 mm de espesor de alas. A lo largo de su longitud conforme se acerca a la cabeza de los pilares el canto de la sección varía proporcionalmente y en la unión con el pilar posee una sección de canto 700 mm, 300 mm de anchura de las alas, 5 mm de espesor de alma y 15 mm de espesor de alas.

La unión entre los pilares y los dinteles principales es de tipo rígida y se realiza mediante una soldadura entre todo el perfil del dintel principal y el ala del pilar principal. Además se instalarán una serie de rigidizadores de la unión que hagan que esta cumpla con los requisitos que manda la normativa.



*Figura 11 Unión entre pilar y dintel principal*

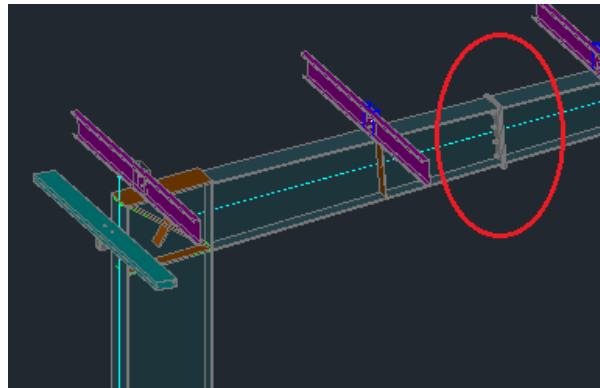
Para facilitar el transporte y no incurrir en transportes especiales, se decide cortar el dintel a una distancia de 3 metros desde la cabeza del pilar y transportar esos 3 metros de dintel hasta la obra junto con el pilar habiéndolos soldado en el taller. Posteriormente, se unen las dos partes del dintel mediante una unión rígida atornillada con chapa frontal soldada en los extremos de la viga para facilitar la conexión de ambas en la obra.

## MEMORIA.

CÁLCULO Y DIMENSIONADO DE LA ESTRUCTURA DE UNA PLANTA INDUSTRIAL PARA EL ALMACENAMIENTO DE BOBINAS DE ACERO.  
TRABAJO DE FIN DE GRADO CURSO 2021/2022

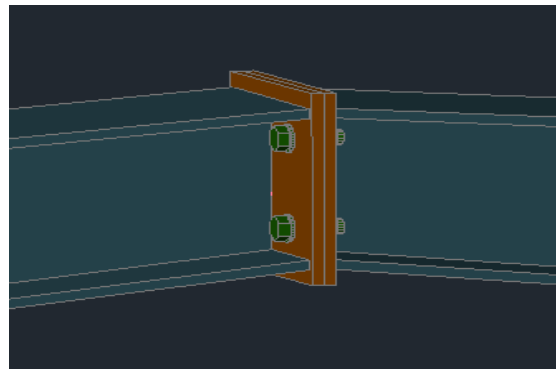


Escuela de  
Ingeniería y Arquitectura  
Universidad Zaragoza



*Figura 12 Unión del corte en dintel principal*

La unión de la cumbrera en los pórticos principales se realizará articulada atornillada con chapa frontal soldada en el extremo de cada viga facilitando el montaje en obra. Los tornillos se colocarán a una distancia inferior a  $2/3$  del alma del dintel para impedir la transmisión de momento.



*Figura 13 Unión de cumbrera en pórtico principal*

Además se dimensionarán y comprobarán rigidizadores en ciertos puntos de los pilares y dinteles principales.

Para obtener más información acerca del dimensionamiento y cálculo de los pilares y dinteles principales, las uniones y los rigidizadores que componen el pórtico principal se puede acudir al Anexo II-“Cálculos estructurales justificativos” de la presente memoria.

Para observar con más detalle todos los elementos constructivos anteriormente descritos y sus uniones se puede acudir al documento “PLANOS” del presente proyecto, al plano nº12 “PÓRTICO PRINCIPAL”.

En los pórticos hastiales la cabeza del pilar principal se une a un dintel de cierre que lo compone un perfil normalizado IPE 200.

La unión del pilar principal y el dintel de cierre se realiza articulada mediante tornillos y una chapa de testa soldada al final de la viga facilitando el montaje en obra. Los tornillos se colocarán a una distancia inferior a  $2/3$  del alma de la viga para impedir la transmisión de momento.

