

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
TRABAJO FIN DE GRADO

***NAVE PARA TALLER DE MECANIZADO Y
ELECTROEROSIÓN***

DOCUMENTO 2- MEMORIA

Alumno: Villamayor Ortega, Alberto

Director: Marcos Rodríguez, Ignacio

Curso: 2020-2021

Fecha: 15-06-2021

Índice

1. Documentos de proyecto	1
2. Objeto del proyecto	1
2.1. Finalidad de la estructura	2
2.2. Proceso productivo	2
2.3. Distribución en planta	2
3. Alcance del proyecto	3
4. Memoria constructiva	5
4.1. Situación geográfica.....	5
4.2. Grúa puente.....	5
4.2.1. ¿Qué es una grúa puente?.....	6
4.2.2 Elementos que integran una grúa	6
4.3. Red de saneamiento	7
4.4. Solera	7
4.5. Estructura metálica	7
4.6. Placas de anclaje	8
4.7. Cerramiento de cubierta.....	8
4.8. Cerramientos laterales.....	9
4.9. Cerramientos exteriores	9
4.10. Acceso a la nave	10
5. Normas urbanísticas	10
6. Estudio de seguridad contra incendios	11
6.1. Reglamento de Seguridad Contra Incendios (RSCI)	11
6.1.1. Objeto y ámbito de aplicación.....	11
6.2. Desarrollo.....	11
6.2.1 Disposiciones constructivas	14
6.2.2. Materiales	15
6.2.3. Estabilidad al fuego de los elementos constructivos portantes	16
6.2.4. Resistencia al fuego de los elementos constructivos de cerramiento.....	18
6.2.5 Evacuación de los edificios industriales.....	20
6.2.6. Requisitos de las instalaciones de protección contra incendios de los establecimientos industriales.....	22
7. Normas y referencias	26
7.1. Disposiciones legales y normas aplicadas	26

7.2. Bibliografía	31
7.2.1. Libros	31
7.2.2. Páginas web.....	31
8. Programas de cálculo y dibujo	32
8.1. CYPE	32
8.2. CRANEWAY 8.25	32
8.3. AutoCAD 2018.....	32
9. Requisitos de diseño	33
10. Análisis de soluciones	33
10.1. Cubierta y cerramiento.....	33
10.2. Correas	34
10.3. Pórticos	34
10.4. Otros elementos estructurales	34
10.4.1. Arriostramientos.....	34
10.4.2. Pilarillos	35
10.4.3. Vigas de atado	35
10.5. Uniones	35
11. Resultados finales.....	36
11.1. Cubierta.....	36
11.2. Cerramiento de fachada	36
11.3. Correas	37
11.4. Pórticos	37
12. Otros elementos estructurales.....	37
12.1. Viga carril	37
12.2. Arriostramientos	38
12.3. Pilarillos	38
12.4. Vigas de atado.....	38
12.5. Sanearamiento.....	38
12.6. Uniones	39
13. Planificación de la obra	40
14. Presupuesto.....	40

1. Documentos de proyecto.

Los documentos con los que contará el proyecto por orden de preferencia serán los siguientes:

- 1) Memoria
- 2) Planos
- 3) Pliego de Condiciones
- 4) Presupuesto
- 5) Mediciones
- 6) Estudios con entidad propia

2. Objeto del proyecto

El objeto del Trabajo de Fin de Grado aborda el diseño y el cálculo de una nave industrial para un taller de mecanizado y electroerosión. La nave se encontrará ubicada en el polígono industrial de Erletxes, ubizado en el municipio de Galdakao.

El proyecto surge a partir de la oportunidad de ampliar el lugar de fabricación de diferentes encargos debido a una creciente demanda recibida en los últimos años recibidos por la empresa Mecanizados Garbia, queriendo ocupar un puesto importante en el sector de mecanizado en la industria vasca.

La empresa posee actualmente otro edificio con Oficina Técnica y un taller en las inmediaciones, por lo que éste proyecto se centrará únicamente en una nave centrada exclusivamente al trabajo de taller correspondiente.

Las dimensiones de la nave serán de 22 m de ancho por 50 m de largo, lo que nos da una superficie de 1.100 m². La altura útil será de 10 m, mientras que la altura de cumbrera será de 11,1 m. La cubierta será una cubierta a dos aguas con una inclinación de 5,71°.

La nave dispondrá de una grúa puente de 12,5 tn de capacidad que permitirá organizar y manejar de manera adecuada las materias primas, piezas finales y maquinaria.

La nave contará con dos entradas en cada plano frontal de la nave, de dimensiones 5 x 5 m, para garantizar una correcta entrada y salida de material. Cuando

éstas se encuentren cerradas dispondrán de salidas peatonales de dimensiones 2,1 x 0,9 m. Éstas mismas puertas actuarán como salida de incendio en caso de emergencia.

Dentro de la distribución de la nave se encontrarán las zonas de inspección y control de materiales y productos, diferentes zonas de almacenaje y las zonas de trabajo correspondientes.

2.1. Finalidad de la estructura

Mecanizados Garbia es una empresa de mecanizado que se dedica tanto a la reparación y montaje de máquina herramienta, como a la fabricación de piezas relacionadas con el sector de automoción.

Debido a la diversidad de los trabajos realizados cuenta con un puente grúa de una capacidad de 12,5 tn para garantizar la correcta carga y desplazamientos de material necesaria.

2.2. Proceso productivo

Para el proceso productivo de realización de diferentes piezas bajo encargo se siguen los siguientes pasos:

- Recepción del material e inspección del mismo.
- Almacenamiento de entrada.
- Proceso productivo específico para cada demanda (mecanizado, fresado, torneado, electroerosión...)
- Control del producto final.
- Almacenamiento en el almacén de salida.

2.3. Distribución en planta

En el documento PLANOS se adjunta el plano con la distribución en planta de la nave.

Los camiones depositarán la carga en la entrada de la nave. Dicha carga será manejada exclusivamente mediante la grúa puente. La carga será debidamente eslingada en caso necesario.

Las diferentes zonas que vamos a encontrar en la nave son las siguientes:

- Inspección
- Almacén entrada
- Mecanizado
- Fresado
- Torneado
- Electroerosión
- Control final
- Almacén de salida

3. Alcance del proyecto

El alcance del proyecto consistirá en el diseño y cálculo de la nave industrial necesaria para albergar el taller de mecanizado y electroerosión mencionado anteriormente.

Para la realización de dicha nave se tendrá que estudiar los distintos tipos de materiales estructurales, eligiendo el más adecuado. Una vez se tengan elegidos los elementos estructurales se procederá a su descripción y a la comprobación de la capacidad resistente de los mismos, siempre siguiendo la normativa vigente en el sector y las cargas aplicadas.

Se llevará a cabo el cálculo estructural de todos los elementos necesarios para la construcción de la nave, incluidos las ménsulas y las vigas carril que albergarán al puente grúa.

Posteriormente se realizará el cálculo de la cimentación que soportará la totalidad de la estructura, la Red de Saneamiento de Aguas Pluviales y diferentes Estudios como el Estudio de Seguridad y Salud, el Plan de Control de Calidad y el Plan de Gestión de Residuos.

No se realizarán cálculos de la instalación eléctrica ni sus derivados. Todos los cálculos de la estructura se realizarán cumpliendo con los documentos básicos que conforman el Código Técnico de la Edificación (CTE).

4. Memoria constructiva

4.1. Situación geográfica

La nave industrial estará ubicada en el polígono industrial de Erletxes, perteneciente al municipio de Galdakao (Bizkaia).

