



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Trabajo final de grado

# Diseño y cálculo de una instalación contra incendios en una nave industrial

Titulación: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

Autor: Sergio Rechi Ferrera

Tutora: M.<sup>a</sup> Teresa Mira Llosa

Julio del 2019

# Resumen

---

El presente trabajo de final de carrera consiste en el diseño y cálculo de una instalación de protección contra incendios en una nave industrial ficticia ubicada en el polígono industrial de Castilla (Valencia). Dicha nave está destinada al almacenamiento en estanterías de aparatos electrónicos; la instalación se calcula siguiendo la normativa actual vigente.

Las estanterías son de 3 metros de altura con 3 compartimentos horizontales de 2,7 metros de ancho y 1,10 metros de profundidad, fabricadas para albergar en cada uno de los estantes 3 palés normalizados.

En el estudio se lleva a cabo un análisis minucioso de todos y cada uno de los sistemas de extinción de incendios presentes en la actualidad según el Real Decreto 2267/2004, que da como solución óptima una instalación de bocas de incendio equipadas junto a extintores de polvo seco.

El trabajo también presenta el cálculo del nivel de riesgo intrínseco, así como un plan de prevención y emergencia contra incendios, y un análisis de los requisitos que se deben cumplir según la configuración, ubicación y características estructurales de la nave.

El documento dispone de los siguientes planos: de situación, de emplazamiento, planta de la nave industrial, de conjunto, instalación de protección contra incendios de la nave y vías de evacuación y señalización contra incendios. Finalmente, se redacta el pliego de condiciones y se elabora una tabla de presupuestos del proyecto.

**Palabras clave:** instalación de protección contra incendios, nave industrial, diseño, cálculo, almacenamiento en estanterías, BIE.

# Abstract

---

The present dissertation consists in the design and calculation of a fire protection installation in a fictitious industrial unit located in Castile Industrial Estate (Valencia). This industrial unit is intended for the shelves storage of electronic devices; the installation is calculated according to current regulations.

The shelves are 3 meters high with 3 horizontal compartments of 2,7 meters wide and 1,10 meters deep, manufactured to store 3 standard pallets in each of the shelves.

A thorough analysis of each and every one of the current fire extinguishing systems has been carried out according to the Royal Decree 2287/2004. Concluding as the optimal solution an installation of fire hose reel equipped with dry powder extinguishers.

The project presents the intrinsic risk level calculation, as well as a fire prevention and emergency plan. It also includes an analysis of the requirements that must be achieved according to the configuration, location and structural characteristics of the industrial unit.

The document has the following blueprints: situation, location, industrial unit plant plan, assembly drawing, industrial unit fire protection installation and evacuation routes and signalling against fire. Finally, the specification sheet and budget table are drawn up.

**Keywords:** fire protection installation, industrial unit, design, calculation, shelf storage, fire hose reel.

# ÍNDICE GENERAL

<b>CAPÍTULO 1: MEMORIA DESCRIPTIVA .....</b>	<b>11</b>
1. Introducción .....	11
2. Objeto del proyecto .....	12
3. Antecedentes .....	12
4. Normativa técnica aplicable .....	13
5. Definiciones.....	15
6. Abreviaturas.....	16
7. Descripción general del recinto o instalación.....	17
7.1. Descripción de la nave industrial .....	17
8. Descripción de la actividad realizada.....	18
9. NTP relacionadas con el almacenamiento en estanterías.....	20
10. Plan de prevención y emergencia contra incendios.....	25
<b>CAPÍTULO 2: MEMORIA DE CÁLCULOS .....</b>	<b>31</b>
1. Caracterización del establecimiento industrial .....	31
1.1. Consideraciones previas.....	31
1.2 Caracterización en relación a la seguridad contra incendios del establecimiento industrial.....	31
2. Requisitos constructivos a cumplir según el reglamento .....	37
2.1. Ubicaciones permitidas .....	37
2.2. Sectorización del establecimiento industrial .....	38
2.3. Materiales .....	39
2.4. Estabilidad al fuego de los elementos constructivos portantes .....	41
2.5. Resistencia al fuego de los elementos constructivos de cerramiento.....	43
2.6. Evacuación de los establecimientos industriales .....	44
2.7. Ventilación y eliminación de humos y gases de la combustión en los edificios industriales.....	45
2.8. Almacenamientos.....	46
2.9. Riesgo de fuego forestal.....	47
3. Requisitos de la instalación de protección contra incendios .....	48
3.1. Sistemas automáticos de detección de incendio .....	48

3.2. Sistemas manuales de alarma de incendio .....	49
3.3. Sistemas de comunicación de alarma .....	49
3.4. Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios .....	49
3.5. Sistemas de hidrantes exteriores .....	50
3.6. Extintores de incendio.....	50
3.7. Sistemas de bocas de incendio equipadas.....	55
3.8. Sistemas de columna seca.....	61
3.9. Sistemas de rociadores automáticos de agua.....	61
3.10. Sistemas de agua pulverizada .....	62
3.11. Sistemas de espuma física.....	63
3.12. Sistemas de extinción por polvo .....	63
3.13. Sistemas de extinción por agentes extintores gaseosos.....	63
3.14. Alumbrado de emergencia de vías de evacuación .....	64
3.15. Sistemas de alumbrado de emergencia .....	64
3.16. Señalización.....	66
3.17. Cuadro resumen de la dotación contra incendios de la nave industrial .....	69
<b>CAPÍTULO 3: PLANOS.....</b>	<b>72</b>
1. Plano de situación.....	72
2. Plano de emplazamiento .....	73
3. Planta de la nave industrial.....	74
4. Plano de conjunto .....	75
5. Instalación PCI de la nave .....	76
6. Vías de evacuación y señalización contra incendios.....	77
<b>CAPÍTULO 4: PLIEGO DE CONDICIONES.....</b>	<b>80</b>
1. Disposiciones generales .....	80
1.1. Naturaleza y objeto del pliego general .....	80
1.2. Documentación del contrato de obra .....	80
2. Disposiciones facultativas .....	80
2.1. Delimitación general de funciones técnicas .....	81
2.2. De las obligaciones y derechos generales del contratista .....	88
2.3. Responsabilidad civil de los agentes que intervienen en el proceso de la edificación .....	91

2.4. Prescripciones generales relativas a los trabajos, a los materiales y a los medios auxiliares.....	94
2.5. De las recepciones de edificios y obras ajenas .....	99
3. Disposiciones económicas .....	104
3.1. Principio general.....	104
3.2. Fianzas .....	105
3.3. De los precios .....	106
3.4. Obras por administración.....	110
3.5. Valoración y abono de los trabajos .....	113
3.6. Indemnizaciones mutuas .....	118
3.7. Varios.....	119
4. Condiciones técnicas.....	122
4.1. Condiciones técnicas generales .....	123
4.2. Especificaciones técnicas de la instalación de protección contra incendios .	123
<b>CAPÍTULO 5: PRESUPUESTO .....</b>	<b>140</b>
<b>ANEXO I: BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>141</b>

# ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Distribución de la superficie en la nave.....	17
Tabla 2. Valores de iluminación recomendados.....	23
Tabla 3. Grado de peligrosidad de los combustibles.....	36
Tabla 4. Densidad de carga de fuego ponderada y corregida.....	37
Tabla 5. Densidad de carga de fuego de la nave.....	37
Tabla 6. Máxima superficie construida admisible en cada sector de incendio.....	38
Tabla 7. Cumplimiento de las disposiciones mínimas en cuanto a superficie máxima de sectorización.....	39
Tabla 8. Reacción al fuego de los materiales.....	41
Tabla 9. Estabilidad al fuego de elementos estructurales portantes.....	42
Tabla 10. Estabilidad al fuego para la estructura principal en planta sobre rasante.....	42
Tabla 11. Nivel de riesgo intrínseco de la estructura en sistemas de almacenaje con estanterías metálicas.....	47
Tabla 12. Hidrantes exteriores en función de la configuración, superficie construida y nivel de riesgo intrínseco.....	50
Tabla 13. Agentes extintores y su adecuación a las distintas clases de fuego.....	51
Tabla 14. Dotación de extintores portátiles en sectores de incendio con combustibles de clase A.....	52
Tabla 15. Dotación de extintores portátiles en sectores de incendio con combustibles de clase B.....	53
Tabla 16. Número y tipo de extintores.....	54
Tabla 17. Tipo de BIE según el nivel de riesgo intrínseco del establecimiento.....	56
Tabla 18. Modelo de hoja de cálculo hidráulico.....	58
Tabla 19. Cálculo hidráulico de la instalación.....	58
Tabla 20. Tabla Hazen-Williams para DN-40.....	59
Tabla 21. Longitud equivalente de accesorios y válvulas.....	59

Tabla 22. Tabla Hazen-Williams para DN-50.....	60
Tabla 23. Cálculo hidráulico de la instalación rediseñada.....	61
Tabla 24. Colores de seguridad.....	67
Tabla 25. Colores de contraste.....	68
Tabla 26. Cuadro resumen de la dotación contra incendios de la nave industrial.....	69
Tabla 27. Categoría del abastecimiento de agua requerida.....	126
Tabla 28. Fuente de agua y sistema de impulsión según la categoría.....	127
Tabla 29. Sistema de impulsión según la fuente de agua.....	129

# ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Modelo de estantería.....	19
Figura 2. Palé normalizado.....	20
Figura 3. Niveles de estabilidad respecto a la altura del almacenamiento.....	22
Figura 4. Plan de emergencia contra incendios.....	26
Figura 5. Configuración tipo A.....	32
Figura 6. Configuración tipo B.....	32
Figura 7. Configuración tipo C.....	33
Figura 8. Configuración tipo D.....	33
Figura 9. Configuración tipo E.....	33
Figura 10. Perímetro libre de vegetación de la nave.....	48
Figura 11. Rango extintores y BIE.....	55
Figura 12. Croquis del diseño de la instalación de BIE.....	57
Figura 13. Señales de equipos de lucha contra incendios.....	68
Figura 14. Señales de salvamento o socorro.....	69
Figura 15. Depósito de gravedad tipo C.....	128
Figura 16. Placa de diseño del extintor.....	130
Figura 17. Ejemplo de etiqueta de un extintor.....	131

# -CAPÍTULO 1-

## MEMORIA DESCRIPTIVA

---



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



**Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño**

<b>CAPÍTULO 1: MEMORIA DESCRIPTIVA .....</b>	<b>11</b>
1. Introducción.....	11
2. Objeto del proyecto .....	12
3. Antecedentes.....	12
4. Normativa técnica aplicable .....	13
5. Definiciones.....	15
6. Abreviaturas.....	16
7. Descripción general del recinto o instalación.....	17
7.1. Descripción de la nave industrial .....	17
8. Descripción de la actividad realizada.....	18
9. NTP relacionadas con el almacenamiento en estanterías.....	20
10. Plan de prevención y emergencia contra incendios.....	25

## CAPÍTULO 1: MEMORIA DESCRIPTIVA

### 1. Introducción

Las naves industriales son edificaciones destinadas al almacenamiento o la producción de bienes industriales.

El ingeniero encargado del diseño de la nave industrial debe, en primer lugar, conocer la finalidad a la que se va a destinar dicha nave. Además, debe realizar un análisis previo estudiando la normativa correspondiente con el fin de calcular y dimensionar una nave que cumpla con los requisitos legales correspondientes.

Una vez finalizada la construcción de la nave industrial, hay que proceder a la implementación de la instalación de protección contra incendios siguiendo el Reglamento de Seguridad Contra Incendios en Establecimientos Industriales según el R.D. 2267/2004. El objeto del proyecto se centra en esta segunda parte y se clasifica en los siguientes documentos:

- Documento I: memoria

Es un documento justificativo y descriptivo de la solución adoptada. Presenta el planteamiento del proyecto (problema) y se describe el proceso seguido para obtener la solución admitida. Se divide en una memoria descriptiva y una memoria de cálculos.

- Documento II: planos

Se trata de la especificación gráfica del proyecto. Su importancia radica en el poder de captación de las imágenes. Los planos que se incluyen en este documento son: plano de situación, plano de emplazamiento, planta de la nave industrial, plano de conjunto, instalación PCI de la nave, señalización contra incendios, rutas de evacuación y plano de detección.

- Documento III: pliego de condiciones y estándares

Junto con los planos, es el denominado “documento contractual”. En él constan las cláusulas de un contrato o subasta. Abarca cuatro tipos básicos de condiciones: facultativas, económicas, técnicas y legales.

- Documento IV: Presupuesto

Es el documento que tiene por finalidad dar una idea lo más aproximada posible del importe de la realización del proyecto.

## 2. Objeto del proyecto

El presente proyecto de final de carrera tiene por objeto realizar el diseño y cálculo de una instalación de protección contra incendios en una nave industrial ficticia destinada al almacenamiento de aparatos electrónicos en estanterías. La nave está localizada en el polígono industrial de Castilla, en el municipio de Valencia.

El objetivo de este trabajo es, por tanto, efectuar los cálculos y el diseño de dicha instalación contra incendios cumpliendo con las directrices de la norma UNE, el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios (RIPCI), las Instrucciones Técnicas Complementarias correspondientes (ITC), y el Reglamento de Seguridad contra Incendios en Establecimientos industriales (R.D. 2267/04) para:

- Garantizar la seguridad en caso de incendio
- Prevenir la aparición del incendio
- En caso de que ocurra un incendio, responder adecuadamente evitando su propagación y posibilitando su extinción, con el fin de reducir los daños que puedan ocasionarse tanto en la estructura de la nave como en los bienes almacenados.

## 3. Antecedentes

Desde siempre, los incendios en naves industriales han supuesto un peligro importante tanto para las personas como para los bienes o productos almacenados, ocasionando muchas veces un gran número de víctimas y de pérdidas monetarias para la empresa, así como daños importante en la estructura de la nave.

Para poder evitar que un incendio ocurra o reducir los daños que este pueda ocasionar es necesario conocer los medios de extinción existentes, así como los sistemas de prevención más adecuados en cada caso para poder diseñar una instalación lo más eficaz y eficiente posible según el tipo de nave estudiado.

Dependiendo de la actividad que se desarrolle en la nave industrial, el riesgo de incendio puede ser mayor o menor, por lo que es importante realizar un programa de prevención de incendios cuya función sea evitar el incendio en la medida de lo posible o, en el caso de que este se produzca, reducir sus consecuencias.

En el campo de protección contra el fuego, existen dos clases de protección diferentes que cabría conocer: activa y pasiva.

- Protección activa: Todo aquello que implica una acción directa en la lucha contra un fuego ya encendido, como por ejemplo: extintores manuales, rociadores, mangueras, etc.
- Protección pasiva: Todo aquello concebido para evitar que el fuego puede extender su poder destructivo sobre el resto de los elementos. La protección pasiva no actúa directamente sobre el fuego, pero puede retrasar su desarrollo, impedir la caída de la estructura o permitir la evacuación del lugar donde ha ocurrido el incendio.

#### 4. Normativa técnica aplicable

Para poder diseñar una instalación de protección contra incendios en una nave industrial, se debe acudir a la normativa que estudiaremos a continuación:

- **Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales (RSCIEI) (R.D. 2267/2004).** Aprobado por el Real Decreto el 3 de diciembre, este reglamento tiene por objeto conseguir un grado suficiente de seguridad en caso de incendio en los establecimientos e instalaciones de uso industrial, así como prevenir la aparición de los incendios y dar una respuesta adecuada al mismo en caso de que se produzca, con la finalidad de disminuir los daños que este pueda ocasionar tanto a las personas como a los bienes. En el Anexo I se habla de la caracterización de los establecimientos industriales en

relación con la seguridad contra incendios, en el Anexo II se recogen de los requisitos constructivos de los establecimientos industriales según su configuración, ubicación y nivel de riesgo intrínseco y en el Anexo III se habla de los requisitos de las instalaciones de protección contra incendios de los establecimientos industriales.

- **Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios (RIPCI) (R.D. 513/2017).** Contempla todos los aspectos a tener en cuenta en relación con el diseño, instalación y mantenimiento de los sistemas de protección activa contra incendios.
- **Código Técnico de la Edificación (CTE) (R.D. 314/2006).** Da cumplimiento a los requisitos básicos de la edificación establecidos en la Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación, con el fin de garantizar la seguridad de las personas, el bienestar de la sociedad, la sostenibilidad de la edificación y la protección del medio ambiente. Se divide en dos partes: la primera parte contiene las disposiciones generales y las exigencias que deben cumplir los edificios en materia de seguridad y habitabilidad y la segunda constituye los Documentos Básicos (DB), cuya utilización garantiza el cumplimiento de las exigencias básicas del CTE.
- **Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.** La presente ley tiene por objeto promover la seguridad y la salud de los trabajadores mediante la aplicación de medidas y el desarrollo de las actividades necesarias para la prevención de riesgos derivados del trabajo.
- **R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.** Establece las disposiciones mínimas para la señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- **Normas UNE.** Las normas empleadas en la realización de este proyecto son:
  - **UNE 23500:2018**→ Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios.
  - **UNE 23585:2017**→ Seguridad contra incendios. Sistemas de control de humo y calor. Requisitos y métodos de cálculo y diseño para proyectar un sistema de control de temperatura y de evacuación de humos (SCTEH) en caso de incendio estacionario.