Como cerramiento hastial se utilizarán 3 pilares normalizados IPE 450 modulados cada 6.25 metros de forma que, junto con los pilares principales, cubran los 25 metros de luz que tiene la instalación. Dichos pilares se orientarán a  $90^\circ$  respecto a los pilares de cierre para que

Jorge Alonso Sanz

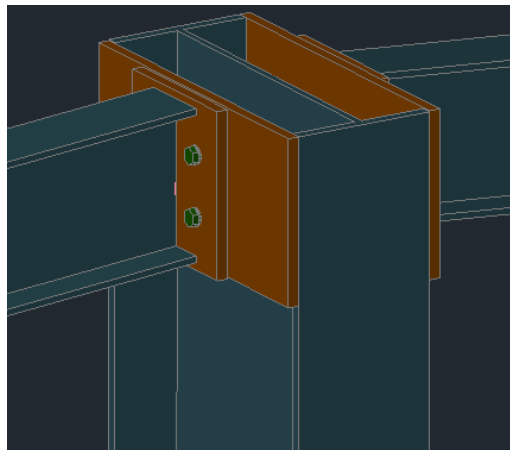
## MEMORIA.

CÁLCULO Y DIMENSIONADO DE LA ESTRUCTURA DE UNA PLANTA INDUSTRIAL PARA EL ALMACENAMIENTO DE BOBINAS DE ACERO.  
TRABAJO DE FIN DE GRADO CURSO 2021/2022

su eje “fuerte” quede orientado en la dirección del pórtico ya que están diseñados para soportar en mayor medida los efectos de las acciones de viento que inciden en la fachada hastial. El pilar central poseerá una altura de 15.25 metros, es decir, la altura máxima de cumbrera, mientras que los que se encuentran a cada lado de este, poseerán una altura de 14.625 metros.

Los pilares hastiales se unen al dintel de cierre mediante una unión articulada con tornillos dispuestos a una distancia entre ellos inferior a  $2/3$  del alma del pilar.

Sin embargo, el pilar hastial central se une a los dinteles de cada faldón de la estructura mediante una unión articulada formada por tornillos, para facilitar su montaje en obra, que conectan unas chapas de testa soldadas tanto al pilar como al extremo del dintel de cierre.



*Figura 14 Unión entre pilar hastial central y dinteles de cierre*

Para obtener más información acerca del dimensionamiento y cálculo de los dinteles de cierre y las uniones que componen el pórtico hastial se puede acudir al Anexo II-“Cálculos estructurales justificativos” de la presente memoria.

Para observar con más detalle dichos elementos constructivos anteriormente descritos y sus uniones se puede acudir al documento “PLANOS” del presente proyecto, al plano nº11 “PÓRTICO HASTIAL SUR”.

Para hacer frente a los efectos provocados por las acciones del viento y del puente grúa se han instalado una serie de sistemas de arriostramiento a lo largo de la instalación formados por unos entramados de diagonales y montantes. Dichas diagonales se componen de redondos macizos de  $\varnothing 42$  mm, mientras que los montantes son perfiles de tubo estructural cuadrado hueco #140.5.

Para contrarrestar los efectos del viento en la fachada frontal se instala un sistema de arriostramiento en cubierta transversal a la nave. De esta forma, se consigue formar en la cubierta una especie de celosía compuesta por los dinteles de los pórticos (actuando como cordones superiores e inferiores) y el sistema de arriostramiento para soportar las acciones perpendiculares al plano del pórtico hastial.

Para transmitir dichos efectos hasta la cimentación, se instalará un sistema de arriostramiento en la fachada lateral de la nave.

Por otro lado, se instalará un sistema de arriostramiento en la cubierta, longitudinal a la nave, para paliar las deformaciones debidas al efecto del viento actuando en la fachada lateral de la nave ya que al contar con unos pilares principales de las longitudes anteriormente descritas

Jorge Alonso Sanz

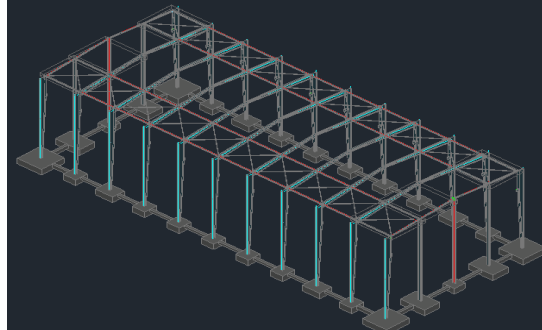
## MEMORIA.

CÁLCULO Y DIMENSIONADO DE LA ESTRUCTURA DE UNA PLANTA INDUSTRIAL PARA EL ALMACENAMIENTO DE BOBINAS DE ACERO.  
TRABAJO DE FIN DE GRADO CURSO 2021/2022



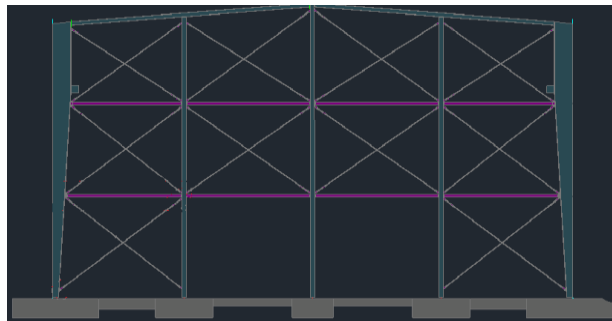
Escuela de  
Ingeniería y Arquitectura  
Universidad Zaragoza

y articulados en la base, dichas deformaciones excedían las que permite la normativa. Este sistema se instalará en toda la longitud de la nave y abarcará una anchura de 6.28 metros aproximadamente (la mitad de un faldón de cubierta).