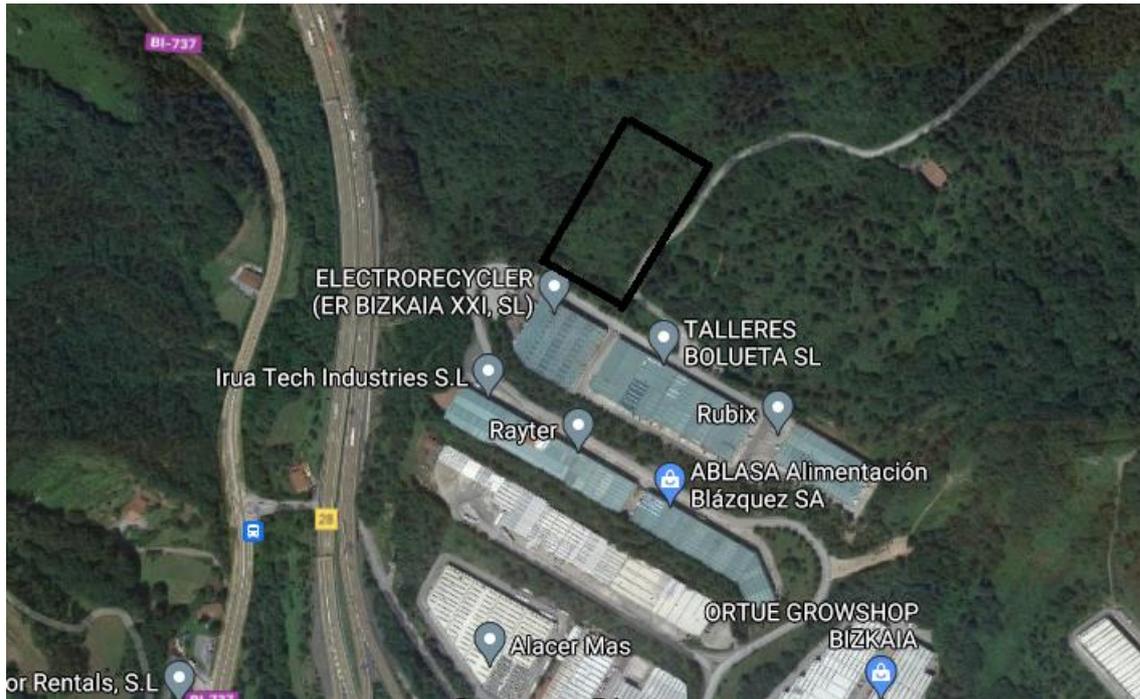


Figura 1. Ubicación de la nave

Podemos apreciar la ubicación de la nave en el recuadro negro.

4.2. Grúa puente

Para realizar el tipo de actividad en la nave se necesitará de una grúa puente que cubra todo el ancho y largo de la nave. La altura de la grúa será de 7m.

La grúa se desplazará sobre los carriles de rodadura correspondientes incorporados en las vigas carril. Estas vigas carril se sustentarán en las ménsulas correspondientes soldadas a los pilares de los pórticos. Se incluirán las diferentes hipótesis de carga que surjan debido a las fuerzas generadas por la grúa.

4.2.1. ¿Qué es una grúa puente?

Es un tipo de grúa que se utiliza en fábricas e industriales, para izar y desplazar cargas pesadas, permitiendo que se puedan movilizar piezas de gran porte en forma horizontal y vertical.

Un puente grúa se compone de un par de rieles paralelos ubicados a gran altura sobre los laterales del edificio con un puente metálico (viga) desplazable que cubre el espacio entre ellas. El guinche, también conocido como polipasto, es el dispositivo de izaje de la grúa, se desplaza junto con el puente sobre el cual se encuentra; el guinche a su vez se encuentra alojado sobre otro riel que le permite moverse para ubicarse en posiciones entre los dos rieles principales.

4.2.2 Elementos que integran una grúa

Entre los diferentes elementos que conforman la grúa puente birrail podemos destacar:

- 1) Carro polipasto.
- 2) Testeros.
- 3) Vigas.
- 4) Armario eléctrico.
- 5) Alimentación del carro.
- 6) Botonera de mando.

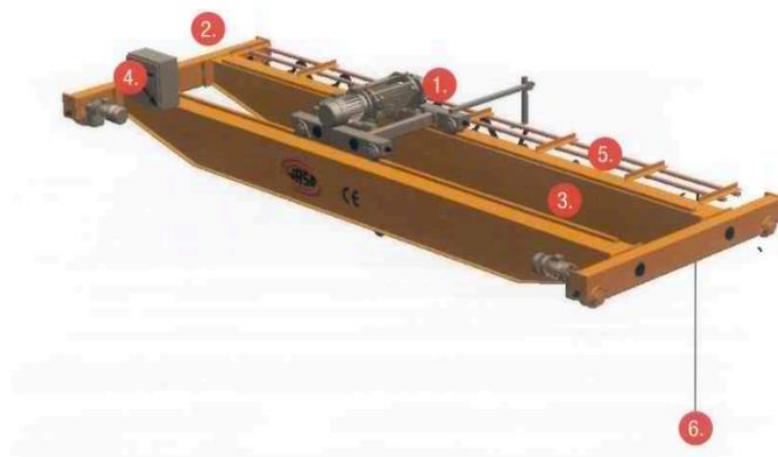


Figura 2. Elementos de la grúa

El carro polipasto a su vez contará con los siguientes elementos:

- Motor de elevación.
- Freno.
- Reductor de elevación.
- Tambor.
- Guía cable.
- Limitador de carga.
- Aparejo y gancho.
- Final de carrera.
- Equipo eléctrico.

4.3. Red de saneamiento

Se construirán las arquetas previstas y los conductos necesarios sobre el terreno, para la instalación de evacuación de aguas tanto pluviales.

Para la evaluación de aguas pluviales se dispondrá de canalones en cubierta para recoger el agua precipitada y después evacuarla por las bajantes correspondientes ubicadas en las fachadas del edificio.

4.4. Solera

Se ha previsto una solera de hormigón armado de 25 cm de espesor, realizada con hormigón HA-25 N/mm², Tamaño máximo del árido de 20 mm, consistencia blanda y exposición IIa.

Para el vertido y la colocación se dispondrá de un armado con mallazo ME 500 T y de dimensiones 200x200x10.

4.5. Estructura metálica

La estructura metálica estará formada por 11 pórticos a dos aguas de 22 m. de ancho, separados 5 m. entre sí, ocupando una longitud total de 50 m. a lo largo de la nave. Los pilares tendrán una altura de 10,5 m, de los cuales 0,5 m. irán soterrados para

de esta forma poder albergar la solera. La altura de cumbrera será de 11,1 m. respecto de suelo, por lo que la inclinación de la cubierta será de 5,71°.

Las vigas carril que sustentarán al puente grúa será de 50 m. de largo e irán a una altura de 7 m. respecto el suelo.

Todos los elementos metálicos de la estructura tendrán una calidad S 275 JR.

4.6. Placas de anclaje

Los pilares de los pórticos estarán empotrados en su base, soldados a las placas de anclaje correspondientes, que a su vez irán unidas a las zapatas de hormigón armado mediante pernos, según se puede apreciar en el documento PLANOS.

Como ya hemos mencionado anteriormente, parte de estos pilares irá soterrado para una correcta instalación tanto de la solera como de la red de evacuación de aguas.

La calidad de las placas de anclaje será de S 275 como en el resto de la estructura metálica.

4.7. Cerramiento de cubierta

Elegiremos para la cubierta un perfil de cubierta de tipo sándwich de 5 greclas de la gama ACH. Este tipo de perfil ofrece una solución de cubierta de alta calidad y durabilidad, garantizando una total estanqueidad, además de superar las mayores exigencias contra el fuego, y ofrecer un elevado nivel de aislamiento térmico. El espesor del panel será de 80 mm.