- **UNE-EN 54-1:2011** → Sistemas de detección y alarma de incendio. Parte 1: Introducción.
- **UNE 23007-2:1998/1M:2008** → Sistemas de detección y de alarma de incendios. Parte 2: Equipos de control e indicación.
- **UNE 23007-4:1998/2M:2007** → Sistemas de detección y de alarma de incendios. Parte 4: Equipos de suministro de alimentación.
- **UNE 23007-14:2014** → Sistemas de detección y alarma de incendios. Parte 14: Planificación, diseño, instalación, puesta en servicio, uso y mantenimiento.
- **UNE 23032:2015** → Seguridad contra incendios. Símbolos gráficos para su utilización en los planos de proyecto, planes de autoprotección y planos de evacuación.
- **PNE 23033-1 (anulará a UNE 23033-1:1981)** → Seguridad contra incendios. Señalización.
- **UNE 23034:1988** → Seguridad contra incendios. Señalización de seguridad. Vías de evacuación.
- **UNE 23035-1:2003** → Seguridad contra incendios. Señalización fotoluminiscente. Parte 1: Medida y calificación.
- **UNE 23035-2:2003** → Seguridad contra incendios. Señalización fotoluminiscente. Parte 2: Medida de productos en el lugar de utilización.
- **UNE 23035-3:2003** → Seguridad contra incendios. Señalización fotoluminiscente. Parte 3: Señalizaciones y balizamientos luminiscentes.
- **UNE 23035-4:2003** → Seguridad contra incendios. Señalización fotoluminiscente. Parte 4: Condiciones generales. Mediciones y clasificación.

## 5. Definiciones

- **Nave industrial:** es un edificio de uso industrial que alberga la producción o almacena los bienes industriales, junto con los obreros, las máquinas que los generan, el transporte interno, la salida y entrada de mercancías, etcétera.

- **Rociadores:** son uno de los sistemas de extinción de incendios. Generalmente forman parte de un sistema contra incendio basado en una reserva de agua para el suministro del sistema y una red de tuberías de la cual son elementos terminales.
- **BIE:** una Boca de Incendio Equipada (BIE), es una instalación fija de protección contra incendios, la cual cuenta con conexión a la red de abastecimiento de agua. Incluye, dentro de un armario, todos los elementos necesarios para su uso: manguera, devanadera, válvula y lanza boquilla.
- **Incendio:** fuego de grandes proporciones que arde de forma fortuita o provocada y destruye cosas que no están destinadas a quemarse.
- **Comburente:** es el cuerpo en cuya presencia el combustible puede arder. De forma general, se considera al oxígeno como el comburente típico.
- **Agente extintor:** es aquella sustancia que, gracias a sus propiedades físicas o químicas, se emplea para apagar el fuego.
- **Hidrante:** dispositivo preparado para dispensar agua, provisto de un sistema de apertura y cierre. Existen 3 tipos: de columna húmeda, de columna seca, bajo nivel de tierra.
- **Detector:** componente de un sistema de detección de incendio que contiene, al menos, un sensor que controla de manera continua o a intervalos regulares como mínimo, un fenómeno físico y/o químico asociado a un incendio, y que emite al menos una señal correspondiente al equipo de control y señalización.
- **Protección activa:** todo aquello que apaga el fuego ya encendido, elementos de este tipo son los extintores manuales, los rociadores, mangueras, etc.
- **Protección pasiva:** todo aquello concebido para evitar que el fuego pueda extender su poder destructivo sobre el resto de los elementos.
- **Fotoluminiscencia:** es la propiedad de ciertos productos de ser visibles en la más completa oscuridad.

## 6. Abreviaturas

- **RSCIEI:** Reglamento de Seguridad Contra Incendios en Establecimientos Industriales.

- **RIPCI:** Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios.
- **CTE:** Código Técnico de Edificación.
- **RD:** Real Decreto.
- **BIE:** red de bocas de incendio equipadas.
- **PCI:** protección contra incendios.
- **EF:** estabilidad ante el fuego.

## 7. Descripción general del recinto o instalación

La nave industrial a la que se le realiza el estudio, es una nave perteneciente a una empresa dedicada al almacenamiento y distribución de productos de aparatos electrónicos.

Dicha empresa está ubicada en el polígono industrial de Castilla (Valencia) junto al circuito de motos Ricardo Tormo, a 4,4 Km del municipio de Cheste. En el apartado de planos se observa el plano de situación y de emplazamiento correspondientes a dicha nave.

### 7.1. Descripción de la nave industrial

#### A. Distribución y superficies

La nave industrial tiene una superficie útil de 1026 m<sup>2</sup> dividida en las siguientes zonas:

Dependencias	Superficie útil (m <sup>2</sup> )
Almacén	944
Oficina	20
Sala de juntas	50
WC	12
<b>Total</b>	<b>1026 m<sup>2</sup></b>

Tabla 1. Distribución de la superficie en la nave

## B. Características estructurales

La nave industrial está formada por una estructura de pórticos de acero, lo que evita la necesidad de incluir pilares dentro de la nave. Las paredes son de hormigón armado prefabricado cubierto de acero laminado y la cubierta está compuesta por chapas metálicas en acero galvanizado. La altura total de la nave es de 10 m.

La oficina, sala de juntas y baño se corresponden con módulos prefabricados de acero galvanizado.

## C. Descripción del interior de la nave industrial

Podemos clasificar las dependencias de la nave industrial en dos zonas:

### Zona de oficinas

Se corresponde con una superficie de 82 m<sup>2</sup>. En ella encontramos:

- Oficina: Tiene una superficie de 20m<sup>2</sup>. Es el puesto de trabajo del director de la empresa. Se accede a través del almacén.
- Sala de juntas: Dispone de una superficie de 50 m<sup>2</sup>. Esta sala está destinada a realizar las reuniones con los clientes o proveedores de la empresa cuando sea necesario. Se accede a través del almacén.
- WC: Se accede también a través del almacén y dispone de una superficie de 12 m<sup>2</sup> separados en 2 baños.

### Zona de trabajo

- Almacén: Es el lugar en el que se realiza el almacenamiento de los aparatos electrónicos. Se corresponde con los 944 m<sup>2</sup> restantes de la nave. No tiene ventanas y se accede a él a través de una puerta metálica basculante exterior, que dispone de puerta peatonal.

En el apartado de planos, puede observarse la distribución de manera más visual.

## **8. Descripción de la actividad realizada**

La nave industrial está destinada al almacenamiento y distribución de aparatos electrónicos. En dicha nave se almacenan dichos aparatos, provenientes de la empresa

donde se han fabricado situada a pocos metros de esta nave. En la oficina ubicada dentro de la nave industrial se gestionan las entradas y salidas de los distintos aparatos electrónicos.

El almacén dispone de 5 filas de estanterías metálicas para picking de 3 m de altura, separadas entre ellas una distancia de 3 m para permitir el paso de las transpaletadoras, los operarios y los montacargas. Cada una de estas estanterías se compone de 3 compartimentos horizontales separados 1 m entre ellos. Cada estante tiene 1,10 m de profundidad y 2,7 m de anchura. En dichas estanterías irán colocados los palés que contienen los aparatos electrónicos correspondientes.

En la figura siguiente podemos ver una representación del modelo de una de las estanterías:

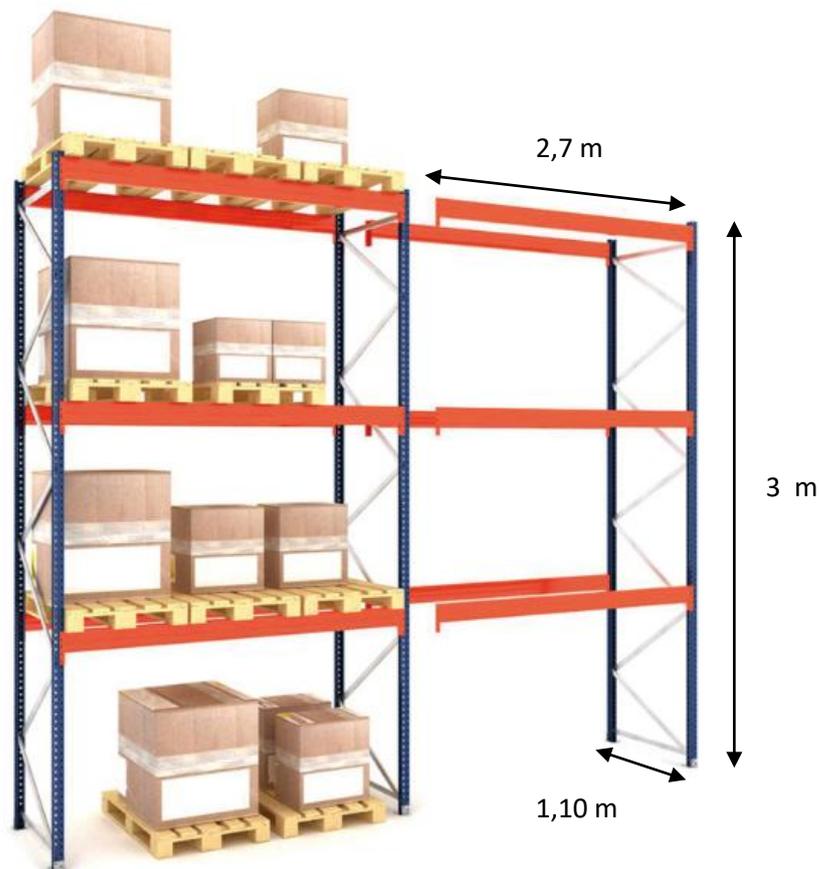


Figura 1. Modelo de estantería

Los palés utilizados para el almacenamiento son palés normalizados cuyas medidas son 1200 mm de largo, 800 mm de ancho y 150 mm de alto. De esta forma, en cada uno de los estantes pueden almacenarse hasta 3 palés.



Figura 2. Palé normalizado

## 9. NTP relacionadas con el almacenamiento en estanterías

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. Las guías de buenas prácticas relacionadas con el presente proyecto son:

- NTP 1112: Seguridad en el almacenamiento de materiales mediante paletizado y apilado sobre suelo (año 2017).
- NTP 298: Almacenamiento en estanterías y estructuras (año 1993).
- NTP 852: Almacenamiento en estanterías metálicas (año 2009).

### NTP 1112

Esta NTP tiene como objetivo desarrollar distintos aspectos generales de seguridad relacionados con el apilado de materiales en distintos tipos de envase directamente sobre el suelo o sobre paletas. Para ello se exponen criterios sobre las distintas formas de apilar y las alturas máximas recomendadas para prevenir los riesgos relacionados con dicha actividad.

Los principales riesgos y factores de riesgo asociados a los almacenamientos mediante paletizado y apilado directamente sobre el suelo, son los siguientes:

- Golpes por caída de cargas y objetos sobre zonas de paso o de trabajo debidas a: apilamiento deficiente, superar las alturas máximas de seguridad, sobrecarga o inestabilidad de la pila o uso de paletas defectuosas y roturas de las mismas.
- Sepultamiento y atrapamientos diversos por hundimiento de los niveles de carga debidos a: sobrepasar los límites máximos de resistencia de los embalajes apilados, desconocimiento del peso real de las unidades de carga manipuladas o suelo con capacidad portante insuficiente para las cargas almacenadas sobre el mismo.
- Atropellos y golpes por equipos de manutención debidos a: inadecuado dimensionado de los pasillos, falta de señalización, falta de formación del operador del equipo de manutención o falta de iluminación.
- Sobreesfuerzos debidos a: manipulación manual de cargas inadecuada o falta de equipos de manutención y medios auxiliares adecuados al tipo de cargas a utilizar.

Algunas de las medidas generales de prevención y protección para evitar estos riesgos asociados al almacenamiento son:

- Las personas que realicen el apilado deben estar correctamente formadas.
- Evitar la mezcla de distintos materiales o tipos de embalaje a la hora de almacenar.
- Mantener la zona de almacenamiento libre de materiales y residuos acumulados.
- Los materiales se deben situar lejos de aberturas en el suelo o zonas de acceso.
- Tener en cuenta las limitaciones en altura y superficie que se establezcan para el funcionamiento de los sistemas de extinción.
- Los materiales apilados no pueden ejercer presión sobre las paredes, muros y pilares del edificio.
- Mantener la verticalidad de las pilas y los materiales almacenados.

Los niveles de estabilidad orientativos en base a criterios técnicos que relacionan la estabilidad con la altura para apilados soportados por paletas son:

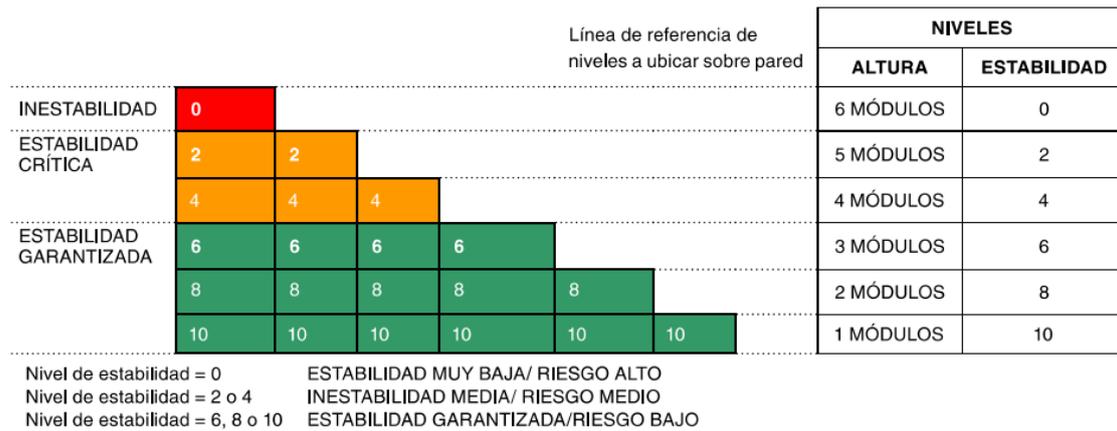


Figura 3. Niveles de estabilidad respecto a la altura del almacenamiento

### NTP 298

El objetivo de esta NTP es la descripción de los tipos de almacenamiento en estanterías y estructuras, indicándose los riesgos relacionados con el diseño, montaje y durante los trabajos de explotación, así como las medidas de prevención y protección en cada caso.

El fabricante deberá remitir un informe técnico que comprenda, entre otros, los datos geométricos, plan de cargas que precise, la situación de las cargas pesadas, especificación de los materiales y características de los diferentes elementos de la estructura, así como realizar los ensayos correspondientes para determinar la capacidad de carga de instalaciones y elementos de almacenaje.

La estabilidad y capacidad de carga de las instalaciones debe ir acompañada de una rigidez suficiente en sentido longitudinal y transversal, de manera que la flecha máxima de los elementos sustentadores, debería ser, al colocar la carga nominal, en el caso de materiales metálicos igual a 1/200, y en todos los demás materiales igual a 1/150 de la distancia entre apoyos contiguos.

La anchura de los pasillos de sentido único debería ser como mínimo el de la anchura del vehículo con carga aumentado en 1 m. En caso de circulación en ambos sentidos no debería ser inferior a la anchura de los vehículos o de las cargas aumentada en 1,40 m. La anchura mínima será de 1,20 m.

Los pasillos deberían estar señalizados mediante pintura amarilla delimitando las zonas de paso y los límites de las cargas situadas sobre las estanterías.

Para evitar el desenganche de los largueros y ensamblés en sus puntos de unión con los montantes, se deben instalar unas clavijas o gatillos de seguridad, que no pueden sacarse de forma accidental en condiciones normales de trabajo.

El montaje lo debe hacer el constructor, estando prohibido utilizar elementos recuperados de otras estanterías viejas sean del tipo que sean y antes de fijar las estanterías a las estructuras del edificio debe verificarse que éstas lo permiten.

Se deben situar los sistemas de iluminación por encima de los pasillos de forma que se tenga una iluminación suficiente sobre las zonas de trabajo y evitar el deslumbramiento de los operarios. Se recomiendan los siguientes valores de iluminación:

Espacios y lugares	Iluminación recomendable (Lux)	
	Valor recomendado	Valor mínimo
Almacenes	150	60
Talleres donde no es necesario ver detalles	300	120-200

**Tabla 2. Valores de iluminación recomendados**

Cualquier modificación de los elementos de las estanterías como consecuencia de que a su vez se deben modificar las formas o peso de las cargas, deberá hacerse de acuerdo con el fabricante o instalador, el cual deberá realizar los cálculos necesarios para su adecuación.

Deberán cumplirse también las medidas de prevención en la explotación, en lo que respecta a la constitución y disposición de las cargas, el control de las operaciones de almacenamiento y desalmacenamiento, las indicaciones de cargas máximas admisibles, las condiciones de explotación seguras, el almacenamiento y la limpieza.

### NTP 852

Esta NTP está dedicada a las condiciones de seguridad en el almacenamiento estático en estanterías metálicas convencionales para cargas paletizadas. Actualiza y

sustituye a la NTP 618, incorporando los criterios de la nueva normativa europea sobre estanterías y con el fin de adecuarla a las situaciones reales del mercado.

Las instalaciones de almacenamiento en estanterías metálicas permiten almacenar productos paletizados en altura. Este tipo de almacenamiento puede exponer al personal de montaje de las estanterías y al de explotación del almacén a diferentes riesgos que deben ser controlados.