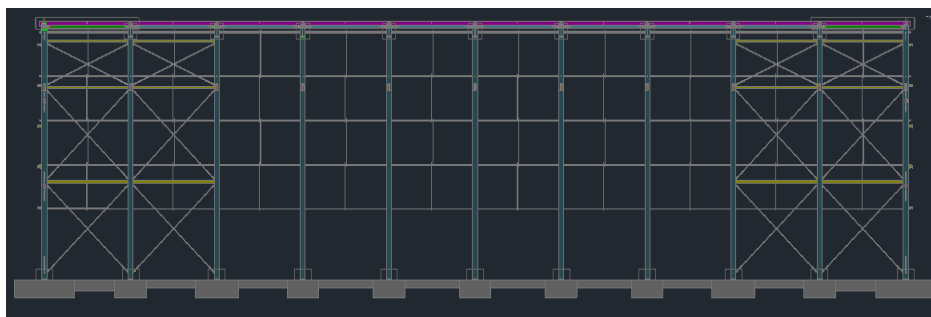
*Figura 15 Arriostramiento de cubierta longitudinal a la nave*

Para transmitir los efectos generados en este último sistema de arriostramiento hasta la cimentación, se instalará un sistema de arriostramiento en la fachada frontal de la nave dejando el espacio necesario para las entradas y salidas de material en la nave industrial.



*Figura 16 Arriostramiento de fachada frontal*

Además, para repartir mejor los efectos transmitidos a la cimentación por los sistemas de arriostramiento y poder dimensionar unas zapatas de un tamaño más reducido, se arriostra un vano más en la fachada lateral, es decir, en la fachada lateral quedan arriostrados los pórticos 1º, 2º, 3º, 9º, 10º y 11º.



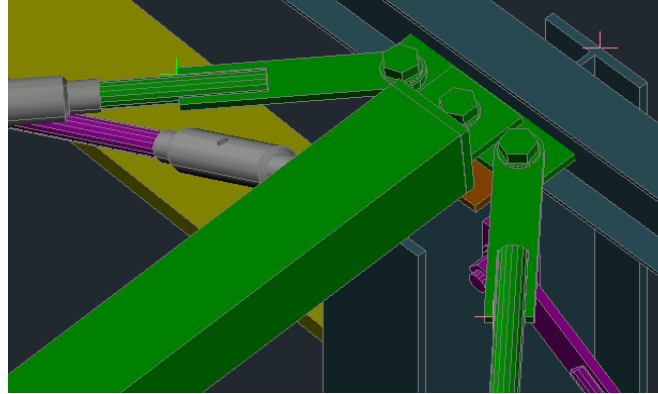
*Figura 17 Arriostramientos de fachada lateral*

Jorge Alonso Sanz

## MEMORIA.

CÁLCULO Y DIMENSIONADO DE LA ESTRUCTURA DE UNA PLANTA INDUSTRIAL PARA EL ALMACENAMIENTO DE BOBINAS DE ACERO.  
TRABAJO DE FIN DE GRADO CURSO 2021/2022

Las uniones entre los sistemas de arriostramiento y el resto de la estructura se realizan mediante pletinas soldadas a cada elemento del entramado que forma el arriostramiento, y que posteriormente se atornillan a otra pletina soldada al pilar o a la viga que corresponda.



*Figura 18 Unión sistemas de arriostramiento*

Para obtener más información acerca del dimensionamiento y cálculo de los sistemas de arriostramiento y las uniones que los componen se puede acudir al Anexo II-“Cálculos estructurales justificativos” de la presente memoria.

Para observar con más detalle dichos elementos constructivos anteriormente descritos y sus uniones se puede acudir al documento “PLANOS” del presente proyecto, al plano nº14, nº15, nº16 y nº17.

Respecto a la viga carril, estará compuesta de un perfil normalizado IPE 450 y otro UPN 280 soldados entre sí por la cara interna de la UPN. La viga carril se une a la ménsula a través de una unión atornillada. Además también se encuentra fijada al ala del pilar principal a través de un perfil de tubo estructural cuadrado hueco #40.4, soldado tanto a la viga como al ala del pilar. En la ménsula se colocarán rigidizadores para evitar posibles fallos por cargas concentradas.

Para obtener más información acerca del dimensionamiento y cálculo de la viga carril y las uniones que la componen se puede acudir al Anexo II-“Cálculos estructurales justificativos” de la presente memoria.