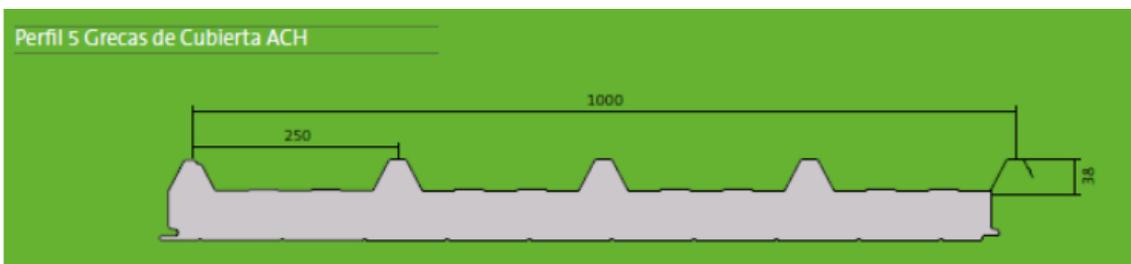


Figura 3. Cerramiento de cubierta

4.8. Cerramientos laterales

Elegiremos para la fachada un Panel Basic de Fachada TV de la gama ACH. Es un panel metálico autoportante, con aislamiento en espuma de poliuretano y utilizado en las fachadas de edificios industriales y comerciales. El espesor del panel será de 60 mm.

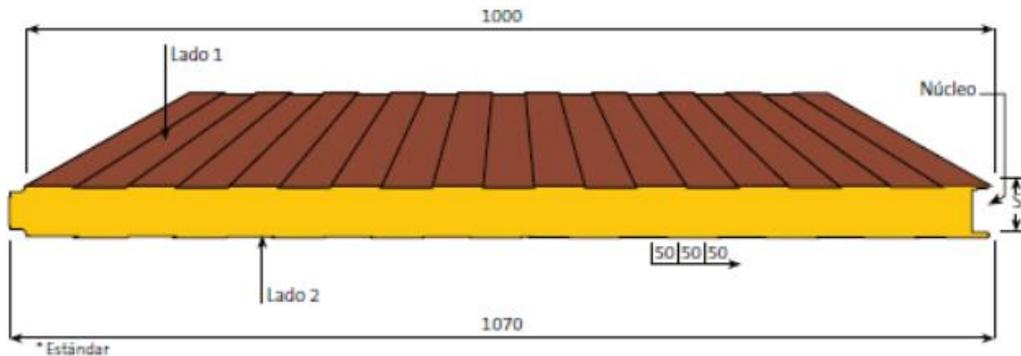


Figura 4. Cerramiento lateral

En la zona inferior de la nave dispondremos de un muro perimetral de hormigón armado de 1,5 m. de altura de los cuales 0,5 m irán soterrados, para facilitar la colocación de elementos como la solera y parte de la red de evacuación de aguas pluviales.

4.9. Cerramientos exteriores

En la parcela donde se realicen las obras, una vez construida la nave, quedará una amplia zona sin edificar. Esta zona se asfaltará y se acondicionara para el paso y se pondrán plazas de aparcamiento de vehículos de diferentes tipos, según la normativa aplicable.

El cierre perimetral de la parcela se realizará mediante el levantamiento de una verja de 2 metros de altura, cumpliendo así con la normativa urbanística. Este cierre tendrá un único acceso por la zona frontal de la nave.

4.10. Acceso a la nave

La nave contará con cuatro puertas de entrada/salida de 5 x 5 m. de dimensiones. Las podemos encontrar de dos en dos en las fachadas hastiales. Todas ellas serán plegables para la entrada de camiones y material. En caso de estar desplegadas, tendrán incorporada una entrada para personal de 2,1 x 0,9 de dimensiones.

5. Normas urbanísticas

El municipio de Galdakao cuenta con un Plan General de Ordenación Urbana como instrumento de ordenación integral del territorio, aprobado por la Diputación Foral del Territorio Histórico de Bizkaia.

El objetivo es dotar a Galdakao de una normativa de planteamiento general para no causar problemáticas urbanísticas dentro del municipio.

También podemos encontrar una serie de Ordenanzas de edificación para el municipio de Galdakao. Estas Ordenanzas de edificación, desarrollan y concretan aspectos relacionados con la edificación y la urbanización, que están previamente establecidos por la normativa urbanística del Plan General de Ordenación Urbana de Galdakao, o por Disposiciones de carácter general promulgadas por la Administración del Estado, por la Administración de la Comunidad Autónoma de Euskadi, o por la Administración Foral.

En ellas podemos encontrar las especificaciones que deberá cumplir nuestro proyecto para adecuarse a las normas urbanizables del municipio de Galdakao, en particular aquellas referentes a Suelo Industrial Urbanizable.

6. Estudio de seguridad contra incendios

6.1. Reglamento de Seguridad Contra Incendios (RSCI)

6.1.1. Objeto y ámbito de aplicación

Este reglamento tiene por objeto establecer y definir los requisitos que deben satisfacer y las condiciones que deben cumplir los establecimientos e instalaciones de uso industrial para su seguridad en caso de incendio, prevención y respuesta adecuada en caso de producirse. Con el fin de limitar su propagación y posibilitar su extinción, con el fin de anular o reducir los daños o pérdidas que el incendio pueda producir a personas o bienes.

Las condiciones indicadas en este reglamento tendrán la condición de mínimo exigible según lo indicado en el artículo 12.5 de la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria.

El artículo 3.1 de la Ley 21/1992, de 16 de julio, considera industrias, las actividades dirigidas a la obtención, reparación, mantenimiento, transformación o reutilización de productos industriales, el envasado y embalaje, así como el aprovechamiento, recuperación y eliminación de residuos o subproductos, cualquiera que sea la naturaleza de recursos y procesos técnicos utilizados.

6.2. Desarrollo

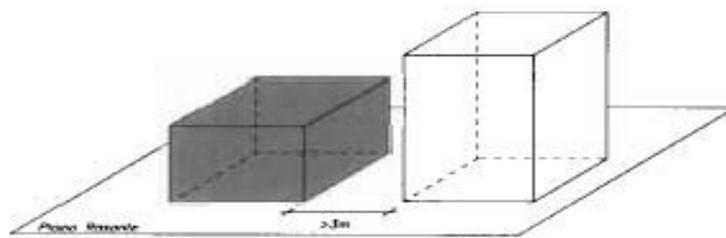
Se aplicará a la presente instalación industrial el Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.

La instalación consta de una nave principal donde estarán ubicadas las distintas zonas de trabajo, así como las zonas de almacenamiento de material de entrada y de salida y las zonas de descanso para trabajadores.

Las condiciones y requisitos que deben satisfacer los establecimientos industriales, en relación con su seguridad contra incendios, estarán determinados por:

- a) su configuración y ubicación con relación a su entorno.
- b) su nivel de riesgo intrínseco.

Según las características del establecimiento industrial en relación a su configuración y ubicación en relación a su entorno, se caracteriza por ser del TIPO C; establecimiento industrial que ocupa totalmente un edificio y que está a una distancia mayor de tres metros del edificio más próximo de otros establecimientos. Dicha distancia deberá estar libre de mercancías combustibles o elementos intermedios susceptibles de propagar el incendio.