El objetivo de esta NTP es la descripción del sistema de almacenamiento en estanterías metálicas, indicándose los riesgos relacionados con las especificaciones, diseño fabricación y montaje, así como durante los trabajos de explotación y las medidas de prevención y protección a adoptar en cada caso.

Los principales riesgos relacionados con la especificación, diseño, fabricación y montaje de este tipo de almacenamientos son la caída de cargas debido a inestabilidades de la instalación o a acciones mecánicas de los vehículos o aparatos contra las estructuras y los accidentes de circulación como choques entre vehículos o atropello a peatones debido a iluminación inadecuada, anchura del pasillo, exceso de velocidad o cruces mal señalizados.

Se puede evitar la caída de cargas en las estanterías colocando topes de seguridad o de posicionamiento, reemplazando las paletas en mal estado, no sobrepasando los límites de carga y manipulando los palets con carretillas y accesorios adecuados.

El impacto de las máquinas en las estanterías puede evitarse colocando protecciones de puntal y laterales.

Los accidentes de circulación se pueden evitar diferenciando las zonas de paso de vehículos y personas, respetando las dimensiones necesarias para cada tipo de usuario y colocando espejos de visualización estratégicamente orientados cuando la visibilidad sea inadecuada. La señalización deberá ajustarse a los requerimientos del R.D. 485/1997 sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Respecto a la conformación y disposición de las cargas, el personal no deberá subirse a las estanterías ni preparar los pedidos en cotas superiores al suelo. El almacén deberá estar dotado de áreas específicas, debidamente señalizadas, para la preparación de los pedidos y acondicionamiento de las cargas.

Para más información sobre montaje y diseño de las estanterías deberán consultarse las normas EN 15512:2010 (almacenaje en estanterías metálicas. Estantería regulable para carga paletizada. Principios para el diseño estructural) y EN 15620:2009 (almacenaje en estanterías metálicas. Estantería regulable para carga paletizada. Tolerancias, deformaciones y holguras).

En las estanterías se colocarán carteles de señalización en los que se indiquen las cargas máximas por nivel y cualquier cambio en la configuración de la estantería deberá comportar el recalcado y aprobación de las nuevas condiciones de utilización de las estanterías por parte de la empresa responsable del diseño.

También se deberá cumplir con lo exigido en el R.D. 486/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, más concretamente con lo referido a condiciones de explotación, iluminación, orden y limpieza y se deberá llevar a cabo un adecuado programa de mantenimiento de las instalaciones.

## **10. Plan de prevención y emergencia contra incendios**

### Plan de prevención contra incendios

Son innumerables las causas accidentales productoras de incendios, pero la mayor parte, son debidas a descuidos o al incumplimiento de unas normas conocidas por todos. Las principales causas que pueden ocasionar un incendio en la nave industrial estudiada son:

- Instalaciones y cables eléctricos en mal estado o mal protegidos.
- Un cigarrillo arrojado en sitio indebido.
- Las instalaciones eléctricas con cargas no controladas.

Todas estas causas pueden evitarse tomando las siguientes precauciones:

- No fumar en el almacén.
- En los despachos y oficinas, procurar no fumar, al menos media hora antes de terminar la jornada.
- No almacenar gran cantidad de papel, trapos, etc., procedentes de desperdicios.
- Mantener los puestos de trabajo lo más limpios posible.

Plan de emergencia contra incendios

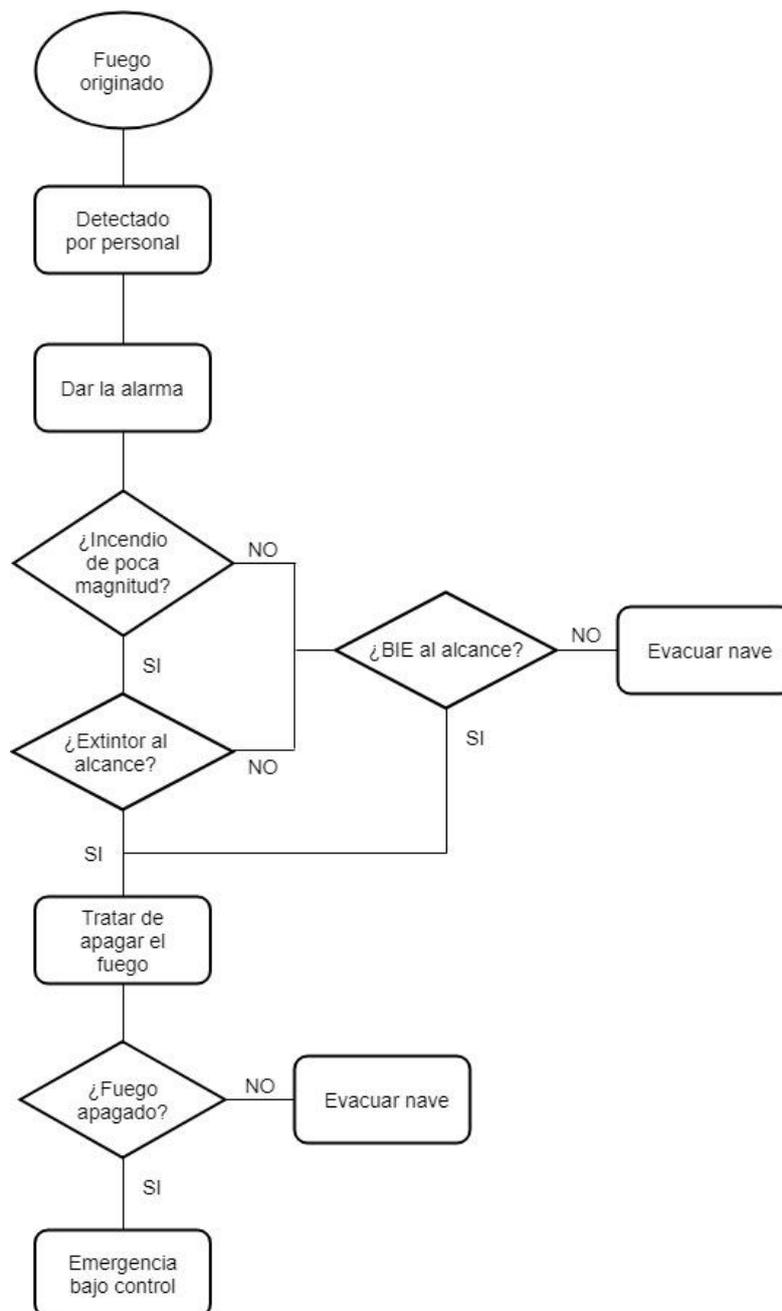


Figura 4. Plan de emergencia contra incendios

Además, es importante tener en cuenta los siguientes consejos:

- Conservar en todo momento la calma.
- A ser posible, no actuar solo.
- Una vez localizado el incendio, seguir el plan de emergencia contra incendios planteado.
- Atacar el objeto que arde y no las llamas o el humo. Si la operación se realiza con extintores, debe hacerse a ráfagas, puesto que de esta manera se valora la eficacia en la extinción.
- Atacar el fuego desde la distancia máxima que dé el medio utilizado, acercándose progresivamente al foco del incendio.

# **-CAPÍTULO 2-**

## **MEMORIA DE CÁLCULOS**

---



**UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA**



**Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño**

<b>CAPÍTULO 2: MEMORIA DE CÁLCULOS .....</b>	<b>31</b>
1. Caracterización del establecimiento industrial .....	31
1.1. Consideraciones previas.....	31
1.2. Caracterización en relación a la seguridad contra incendios del establecimiento industrial.....	31
2. Requisitos constructivos a cumplir según el reglamento .....	37
2.1. Ubicaciones permitidas .....	37
2.2. Sectorización del establecimiento industrial .....	38
2.3. Materiales .....	39
2.4. Estabilidad al fuego de los elementos constructivos portantes .....	41
2.5. Resistencia al fuego de los elementos constructivos de cerramiento.....	43
2.6. Evacuación de los establecimientos industriales .....	44
2.7. Ventilación y eliminación de humos y gases de la combustión en los edificios industriales .....	45
2.8. Almacenamientos.....	46
2.9. Riesgo de fuego forestal.....	47
3. Requisitos de la instalación de protección contra incendios .....	48
3.1. Sistemas automáticos de detección de incendio .....	48
3.2. Sistemas manuales de alarma de incendio .....	49
3.3. Sistemas de comunicación de alarma .....	49
3.4. Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios .....	49
3.5. Sistemas de hidrantes exteriores.....	50
3.6. Extintores de incendio.....	50
3.7. Sistemas de bocas de incendio equipadas.....	55
3.8. Sistemas de columna seca.....	61
3.9. Sistemas de rociadores automáticos de agua.....	61
3.10. Sistemas de agua pulverizada .....	62
3.11. Sistemas de espuma física.....	63
3.12. Sistemas de extinción por polvo .....	63
3.13. Sistemas de extinción por agentes extintores gaseosos.....	63
3.14. Alumbrado de emergencia de vías de evacuación .....	64
3.15. Sistemas de alumbrado de emergencia .....	64

3.16. Señalización.....	66
3.17. Cuadro resumen de la dotación contra incendios de la nave industrial .....	69

## CAPÍTULO 2: MEMORIA DE CÁLCULOS

### 1. Caracterización del establecimiento industrial

#### 1.1. Consideraciones previas

La nave industrial tiene una superficie total de 1026 m<sup>2</sup> (944 m<sup>2</sup> de almacén y 82 m<sup>2</sup> de zona de oficinas).

Según el Artículo 3 del R.D. 2267/2004 correspondiente con el RSCIEI, cuando en un establecimiento industrial coexistan con la actividad industrial otros usos con la misma titularidad, para los que sea de aplicación la Norma básica de la edificación: condiciones de protección contra incendios, o una normativa equivalente, los requisitos que deben satisfacer los espacios de uso no industrial serán los exigidos por dicha normativa cuando superen los límites indicados a continuación:

- a) Zona administrativa: superficie construida superior a 250 m<sup>2</sup>.
- b) Salas de reuniones, conferencias, proyecciones: capacidad superior a 100 personas sentadas.

Puesto que la zona de oficinas (oficina, sala de juntas y WC) cuenta con una superficie construida menor de 250 m<sup>2</sup>, no será necesario que constituya un sector de incendios independiente.

#### 1.2 Caracterización en relación a la seguridad contra incendios del establecimiento industrial

Según el Anexo I del RSCIEI, los establecimientos industriales se caracterizarán por:

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

##### A. Caracterización por su configuración y ubicación con relación a su entorno

Las diversas configuraciones y ubicaciones que pueden tener los establecimientos industriales se reducen a:

- Establecimientos industriales ubicados en un edificio
- Establecimientos industriales que desarrollan su actividad en espacios abiertos que no constituyen un edificio

Se distinguen 5 tipos:

TIPO A: el establecimiento industrial ocupa parcialmente un edificio que tiene, además, otros establecimientos, ya sean estos de uso industrial o de otros usos.

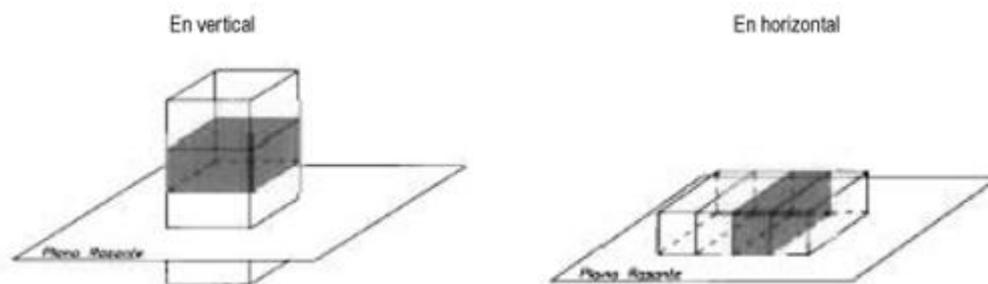


Figura 5. Configuración tipo A

TIPO B: el establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio que está adosado a otro u otros edificios, o a una distancia igual o inferior a tres metros de otro u otros edificios, de otro establecimiento, ya sean estos de uso industrial o bien de otros usos.

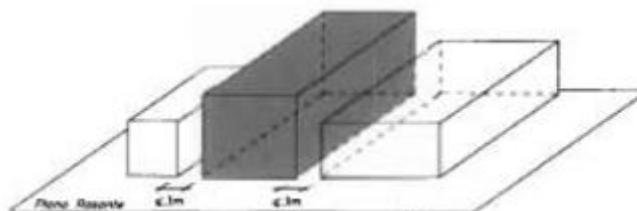


Figura 6. Configuración tipo B

TIPO C: el establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio, o varios, en su caso, 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.

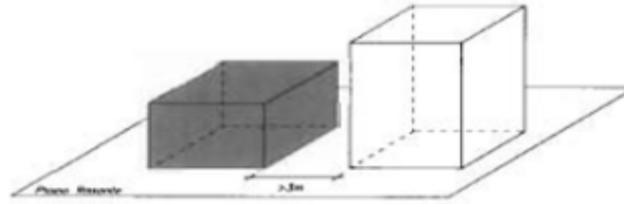


Figura 7. Configuración tipo C

- Establecimientos industriales que desarrollan su actividad en espacios abiertos que no constituyen un edificio

TIPO D: el establecimiento industrial ocupa un espacio abierto, que puede estar totalmente cubierto, alguna de cuyas fachadas carece totalmente de cerramiento lateral.

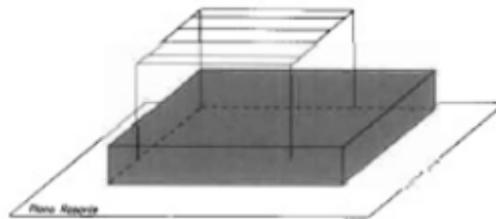


Figura 8. Configuración tipo D

TIPO E: el establecimiento industrial ocupa un espacio abierto que puede estar parcialmente cubierto (hasta un 50 por ciento de su superficie), alguna de cuyas fachadas en la parte cubierta carece totalmente de cerramiento lateral.

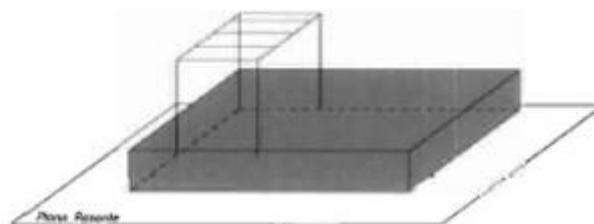


Figura 9. Configuración tipo E

Puesto que el establecimiento industrial de este proyecto consta de un único edificio, separado a una distancia mayor de 3 m del edificio más próximo, se catalogará como un establecimiento de TIPO C.

### B. Caracterización por su nivel de riesgo inherente o intrínseco

Los establecimientos industriales, en general, estarán constituidos por una o varias configuraciones de los tipos A, B, C, D y E. Cada una de estas configuraciones constituirá una o varias zonas (sectores o áreas de incendio) del establecimiento industrial.

1. Para los tipos A, B y C se considera «sector de incendio» el espacio del edificio cerrado por elementos resistentes al fuego durante el tiempo que se establezca en cada caso.
2. Para los tipos D y E se considera que la superficie que ocupan constituye un «área de incendio» abierta, definida solamente por su perímetro.

El nivel de riesgo intrínseco de cada área se evaluará calculando la siguiente expresión, que determina la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, de dicha área de incendio:

$$Q_s = \frac{\sum_i G_i \cdot q_i \cdot C_i}{A} \cdot R_a (\text{MJ/m}^2) \text{ o } (\text{Mcal/m}^2)$$

Donde:

$Q_s$  = densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector o área de incendio, en  $\text{MJ/m}^2$  o  $\text{Mcal/m}^2$ .

$G_i$  = masa, en kg, de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector o área de incendio (incluidos los materiales constructivos combustibles).

$q_i$  = poder calorífico, en  $\text{MJ/kg}$  o  $\text{Mcal/kg}$ , de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.

$C_i$  = coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.

$R_a$  = 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.

$A$  = superficie construida del sector de incendio o superficie ocupada del área de incendio, en  $m^2$ .

Como alternativa a la fórmula anterior se puede evaluar la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida,  $Q_s$ , del sector de incendio aplicando la siguiente expresión (en el caso de actividades de almacenamiento):

$$Q_s = \frac{\sum_i q_{vi} \cdot C_i \cdot h_i \cdot s_i}{A} \cdot R_a (\text{MJ}/m^2) \text{ o } (\text{Mcal}/m^2)$$

Donde:

$Q_s$ ,  $C_i$ ,  $R_a$  y  $A$  tienen la misma significación que en el apartado anterior.

$q_{vi}$  = carga de fuego, aportada por cada  $m^3$  de cada zona con diferente tipo de almacenamiento (i) existente en el sector de incendio, en  $\text{MJ}/m^3$  o  $\text{Mcal}/m^3$ .

$h_i$  = altura del almacenamiento de cada uno de los combustibles, (i), en m.

$s_i$  = superficie ocupada en planta por cada zona con diferente tipo de almacenamiento (i) existente en el sector de incendio en  $m^2$ .

Los valores de la carga de fuego, por metro cúbico  $q_{vi}$ , aportada por cada uno de los combustibles, pueden obtenerse de la tabla 1.2. del ANEXO I del RSCIEI.