En el lado sur de la nave se dejan dos huecos para instalar dos puertas basculantes de preleva de dimensiones 5x5 metros que servirán para la entrada y salida de material en la instalación. En el lado norte y oeste se deja un hueco de 2.1x1 metros para instalar puertas de entrada y salida del personal que además tengan la función de salidas de emergencia.

La disposición de dichos huecos en la fachada se puede apreciar con mayor detalle en el documento “PLANOS” de la presente memoria, en el plano nº8 “FACHADAS”.

## MEMORIA.

CÁLCULO Y DIMENSIONADO DE LA ESTRUCTURA DE UNA PLANTA INDUSTRIAL PARA EL ALMACENAMIENTO DE BOBINAS DE ACERO.  
TRABAJO DE FIN DE GRADO CURSO 2021/2022



Escuela de  
Ingeniería y Arquitectura  
Universidad Zaragoza

### 8.4. Sistema envolvente

Alrededor de la instalación se levantará un muro perimetral de 4 metros de altura, los primeros 50 centímetros de dicho muro estarán compuestos por bloque de hormigón antihumedad, y los 3.5 metros restantes serán de hormigón HA-25/B/40. Con este elemento, aparte de conseguir cerrar la nave, se protege la fachada contra impactos accidentales como cargas descontroladas, vehículos...etc. Además se consigue proteger la fachada de la humedad que se crea en la parte baja de la nave debido a la lluvia o a suelos húmedos.

El cerramiento de toda la nave se resolverá mediante panel grecado CM40/974 de la marca "CURBIMETAL" de 0.6 mm de espesor y 1 metro de ancho. Estos paneles irán superpuestos con un sistema de solape que garantiza la eliminación de todo tipo de filtraciones. La fijación a la estructura se hará mediante tornillos autorroscantes preparados para chapa.

Además, en la cubierta se colocarán unos paneles de policarbonato traslúcidos con una película protectora frente a rayos UV de dimensiones 7500x1000x10 mm. Se colocarán con una separación de 6 metros entre sí, consiguiendo un total de 10 huecos por faldón en toda la cubierta que proporcionarán un buen nivel de iluminación natural en el interior de la nave.

Los remates laterales entre el panel de fachada y el muro perimetral y los remates de la cumbrera se harán mediante limatesa de chapa galvanizada de 0,6 mm de espesor. Además se instalarán unos vierteaguas de 0,8 mm de espesor en la parte superior del muro perimetral que recorrerán toda la instalación.

La longitud total de todas las correas es de 12 metros y cada una de ellas va apoyada sobre 3 pórticos, por lo que se generan dos vanos.

Las correas de fachada lateral y frontal están formadas por un perfil normalizado conformado en C denominado CF 225x2.5. En las correas de fachada lateral la separación entre estas es de 2.5 metros, por lo que existen 5 correas. Sin embargo en la fachada frontal la separación entre las correas es de 2.25 metros y esto da lugar a la existencia de 6 correas.

Para el caso de la cubierta, las correas están formadas por perfiles CF 250x2.5 con una separación entre ellas de 2.5 metros, por lo que se tienen 6 correas en cada faldón de cubierta.

Además, para aumentar la resistencia de las correas en su eje "débil", se atan unas a otras con un tirante en la mitad de cada vano. Este elemento es un redondo macizo de  $\varnothing 10$  mm. Dicha tirantilla se ata, en el caso de las correas de fachada, al dintel de cierre. Para el caso de las correas de fachada lateral, las tirantilla se ata a la correa superior, por lo que, para que esta soporte la reacción transmitida por el resto de las correas además de su peso propio, se coloca una doble correa superior CF 225x2.5 en la fachada lateral unidas en cajón y soldadas donde hacen contacto la una con la otra.

Para las correas de cubierta se sigue el mismo procedimiento y se atan unas a otras a través de tirantes (redondos macizos de  $\varnothing 10$  mm) en la mitad de cada vano. Pero esta vez además de atar la tirantilla a la última correa de cubierta próxima a la cumbrera, también se unirán entre sí por tirantes las correas de cada faldón más cercanas a la cumbrera, para compensar los efectos que se producen en cada faldón.