TIPO C

Para la evaluación del nivel de riesgo intrínseco se evaluará calculando la siguiente expresión, que determina la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, de dicho sector o área de incendio, teniendo en cuenta que se define como sector o área de incendio el espacio del edificio cerrado por elementos resistentes al fuego durante el tiempo que se establezca en cada caso:

$$Q_s = \frac{\sum q_{si} S_i C_i}{A} R_a \text{ (MJ/m}^2\text{) o (Mcal/m}^2\text{)}$$

donde:

Q_s = densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, de la nave en MJ/m².

q_{si} = densidad de carga de fuego de cada zona con proceso diferente según los distintos procesos que se realizan en el sector de incendio (i), en MJ/m². Obtenemos este valor de la tabla 1.2. Para el proceso industrial relativo a un taller mecánico:

$$q_{si} = 200 \text{ MJ/m}^2$$

S_i = superficie de cada zona con proceso diferente y densidad de carga de fuego, q_{si} , diferente, en m². La zona donde se realiza el proceso industrial propiamente dicho tendrá una superficie:

$$S_i = 1500 \text{ m}^2$$

C_i = coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector o área de incendio (incluidos los materiales constructivos combustibles). Se deduce de la tabla 1.1. En nuestro caso:

$$C_i = 1,00$$

R_a = coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación) inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio, producción, montaje, transformación, reparación, almacenamiento, etc. Se obtiene de la tabla 1.2. Para nuestro caso:

$$R_a = 1,0$$

Según los datos anteriores:

$$Q_s = \frac{200 \cdot 1500 \cdot 1}{1500} \cdot 1 = 200 \text{ Kj/m}^2$$

Mediante el valor de la densidad de carga de fuego ponderada y corregida entramos en la tabla 1.3. y obtenemos el nivel de riesgo intrínseco: **BAJO 1**

TABLA 1.3

Nivel de riesgo intrínseco		Densidad de carga de fuego ponderada y corregida	
		Mcal/m ²	MJ/m ²
BAJO	1	$Q_s \leq 100$	$Q_s \leq 425$
	2	$100 < Q_s \leq 200$	$425 < Q_s \leq 850$
MEDIO	3	$200 < Q_s \leq 300$	$850 < Q_s \leq 1275$
	4	$300 < Q_s \leq 400$	$1275 < Q_s \leq 1700$
	5	$400 < Q_s \leq 800$	$1700 < Q_s \leq 3400$
ALTO	6	$800 < Q_s \leq 1600$	$3400 < Q_s \leq 6800$
	7	$1600 < Q_s \leq 3200$	$6800 < Q_s \leq 13600$
	8	$3200 < Q_s$	$13600 < Q_s$

Figura 5. Tabla 1.3. Densidad de carga de fuego

6.2.1 Disposiciones constructivas

Las características constructivas de nuestra nave en relación a su configuración, ubicación y nivel de riesgo intrínseco serán las siguientes:

- Ubicación: TIPO C
- Nivel de riesgo intrínseco: BAJO 1
- Superficie máxima construible admisible: SIN LÍMITE
- Superficie construida: 1100 m²

La máxima superficie construida a cada sector de incendio viene determinada según el riesgo intrínseco del sector de incendio y la configuración del establecimiento. La obtenemos mediante la tabla 2.1.

TABLA 2.1
MÁXIMA SUPERFICIE CONSTRUIDA ADMISIBLE DE CADA SECTOR DE INCENDIO

Riesgo intrínseco del sector de incendio	Configuración del establecimiento		
	TIPO A (m ²)	TIPO B (m ²)	TIPO C (m ²)
BAJO 1 2	(1)-(2)-(3) 2000 1000	(2) (3) (5) 6000 4000	(3) (4) SIN LÍMITE 6000

Figura 6. Tabla 2.1. Superficie construida admisible

6.2.2. Materiales

Las exigencias de comportamiento al fuego de los productos de construcción se definen determinando la clase que deben alcanzar, según la norma UNE-EN 13501-1 para aquellos materiales para los que exista norma armonizada y ya esté en vigor el marcado “CE”.

Los productos de construcción cuya clasificación conforme a la norma UNE 23727:1990 sea válida para estas aplicaciones podrán seguir siendo utilizados después de que finalice su período de coexistencia, hasta que se establezca una nueva regulación de la reacción al fuego para dichas aplicaciones basada en sus escenarios de riesgo específicos. Para poder acogerse a esta posibilidad, los productos deberán acreditar su clase de reacción al fuego conforme a la normativa 23727:1990 mediante un sistema de evaluación de la conformidad equivalente al correspondiente al del marcado “CE” que les sea aplicable.

Los productos utilizados como revestimiento o acabado superficial deben ser:

- En suelos: CFL-s1 (M2) o más favorable.
- En paredes y techos: C-s3 d0(M2), o más favorable.

Otros productos:

- Los productos situados en el interior de falsos techos o suelos elevados, tanto los utilizados para aislamiento térmico y para acondicionamiento acústico como los que constituyan o revistan conductos de aire acondicionado o de ventilación, etc., deben ser de clase C-s3 d0 (M1) o más favorable. Los cables deberán ser no propagadores de incendio y con emisión de humo y opacidad reducida.
- Los productos de construcción pétreos, cerámicos y metálicos, así como los vidrios, morteros, hormigones o yesos, se considerarán de clase A 1 (M0).

La justificación de que un producto de construcción alcanza la clase de reacción al fuego exigida se acreditará mediante ensayo de tipo o certificado de conformidad a normas UNE, emitidos por un organismo de control que cumpla los requisitos establecidos en el Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre.

6.2.3. Estabilidad al fuego de los elementos constructivos portantes

Las exigencias de comportamiento ante el fuego de un elemento constructivo portante se definen por el tiempo en minutos, durante el que dicho elemento debe mantener la estabilidad mecánica (o capacidad portante) en el ensayo normalizado conforme a la norma correspondiente de las incluidas en la Decisión 2000/367/CE de la Comisión, de 3 de mayo de 2000, modificada por la Decisión 2003/629/CE de la Comisión.

La estabilidad ante al fuego, exigible a los elementos constructivos portantes en los sectores de incendio de un establecimiento industrial, puede determinarse:

- a) Mediante la adopción de los valores que se establecen en este anexo II, apartado 4.1 o más favorable.
- b) Por procedimientos de cálculo, analítico o numérico, de reconocida solvencia o justificada validez.

La estabilidad al fuego de los elementos estructurales con función portante y escaleras que sean recorrido de evacuación no tendrá un valor inferior al indicado en la tabla 2.2.

Para la estructura principal de cubiertas ligeras y sus soportes en plantas sobre rasante, no previstas para ser utilizadas en la evacuación de los ocupantes, siempre que se justifique que su fallo no pueda ocasionar daños graves a los edificios o establecimientos próximos, ni comprometan la estabilidad de otras plantas inferiores o la sectorización de incendios implantada se podrán adoptar los valores siguientes:

TABLA 2.3

NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO	Tipo B	Tipo C
		Sobre rasante
Riesgo bajo	R 15 (EF-15)	NO SE EXIGE
Riesgo medio	R 30 (EF-30)	R 15 (EF-15)
Riesgo alto	R 60 (EF-60)	R 30 (EF-30)

Figura 7. Tabla 2.3. Tipo de establecimiento industrial

Por lo que para la estructura principal de la cubierta ligera en planta sobre rasante no se exigirá estabilidad al fuego, siendo el establecimiento industrial de riesgo intrínseco bajo y tipo C.

La justificación de que un elemento constructivo portante alcanza el valor de estabilidad al fuego exigido se acreditará:

- a) Por contraste con los valores fijados en el apéndice 1 de la Norma básica de la edificación: condiciones de protección contra incendios en los edificios, en su caso.
- b) Mediante marca de conformidad, con normas UNE o certificado de conformidad, con las especificaciones técnicas indicadas en este reglamento.
- c) Por aplicación de un método de cálculo teórico-experimental de reconocido prestigio.

6.2.4. Resistencia al fuego de los elementos constructivos de cerramiento

Las exigencias de comportamiento ante el fuego de un elemento constructivo de cerramiento (o delimitador) se definen por los tiempos durante los que dicho elemento debe mantener las siguientes condiciones, durante el ensayo normalizado conforme a la norma que corresponda de las incluidas en la Decisión 2000/367/CE de la Comisión, de 3 de mayo de 2000, modificada por la Decisión 2003/629/CE de la Comisión:

- a) Capacidad portante R.
- b) Integridad al paso de llamas y gases calientes E.
- c) Aislamiento térmico I.

Estos tres supuestos se consideran equivalentes en los especificados en la norma UNE 23093.

- a) Estabilidad mecánica (o capacidad portante).
- b) Estanqueidad al paso de llamas o gases calientes.
- c) No emisión de gases inflamables en la cara no expuesta al fuego.
- d) Aislamiento térmico suficiente para impedir que la cara no expuesta al fuego supere las temperaturas que establece la norma correspondiente.