A continuación se adjunta la tabla que representa el coeficiente de peligrosidad según el combustible almacenado:

ALTA	MEDIA	BAJA
- Líquidos clasificados como clase A en la ITC MIE-APQ1	- Líquidos clasificados como subclase B <sub>2</sub> en la ITC MIE-APQ1.	- Líquidos clasificados como clase D en la ITC MIE-APQ1.
- Líquidos clasificados como subclase B <sub>1</sub> en la ITC MIE-APQ1.	- Líquidos clasificados como clase C en la ITC MIE-APQ1.	
- Sólidos capaces de iniciar su combustión a una temperatura inferior a 100 °C.	- Sólidos que comienzan su ignición a una temperatura comprendida entre 100 °C y 200 °C.	- Sólidos que comienzan su ignición a una temperatura superior a 200 °C.
- Productos que pueden formar mezclas explosivas con el aire a temperatura ambiente.	- Sólidos que emiten gases inflamables.	
- Productos que pueden iniciar combustión espontánea en el aire a temperatura ambiente.		
C <sub>i</sub> = 1,60	C <sub>i</sub> = 1,30	C <sub>i</sub> = 1,00

**Tabla 3. Grado de peligrosidad de los combustibles**

La densidad de carga de fuego en el caso de la nave es, por tanto:

$$Q_s = \frac{\sum_i q_{vi} \cdot C_i \cdot h_i \cdot s_i}{A} \cdot R_a = \frac{400 \cdot 1 \cdot 3 \cdot 1026}{1026} \cdot 1 = 1200 \text{ MJ/m}^2$$

Siendo:

$q_{vi} = 400 \text{ MJ/m}^3$ , según la tabla 1.2 del RSCIEI, para almacenamiento.

$C_i = 1$ , por ser un combustible de peligrosidad baja.

$h_i =$  La altura de almacenamiento es de 3 m.

$S_i =$  Como ya se demostró en apartados anteriores (1.1.), toda la nave se considera como un único sector cuya superficie es de  $1026 \text{ m}^2$ .

$R_a = 1$ , según la tabla 1.2 del RSCIEI, para almacenamiento.

$A = 1026 \text{ m}^2$ .

Por tanto, teniendo en cuenta la tabla 1.3 del Anexo I del RSCIEI:

Nivel de riesgo intrínseco		Densidad de carga de fuego ponderada y corregida	
		Mcal/m <sup>2</sup>	MJ/m <sup>2</sup>
BAJO	1	$Q_s \leq 100$	$Q_s \leq 425$
	2	$100 < Q_s \leq 200$	$425 < Q_s \leq 850$
MEDIO	3	$200 < Q_s \leq 300$	$850 < Q_s \leq 1.275$
	4	$300 < Q_s \leq 400$	$1.275 < Q_s \leq 1.700$
	5	$400 < Q_s \leq 800$	$1.700 < Q_s \leq 3.400$
ALTO	6	$800 < Q_s \leq 1.600$	$3.400 < Q_s \leq 6.800$
	7	$1.600 < Q_s \leq 3.200$	$6.800 < Q_s \leq 13.600$
	8	$3.200 < Q_s$	$13600 < Q_s$

Tabla 4. Densidad de carga de fuego ponderada y corregida

Y conociendo:

Superficie (m <sup>2</sup> )	$Q_s$ (MJ/m <sup>2</sup> )
1026	1200

Tabla 5. Densidad de carga de fuego de la nave

Se puede concluir que la nave industrial es de TIPO C y tiene un nivel de riesgo intrínseco MEDIO (TIPO 3)  $\rightarrow 850 < Q_s \leq 1275$

## 2. Requisitos constructivos a cumplir según el reglamento

### 2.1. Ubicaciones permitidas

Según el Anexo II del R.D. 2267/2004, no se permite la ubicación de sectores de incendio con las actividades siguientes:

- De riesgo intrínseco alto, en configuraciones de tipo A, según el Anexo I.
- De riesgo intrínseco medio, en planta bajo rasante, en configuraciones de tipo A, según el Anexo I.
- De riesgo intrínseco medio, en configuraciones de tipo A, cuando la longitud de su fachada accesible sea inferior a 5 m.

- d) De riesgo intrínseco medio o bajo, en planta sobre rasante cuya altura de evacuación sea superior a 15 m, en configuraciones de tipo A, según el Anexo I.
- e) De riesgo intrínseco alto, cuando la altura de evacuación del sector en sentido descendente sea superior a 15 m, en configuración de tipo B, según el Anexo I.
- f) De riesgo intrínseco medio o alto, en configuraciones de tipo B, cuando la longitud de su fachada accesible sea inferior a 5 m.
- g) De cualquier riesgo, en segunda planta bajo rasante en configuraciones de tipo A, de tipo B y de tipo C, según el Anexo I.
- h) De riesgo intrínseco alto A-8, en configuraciones de tipo B, según el Anexo I.
- i) De riesgo intrínseco medio o alto, a menos de 25 m de masa forestal, con franja perimetral permanentemente libre de vegetación baja arbustiva.

## 2.2. Sectorización del establecimiento industrial

Respecto a la sectorización de los establecimientos industriales, el Anexo II dice que todo establecimiento industrial constituirá, al menos, un sector de incendio cuando adopte las configuraciones de tipo A, tipo B o tipo C, o constituirá un área de incendio cuando adopte las configuraciones de tipo D o tipo E, según el anexo I. En la siguiente tabla puede observarse la máxima superficie construida admisible de cada sector de incendio:

Riesgo intrínseco del sector de incendio	Configuración del establecimiento		
	TIPO A (m <sup>2</sup> )	TIPO B (m <sup>2</sup> )	TIPO C (m <sup>2</sup> )
BAJO	(1)-(2)-(3)	(2) (3) (5)	(3) (4)
1	2000	6000	SIN LÍMITE
2	1000	4000	6000
MEDIO	(2)-(3)	(2) (3)	(3) (4)
3	500	3500	5000
4	400	3000	4000
5	300	2500	3500
ALTO	NO ADMITIDO	(3)	(3)(4)
6		2000	3000
7		1500	2500
8		NO ADMITIDO	2000

Tabla 6. Máxima superficie construida admisible en cada sector de incendio

Cabría señalar la siguiente aclaración de la tabla anterior:

- En configuraciones de tipo C, si la actividad lo requiere, el sector de incendios puede tener cualquier superficie, siempre que todo el sector cuente con una instalación fija automática de extinción y la distancia a límites de parcelas con posibilidad de edificar en ellas sea superior a 10 m.

En la siguiente tabla se muestra como la nave industrial estudiada en este proyecto cumple con las disposiciones mínimas establecidas en el RSCIEI, en cuanto a superficies máximas de sectorización.

Sector	Nivel de riesgo intrínseco	Categoría	Superficie máxima por norma (m <sup>2</sup> )	Superficie total del sector (m <sup>2</sup> )
1	MEDIO	3	5000	1026

Tabla 7. Cumplimiento de las disposiciones mínimas en cuanto a superficie máxima de sectorización

## 2.3. 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».

Las condiciones de reacción al fuego aplicable a los elementos constructivos se justificarán:

- a) Mediante la clase que figura en cada caso, en primer lugar, conforme a la nueva clasificación europea.
- b) Mediante la clase que figura en segundo lugar entre paréntesis, conforme a la clasificación que establece la norma UNE-23727.

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 marcado «CE» que les sea aplicable.

Los productos utilizados como revestimiento o acabado superficial deben ser:

- En suelos: C<sub>FL</sub>-s1 (M2) o más favorable.
- En paredes y techos: C-s3 d0 (M2), o más favorable.

Con respecto a paredes y cerramientos, el RSCIEI dice que cuando un producto que constituya una capa contenida en un suelo, pared o techo sea de una clase más desfavorable que la exigida al revestimiento correspondiente, según el apartado 3.1, la capa y su revestimiento, en su conjunto, serán, como mínimo, EI 30 (RF-30).

Este requisito no será exigible cuando se trate de productos utilizados en sectores industriales clasificados según el anexo I como de riesgo intrínseco bajo, ubicados en edificios de tipo B o de tipo C para los que será suficiente la clasificación Ds3 d0 (M3) o más favorable, para los elementos constitutivos de los productos utilizados para paredes o cerramientos

Los productos de construcción pétreos, cerámicos y metálicos, así como los vidrios, morteros, hormigones o yesos, se considerarán de clase A1 (M0).

Según la norma UNE-23727, la reacción al fuego de los materiales se clasifica de la siguiente forma:

REACCIÓN AL FUEGO DE LOS MATERIALES		
CLASIFICACIÓN	CARACTERÍSTICAS	
	COMBUSTIBLE	INFLAMABILIDAD
M0	NO	NO
M1	SI	NO
M2	SI	SI (Moderada)
M3	SI	SI (Media)
M4	SI	SI (Alta)

Tabla 8. Reacción al fuego de los materiales

Puesto que los materiales usados en el revestimiento de la nave industrial del presente proyecto son de la clase M0 (paredes de hormigón armado prefabricado, estructura de pórticos de acero y cubierta de acero galvanizado), cumple con las disposiciones mínimas exigidas en el reglamento.

## 2.4. Estabilidad al fuego de los elementos constructivos portantes

Según el R.D. 2267/2004, 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:

- 1) Mediante la adopción de los valores que se establecen en este anexo II, apartado 4.1 o más favorable.
- 2) 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. del Anexo II del RSCIEI:

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	R 90	R 90	R 60	R 60	R 30
	(EF -120)	(EF - 90)	(EF - 90)	(EF - 60)	(EF - 60)	(EF - 30)
MEDIO	NO ADMITIDO	R 120	R 120	R 90	R 90	R 60
		(EF-120)	(EF-120)	(EF - 90)	(EF - 90)	(EF - 60)
ALTO	NO ADMITIDO	NO ADMITIDO	R 180	R 120	R 120	R 90
			(EF -180)	(EF -120)	(EF -120)	(EF - 90)

Tabla 9. Estabilidad al fuego de elementos estructurales portantes

Puesto que la nave industrial de este proyecto es de TIPO C y no dispone de planta sótano, bastaría con fijarse que en la última columna de la tabla (con nivel de riesgo intrínseco medio). Debido a que el hormigón armado tiene una estabilidad al fuego de 240 (EF-240 > EF-60), cumple con lo exigido en la tabla anterior.

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 y, si su riesgo intrínseco es medio o alto, disponga de un sistema de extracción de humos, se podrán adoptar los valores siguientes:

Nivel de riesgo intrínseco	Tipo B	Tipo C
	Sobre rasante	Sobre rasante
Riesgo bajo	R15 (EF-15)	NO SE EXIGE
Riesgo medio	R 30 (EF-30)	R15 (EF-15)
Riesgo alto	R 60 (EF-60)	R30 (EF-30)

Tabla 10. Estabilidad al fuego para la estructura principal en planta sobre rasante

Se puede observar que la nave industrial también cumple con las disposiciones mínimas en cuanto a estabilidad al fuego de los elementos de cubiertas ligeras y soportes.

## **2.5. Resistencia al fuego de los elementos constructivos de cerramiento**

Según el ANEXO II del RSCIEI, 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 de este mismo Anexo, para los elementos constructivos con función portante en dicho sector de incendio.

Como ya se dijo en el apartado anterior, debido a que el hormigón armado con el que se ha construido la nave industrial tiene una estabilidad al fuego de 240 (EF-240 > EF-60), cumple con lo exigido en la tabla 2.2 del Anexo II.

## 2.6. Evacuación de los establecimientos industriales

El apartado 6 del Anexo II del RSCIEI afirma que para la aplicación de las exigencias relativas a la evacuación de los establecimientos industriales, se determinará su ocupación,  $P$ , deducida de las siguientes expresiones:

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

$$P = 110 + 1,05 (p - 100), \text{ cuando } 100 < p < 200.$$

$$P = 215 + 1,03 (p - 200), \text{ cuando } 200 < p < 500.$$

$$P = 524 + 1,01 (p - 500), \text{ cuando } 500 < p.$$

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.

Los valores obtenidos para  $P$ , según las anteriores expresiones, se redondearán al entero inmediatamente superior.

En el caso de la nave industrial objeto de estudio de este proyecto. Suponiendo que el número máximo de personas que ocupa el sector de incendio es de 15 personas máximo, la ocupación se calculará como:

$$P = 1,10 \cdot p = 1,10 \cdot 15 = 16,5 \simeq 17 \text{ personas}$$

La evacuación de los establecimientos industriales que estén ubicados en edificios de tipo C (según el Anexo 1) debe satisfacer las condiciones siguientes:

1. Elementos de 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.
2. 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, los de riesgo intrínseco medio deberán disponer de dos salidas cuando su número de empleados sea superior a 50 personas (no es el caso de la nave industrial de este proyecto).

3. Disposición de escaleras y aparatos elevadores: de acuerdo con el artículo 7 de la NBE-CPI/96, apartado 7.3, subapartados 7.3.1, párrafos a) y c), 7.3.2, y 7.3.3.
4. Dimensionamiento de salidas, pasillos y escaleras: de acuerdo con el artículo 7 de la NBE-CPI/96, apartado 7.4, subapartados 7.4.1, 7.4.2 y 7.4.3.
5. Características de las puertas: de acuerdo con el artículo 8 de la NBE-CPI/96, apartado 8.1.
6. Características de los pasillos: de acuerdo en el artículo 8 de la NBE-CPI/96, apartado 8.2.b).
7. Características de las escaleras: de acuerdo con el artículo 9 de la NBE-CPI/96, párrafos a), b), c), d) y e).
8. Características de los pasillos y de las escaleras protegidos y de los vestíbulos previos: de acuerdo con el artículo 10 de la NBE-CPI/96, apartados 10.1, 10.2 y 10.3.
9. 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, del 14 de abril.

Otra forma de calcular la ocupación es mediante el documento básico de seguridad en caso de incendio del CTE, que dice que para actividades de almacenamiento, la ocupación será de 40 m<sup>2</sup>/persona.

$$Ocupación = \frac{1026 \text{ m}^2}{40 \text{ m}^2/persona} = 25,65 \approx 26 \text{ personas}$$

Puesto que la nave del presente proyecto tiene 1026 m<sup>2</sup>, la ocupación será de 26 personas. Se tomará esta ocupación y no la calculada anteriormente puesto que es la más desfavorable y además, no depende de una suposición.

## **2.7. Ventilación y eliminación de humos y gases de la combustión en los edificios industriales**

Según el apartado 7 del Anexo II del RSCIEI, la eliminación de los humos y gases de la combustión, y, con ellos, del calor generado, de los espacios ocupados por sectores de incendio de establecimientos industriales debe realizarse de acuerdo con

la tipología del edificio en relación con las características que determinan el movimiento del humo.

Por lo que respecta a sectores de almacenamiento, el R.D. 2267/2004 afirma que dispondrán de sistema de evacuación de humos los sectores con actividades de almacenamiento de riesgo intrínseco medio y superficie construida  $\geq 1000 \text{ m}^2$ , por lo que en el caso de la nave industrial de este proyecto será obligatorio.

La ventilación será natural a no ser que la ubicación del sector lo impida; en tal caso, podrá ser forzada. Los huecos se dispondrán uniformemente repartidos en la parte alta del sector, ya sea en zonas altas de fachada o cubierta y deberán ser practicables de manera manual o automática.

Deberá disponerse, además, de huecos para entrada de aire en la parte baja del sector, en la misma proporción de superficie requerida para los de salida de humos, y se podrán computar los huecos de las puertas de acceso al sector.

El diseño y ejecución de los sistemas de control de humos y calor se realizará de acuerdo a lo especificado en la norma UNE-23 585:2017. En casos debidamente justificados se podrá utilizar otra normativa internacional de reconocido prestigio.

En la nave industrial objeto de estudio se ha optado por la utilización de 4 extractores helicoidales de cubierta con salida de aire vertical  $400 \text{ }^\circ\text{C}/2\text{h}$  y  $300 \text{ }^\circ\text{C}/2\text{h}$  para evacuación de humos en caso de incendio de acuerdo a la norma EN-12101-3 con certificados F-400 ( $400 \text{ }^\circ\text{C}/2\text{h}$ ) o F-300 ( $300 \text{ }^\circ\text{C}/2\text{h}$ ).

## 2.8. Almacенamientos

Según el apartado 8 del Anexo II del RSCIEI, para sistemas de almacenaje independiente en estanterías metálicas, los requisitos que deben cumplirse son:

1. Los materiales de bastidores, largueros, paneles metálicos, cerchas, vigas, pisos metálicos y otros elementos y accesorios metálicos que componen el sistema deben ser de acero de la clase A1 (M0).
2. Los revestimientos pintados con espesores inferiores a  $100 \mu$  deben ser de la clase Bs3d0 (M1). Este revestimiento debe ser un material no inflamable,

debidamente acreditado por un laboratorio autorizado mediante ensayos realizados según norma.

3. Los revestimientos zincados con espesores inferiores a 100 $\mu$  deben ser de la clase Bs3d0 (M1).
4. Para la estructura principal de sistemas de almacenaje con estanterías metálicas sobre rasante (como es el caso de la nave industrial estudiada en este proyecto) o bajo rasante sin sótano se podrán adoptar los valores siguientes:

Nivel de riesgo intrínseco	Sistema de almacenaje autoportante operado manual o automáticamente					
	Tipo A		Tipo B		Tipo C	
	Rociadores automáticos de agua		Rociadores automáticos de agua		Rociadores automáticos de agua	
	No	Sí	No	Sí	No	Sí
Riesgo bajo	R15(EF-15)	No se exige.	No se exige.	No se exige.	No se exige.	No se exige.
Riesgo medio	R30(EF-30)	R15(EF-15)	R15(EF-15)	No se exige.	No se exige.	No se exige.
Riesgo alto			R30(EF-30)	R15(EF-15)	R15(EF-15)	No se exige.