Las correas se unirán a la estructura a través de pletinas soldadas a los pilares y atornilladas a las correas. En el caso de la correa superior de la fachada lateral, al ser doble no bastará con una simple pletina soldada, y se realizará la unión instalando un ejión soldado en todo su perímetro al ala de los pilares principales compuesto por un tubo estructural cuadrado

Jorge Alonso Sanz

## MEMORIA.

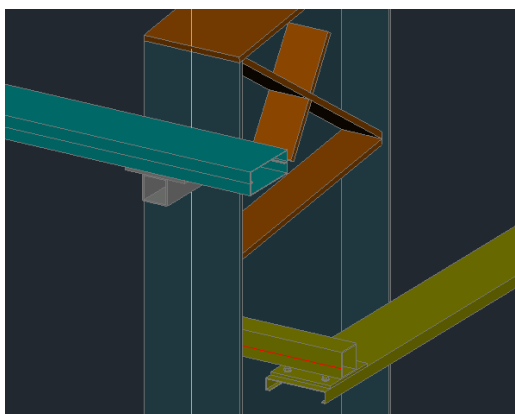
CÁLCULO Y DIMENSIONADO DE LA ESTRUCTURA DE UNA PLANTA INDUSTRIAL PARA EL ALMACENAMIENTO DE BOBINAS DE ACERO.  
TRABAJO DE FIN DE GRADO CURSO 2021/2022



Escuela de  
Ingeniería y Arquitectura  
Universidad Zaragoza

hueco #90.4. A ese tubo se le soldará una pletina que será la que finalmente se encuentre atornillada a la doble correa superior.

Para el caso de la unión de los pilares principales y las correas de fachada frontal, se seguirá el mismo método, ya que no se encuentran alineados en el mismo plano el ala exterior a la nave de los pilares hastiales y los pilares principales. Por lo que para salvar esa excentricidad se decide realizar las uniones de las correas con los pilares principales instalando un ejión soldado en todo su perímetro al alma de los pilares principales compuesto por un tubo estructural cuadrado hueco #90.4. A ese tubo se le soldará una pletina que será la que finalmente se encuentre atornillada a la correa.



*Figura 19 Unión de las correas con el pilar principal*

Para obtener más información acerca del dimensionamiento y cálculo de las distintas correas que forman la instalación se puede acudir al Anexo II-“Cálculos estructurales justificativos” de la presente memoria.

Para observar con más detalle dichos elementos constructivos anteriormente descritos y sus uniones se puede acudir al documento “PLANOS” del presente proyecto, al plano nº18, nº19 y nº20.

### 8.5. Sistema de acabados

Los tabiques de la instalación que delimitan las áreas de los baños/vestuarios, oficina, sala de reuniones/comedor y el pequeño almacén de material, serán todos tabicón aligerado formado por ladrillo hueco doble de 25x12x8 cm recibido con mortero de cemento.

En cuanto a la pavimentación, se proyectará por toda la superficie de la instalación una solera de hormigón armado de 20 cm de espesor cuyo hormigón será HA-25/B/20 y el armado será malla de acero de #20x20 formada por redondos de 8 mm.

Además en la zona de oficina y sala de reunión/comedor, se colocará un solado de baldosa gres esmaltado de 30x30 cm recibido con mortero de cemento CEM II/B-M 32.5 R y arena de río 1/6 (M-40). Mientras que en la zona de los baños/vestuarios y almacén se proyectará un solado de baldosa gres extrusionado flameado con mayores propiedades antideslizantes recibido con mortero de cemento CEM II/B-M 32.5 R y arena de río 1/6 (M-40) con juntas de 1 cm.

Las dos puertas principales de entrada y salida de material a la nave por donde se prevé la circulación de las carretillas elevadoras son puertas basculantes de preleva de dimensiones

Jorge Alonso Sanz

## MEMORIA.

CÁLCULO Y DIMENSIONADO DE LA ESTRUCTURA DE UNA PLANTA INDUSTRIAL PARA EL ALMACENAMIENTO DE BOBINAS DE ACERO.  
TRABAJO DE FIN DE GRADO CURSO 2021/2022



Escuela de  
Ingeniería y Arquitectura  
Universidad Zaragoza

5x5 metros realizada con chapa grecada de 1.2 mm de espesor a dos caras con apertura y cierre automático.

En cuanto a las puertas interiores:

- Para la oficina y sala de reunión se instalará una puerta de paso ciega normalizada de una sola hoja, lisa hueca de pino de dimensiones 210x82.5x3.5 cm.
- Para los baños/vestuarios y el almacén se instalará una puerta interior abatible ciega de una sola hoja de tablero aglomerado chapado en nogal y barnizada de dimensiones 210x82.5x3.5 cm

Las otras puertas de entrada y salida de la nave serán de una hoja, cortafuegos con la certificación RF-30 de medidas 210x100x7 cm, construida con materiales ignífugos y rechapada de melanina.

En la oficina, los baños/vestuarios, la sala de reuniones/comedor y el almacén se va a disponer de un falso techo desmontable de placas de escayola lisa de 100x60 cm. Este tipo de cerramiento posee propiedades de aislamiento acústico y térmico. Se instalará de forma que queden 3 metros de altura libre en las estancias.

Los paramentos verticales y horizontales interiores se pintarán con pintura plástica lisa vinílica.