La resistencia al fuego de los elementos constructivos delimitadores de un sector de incendio respecto de otros no será inferior a la estabilidad al fuego exigida en la tabla 2.2, para los elementos constructivos con función portante en dicho sector de incendio.

TABLA 2.2
ESTABILIDAD AL FUEGO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES PORTANTES

NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO	TIPO A		TIPO B		TIPO C	
	Planta sótano	Planta sobre rasante	Planta sótano	Planta sobre rasante	Planta sótano	Planta sobre rasante
BAJO	R 120 (EF - 120)	R 90 (EF - 90)	R 90 (EF - 90)	R 60 (EF - 60)	R 60 (EF - 60)	R 30 (EF - 30)

Figura 8. Tabla 2.2. Estabilidad al fuego de los elementos

Todos los huecos, horizontales o verticales, que comuniquen un sector de incendio con un espacio exterior a él deben ser sellados de modo que mantengan una resistencia al fuego que no será menor de:

- a) La resistencia al fuego del sector de incendio, cuando se trate de compuertas de canalizaciones de aire de ventilación, calefacción o acondicionamiento de aire.
- b) La resistencia al fuego del sector de incendio, cuando se trate de sellados de orificios de paso de mazos o bandejas de cables eléctricos.
- c) Un medio de la resistencia al fuego del sector de incendio, cuando se trate de sellados de orificios de paso de canalizaciones de líquidos no inflamables ni combustibles.
- d) La resistencia al fuego del sector de incendio, cuando se trate de sellados de orificios de paso de canalizaciones de líquidos inflamables o combustibles.
- e) Un medio de la resistencia al fuego del sector de incendio, cuando se trate de tapas de registro de patinillos de instalaciones.
- f) La resistencia al fuego del sector de incendio, cuando se trate de cierres practicables de galerías de servicios comunicadas con el sector de incendios.

- g) La resistencia al fuego del sector de incendio, cuando se trate de compuertas o pantallas de cierre automático de huecos verticales de manutención, descarga de tolvas o comunicación vertical de otro uso.

Cuando las tuberías que atraviesen un sector de incendios estén hechas de material combustible o fusible, el sistema de sellado debe asegurar que el espacio interno que deja la tubería al fundirse o arder también queda sellado.

La justificación de que un elemento constructivo de cerramiento alcanza el valor de resistencia al fuego exigido se acreditará:

- a) Por contraste con los valores fijados en el apéndice 1 de la Norma básica de la edificación: condiciones de protección contra incendios en los edificios, o en la normativa de aplicación en su caso.
- b) Mediante marca de conformidad con normas UNE o certificado de conformidad o ensayo de tipo con las normas y especificaciones técnicas indicadas en el anexo IV de este reglamento.

Las marcas de conformidad, certificados de conformidad y ensayos de tipo serán emitidos por un organismo de control que cumpla las exigencias del Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre.

6.2.5 Evacuación de los edificios industriales

Para la aplicación de las exigencias relativas a la evacuación de los establecimientos industriales, determinaremos la ocupación, P, mediante la expresión:

$$P = 1,10 \cdot p, \text{ cuando } p < 100$$

En nuestro caso:

$$P = 1,10 \cdot 50 = 55$$

Donde p representa el número de personas que ocupa el sector de incendio, de acuerdo con la documentación laboral que legalice el funcionamiento de la actividad.

La evacuación de los establecimientos industriales que estén ubicados en edificios de tipo C (según el anexo I) debe satisfacer las condiciones siguientes:

Elementos de la evacuación: origen de evacuación, recorridos de evacuación, altura de evacuación, rampas, ascensores, escaleras mecánicas, rampas y pasillos móviles y salidas se definen de acuerdo con el artículo 7 de la NBE-CPI/96, apartado 7.1, subapartados 7.1.1, 7.1.2, 7.1.3, 7.1.4, 7.1.5 y 7.1.6, respectivamente.

Número y disposición de las salidas: además de tener en cuenta lo dispuesto en el artículo 7 de la NBE-CPI/96, apartado 7.2, se ampliará lo siguiente:

Las distancias máximas de los recorridos de evacuación de los sectores de incendio de los establecimientos industriales no superarán los valores indicados en el siguiente cuadro y prevalecerán sobre las establecidas en el artículo 7.2 de la NBE/CPI/96:

<i>Longitud del recorrido de evacuación según el número de salidas</i>		
Riesgo	1 salida recorrido único	2 salidas alternativas
Bajo(*)	35m(**)	50 m
Medio	25 m(***)	50 m
Alto	-----	25 m

Figura 9. Disposición de las salidas de evacuación

Para el análisis de la evacuación de un edificio se considerará como “origen de evacuación” todo punto ocupable. En nuestro caso contaremos con cuatro salidas, dos en cada extremo longitudinal de la nave.

Dimensionamiento de salidas, pasillos y escaleras: el establecimiento cumple con el artículo 7 de la NBE-CPI/96, apartado 7.4, subapartados 7.4.1, 7.4.2 y 7.4.3.

Características de las puertas: de acuerdo con el artículo 8 de la NBE-CPI/96, apartado 8.1.

Señalización e iluminación: de acuerdo con el artículo 12 de la NBE-CPI/96, apartados 12.1, 12.2 y 12.3; además, deberán cumplir lo dispuesto en el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril.

Ventilación y eliminación de humos y gases de la combustión en los edificios industriales: nuestra nave industrial se encuentra exenta de disponer de un sistema de ventilación y eliminación de humos dado que su nivel de riesgo intrínseco es bajo.

Las instalaciones de los servicios eléctricos (incluyendo generación propia, distribución, toma, cesión y consumo de energía eléctrica), las instalaciones de energía térmica procedente de combustibles sólidos, líquidos o gaseosos (incluyendo almacenamiento y distribución del combustible, aparatos o equipos de consumo y acondicionamiento térmico), las instalaciones frigoríficas, las instalaciones de empleo de energía mecánica (incluyendo generación, almacenamiento, distribución y aparatos o equipos de consumo de aire comprimido) y las instalaciones de movimiento de materiales, manutención y elevadores de los establecimientos industriales cumplirán los requisitos establecidos por los reglamentos vigentes que específicamente las afectan.

En los establecimientos industriales existentes, estas instalaciones pueden continuar según la normativa aplicable en el momento de su implantación, mientras queden amparadas por ella.

En el caso de que los cables eléctricos alimenten a equipos que deban permanecer en funcionamiento durante un incendio, deberán estar protegidos para mantener la corriente eléctrica durante el tiempo exigible a la estructura de la nave en que se encuentre.

6.2.6. Requisitos de las instalaciones de protección contra incendios de los establecimientos industriales

Todos los aparatos, equipos, sistemas y componentes de las instalaciones de protección contra incendios de los establecimientos industriales, así como el diseño, la ejecución, la puesta en funcionamiento y el mantenimiento de sus instalaciones, cumplirán lo preceptuado en el Reglamento de instalaciones de protección contra

incendios, aprobado por el Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, y en la Orden de 16 de abril de 1998, sobre normas de procedimiento y desarrollo de aquel.

Los instaladores y mantenedores de las instalaciones de protección contra incendios, a que se refiere el apartado anterior, cumplirán los requisitos que, para ellos, establece el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, aprobado por el Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, y disposiciones que lo complementan.

Siguiendo las indicaciones del Anexo III del Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales nuestra nave estará dotada de las siguientes instalaciones de protección:

- Instalación de pulsadores de alarma.
- Extintores de incendio portátiles.
- Sistemas de alumbrado de emergencia.
- Instalación de señalización de emergencia.