**Tabla 11. Nivel de riesgo intrínseco de la estructura en sistemas de almacenaje con estanterías metálicas**

5. La evacuación en los establecimientos industriales con sistemas de almacenaje independientes o autoportantes operados manualmente será la misma que la especificada en el apartado 6 y subapartados siguientes del Anexo II del RSCIEI.

## 2.9. Riesgo de fuego forestal

Según el apartado 10 del Anexo II del RSCIEI, los establecimientos industriales de riesgo medio y alto ubicados cerca de una masa forestal han de mantener una franja perimetral de 25 m de anchura permanentemente libre de vegetación baja y arbustiva con la masa forestal esclarecida y las ramas bajas podadas.

La nave objeto de estudio, está ubicada cerca de una masa forestal, pero dispone de un perímetro libre de vegetación de unos 280 m, por lo que cumple con las exigencias.



Figura 10. Perímetro libre de vegetación de la nave

### 3. Requisitos de la instalación de protección contra incendios

El Anexo III del R.D. 2267/2004 correspondiente con el RSCIEI afirma que 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 deberán cumplir 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 aquél.

Los instaladores y mantenedores de las instalaciones de protección contra incendios, a que se refiere el párrafo 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.

#### 3.1. Sistemas automáticos de detección de incendio

Según el Anexo III será obligatorio instalar sistemas automáticos de detección de incendios en edificios de tipo C de nivel intrínseco medio destinados al almacenamiento si su superficie total construida es de 1.500 m<sup>2</sup> o superior. Por tanto,

debido a que la superficie de la nave es de 1026 m<sup>2</sup>, **no será necesario instalar dichos sistemas.**

### 3.2. Sistemas manuales de alarma de incendio

El R.D. 2267/2004 dice que se instalarán sistemas manuales de alarma de incendio en los sectores de incendio de los establecimientos industriales dedicados a actividades de almacenamiento cuando:

1. La superficie construida sea de 800 m<sup>2</sup> o superior.
2. No se requiera una instalación de sistemas automáticos de detección de incendios.

Puesto que la nave tiene una superficie de 1026 m<sup>2</sup> y no requiere una instalación de sistemas automáticos de detección de incendios, **será obligatorio instalar sistemas manuales de alarma de incendio.** Se deberá situar 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 deberá ser superior a los 25 m.

### 3.3. Sistemas de comunicación de alarma

El Anexo III afirma que se deberán instalar sistemas de comunicación de alarma en todos los sectores de incendio de los establecimientos industriales, si la suma de la superficie construida de todos los sectores de incendio del establecimiento industrial es de 10.000 m<sup>2</sup> o superior. Por tanto, debido a que la superficie de la nave abarca 1026 m<sup>2</sup>, **no será necesario instalar sistemas de comunicación de alarma** en el caso de la nave objeto de estudio.

### 3.4. Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios

Según el RSCIEI, se deberá instalar un sistema de abastecimiento de agua contra incendios (red de agua contra incendios), si:

- a) Lo exigen las disposiciones vigentes que regulan actividades industriales sectoriales o específicas, de acuerdo con el Artículo 1 del RSCIEI.

- b) Cuando sea necesario para dar servicio, en las condiciones de caudal, presión y reserva calculados, a uno o varios sistemas de lucha contra incendios, tales como: BIEs, red de hidrantes exteriores, rociadores automáticos, agua pulverizada o espuma.

La nave objeto de estudio no realiza las actividades industriales de almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles recogidas en la ITC MIE APQ-1, pero dispone de un sistema de bocas de incendio equipadas, por lo que **será necesario instalar un sistema de abastecimiento de agua contra incendios**, que de servicio a dichas BIE.

### 3.5. Sistemas de hidrantes exteriores

El Anexo III del R.D. 2267/2004 correspondiente con el Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales, dice que se deberá instalar un sistema de hidrantes exteriores si:

- a) Lo exigen las disposiciones vigentes que regulan actividades industriales sectoriales o específicas, de acuerdo con el Artículo 1 del RSCIEI.
- b) Concurren las circunstancias que se reflejan en la tabla siguiente:

Configuración de la zona de incendio	Superficie del sector o área de incendio (m <sup>2</sup> )	Riesgo Intrínseco		
		Bajo	Medio	
A	≥ 300	NO	SÍ	
	≥ 1000	SÍ*	SÍ	
B	≥ 1000	NO	NO	SÍ
	≥ 2500	NO	SÍ	SÍ
	≥ 3500	SÍ	SÍ	SÍ
C	≥ 2000	NO	NO	SÍ
	≥ 3500	NO	SÍ	SÍ
D o E	≥ 5000	SÍ	SÍ	SÍ
	≥ 15000	SÍ	SÍ	SÍ

Tabla 12. Hidrantes exteriores en función de la configuración, superficie construida y nivel de riesgo intrínseco

En la nave industrial sujeta a estudio, **no será obligatorio instalar hidrantes exteriores** ya que, para edificios de TIPO C con riesgo intrínseco medio, es obligatorio instalarlos cuando la superficie de la nave es de 3500 m<sup>2</sup> o superior.

### 3.6. Extintores de incendio

El apartado 8 del Anexo III del RSCIEI, afirma que se deberán instalar extintores portátiles en todos los sectores de incendio de los establecimientos industriales.

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. Dicha tabla es la siguiente:

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		

**Tabla 13. Agentes extintores y su adecuación a las distintas clases de fuego**

Siendo:

xxx → Muy adecuado

xx → Adecuado

x → Aceptable

NOTAS:

(1) En fuegos poco profundos (profundidad inferior a 5 mm) puede asignarse xx.

(2) En presencia de tensión eléctrica no son aceptables como agentes extintores el agua a chorro ni la espuma; el resto de los agentes extintores podrán utilizarse en aquellos extintores que superen el ensayo dieléctrico normalizado en UNE 23.110.

Cuando en el sector de incendio coexistan combustibles de la clase A y de la clase B, se considerará que la clase de fuego del sector de incendio es A o B cuando la carga de fuego aportada por los combustibles de clase A o de clase B, respectivamente, sea,

al menos, el 90 por ciento de la carga de fuego del sector. En otro caso, la clase de fuego del sector de incendio se considerará A-B.

Si la clase de fuego del sector de incendio es A o B, se determinará la dotación de extintores del sector de incendio de acuerdo con la tabla 3.1 o con la tabla 3.2 del Anexo III de RSCIEI, respectivamente.

Cuando en el sector de incendio existan combustibles de clase C que puedan aportar una carga de fuego que sea, al menos, el 90 por ciento de la carga de fuego del sector, se determinará la dotación de extintores de acuerdo con la reglamentación sectorial específica que les afecte. En otro caso, no se incrementará la dotación de extintores si los necesarios por la presencia de otros combustibles (A y/o B) son aptos para fuegos de clase C.

Cuando en el sector de incendio existan combustibles de clase D, se utilizarán agentes extintores de características específicas adecuadas a la naturaleza del combustible, que podrán proyectarse sobre el fuego con extintores, o medios manuales, de acuerdo con la situación y las recomendaciones particulares del fabricante del agente extintor.

Las tablas 3.1 (determinación de la dotación de extintores portátiles en sectores de incendio con carga de fuego aportada por combustibles de clase A) y 3.2 (determinación de la dotación de extintores portátiles en sectores de incendio con carga de fuego aportada por combustibles de clase B) del Anexo III del RSCIEI son:

Grado de riesgo intrínseco del sector de incendio	Eficacia mínima del extintor	Área máxima protegida del sector de incendio
Bajo	21A	Hasta 600 m <sup>2</sup> (un extintor más por cada 200 m <sup>2</sup> , o fracción, en exceso).
Medio	21A	Hasta 400 m <sup>2</sup> (un extintor más por cada 200 m <sup>2</sup> , o fracción, en exceso).
Alto	34A	Hasta 300 m <sup>2</sup> (un extintor más por cada 200 m <sup>2</sup> , o fracción, en exceso).

**Tabla 14. Dotación de extintores portátiles en sectores de incendio con combustibles de clase A**

	VOLUMEN MÁXIMO, V (1), DE COMBUSTIBLES LÍQUIDOS EN EL SECTOR DE INCENDIO (1) (2)			
	V ≤ 20	2	50	100
EFICACIA MÍNIMA DEL EXTINTOR	113 B	113 B	144 B	233 B

Tabla 15. Dotación de extintores portátiles en sectores de incendio con combustibles de clase B

NOTAS:

(1) Cuando más del 50 por ciento del volumen de los combustibles líquidos, V, esté contenido en recipientes metálicos perfectamente cerrados, la eficacia mínima del extintor puede reducirse a la inmediatamente anterior de la clase B, según la Norma UNE-EN 3-7.

(2) Cuando el volumen de combustibles líquidos en el sector de incendio, V, supere los 200 l, se incrementará la dotación de extintores portátiles con extintores móviles sobre ruedas, de 50 kg de polvo BC, o ABC, a razón de:

- Un extintor, si:  $200 \text{ l} < V \leq 750 \text{ l}$ .
- Dos extintores, si:  $750 \text{ l} < V \leq 2000 \text{ l}$ .

Si el volumen de combustibles de clase B supera los 2000 l, se determinará la protección del sector de incendio de acuerdo con la reglamentación sectorial específica que lo afecte.

No se permite el empleo de agentes extintores conductores de la electricidad sobre fuegos que se desarrollan en presencia de aparatos, cuadros, conductores y otros elementos bajo tensión eléctrica superior a 24 V. La protección de estos se realizará con extintores de dióxido de carbono, o polvo seco BC o ABC, cuya carga se determinará según el tamaño del objeto protegido con un valor mínimo de 5 kg de dióxido de carbono y 6 kg de polvo seco BC o ABC.

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.

### Cálculo del número y tipo de extintores

Como ya se justificó en el punto 1.1. correspondiente con las consideraciones previas de la caracterización del establecimiento industrial, la nave objeto de estudio constituye un único sector de 1026 m<sup>2</sup>. El fuego que se puede generar en dicha nave será de TIPO A (sólidos) y TIPO B (líquidos).

**Tanto la zona del almacén como la de oficinas (oficina, sala de juntas y baño) estarán protegidas con extintores.** Puesto que en la zona de oficinas y almacén hay presencia de tensión eléctrica, y además, la nave está destinada al almacenamiento de aparatos electrónicos, no se deberán utilizar agentes extintores como el agua o la espuma, por lo que se instalarán extintores portátiles de polvo seco.

En la siguiente tabla se puede observar de forma más visual el número y tipo de extintor de cada sala:

Zona de oficinas	Nivel de riesgo intrínseco	Superficie (m <sup>2</sup> )	Tipo de extintor	Eficacia mínima	Peso agente extintor (Kg)	Número de extintores
Oficina	MEDIO (TIPO 3)	20	Polvo seco	21A113B	6	0
Sala de juntas		50	Polvo seco	21A113B	6	0
WC		12	Polvo seco	21A113B	6	0
Almacén		944	Polvo seco	21A113B	6	4

Tabla 16. Número y tipo de extintores de la nave

La distribución de dichos extintores será tal que el recorrido máximo horizontal, desde cualquier punto hasta el extintor, no supere 15 m.

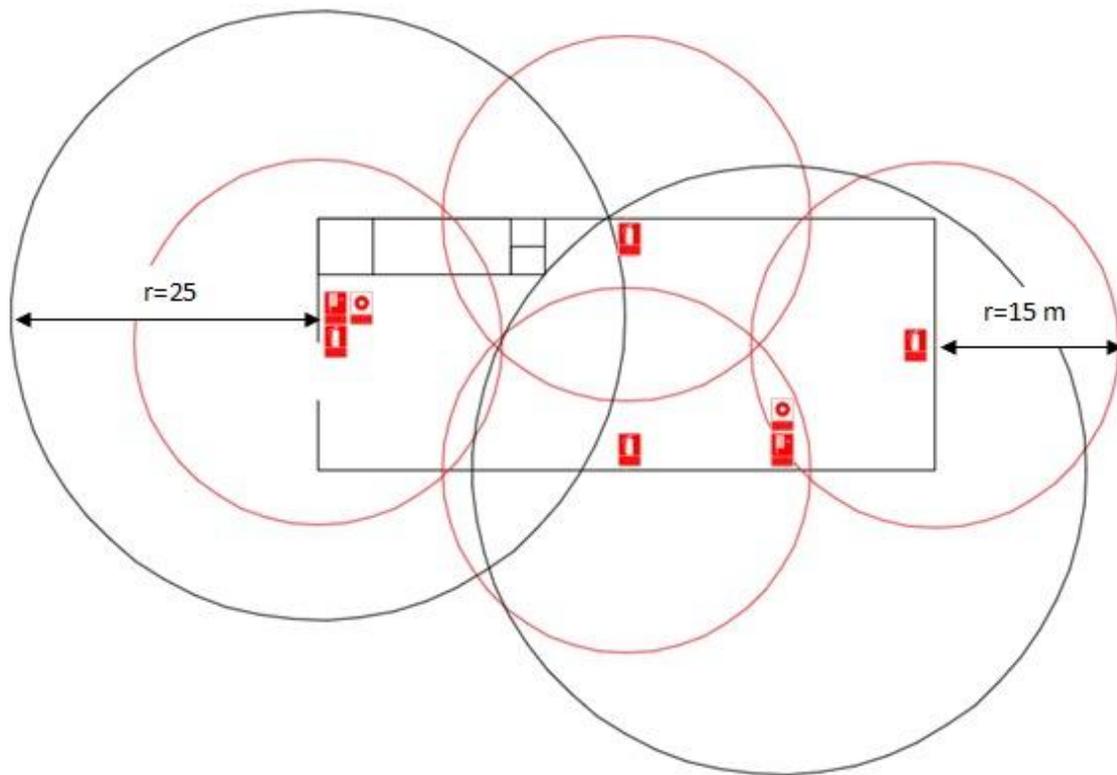


Figura 11. Rango extintores y BIE

### 3.7. Sistemas de bocas de incendio equipadas

El apartado 9 del Anexo III del RSCIEI, indica que deberán instalarse sistemas de bocas de incendio equipadas (BIEs) en los sectores de incendio de los establecimientos si:

- Están ubicados en edificios de tipo A y su superficie total construida es de 300 m<sup>2</sup> o superior.
- Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 500 m<sup>2</sup> o superior.
- Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 200 m<sup>2</sup> o superior.
- Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 1000 m<sup>2</sup> o superior.
- Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 500 m<sup>2</sup> o superior.

- f) Son establecimientos de configuraciones de tipo D o E, su nivel de riesgo intrínseco es alto y la superficie ocupada es de 5000 m<sup>2</sup> o superior.

Puesto que la nave industrial estudiada está ubicada en un edificio de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio, y su superficie total construida es superior a 1000 m<sup>2</sup>, **será obligatorio instalar un sistema de bocas de incendio equipadas.**

#### Cálculo del tipo de BIE y necesidades de agua

Según el reglamento, deberán cumplirse las siguientes condiciones hidráulicas:

NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL	TIPO DE BIE	SIMULTANEIDAD	TIEMPO DE AUTONOMÍA
BAJO	DN 25 mm	2	60 min
MEDIO	DN 45 mm*	2	60 min
ALTO	DN 45 mm*	3	90 min

Tabla 17. Tipo de BIE según el nivel de riesgo intrínseco del establecimiento

El asterisco hace referencia a que se admitirán BIE 25 mm como toma adicional de 45 mm, y se considerará, a efectos de cálculo hidráulico, como BIE de 45 mm. Se debe tener en cuenta que los diámetros equivalentes mínimos serán de 10 mm para BIE de 25 y 13 mm para las BIE de 45 mm, y la presión de la boquilla no debe ser inferior a 2 bares ni superior a 5 bares.

Teniendo en cuenta estas condiciones, la instalación de la nave estará compuesta por 2 BIE-45 de Q= 200 l/min y p= 3 bar, que cubran toda la superficie de la nave industrial (mirar figura del apartado anterior). Las tuberías serán de acero (C=120) y tendrán todas un diámetro DN-40 a excepción del tramo final, que será de un diámetro DN-50. El croquis a partir del cual va a realizarse el cálculo es el siguiente:

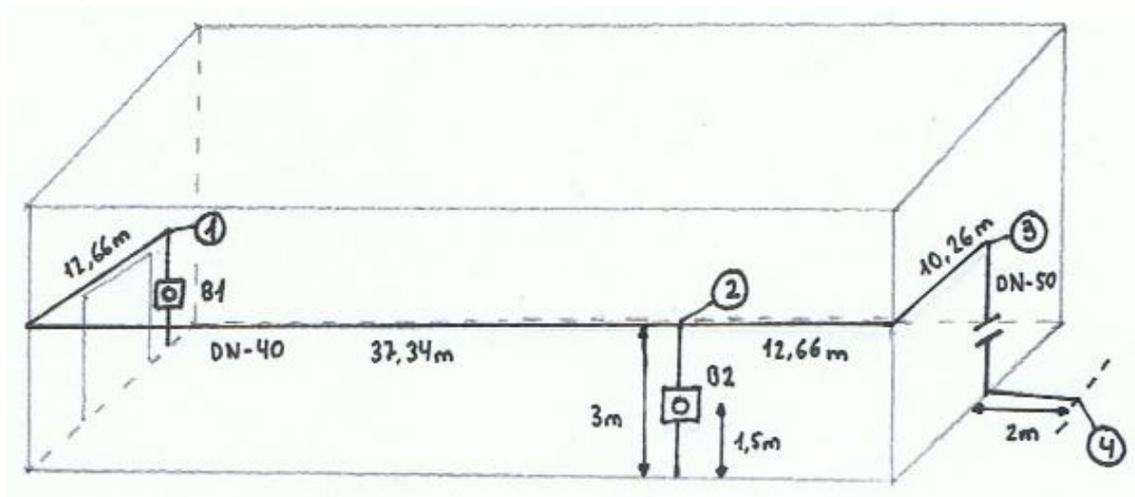


Figura 12. Croquis del diseño de la instalación de BIE

### Cálculo del caudal y la presión total de la instalación

Para el cálculo se ha utilizado la fórmula de Hazen-Williams (H&W), ya que es la más usada en instalaciones contra incendios.