Se realizará un vallado de la parcela sobre un muro de fábrica con pilastras intermedias, formado por una verja tradicional compuesta de barrotes horizontales de cuadradillo de perfil macizo de acero laminado en caliente de 14x14 mm fijados con tornillos a las pilastras intermedias y de barrotes verticales de cuadradillo de perfil macizo de acero laminado en caliente de 12x12 mm de 2 metros de altura.

Se colocarán además 2 puertas de acceso a la parcela, una de entrada y salida de camiones y otra para vehículos personales o visitas.

Por lo tanto, la de camiones será una puerta tipo cancela metálica de hoja corredera de dimensiones 8x2 metros mientras que la de vehículos personales o visitas será del mismo tipo pero de dimensiones 4x2 metros.

## 8.6. Instalación de saneamiento

El polígono en el que se ubica la parcela de la instalación, posee redes de saneamiento de tipo separativo, es decir, la evacuación de las aguas pluviales se hará por un lado distinto al de las aguas fecales.

Las aguas pluviales de la cubierta serán recogidas hasta la red de alcantarillado por gravedad mediante canalones de chapa de aluminio precaldada con un desarrollo de 300 mm.

Estos canalones recogen el agua y la orientan, con una endiente del 2%, hacia unas bajantes de PVC serie F de 125 mm de diámetro colocadas cada 12 metros, haciéndolas coincidir con los pilares principales de los pórticos.

Cada una de estas bajantes deriva en una arqueta de dimensiones 50x50 cm. Estas arquetas se encuentran conectadas entre sí por unos colectores de PVC liso de 200 mm de diámetro que orientan y guía estas aguas hasta el sistema de red de alcantarillado. Estos

Jorge Alonso Sanz

## MEMORIA.

CÁLCULO Y DIMENSIONADO DE LA ESTRUCTURA DE UNA PLANTA INDUSTRIAL PARA EL ALMACENAMIENTO DE BOBINAS DE ACERO.  
TRABAJO DE FIN DE GRADO CURSO 2021/2022



Escuela de  
Ingeniería y Arquitectura  
Universidad Zaragoza

colectores rodean todo el perímetro de la nave para evitar posibles filtraciones al interior de esta y mejorar el sistema de evacuación.

Como ya se ha mencionado con anterioridad, el sistema de evacuado de las aguas fecales, irá separado de las pluviales. Las aguas fecales serán recogidas por bajantes de PVC serie C de 160 mm de diámetro que las enviarán a una arqueta de 60x60 cm, donde a través de tuberías de 315 mm de diámetro exterior serán transportadas a la red general de desagües.

Si se quiere observar con mayor detalle todo lo anteriormente descrito acerca del sistema de evacuación de aguas puede acudir al documento “PLANOS” de la presente memoria, al plano nº4 “ZANJAS Y SANEAMIENTO”.

La normativa a la que se ha acudido para diseñar todo lo relativo a la evacuación de aguas viene detallada en el DB-HS sección HS5 del Código Técnico de la Edificación (C.T.E.).

### 8.7. Instalación puente grúa

Se instalará un puente grúa birraíl con carro giratorio 360º de la marca JASO de 20 toneladas y 25 metros de luz sobre las ménsulas IPE 360 descritas con anterioridad. Este puente será imprescindible para almacenar las bobinas de acero en las estanterías de la zona de almacenaje.

La separación entre ruedas de un mismo lado es de 4 metros y este tipo de parámetros geométricos se pueden obtener del catálogo del fabricante.

La reacción máxima por rueda es de 174.31 KN mientras que la mínima es de 51.39 KN.

El puente grúa se apoyará en el perfil compuesto que forma la viga carril, el cual como ya se ha mencionado con anterioridad, son una viga IPE 450 soldada a una UPN 280 por la cara interna de la UPN.

Además para evitar posibles fallos por cargas concentradas se rigidizará el alma y las alas de la ménsula y de la viga carril en el apoyo. Como seguridad adicional, también se rigidizará el pilar principal a la altura de cada ala de la ménsula.

Estas vigas se han calculado como vigas apoyadas en dos vanos, obteniendo los valores y la posición de las reacciones y momentos máximos, además de la posición del puente grúa cuando se dan esos máximos con ayuda del software informático “Línea de fluencia”.

Para obtener más información acerca del dimensionamiento y cálculo de estos perfiles y rigidizadores que forman la viga carril se puede acudir al Anexo II-“Cálculos estructurales justificativos” de la presente memoria.

### 8.8. Parking

En la parte oeste de la parcela se han creado 7 plazas de aparcamiento destinadas a cubrir las necesidades de los operarios y alguna posible visita. Estas poseen unas dimensiones de 2.5x4.5 metros cada una.