Instalación de pulsadores de alarma: si bien de acuerdo al reglamento no es necesario la instalación de sistemas automáticos de detección de incendio, al ser la superficie construida de la nave superior a 1000m² es necesario la colocación de sistemas manuales de alarma de incendio. Se dotará a la nave de dos pulsadores de incendio manuales con cristal, azul para uso en interiores, montaje en superficie, activación directa (tipo A), tecnología convencional FMC-300RW-GSGBU de la marca Bosch.

Cuando sea requerida la instalación de un sistema manual de alarma de incendio, se situará, en todo caso, un pulsador junto a cada salida de evacuación del sector de incendio, y la distancia máxima a recorrer desde cualquier punto hasta alcanzar un pulsador no debe superar los 25 m.

Extintores de incendio portátiles: se instalarán extintores de incendio portátiles en todos los sectores de incendio de los establecimientos industriales. El emplazamiento de los extintores portátiles de incendio permitirá que sean fácilmente visibles y accesibles, estarán situados próximos a los puntos donde se estime mayor

probabilidad de iniciarse el incendio y su distribución será tal que el recorrido máximo horizontal, desde cualquier punto del sector de incendio hasta el extintor, no supere 15 m.

El agente extintor utilizado será seleccionado de acuerdo con la tabla I-1 del apéndice 1 del Reglamento de Instalaciones de protección contra incendios, aprobado por el Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre:

TABLA I-1

Agentes extintores y su adecuación a las distintas clases de fuego

Agente extintor	Clase de fuego (UNE 23.010)			
	A (Sólidos)	B (Líquidos)	C (Gases)	D (Metales especiales)
Agua pulverizada	(2)xxx	x		
Agua a chorro	(2)xx			
Polvo BC (convencional)		xxx	xx	
Polvo ABC (polivalente)	xx	xx	xx	
Polvo específico metales				xx
Espuma física	(2)xx	xx		
Anhídrido carbónico ...	(1)x	x		
Hidrocarburos halogenados	(1)x	xx		

Siendo:

- xxx Muy adecuado.
- xx Adecuado.
- x Aceptable.

Figura 10. Tabla I.1. Agentes extintores

La determinación del número de extintores la obtendremos de la tabla 3.1 del anexo III del Reglamento:

TABLA 3.1
DETERMINACIÓN DE LA DOTACIÓN DE EXTINTORES PORTÁTILES EN SECTORES DE INCENDIO CON CARGA DE FUEGO APORTADA POR COMBUSTIBLES DE CLASE A

GRADO DE RIESGO INTRÍNSECO DEL SECTOR DE INCENDIO	EFICACIA MÍNIMA DEL EXTINTOR	ÁREA MÁXIMA PROTEGIDA DEL SECTOR DE INCENDIO
BAJO	21A	Hasta 600 m ² (un extintor más por cada 200 m ² , o fracción, en exceso)

Figura 11. Tabla 3.1. Dotación de extintores

En nuestro caso dotaremos a la nave de seis extintores de polvo ABC de 6 kg. cuya eficacia mínima establecida será 21^a. La ubicación queda reflejada en el plano correspondiente de forma que la distancia desde cualquier punto origen de evacuación hasta un extintor no supere los 15 metros. Así mismo, se recomienda la instalación de extintores de anhídrido carbónico en los lugares donde exista peligro de naturaleza eléctrica.

Sistemas de alumbrado de emergencia: se dotará a la nave de una instalación de alumbrado de emergencia de las vías de evacuación de los sectores de incendio ya que la ocupación del establecimiento supera las 25 personas.

7. Normas y referencias

7.1. Disposiciones legales y normas aplicadas

El proyecto de diseño y cálculo de nuestra nave industrial deberá cumplir con la normativa vigente en nuestro ámbito de aplicación. Dichas exigencias normativas deberán tenerse en cuenta tanto a la hora de diseño y construcción de la nave como en las posteriores tareas de mantenimiento y conservación del edificio y sus instalaciones.

Para las edificaciones industriales, el marco normativo de referencia es el Código Técnico en la Edificación (CTE). El Código Técnico de la Edificación (CTE) es el marco normativo que establece las exigencias que deben cumplir los edificios en relación con los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad establecidos en la Ley 38/1999 de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación (LOE).

El Código Técnico de la Edificación está dividido en dos partes. En la primera se detallan todas las exigencias en materia de seguridad y de habitabilidad que son preceptivas a la hora de construir un edificio, según la Ley de Ordenación de la Edificación y la segunda se compone de los diferentes Documentos Básicos.

La primera parte está subdividida a su vez en varias secciones referidas cada una de ellas a las distintas áreas que deben regularse. En el ámbito de la seguridad nos encontramos las disposiciones referidas a la seguridad estructural, la seguridad en caso de incendios y la seguridad de utilización. Mientras, en el área de habitabilidad están incluidos los requisitos relacionados con la salubridad, la protección frente al ruido y el ahorro de energía.

La segunda parte se compone de los Documentos Básicos (DB), que son textos de carácter técnico que se encargan de trasladar al terreno práctico las exigencias detalladas en la primera parte del CTE. Cada uno de los documentos incluye los límites y la cuantificación de las exigencias básicas y una relación de procedimientos que permiten cumplir las exigencias. No obstante el proyectista o director de obra pueden, bajo su responsabilidad, optar por soluciones alternativas siempre que se justifique documentalmente que el edificio cumple las exigencias básicas del CTE

porque sus prestaciones son al menos equivalentes a las que se obtendrían por la aplicación de los procedimientos especificados en los DB.

Los Documentos Básicos son los siguientes:

- DB SE: Seguridad estructural
 - DB SE-AE: Acciones en la edificación
 - DB SE-A: Estructuras de acero
 - DB SE-F: Estructuras de fábrica
 - DB SE-M: Estructuras de madera
 - DB SE-C: Cimentaciones
- DB SI: Seguridad en caso de incendio
- DB SUA: Seguridad de utilización y accesibilidad
- DB HE: Ahorro de energía
- DB HR: Protección frente al ruido
- DB HS: Salubridad

De estos Documentos Básicos los que se han tenido más en cuenta a la hora de realizar nuestro proyecto son:

- DB SE: Seguridad estructural
 - DB SE-AE: Acciones en la edificación

El campo de aplicación de este Documento Básico es el de la determinación de las acciones sobre los edificios, para verificar el cumplimiento de los requisitos de seguridad estructural (capacidad portante y estabilidad) y aptitud al servicio, establecidos en el DB-SE.

Están fuera del alcance de este Documento Básico las acciones y las fuerzas que actúan sobre elementos tales como aparatos elevadores o puentes grúa, o construcciones como los silos o los tanques.

- DB SE-A: Estructuras de acero

Este DB se destina a verificar la seguridad estructural de los elementos metálicos realizados con acero en edificación. No se contemplan, por tanto, aspectos propios de otros campos de la construcción (puentes, silos, chimeneas, antenas, tanques, etc.). Tampoco se tratan aspectos relativos a elementos que, por su carácter específico, requieren consideraciones especiales.

Este DB se refiere únicamente a la seguridad en condiciones adecuadas de utilización, incluidos los aspectos relativos a la durabilidad, de acuerdo con el DB-SE. La satisfacción de otros requisitos (aislamiento térmico, acústico, resistencia al fuego) quedan fuera de su alcance. Los aspectos relativos a la fabricación, montaje, control de calidad, conservación y mantenimiento se tratan, exclusivamente, en la medida necesaria para indicar las exigencias que se deben cumplir en concordancia con las hipótesis establecidas en el proyecto de edificación.

- DB SI: Seguridad en caso de incendio

El Documento Básico DB-SI especifica parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de seguridad en caso de incendio, excepto en el caso de los edificios, establecimientos y zonas de uso industrial a los que les sea de aplicación el “Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales”, en los cuales las exigencias básicas se cumplen mediante dicha aplicación.

- DB SUA: Seguridad de utilización y accesibilidad

El objetivo del requisito básico “Seguridad de utilización y accesibilidad” consiste en reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios sufran daños inmediatos en el uso previsto de los edificios, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento, así como en facilitar el acceso y la utilización no discriminatoria, independiente y segura de los mismos a las personas con discapacidad.