En primer lugar, sabiendo que para las BIE-45 el caudal es de 200 l/min y que el RIPCI solo obliga a hacer el cálculo para las 2 BIE más desfavorables, se calcula el caudal de las BIE teórico:

$$Q_{BIE \text{ teórico}} = 200 \frac{l}{min} \cdot 2 \text{ BIE} = 400 \text{ l/min}$$

Puesto que las BIE tienen que estar funcionando durante 1 h, se multiplica el valor calculado por 60 min, para obtener el caudal total teórico:

$$Q_T \text{ teórico} = 400 \frac{l}{min} \cdot 60 \text{ min} = 24.000 \text{ litros}$$

Para que el cálculo hidráulico del caudal y presión total de la instalación real resulte más sencillo, se suele utilizar para su resolución una hoja de cálculo como la siguiente:



DIAMETRO NOMINAL: 40 mm

DIAMETRO INTERNO: 41.8 mm

CAUDAL (l/min)	P E R D I D A D E C A R G A (bar/m)			VELOCIDAD V (m/s)
	C=100	C=120	C=140	
174.0	0.02146	0.01532	0.01152	2.113
176.0	0.02192	0.01564	0.01176	2.138
178.0	0.02238	0.01597	0.01201	2.162
180.0	0.02285	0.01631	0.01226	2.186
182.0	0.02332	0.01664	0.01251	2.210
184.0	0.02380	0.01698	0.01277	2.235
186.0	0.02428	0.01733	0.01303	2.259
188.0	0.02476	0.01767	0.01329	2.283
190.0	0.02525	0.01802	0.01355	2.308
192.0	0.02575	0.01838	0.01382	2.332
194.0	0.02625	0.01873	0.01408	2.356
196.0	0.02675	0.01909	0.01435	2.380
198.0	0.02726	0.01945	0.01463	2.405
200.0	0.02777	0.01982	0.01490	2.429

Tabla 20. Tabla Hazen-Williams para DN-40

2. Respecto a accesorios y válvulas, encontramos un codo. Se toma el valor de 1,22 mm puesto que en la tabla de longitud equivalente de accesorios y válvulas, el codo roscado 90° es el más desfavorable.

Accesorios y válvulas	Longitud equivalente de la tubería recta de acero (C=120)* m										
	Diámetro nominal (mm)										
	20	25	32	40	50	65	80	100	150	200	250
Codo roscado 90° (normal)	0,63	0,77	1,04	1,22	1,46	1,89	2,37	3,04	4,30	5,67	7,42
90° Codo soldado (r/d=1,5)	0,30	0,36	0,49	0,56	0,69	0,88	1,10	1,43	2,00	2,64	3,35
Codo roscado 45° (normal)	0,34	0,40	0,55	0,66	0,76	1,02	1,27	1,61	2,30	3,05	3,99
Te roscada normal o cruz (con cambio de sentido del flujo)	1,25	1,54	2,13	2,44	2,91	3,81	4,75	6,10	8,61	11,34	14,85
Válvula de compuerta	-	-	-	-	0,38	0,51	0,63	0,81	1,13	1,50	1,97
Válvula de alarma o retención (tipo clapeta)	-	-	-	-	2,42	3,18	3,94	5,07	7,17	9,40	12,30
Válvula de alarma o retención (tipo seta)	-	-	-	-	12,08	18,91	19,71	25,46	35,88	47,27	61,85
Válvula de mariposa	-	-	-	-	2,19	2,86	3,55	4,56	6,38	8,62	9,90
Válvula de estera (asiento)	-	-	-	-	16,43	21,64	26,80	34,48	48,79	64,29	84,11

\*Estas longitudes equivalentes se pueden convertir, en su caso, para tuberías con diferentes valores C, multiplicando por los siguientes factores:  
 C 100 110 120 130 140  
 Factor 0,714 0,85 1,00 1,16 1,33

Tabla 21. Longitud equivalente de accesorios y válvulas

3. Conociendo la longitud de la tubería desde B1 al tramo 1 y la longitud equivalente (suma de las longitudes de todos los accesorios y válvulas), se

obtiene la longitud total, que multiplicada por las pérdidas, da las pérdidas de carga. Las pérdidas por altura, se obtienen dividiendo la altura de la tubería entre la gravedad ( $9,8 \approx 10 \text{ m/s}^2$ ). En este caso, puesto que el caudal va a favor de la gravedad, las pérdidas por altura se ponen en valor negativo.

- Tramo 1-2: Se calcula de la misma forma que el tramo anterior.
  - Tramo 2-3:
1. Puesto que ahora se añade un nuevo punto de descarga (B2), se calcula el caudal añadido y el nuevo caudal total siguiendo las siguientes fórmulas:

$$K_B = \frac{Q}{\sqrt{P}} = \frac{200}{\sqrt{2,904}} = 117,363$$

$$Q_{añadido} = K \cdot \sqrt{P} = 117,363 \cdot \sqrt{3,919} = 232,34 \text{ l/min}$$

$$Q_{total} = 232,34 \frac{\text{l}}{\text{min}} + 200 \frac{\text{l}}{\text{min}} = 432,34 \text{ l/min}$$

2. Una vez calculado el nuevo caudal total, se sigue el mismo procedimiento que en los tramos anteriores.
- Tramo 3-4: Se calcula igual que los tramos anteriores, teniendo en cuenta que esta vez las pérdidas por altura se ponen en valor positivo, ya que el caudal va en contra de la gravedad, y que hay que usar la tabla de Hazen-William tomando el nuevo caudal y para una tubería de 50 mm de diámetro.

DIAMETRO NOMINAL: 50 mm

DIAMETRO INTERNO: 53 mm

CAUDAL (l/min)	P E R D I D A D E C A R G A (bar/m)			VELOCIDAD V (m/s)
	C=100	C=120	C=140	
400.0	0.03150	0.02248	0.01690	3.022
405.0	0.03223	0.02301	0.01730	3.060
410.0	0.03297	0.02353	0.01769	3.097
415.0	0.03372	0.02407	0.01810	3.135
420.0	0.03448	0.02461	0.01850	3.173
425.0	0.03524	0.02515	0.01891	3.211
430.0	0.03601	0.02570	0.01932	3.248
435.0	0.03679	0.02626	0.01974	3.286

Tabla 22. Tabla Hazen-Williams para DN-50

Ya se ha obtenido el caudal y la presión total de la instalación, pero en el tramo 2-3, la velocidad supera los 5 m/s, que es la velocidad máxima admitida por el reglamento. Este problema se soluciona aumentando el diámetro del tramo 2-3 de 40 mm a 50 mm y recalculando el diseño. Una vez recalculado, la hoja de cálculos hidráulicos quedaría de la siguiente manera:

TRAMO	Cantidad de puntos de descarga	Caudales (l/min)		Ø Tubería	Accesorios y válvulas (long. equivalente)	Longitudes (ft./Mts.)		Presiones (bar)			NOTAS
		Q: Añadido	Qt: Total			M: Medida	Eq: Equivalente	T: Total	Pérdidas (Unit./m./Ft.)	Necesarias	
B1-1	1	Q= —	Qt= 200	40	1C= 1,22	M= 1,5 m	0,01982	Pt= 3 bar	1,5/10= 0,15 (negativo porque va a favor de la gravedad)	Pa= -0,15	Pc= 0,054
					Eq= 1,22	T= 2,72		2,904			
1-2	1	Q= —	Qt= 200	40	1C= 1,22	M= 50 m	0,01982	Pt= 2,904	Pa= —	Pc= 1,015	3,919
					Eq= 1,22	T= 51,22					
2-3	2	Q= 232,34	Qt= 432,34	50	2C= 2,92	M= 22,92 m	0,02626	Pt= 3,919	K <sub>q</sub> =Q/vP=200/v2,904= 117,363	Q=K·vP=117,363·v3,919= 232,34 l/min	4,597
					Eq= 2,92	T= 25,84					
3-4	2	Q= —	Qt= 432,34	50	1V= 16,43	M= 5 m	0,02626	Pt= 4,597	3/10= 0,3 (positivo porque va en contra de la gravedad)	Pa= +0,3	Pc= 0,6775
					1C= 1,46	Eq= 20,8		T= 25,8			

Tabla 23. Cálculo hidráulico de la instalación rediseñada

$$Q_{BIE\ real} = 432,34\ l/min$$

$$P_{instalación} = 5,57\ bar$$

Por tanto, la reserva total o depósito para el diseño real sería de:

$$R_{T\ BIE} = Q_{BIE\ real} \cdot 60 = 432,34 \cdot 60\ min = 25.940,4\ litros$$

### 3.8. Sistemas de columna seca

Según el apartado 10 del Anexo III del RSCIEI, deberán instalarse sistemas de columna seca en los establecimientos industriales si son de riesgo intrínseco medio o alto y su altura máxima de evacuación es de 15 m o superior.

Puesto que la nave industrial objeto de estudio tiene una altura de evacuación a nivel del suelo, **no será obligatorio instalar sistemas de columna seca.**

### 3.9. Sistemas de rociadores automáticos de agua

El apartado 11 del Anexo III del RSCIEI, dice que se instalarán sistemas de rociadores automáticos de agua en los sectores de incendio de los establecimientos industriales en los que se desarrollen actividades de almacenamiento si:

1. Están ubicados en edificios de tipo A, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 300 m<sup>2</sup> o superior.
2. Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 1500 m<sup>2</sup> o superior.
3. Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 800 m<sup>2</sup> o superior.
4. Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 2000 m<sup>2</sup> o superior.
5. Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 1000 m<sup>2</sup> o superior.

Puesto que la nave industrial estudiada es un edificio de Tipo C, con nivel de riesgo intrínseco medio y una superficie útil de 1026 m<sup>2</sup> < 2000 m<sup>2</sup>, **no será obligatorio instalar sistemas de rociadores automáticos de agua.**

### 3.10. Sistemas de agua pulverizada

Según el RSCIEI, deberán instalarse sistemas de agua pulverizada cuando por la configuración, contenido, proceso y ubicación del riesgo sea necesario refrigerar partes de este para asegurar la estabilidad de su estructura, y evitar los efectos del calor de radiación emitido por otro riesgo cercano.

Y en aquellos sectores de incendio y áreas de incendio donde sea preceptiva su instalación de acuerdo con las disposiciones vigentes que regulan la protección contra incendios en actividades industriales sectoriales o específicas (Artículo 1 del RSCIEI).

Debido a que en la nave industrial objeto de estudio no es necesario refrigerar ninguna parte para asegurar la estabilidad de la estructura y las actividades de almacenamiento realizadas en la nave no se corresponden con las especificadas en el Artículo 1 del R.D. 2267/2004, **no será necesario instalar sistemas de agua pulverizada** en este caso.

### 3.11. Sistemas de espuma física

Según el Anexo III del R.D. 2267/2004, se instalarán sistemas de espuma física en aquellos sectores de incendio y áreas de incendio donde sea preceptiva su instalación de acuerdo con las disposiciones vigentes que regulan la protección contra incendios en actividades industriales, sectoriales o específicas (Artículo 1 del RSCIEI) y, en general, cuando existan áreas de un sector de incendio en las que se manipulan líquidos inflamables que, en caso de incendios, puedan propagarse a otros sectores.

Puesto que las actividades de almacenamiento realizadas en la nave no se corresponden con las especificadas en el Artículo 1 del R.D. 2267/2004, **no será obligatorio instalar sistemas de espuma física.**

### 3.12. Sistemas de extinción por polvo

El R.D. 2267/2004 obliga a instalar sistemas de extinción por polvo en aquellos sectores de incendio donde sea preceptiva su instalación de acuerdo con las disposiciones vigentes que regulan la protección contra incendios en actividades industriales sectoriales o específicas (Artículo 1 del RSCIEI).

Ya que las actividades de almacenamiento realizadas en la nave no se corresponden con las especificadas en el Artículo 1 del R.D. 2267/2004, **tampoco será obligatorio instalar sistemas de extinción por polvo.**

### 3.13. Sistemas de extinción por agentes extintores gaseosos

El RSCIEI afirma que se deberán instalar sistemas de extinción por agentes extintores gaseosos en los sectores de incendio de los establecimientos industriales cuando:

- a) Sea preceptiva su instalación de acuerdo con las disposiciones vigentes que regulan la protección contra incendios en actividades industriales sectoriales o específicas (Artículo 1 del RSCIEI).

- b) Constituyan recintos donde se ubiquen equipos electrónicos, centros de cálculo, bancos de datos, centros de control o medida y análogos y la protección con sistemas de agua pueda dañar dichos equipos.

Puesto que la nave industrial estudiada está destinada al almacenamiento de equipos electrónicos, se hace indispensable el uso de agentes extintores no conductores de la electricidad para evitar cualquier tipo de daño a los aparatos almacenados. Pero como ya se nombró en apartados anteriores, la nave industrial estará protegida con extintores de polvo seco, por lo que **no será necesario el uso de sistemas de extinción por agentes extintores gaseosos.**

### 3.14. Alumbrado de emergencia de vías de evacuación

Según el apartado 16.1 del Anexo III del R.D. 2267/2004, contarán con una instalación de alumbrado de emergencia de las vías de evacuación los sectores de incendio de los edificios industriales cuando:

- a) Estén situados en planta bajo rasante.
- b) Estén situados en cualquier planta sobre rasante, cuando la ocupación, P, sea igual o mayor de 10 personas y sean de riesgo intrínseco medio o alto.
- c) En cualquier caso, cuando la ocupación, P, sea igual o mayor de 25 personas.

La nave estudiada tiene una ocupación de 26 personas (calculado en el apartado 2.6. correspondiente con la evacuación de los establecimientos industriales). Por tanto, **será necesaria una instalación de sistemas de alumbrado de emergencia de las vías de evacuación.**

### 3.15. Sistemas de alumbrado de emergencia

Según el apartado 16.1 del Anexo III del R.D. 2267/2004, contarán con una instalación de alumbrado de emergencia:

- a) Los locales o espacios donde estén instalados cuadros, centros de control o mandos de las instalaciones técnicas de servicios (citadas en el anexo II.8 [i.e. II.9] del RSCIEI) o de los procesos que se desarrollan en el establecimiento industrial.

- b) Los locales o espacios donde estén instalados los equipos centrales o los cuadros de control de los sistemas de protección contra incendios.

Por lo tanto, en la nave estudiada **deberemos instalar un sistema de alumbrado de emergencia**, y cumplir las siguientes condiciones en base al RSCIEI:

- a) Será fija, estará provista de fuente propia de energía y entrará automáticamente en funcionamiento al producirse un fallo del 70 por ciento de su tensión nominal de servicio.
- b) Mantendrá las condiciones de servicio durante una hora, como mínimo, desde el momento en que se produzca el fallo.
- c) Proporcionará una iluminancia de un lx, como mínimo, en el nivel del suelo en los recorridos de evacuación.
- d) La iluminancia será, como mínimo, de cinco lx en los espacios definidos en el apartado 16.2 de del Anexo III del RSCIEI.
- e) La uniformidad de la iluminación proporcionada en los distintos puntos de cada zona será tal que el cociente entre la iluminancia máxima y la mínima sea menor que 40.
- f) Los niveles de iluminación establecidos deben obtenerse considerando nulo el factor de reflexión de paredes y techos y contemplando un factor de mantenimiento que comprenda la reducción del rendimiento luminoso debido al envejecimiento de las lámparas y a la suciedad de las luminarias.

El Anexo IV del R.D. 485/1997 nos habla de las características y requisitos que deben cumplir las señales luminosas. Estas características son:

- 1) La luz emitida por la señal deberá provocar un contraste luminoso apropiado respecto a su entorno, en función de las condiciones de uso previstas. Su intensidad deberá asegurar su percepción, sin llegar a producir deslumbramientos.
- 2) La superficie luminosa que emita una señal podrá ser de color uniforme, o llevar un pictograma sobre un fondo determinado. En el primer caso, el color deberá ajustarse a lo dispuesto en el apartado 1 del Anexo II del R.D. 485/1997; en el segundo caso, el pictograma deberá respetar las reglas aplicables a las

señales en forma de panel definidas en el Anexo III de este mismo R.D 485/1997.

- 3) Si un dispositivo puede emitir una señal tanto continua como intermitente, la señal intermitente se utilizará para indicar, con respecto a la señal continua, un mayor grado de peligro o una mayor urgencia de la acción requerida.
- 4) No se utilizarán al mismo tiempo dos señales luminosas que puedan dar lugar a confusión, ni una señal luminosa cerca de otra emisión luminosa apenas diferente.