Para observar la posición exacta de las plazas construidas se puede acudir al documento “PLANOS” de la presente memoria, al plano nº2 “DISTRIBUCIÓN DE LA PARCELA”

Jorge Alonso Sanz



## 8.9. Equipamientos

### 8.9.1. Zona de almacén

Esta zona se equipará con numerosas estanterías para el almacenamiento de herramientas y objetos de trabajo necesarios.

### 8.9.2. Zona de vestuarios y baños

Se dispone de un vestuario donde los operarios podrán cambiarse y ducharse al finalizar la jornada laboral si tuvieran esa necesidad. Dicho vestuario cuenta con un plato de ducha y tres bancos. El vestuario se encuentra anexo a los baños de la instalación, los cuales cuentan con dos retretes, dos lavabos con espejo y el equipamiento básico para la higiene personal.

### 8.9.3. Zona de oficinas

La zona de oficinas cuenta con un despacho y una sala de reunión/comedor.

El despacho irá equipado con una mesa de trabajo y sillas para el empleado y las visitas, contará además con su respectivo ordenador e impresora, armarios estanterías y cajonera.

La zona de reunión/comedor se equipará con una mesa para 6 personas con sus correspondientes sillas, horno-microondas y máquina de café.

## 9. Condiciones de seguridad y protección contra incendios

Para garantizar la seguridad de la instalación y de sus operarios frente a incendios se ha seguido el Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales (RSCIEI) aprobado por el Real Decreto 2267/2004 del 3 de diciembre.

Las medidas de prevención del incendio tendrán como finalidad limitar la presencia del riesgo de fuego y las circunstancias que pueden desencadenar el incendio.

Las medidas de respuesta al incendio tendrán como finalidad controlar o luchar en contra del incendio, para extinguirlo, y minimizar los daños o pérdidas que pueda generar.

Al contar con una instalación de un único edificio que se encuentra a más de tres metros del edificio más próximo, se considerará un edificio de tipo C y será tratado como un único sector de incendios.

El nivel de riesgo intrínseco obtenido para la instalación es de tipo BAJO (1).

Se dispondrá de 4 pulsadores manuales de alarma de incendio junto a cada salida de evacuación del edificio, de tal forma que la distancia máxima a recorrer desde cualquier punto hasta alcanzar un pulsador no superará los 25 metros.

Además se instalarán 6 extintores de polvo BC.

Se han diseñado las salidas de incendio de tal forma que el recorrido máximo desde cualquier zona de la nave hasta cualquier salida del edificio no supere los 50 metros.

## MEMORIA.

CÁLCULO Y DIMENSIONADO DE LA ESTRUCTURA DE UNA PLANTA INDUSTRIAL PARA EL ALMACENAMIENTO DE BOBINAS DE ACERO.  
TRABAJO DE FIN DE GRADO CURSO 2021/2022



Escuela de  
Ingeniería y Arquitectura  
Universidad Zaragoza

Para observar la distribución de los sistemas de protección, además de los recorridos de evacuación y las salidas de emergencia se puede acudir al documento “PLANOS” de la presente memoria, al plano nº21 “PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS”.

El informe completo de la instalación contraincendios del establecimiento se encuentra en el Anexo III-“Protección contra incendios” del presente proyecto.

## 10. Pliego de condiciones

En el documento “PLIEGO DE CONDICIONES” de la presente memoria se pueden encontrar las especificaciones fijadas que regulan la ejecución de este proyecto.

## 11. Seguridad y salud

En el documento “ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD” de la presente memoria aparecen recogidas las medidas de seguridad y salud en el trabajo que se aplicarán durante el proceso de edificación y posteriormente durante la actividad industrial.

## 12. Cálculos justificativos

Para el cálculo y dimensionamiento de la estructura se ha tomado como punto de partida los esfuerzos ambientales de viento y nieve y las sobrecargas de uso que actuarán sobre la estructura de la nave. Dichas cargas se han obtenido a partir del Código Técnico de la Edificación (C.T.E.).

Una vez conocidas las cargas, se obtienen los esfuerzos que generan en los elementos con ayuda del software comercial CYPE 3D. Posteriormente, se predimensionan los elementos y se calculan para soportar los esfuerzos que los solicitan cumpliendo con los requisitos impuestos por la normativa del C.T.E.

Para apreciar con más detalle dichos cálculos estructurales puede acudirse al Anexo II-“Cálculos estructurales justificativos” de la presente memoria donde se encuentran desglosados.

## 13. Normativa aplicada

- Polígono “Plataforma Logística de Zaragoza”: Normas Urbanísticas. Zaragoza.
- Código Técnico de la Edificación – Documento Básico. Seguridad Estructural.
- Código Técnico de la Edificación – Documento Básico. Seguridad Estructural Acero.
- Código Técnico de la Edificación – Documento Básico. Seguridad Estructural Acciones en la Edificación.
- Código Técnico de la Edificación – Documento Básico. HS. Salubridad.
- Norma UNE-ENV 1993-1-1:1996. Eurocódigo 3: Proyecto de estructuras de acero.
- Instrucción de Hormigón Estructural – EHE 08.