A parte de los diferentes Documentos Básicos de Código Técnico en la Edificación se han tenido en cuenta las siguientes normas:

- Instrucción de hormigón estructural EHE-08.

Es el marco por el que se establecen las exigencias que deben cumplir las estructuras de hormigón para satisfacer los requisitos de seguridad estructural y seguridad en caso de incendio, además de la protección del medio ambiente, proporcionando procedimientos que permitan demostrar su cumplimiento con suficientes garantías técnicas.

Las exigencias deben cumplirse en el proyecto y la construcción de las estructuras de hormigón, así como en su mantenimiento.

Esta instrucción supone que el proyecto, construcción y control de las estructuras que constituyen su ámbito de aplicación son llevados a cabo por técnicos y operarios con los conocimientos necesarios y la experiencia suficiente. Además se da por hecho que dichas estructuras estarán destinadas al uso para el que hayan sido concebidas y serán adecuadamente mantenidas para su vida de servicio.

Además, es obligatorio el cumplimiento de la INSTRUCCIÓN PARA LA RECEPCIÓN DE CEMENTOS (RC- 08), según Real Decreto 256/2016 de 6 de Junio, el cual define las prescripciones técnicas generales que deben satisfacer los cementos y los métodos de ensayo para comprobarlas, para su recepción en las obras de construcción, en las centrales de fabricación de hormigón y en las fábricas de productos de construcción en cuya composición se incluya el cemento.

- Normas Tecnológicas de la Edificación

Las Normas Tecnológicas de Edificación sirven para mostrar recomendaciones prácticas para cada una de las diferentes etapas del proceso de edificación: diseño, cálculo, construcción, control, valoración y mantenimiento de las construcciones.

No son normas de obligado cumplimiento, sino recomendaciones prácticas muy útiles para proyectistas y constructores.

Dentro de estas Normas Tecnológicas destacaremos las siguientes:

- NTE-CSZ Cimentaciones Superficiales. Zapatas

Son normas referentes a zapatas de hormigón en masa o armado con planta cuadrada o rectangular como cimentación de soportes verticales pertenecientes a estructuras de edificación, sobre suelos homogéneos horizontales.

- NTE-RSS – Revestimiento de Suelos: Soleras

Son normas referentes a suelos naturales en el interior de edificios con capa resistente de hormigón en masa, cuya superficie superior quedará vista o recibirá un revestimiento de acabado

- NTE-ISS – Instalaciones de Salubridad: Saneamiento

Son normas referentes a la red de evacuación de aguas residuales y pluviales, en edificios con un máximo de 20 plantas, desde los aparatos sanitarios y puntos de recogida de aguas de lluvia hasta la acometida a la red de alcantarillado, fosa séptica, pozo de filtración o equipo de depuración.

- UNE 76201-88. Puentes Grúa

Esta norma tiene por objeto fijar las bases de cálculo específicas para los caminos de rodadura de puentes grúa realizados en construcción metálica. Estas bases complementan las generales que se adopten para las estructuras metálicas de edificios e instalaciones de las que formen parte los caminos de rodadura.

- FEM 9.511. Clasificación de polipastos

Norma que tiene por objeto la clasificación de los diferentes tipos de polipastos que se pueden utilizar en los puentes grúa. Nos permite elegir un polipasto que cumpla los requerimientos necesarios para trabajar en condiciones de seguridad.

- REAL DECRETO 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

El artículo 45 de la Constitución Española establece el derecho de todos los ciudadanos a disfrutar de un medio ambiente adecuado para el desarrollo de la persona, así como el deber de conservarlo y la obligación de los poderes públicos de velar por la utilización racional de los recursos naturales con el fin de proteger y mejorar la calidad de vida y defender y restaurar el medio ambiente

- Normas generales de Edificación y los Usos en el municipio de Galdakao (Bizkaia).

7.2. Bibliografía

7.2.1. Libros

- AENOR; “Norma UNE 76-201-88: Construcciones metálicas: caminos de rodadura para puentes grúa. Bases de cálculo”; AENOR, Madrid, 1988.
- ARGÜELLES, R. [et al.]. Estructuras de acero 1: Cálculo. Madrid: Bellisco, 2005.
- ARGÜELLES, R. [et al.]. Estructuras de acero 2. Uniones y sistemas estructurales. Madrid: Bellisco, 2007. ARNEDO, A. Naves industriales con acero. Madrid: APTA, 2009.
- REYES RODRÍGUEZ, A.M. CYPE 2008 “Cálculo de estructuras metálicas con el Nuevo Metal 3D”. Ed. Anaya. 2008.
- NONNAST, R. El proyectista de Estructuras Metálicas. Ed. Paraninfo, 1993.

7.2.2. Páginas web

- www.boe.es

- www.galadakao.eus
- www.cype.es
- www.dlubal.com
- www.constructalia.arcelormittal.com
- www.normativaconstruccion.com
- www.codigotecnico.org
- www.jasoindustrial.com
- www.addi.ehu.eus

8. Programas de cálculo y dibujo

8.1. CYPE

Es un programa profesional de diseño y cálculo estructural. El programa consta de varios módulos de los cuales “Generador de pórticos” y “CYPE 3D” son los que hemos utilizado a lo largo de diseñar y calcular nuestro proyecto.

8.2. CRANEWAY 8.25

Es un programa profesional independiente para el análisis y dimensionamiento efectivo de vigas carril. Está basado en normas las normas europeas EN 1993-6:2008-09 (Eurocódigo 3) y DIN 4132:1981-02 y DIN 18800:1990-11

8.3. AutoCAD 2018

AutoCAD es un software de diseño asistido por ordenador (CAD) en el que arquitectos, ingenieros y profesionales de la construcción utilizan para crear dibujos precisos en 2D y 3D.

9. Requisitos de diseño

A la hora de elaborar el proyecto se tendrán en cuenta unos requisitos establecidos por el cliente, por la legislación, reglamentación y normativa aplicables, el emplazamiento (y su entorno socioeconómico y ambiental) y otros elementos externos al proyecto que puedan condicionar las soluciones técnicas de éste. La edificación deberá cumplir todos los requisitos establecidos por la normativa de ordenanza del ayuntamiento de Galdakao, en cuanto a edificaciones.

Los demás requisitos se cumplen según las normativas vigentes y las necesidades del cliente.

10. Análisis de soluciones

La solución elegida a la hora del diseño de la nave industrial es que ésta sea metálica. Las estructuras de acero son mucho **más ligeras** que las de hormigón por lo que **requieren una cimentación mucho menor**. Las estructuras se construyen en taller y llegan a la obra preparados para una mínima manipulación. Las naves industriales de hierro son **más flexibles**, son ideales a la hora de plantear una nave con probabilidad de crecimiento posterior o cambios estructurales o para su instalación en terrenos complicados con asientos diferenciales apreciables o para construcciones que requieran grandes espacios libres como salones o locales públicos, o en parcelas con una geometría irregular.

10.1. Cubierta y cerramiento

Optamos por una cubierta a dos aguas de una inclinación del 10% lo que nos da un ángulo de 5,71°, suficiente para que en caso de nieve permita un correcto deslizamiento de ésta.

El método de unión de la cubierta y el cerramiento al resto de la estructura será mediante correas, ya que es el medio más habitual y económico.

Optamos por un panel tipo Sandwich.

10.2. Correas

Para las correas nos decantamos por perfiles laminados IPE. Su instalación resulta muy sencilla y su diseño está simplificado y optimizado para ofrecernos el mejor rendimiento.

10.3. Pórticos

Para los pórticos hemos elegido perfiles HEB. Si bien el peso de este tipo de perfiles laminados es superior al de otro tipo de perfiles como los de la serie IPE, poseen mayor grosor de alma, lo que nos facilitará que soporten mayores cargas y nos garantizará que se puedan dimensionar correctamente las uniones.