Cuando se utilice una señal luminosa intermitente, la duración y frecuencia de los destellos deberán permitir la correcta identificación del mensaje, evitando que pueda ser percibida como continua o confundida con otras señales luminosas.

- 5) Los dispositivos de emisión de señales luminosas para uso en caso de peligro grave deberán ser objeto de revisiones especiales o ir provistos de una bombilla auxiliar.

### 3.16. Señalización

El apartado 16.1 del Anexo III del R.D. 2267/2004, afirma que se deberán señalar las salidas de uso habitual o de emergencia, así como la de los medios de protección contra incendios de utilización manual, cuando no sean fácilmente localizables desde algún punto de la zona protegida, teniendo en cuenta lo dispuesto en el Reglamento de señalización de los centros de trabajo, aprobado por el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

En la nave objeto de estudio **se señalarán tanto las salidas como los medios de protección contra incendios de utilización manual**, con señales fotoluminiscentes homologadas que cumplan con los requerimientos exigidos en las normas UNE 23033, UNE 23034, UNE 23035 y en el R.D. 485/1997.

El Anexo I del R.D. 485/1997 correspondiente con las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo, afirma que la elección del tipo de señal y del número y emplazamiento de las señales o dispositivos de

señalización a utilizar en cada caso se realizará de forma que la señalización resulte lo más eficaz posible, teniendo en cuenta:

- a) Las características de la señal.
- b) Los riesgos, elementos o circunstancias que hayan de señalizarse.
- c) La extensión de la zona a cubrir.
- d) El número de trabajadores afectados.

La eficacia de la señalización no deberá resultar disminuida por la concurrencia de señales o por otras circunstancias que dificulten su percepción o comprensión y deberá permanecer en tanto persista la situación que la motiva.

Los medios y dispositivos de señalización deberán ser, según los casos, limpiados, mantenidos y verificados regularmente, y reparados o sustituidos cuando sea necesario, de forma que conserven en todo momento sus cualidades intrínsecas y de funcionamiento.

Según el Anexo II del R.D. 485/1997, los colores de seguridad para la señalización serán:

Color	Significado	Indicaciones y precisiones
Rojo.	Señal de prohibición.	Comportamientos peligrosos.
	Peligro-alarma.	Alto, parada, dispositivos de desconexión de emergencia.Evacuación.
	Material y equipos de lucha contra incendios.	Identificación y localización.
Amarillo o amarillo anaranjado.	Señal de advertencia.	Atención, precaución.Verificación.
Azul.	Señal de obligación.	Comportamiento o acción específica. Obligación de utilizar un equipo de protección individual.
Verde.	Señal de salvamento o de auxilio.	Puertas, salidas, pasajes, material, puestos de salvamento o de socorro, locales.
	Situación de seguridad.	Vuelta a la normalidad.

**Tabla 24. Colores de seguridad**

En el caso de que el color de fondo sobre el que tenga que aplicarse el color de seguridad pueda dificultar la percepción de este último, se utilizará un color de contraste que enmarque o se alterne con el de seguridad, de acuerdo con la siguiente tabla:

Color de seguridad	Color de contraste
Rojo	Blanco.
Amarillo o amarillo anaranjado	Negro.
Azul	Blanco.
Verde	Blanco.

Tabla 25. Colores de contraste

Las señales relativas a los equipos de lucha contra incendios deberán tener una forma rectangular o cuadrada y el pictograma deberá ser blanco y estar sobre fondo rojo (el rojo deberá cubrir como mínimo el 50 por 100 de la superficie de la señal).



Figura 13. Señales de equipos de lucha contra incendios

En cambio, el pictograma de las señales de salvamento o socorro deberá ser blanco y estar sobre un fondo verde (el verde deberá cubrir como mínimo el 50 por 100 de la superficie de la señal).



Figura 14. Señales de salvamento o socorro

### 3.17. Cuadro resumen de la dotación contra incendios de la nave industrial

Sistemas automáticos de detección de incendio	NO
Sistemas manuales de alarma de incendio	SI
Sistemas de comunicación de alarma	NO
Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios	SI
Sistemas de hidrantes exteriores	NO
Extintores de incendio	SI
Sistemas de bocas de incendio equipadas	SI
Sistemas de columna seca	NO
Sistemas de rociadores automáticos de agua	NO
Sistemas de agua pulverizada	NO
Sistemas de espuma física	NO
Sistemas de extinción por polvo	NO
Sistemas de extinción por agentes extintores gaseosos	NO
Alumbrado de emergencia de vías de evacuación	SI
Sistemas de alumbrado de emergencia	SI
Señalización	SI

Tabla 26. Cuadro resumen de la dotación contra incendios de la nave industrial

# -CAPÍTULO 3-

## PLANOS

---



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



**Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño**

<b>CAPÍTULO 3: PLANOS.....</b>	<b>72</b>
1. Plano de situación .....	72
2. Plano de emplazamiento .....	73
3. Planta de la nave industrial.....	74
4. Plano de conjunto .....	75
5. Instalación PCI de la nave .....	76
6. Vías de evacuación y señalización contra incendios.....	77



PROYECTO: DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS EN UNA NAVE INDUSTRIAL		Fecha: 09/05/2019
Autor: Sergio Rechi I.T.I. precolegiado no 50097		Escala: <b>1:10000</b>
Plano: <b>PLANO DE SITUACIÓN</b>		Plano N° <b>01</b>



PROYECTO:  
 DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN CONTRA  
 INCENDIOS EN UNA NAVE INDUSTRIAL

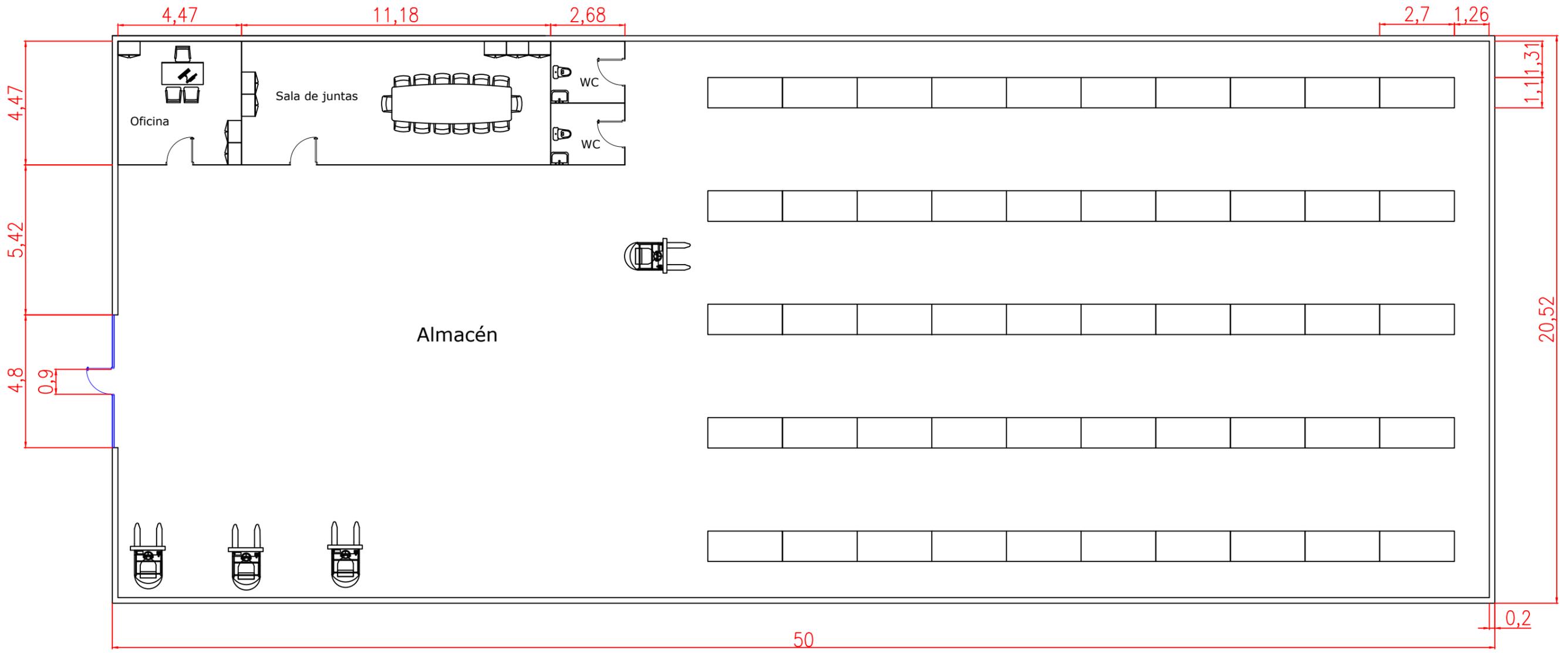
Fecha:  
 09/05/2019

Escala:  
**1:1000**

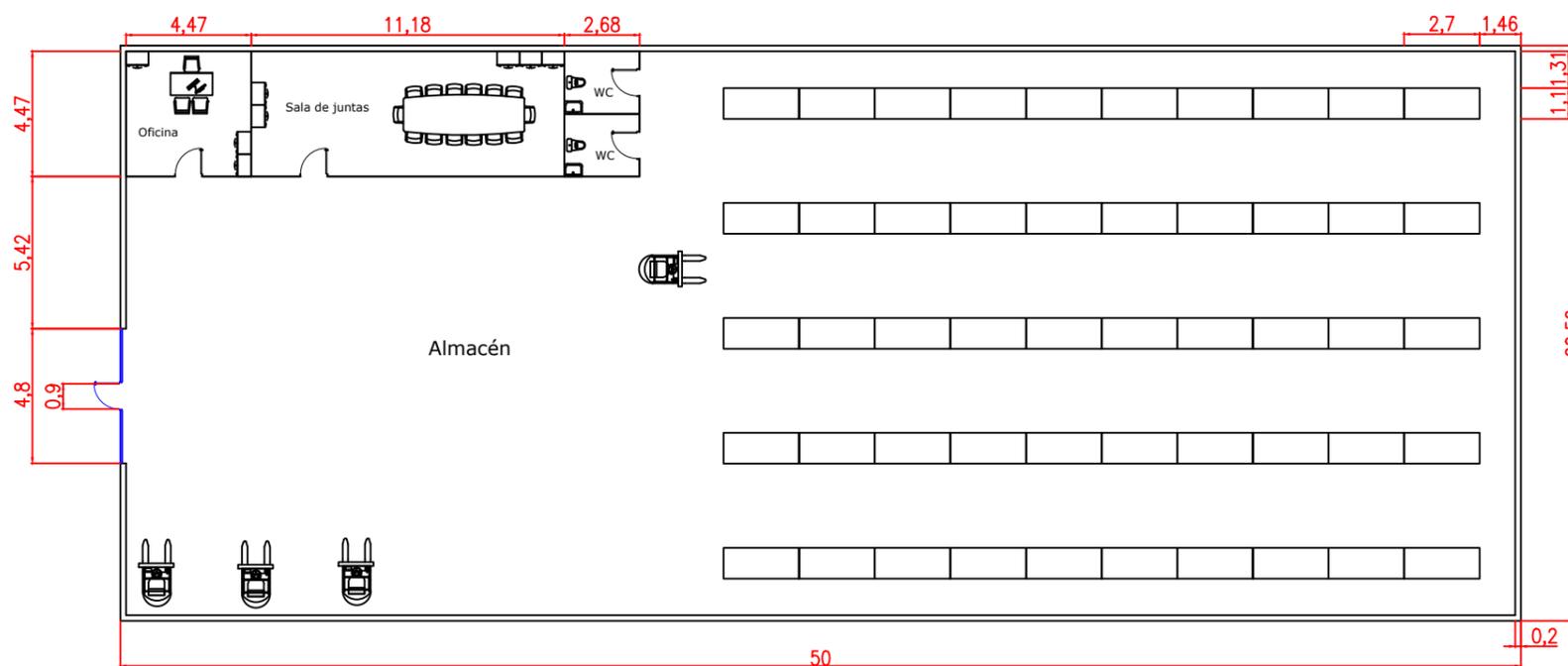
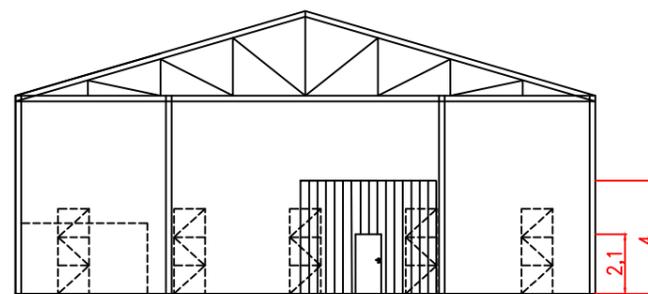
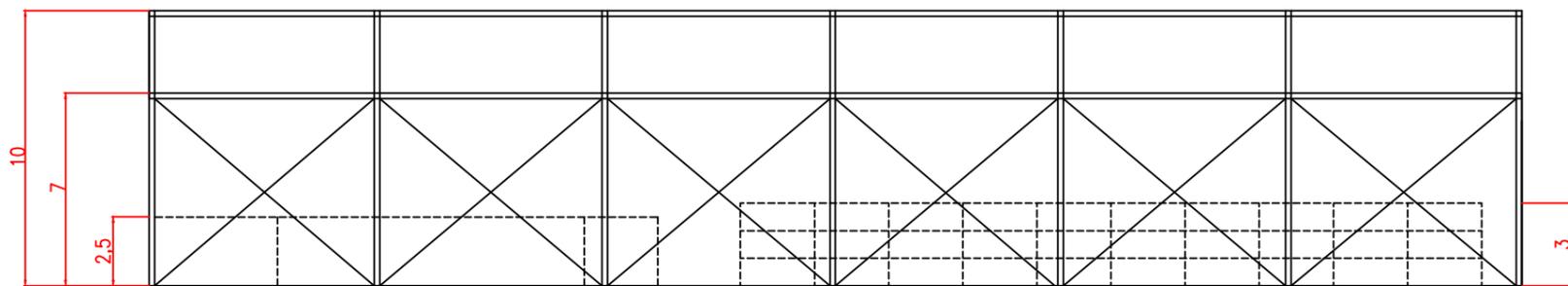
Autor: Sergio Rechi  
 I.T.I. precolegiado  
 nº 50097

Plano:  
**PLANO DE EMPLAZAMIENTO**

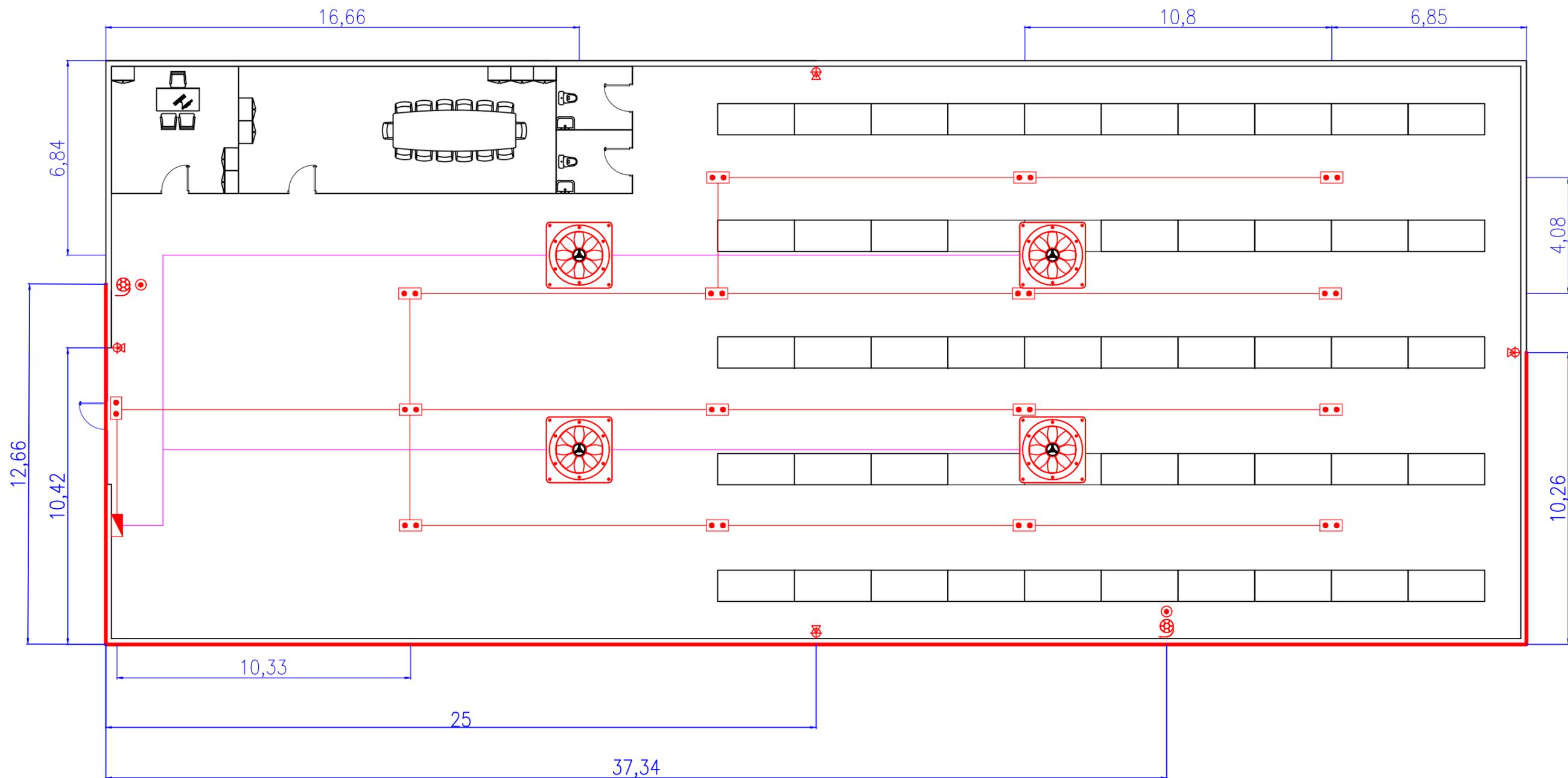
Plano Nº  
**02**



<b>PROYECTO:</b> DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS EN UNA NAVE INDUSTRIAL		Fecha: 23/05/2019
		Escala: <b>1:150</b>
Autor: Sergio Rechi I.T.I. precolegiado nº 50097	Plano: <b>PLANTA DE LA NAVE INDUSTRIAL</b>	Plano Nº <b>03</b>