Jorge Alonso Sanz

**MEMORIA.**

CÁLCULO Y DIMENSIONADO DE LA ESTRUCTURA DE UNA PLANTA INDUSTRIAL PARA EL ALMACENAMIENTO DE BOBINAS DE ACERO.  
TRABAJO DE FIN DE GRADO CURSO 2021/2022



Escuela de  
Ingeniería y Arquitectura  
Universidad Zaragoza

- RD 2267/2004 – Reglamento de Seguridad Contra Incendios en Establecimientos Industriales.
- Instrucción de Acero Estructural – EAE 11.
- Ley de prevención de Riesgos Laborales 31/1995.
- Norma UNE 157001:14. Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico.

## 14. Resumen del presupuesto

Capítulo	Importe	%
Capítulo 1 Compra de la parcela.	369.873,00	26,40
Capítulo 2 Movimiento de tierras.	46.834,31	3,34
Capítulo 3 Cimentación.	41.650,64	2,97
Capítulo 4 Muro.	28.033,00	2,00
Capítulo 5 Solera.	31.220,84	2,23
Capítulo 6 Estructura.	235.256,02	16,79
Capítulo 7 Cerramientos.	29.061,09	2,07
Capítulo 8 Cubierta.	35.114,76	2,51
Capítulo 9 Sistema de acabados.	17.768,41	1,27
Capítulo 10 Luminaria.	4.288,20	0,31
Capítulo 11 Urbanización.	50.608,62	3,61
Capítulo 12 Saneamiento.	9.985,25	0,71
Capítulo 13 Fontanería.	1.824,53	0,13
Capítulo 14 Mobiliario.	214.778,13	15,33
Capítulo 15 Maquinaria de taller.	248.051,00	17,71
Capítulo 16 Instalación contra incendios.	2.571,98	0,18
Capítulo 17 Seguridad y salud.	34.098,34	2,43
<b>Presupuesto de ejecución material.</b>	<b>1.401.018,12</b>	
13% de gastos generales.	182.132,36	

Jorge Alonso Sanz

**MEMORIA.**

CÁLCULO Y DIMENSIONADO DE LA ESTRUCTURA DE UNA PLANTA INDUSTRIAL PARA EL ALMACENAMIENTO DE BOBINAS DE ACERO.  
TRABAJO DE FIN DE GRADO CURSO 2021/2022



Escuela de  
Ingeniería y Arquitectura  
Universidad Zaragoza

6% de beneficio industrial.	84.061,09
Suma.	1.667.211,57
21% IVA.	350.114,43
<b>Presupuesto de ejecución por contrata.</b>	<b>2.017.326,00</b>

**Honorarios de Proyectista**

Proyecto	5,00% sobre PEM.	70.050,91
IVA	21% sobre honorarios de Proyecto.	14.710,69
	<b>Total honorarios de Proyecto.</b>	<b>84.761,60</b>
Dirección de obra	3,00% sobre PEM.	42.030,54
IVA	21% sobre honorarios de Dirección de obra.	8.826,41
	<b>Total honorarios de Dirección de obra.</b>	<b>50.856,95</b>
	<b>Total honorarios de Proyectista.</b>	<b>135.618,55</b>
	<b>Total honorarios.</b>	<b>135.618,55</b>
	<b>Total presupuesto general.</b>	<b>2.152.944,55</b>

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de DOS MILLONES CIENTO CINCUENTA Y DOS MIL NOVECIENTOS CUARENTA Y CUATRO EUROS CON CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS.

Jorge Alonso Sanz

## MEMORIA.

CÁLCULO Y DIMENSIONADO DE LA ESTRUCTURA DE UNA PLANTA INDUSTRIAL PARA EL ALMACENAMIENTO DE BOBINAS DE ACERO.  
TRABAJO DE FIN DE GRADO CURSO 2021/2022



Escuela de  
Ingeniería y Arquitectura  
Universidad Zaragoza

## 15. Bibliografía

- Polígono “Plataforma Logística de Zaragoza”: Normas Urbanísticas.
- Apuntes de la asignatura Oficina de Proyectos, Ingeniería Mecánica.
- Apuntes de la asignatura Resistencia de Materiales, Ingeniería Mecánica.
- Apuntes de la asignatura Estructuras Metálicas, Ingeniería Mecánica.
- Apuntes de la asignatura Estructuras de Hormigón, Ingeniería Mecánica.
- Apuntes de la asignatura Edificación Industrial, Ingeniería Mecánica.
- Catálogo JASO puentes grúa
- Catálogo perfiles de cerramiento “CURBIMETAL”
- Catálogo lucernarios “HIANSA”
- Código Técnico de la Edificación
- Eurocódigo