Los pórticos serán biempotrados necesitan un menor dimensionamiento que los pórticos biarticulados, aunque en su contra debemos decir que las cimentaciones necesarias serán mayores.

Los perfiles elegidos serán aquellos que tengan un buen aprovechamiento, pero tendremos también en cuenta otros criterios como la facilidad de montaje en obra o facilidad a la hora de solucionar las uniones necesarias.

10.4. Otros elementos estructurales

10.4.1. Arriostramientos

Los arriostramientos transversales son principalmente utilizados en vigas para reducir el pandeo lateral, además cuentan con una misión fundamental en los edificios industriales ya que deben absorber los empujes longitudinales provocados por el viento debido a la presión que ejerce sobre las paredes frontales, así como las fuerzas de inercia producidas por los puentes grúa en su movimiento

Dispondremos de Cruces de San Andrés como arriostramiento, tanto en laterales como en cubierta.

10.4.2. Pilarillos

Los pilares hastiales tienen como función principal rigidizar el cerramiento frontal frente al viento.

Puesto que van a tener que soportar menos carga que los pilares de los pórticos principales los articularemos en su base para así reducir su cimentación.

10.4.3. Vigas de atado

Las vigas de atado tienen el cometido de ayudar a garantizar que los pórticos unos con respecto de otros.

Elegiremos perfiles laminados de la serie IPE puesto que es la que mejor relación tiene entre resistencia y peso.

10.5. Uniones

Intentaremos resolver la estructura, en la medida de lo posible, con uniones soldadas. Este tipo de uniones requiere mano de obra menos cualificada que en el caso de las uniones soldadas, nos permitirá una mayor facilidad a la hora de montaje en obra y nos permitirá montar y desmontar las partes necesarias en caso de una futura ampliación de nuestra estructura.

11. Resultados finales

11.1. Cubierta

Elegiremos para la cubierta un perfil de cubierta de tipo sándwich de 5 greclas de la gama ACH.

Para nuestro caso elegiremos un panel triapoyado que quedará del lado de la seguridad puesto que es más restrictivo que el panel multiapoyado que utilizaremos para nuestra obra.

El espesor del panel será de 80mm. e irá apoyado en correas separadas entre sí una distancia de 150cm.

El peso propio del panel será de $187,37 \text{ N/m}^2$.



Figura 12. Panel de cubierta

11.2. Cerramiento de fachada

Elegiremos para la fachada un Panel Basic de Fachada TV de la gama ACH. Para elegir entre los diferentes tipos de panel tenemos en cuenta que será multiapoyado, con una distancia entre correas de 1,5m y elegiremos aquel que tiene un espesor de 60mm.

El peso propio del panel será de $105,16 \text{ N/m}^2$.

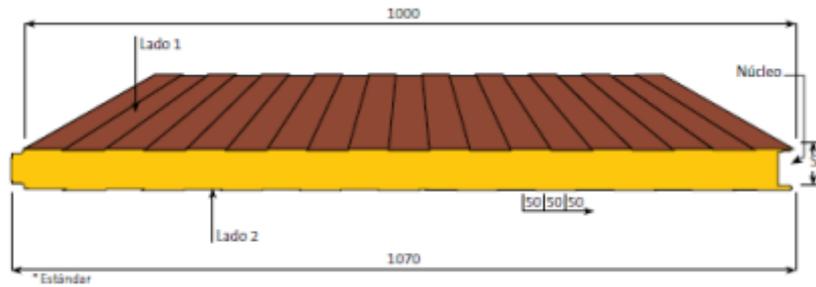


Figura 13. Panel de fachada

11.3. Correas

Tanto para el cerramiento de cubierta, como para el cerramiento de fachada, se disponen de perfiles IPE 120, separadas entre si a una distancia de 1,5m.

11.4. Pórticos

La estructura de la nave estará formada por 11 pórticos de perfiles HEB 280, tanto para los pilares como para los dinteles. Dichos pórticos estarán separados a una distancia de 5m. Los dinteles de los pórticos centrales para poder garantizar una correcta unión atornillada viga-pilar.

12. Otros elementos estructurales

12.1. Viga carril

La viga carril se comportará como una viga continua a lo largo de 10 vanos, con un recorrido total de 50 metros. Será una viga de acero S-275, de perfil HEB 300 para la viga y cuadradillo de 50x50 mm. para el guiado de las ruedas.

Las vigas carril irán apoyadas en ménsulas de perfil HEB 200 unidas a los pilares de los pórticos.

La viga carril has sido calculada para soportar las solicitaciones del puente grúa previsto para la nave, de 12,5 tn. de capacidad y 22 m. de luz.

12.2. Arriostramientos

Se ha elegido para los arriostramientos redondos R22. En el documento PLANOS podemos observar la disposición de los mismos.

12.3. Pilarillos

Colocaremos en cada pórtico hastial 5 pilarillos HEB 280, haciendo coincidir este perfil con el de los pilares de los pórticos, lo que nos permitirá facilitar el montaje en obra.

12.4. Vigas de atado

Para facilitar el montaje en obra y para que puedan albergar los arriostramientos cumpliendo las exigencias necesarias, hemos elegido perfiles IPE 160 para las vigas de atado. Con ellas conseguiremos la estabilidad necesaria para la unión entre pórticos de la nave. La longitud de estas vigas será de 5 m. cada una.

12.5. Saneamiento

Se ha diseñado una instalación completa para la evacuación de aguas pluviales, calculando las dimensiones necesarias para su correcto funcionamiento. Toda la instalación de recogida será evacuada mediante las arquetas, para después ser trasladadas a la red de saneamiento del municipio.

12.6. Uniones

Como ya hemos comentado anteriormente, la mayoría de las uniones serán uniones atornilladas. Solo hemos realizado uniones soldadas en los casos en que con uniones atornilladas no se podía garantizar el correcto funcionamiento de estas uniones.

Se colocarán los rigidizadores necesarios para garantizar la estabilidad de las uniones y placas de chapa para la colocación de tornillos y realizar las uniones entre barra y barra.

13. Planificación de la obra

Tras un análisis de las tareas a que deberán llevarse a cabo establecemos unos periodos para la realización de los trabajos que nos permita una ordenada y eficiente ejecución de los mismos. Esta gestión del trabajo nos permitirá acabar la estructura a tiempo y evitar penalizaciones que pudieran darse en el caso del incumplimiento de los plazos.

ACTIVIDADES	DURACIÓN (DÍAS)
1. Movimiento de tierras	15
2. Cimentaciones	25
3. Estructura y cubierta	80
4. Cerramientos	30
5. Albañilería	20
6. Revestimientos, solera, alicatados...	20
7. Pintura	20
8. Colocación de diversas instalaciones	30

El periodo de ejecución total de la obra será de unos 240 días laborables.

14. Presupuesto

CAPÍTULOS	IMPORTE
1. Movimiento de tierras	4.369,25€
2. Red de saneamiento y fontanería	9.048,91€
3. Cimentaciones	41.373,74€
4. Estructura metálica	409.438,20€
5. Puente grúa	18.750,00€
6. Cerramiento	58.611,30€

7. Cerrajería	301,15€
8. Instalación contra incendios	667,30€
9. Pinturas y tratamientos térmicos	2.4805,00€
10. Seguridad y salud	32.667,34€
11. Control de calidad	1.863,30€
12. Gestión de residuos	3.497,00€

Presupuesto de ejecución material:	605.392,49€
13% gastos generales:	78.701,02€
6% beneficio industrial:	36.323,55€
Total presupuesto contrata sin I.V.A.:	720.417,06€
21% I.V.A.:	151.287,58€

TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA I.V.A. INCLUIDO: 871.704,64€

El presupuesto total asciende a la cantidad de OCHOCIENTOS SETENTA Y UN MIL SETECIENTOS CUATRO EUROS CON SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS DE EURO (**871.704,64€**).