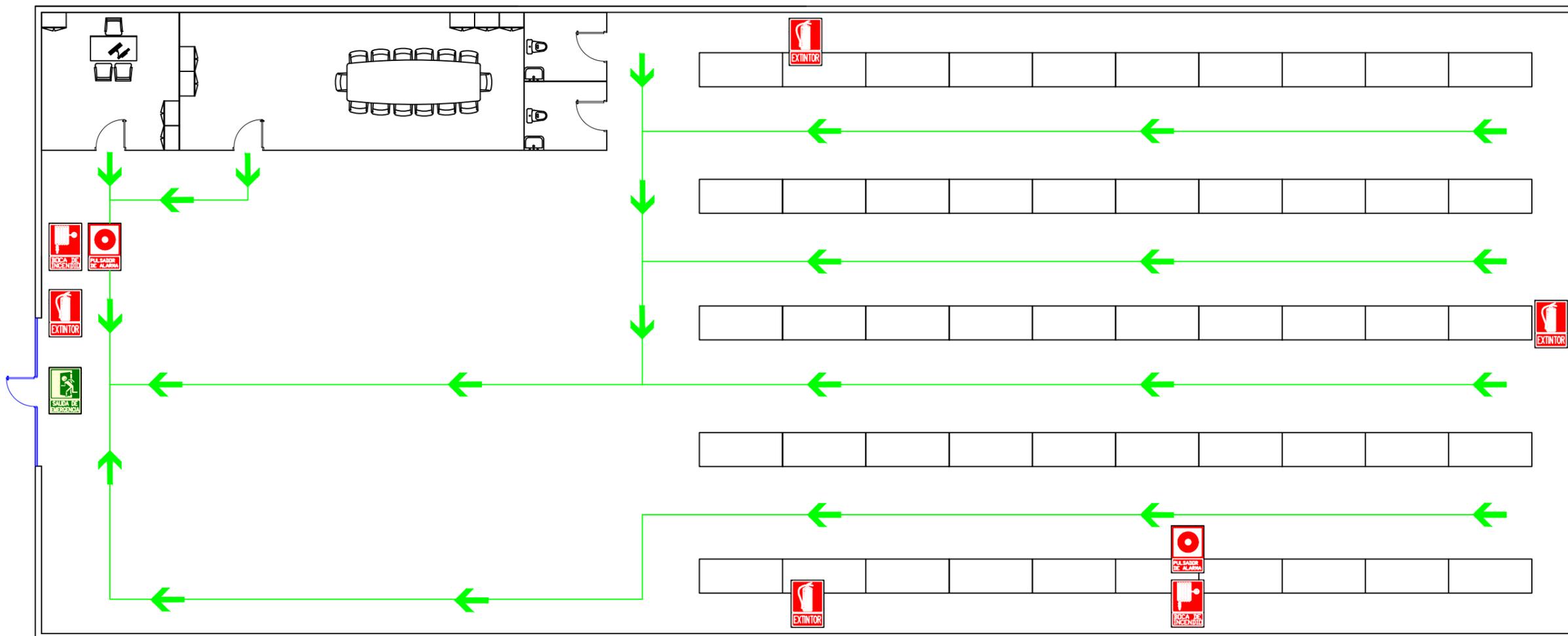
PROYECTO: DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS EN UNA NAVE INDUSTRIAL		Fecha: 26/05/2019
		Escala: <b>1:250</b>
Autor: Sergio Rechi I.T.I. precolegiado nº 50097	Plano: <b>PLANO DE CONJUNTO</b>	Plano Nº <b>04</b>



**LEYENDA:**

	CUADRO ELÉCTRICO
	BOCA DE INCENDIO EQUIPADA
	PULSADOR MANUAL DE ALARMA DE INCENDIO
	LUMINARIA DE EMERGENCIA
	EXTINTOR DE POLVO SECO 21A113B
	EXTRACTOR DE HUMOS

<b>PROYECTO:</b> DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS EN UNA NAVE INDUSTRIAL		Fecha: 27/05/2019
		Escala: <b>1:150</b>
Autor: Sergio Rechi I.T.I. precolegiado nº 50097	Plano: <b>INSTALACIÓN PCI DE LA NAVE</b>	Plano Nº <b>05</b>



LEYENDA:	
	SEÑAL EXTINTOR DE INCENDIOS
	SEÑAL BOCA DE INCENDIO EQUIPADA
	SEÑAL PULSADOR MANUAL DE ALARMA DE INCENDIO
	SEÑAL SALIDA DE EMERGENCIA
	PUNTO DE REUNIÓN
	RECORRIDO DE EVACUACIÓN

<b>PROYECTO:</b> DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS EN UNA NAVE INDUSTRIAL		Fecha: 28/05/2019
Autor: Sergio Rechi I.T.I. precolegiado nº 50097		Escala: <b>1:150</b>
Plano: VÍAS DE EVACUACIÓN Y SEÑALIZACIÓN CONTRA INCENDIOS		Plano Nº <b>06</b>

# -CAPÍTULO 4-

## PLIEGO DE CONDICIONES

---



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



**Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño**

<b>CAPÍTULO 4: PLIEGO DE CONDICIONES.....</b>	<b>80</b>
1. Disposiciones generales .....	80
1.1. Naturaleza y objeto del pliego general .....	80
1.2. Documentación del contrato de obra .....	80
2. Disposiciones facultativas .....	80
2.1. Delimitación general de funciones técnicas .....	81
2.2. De las obligaciones y derechos generales del contratista .....	88
2.3. Responsabilidad civil de los agentes que intervienen en el proceso de la edificación .....	91
2.4. Prescripciones generales relativas a los trabajos, a los materiales y a los medios auxiliares.....	94
2.5. De las recepciones de edificios y obras ajenas .....	99
3. Disposiciones económicas .....	104
3.1. Principio general.....	104
3.2. Fianzas .....	105
3.3. De los precios .....	106
3.4. Obras por administración.....	110
3.5. Valoración y abono de los trabajos .....	113
3.6. Indemnizaciones mutuas .....	118
3.7. Varios.....	119
4. Condiciones técnicas.....	122
4.1. Condiciones técnicas generales .....	123
4.2. Especificaciones técnicas de la instalación de protección contra incendios .	123

## **CAPÍTULO 4: PLIEGO DE CONDICIONES**

### **1. Disposiciones generales**

#### **1.1. Naturaleza y objeto del pliego general**

Artículo 1.- El presente pliego general de condiciones tiene carácter supletorio del pliego de condiciones particulares del proyecto.

Ambos, como parte del proyecto, tienen por finalidad regular la ejecución de las obras fijando los niveles técnicos y de calidad exigibles, precisando las intervenciones que corresponden, según el contrato y con arreglo a la legislación aplicable, al promotor o dueño de la obra, al contratista o constructor de la misma, sus técnicos y encargados, al ingeniero o ingeniero técnico y a los laboratorios y entidades de control de calidad, así como las relaciones entre todos ellos y sus correspondientes obligaciones en orden al cumplimiento del contrato de obra.

#### **1.2. Documentación del contrato de obra**

Artículo 2.- Integran el contrato los siguientes documentos relacionados por orden de prelación en cuanto al valor de sus especificaciones en caso de omisión o aparente contradicción:

1. Las condiciones fijadas en el propio documento de contrato de empresa o arrendamiento de obra, si existiera.
2. El pliego de condiciones particulares.
3. El presente pliego general de condiciones.
4. El resto de la documentación de proyecto (memoria, planos y presupuesto).

Las órdenes e instrucciones de la dirección facultativa de la obra se incorporan al proyecto como interpretación, complemento o precisión de sus determinaciones. En cada documento, las especificaciones literales prevalecen sobre las gráficas y en los planos, la cota prevalece sobre la medida a escala.

### **2. Disposiciones facultativas**

## 2.1. Delimitación general de funciones técnicas

### Artículo 3.- Ámbito de aplicación de la L.O.E.

La Ley de Ordenación de la Edificación es de aplicación al proceso de la edificación, entendiéndose por tal la acción y el resultado de construir un edificio de carácter permanente, público o privado, cuyo uso principal esté comprendido en los siguientes grupos: Administrativo, sanitario, religioso, residencial en todas sus formas, docente y cultural. Aeronáutico; agropecuario; de la energía; de la hidráulica; minero; de telecomunicaciones (referido a la ingeniería de las telecomunicaciones); del transporte terrestre, marítimo, fluvial y aéreo; forestal; industrial; naval; de la ingeniería de saneamiento e higiene, y accesorio a las obras de ingeniería y su explotación.

Todas las demás edificaciones cuyos usos no estén expresamente relacionados en los grupos anteriores.

Cuando el proyecto a realizar tenga por objeto la construcción de edificios para los usos indicados en el grupo a) la titulación académica y profesional habilitante será la de arquitecto.

Cuando el proyecto a realizar tenga por objeto la construcción de edificios para los usos indicados en el grupo b) la titulación académica y profesional habilitante, con carácter general, será la de ingeniero, ingeniero técnico o arquitecto y vendrá determinada por las disposiciones legales vigentes para cada profesión, de acuerdo con sus respectivas especialidades y competencias específicas.

Cuando el proyecto a realizar tenga por objeto la construcción de edificios para los usos indicados en el grupo c) la titulación académica y profesional habilitante será la de arquitecto, arquitecto técnico, ingeniero o ingeniero técnico y vendrá determinada por las disposiciones legales vigentes para cada profesión, de acuerdo con sus especialidades y competencias específicas.

### **EL PROMOTOR**

Será Promotor cualquier persona, física o jurídica, pública o privada, que, individual o colectivamente decide, impulsa, programa o financia, con recursos propios o ajenos, las obras de edificación para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título. Son obligaciones del promotor:

- Ostentar sobre el solar la titularidad de un derecho que le faculte para construir en él.
- Facilitar la documentación e información previa necesaria para la redacción del proyecto, así como autorizar al director de obra las posteriores modificaciones del mismo.
- Gestionar y obtener las preceptivas licencias y autorizaciones administrativas, así como suscribir el acta de recepción de la obra. Designará al Coordinador de Seguridad y Salud para el proyecto y la ejecución de la obra.
- Suscribir los seguros previstos en la Ley de Ordenación de la Edificación.
- Entregar al adquirente, en su caso, la documentación de obra ejecutada, o cualquier otro documento exigible por las administraciones competentes.

## **EL PROYECTISTA**

Artículo 4.- Son obligaciones del proyectista (art. 10 de la L.O.E.):

- Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante de ingeniero o ingeniero técnico, según corresponda, y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión. En caso de personas jurídicas, designar al técnico redactor del proyecto que tenga la titulación profesional habilitante.
- Redactar el proyecto con sujeción a la normativa vigente y a lo que se haya establecido en el contrato y entregarlo, con los visados que en su caso fueran preceptivos.
- Acordar, en su caso, con el promotor la contratación de colaboraciones parciales.

## **EL CONSTRUCTOR**

Artículo 5.- Son obligaciones del constructor (art. 11 de la L.O.E.):

- Ejecutar la obra con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra, a fin de alcanzar la calidad exigida en el proyecto.
- Tener la titulación o capacitación profesional que habilita para el cumplimiento de las condiciones exigibles para actuar como constructor.
- Designar al jefe de obra que asumirá la representación técnica del constructor en la obra y que por su titulación o experiencia deberá tener la capacitación adecuada de acuerdo con las características y la complejidad de la obra.
- Asignar a la obra los medios humanos y materiales que su importancia requiera.
- Organizar los trabajos de construcción, redactando los planes de obra que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- Elaborar el Plan de Seguridad y Salud de la obra en aplicación del estudio correspondiente, y disponer, en todo caso, la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad y salud en el trabajo.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, y en su caso de la dirección facultativa.
- Formalizar las subcontrataciones de determinadas partes o instalaciones de la obra dentro de los límites establecidos en el contrato.
- Firmar el acta de replanteo o de comienzo y el acta de recepción de la obra.
- Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción. A tal efecto, ostenta la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordina las intervenciones de los subcontratistas.
- Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción del aparejador o ingeniero

técnico, los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.

- Custodiar los libros de órdenes y seguimiento de la obra, así como los de seguridad y salud y el del control de calidad, éstos si los hubiere, y dar el enterado a las anotaciones que en ellos se practiquen.
- Facilitar al aparejador o ingeniero técnico con antelación suficiente, los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- Suscribir con el Promotor las actas de recepción provisional y definitiva.
- Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.
- Facilitar al director de obra los datos necesarios para la elaboración de la documentación de la obra ejecutada.
- Facilitar el acceso a la obra a los laboratorios y entidades de control de calidad contratados y debidamente homologados para el cometido de sus funciones.
- Suscribir las garantías por daños materiales ocasionados por vicios y defectos de la construcción previstas en el Art. 19 de la L.O.E.

## **EL DIRECTOR DE OBRA**

Artículo 6.- Corresponde al director de obra:

- Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante de ingeniero, ingeniero técnico, según corresponda y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión. En caso de personas jurídicas, designar al técnico director de obra que tenga la titulación profesional habilitante.
- Verificar el replanteo y la adecuación de la cimentación y de la estructura proyectada a las características geotécnicas del terreno.
- Dirigir la obra coordinándola con el proyecto de ejecución, facilitando su interpretación técnica, económica y estética.
- Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan en la obra y consignar en el

Libro de Órdenes y Asistencias las instrucciones precisas para la correcta interpretación del proyecto.

- Elaborar, a requerimiento del promotor o con su conformidad, eventuales modificaciones del proyecto, que vengan exigidas por la marcha de la obra siempre que las mismas se adapten a las disposiciones normativas contempladas y observadas en la redacción del proyecto.
- Coordinar, junto al aparejador o arquitecto técnico, el programa de desarrollo de la obra y el proyecto de control de calidad de la obra, con sujeción al Código Técnico de la Edificación y a las especificaciones del proyecto.
- Comprobar, junto al aparejador o arquitecto técnico, los resultados de los análisis e informes realizados por laboratorios y/o entidades de control de calidad.
- Coordinar la intervención en obra de otros técnicos que, en su caso, concurran a la dirección con función propia en aspectos de su especialidad.
- Dar conformidad a las certificaciones parciales de obra y la liquidación final.
- Suscribir el acta de replanteo o de comienzo de obra y el certificado final de obra, así como conformar las certificaciones parciales y la liquidación final de las unidades de obra ejecutadas, con los visados que en su caso fueran preceptivos.
- Asesorar al promotor durante el proceso de construcción y especialmente en el acto de la recepción.
- Preparar con el contratista, la documentación gráfica y escrita del proyecto definitivamente ejecutado para entregarlo al Promotor. A dicha documentación se adjuntará, al menos, el acta de recepción, la relación identificativa de los agentes que han intervenido durante el proceso de edificación, así como la relativa a las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio y sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación. Esta documentación constituirá el Libro del Edificio, y será entregada a los usuarios finales del edificio.

## **EL DIRECTOR DE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA**

Artículo 7.- Corresponde al aparejador o arquitecto técnico la dirección de la ejecución de la obra, que formando parte de la dirección facultativa, asume la función técnica de dirigir la ejecución material de la obra y de controlar cualitativa y cuantitativamente la construcción y la calidad de lo edificado. Siendo sus funciones específicas:

- Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión. En caso de personas jurídicas, designar al técnico director de la ejecución de la obra que tenga la titulación profesional habilitante.
- Redactar el documento de estudio y análisis del proyecto para elaborar los programas de organización y de desarrollo de la obra.
- Planificar, a la vista del proyecto arquitectónico, del contrato y de la normativa técnica de aplicación, el control de calidad y económico de las obras.
- Redactar, cuando se le requiera, el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra y aprobar el Proyecto de Seguridad y Salud para la aplicación del mismo.
- Redactar, cuando se le requiera, el proyecto de control de calidad de la edificación, desarrollando lo especificado en el proyecto de ejecución.
- Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del ingeniero y del constructor.
- Comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y medidas de seguridad y salud en el trabajo, controlando su correcta ejecución.
- Realizar o disponer las pruebas y ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el plan de control, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva de acuerdo con el proyecto y la normativa técnica aplicable. De los resultados informará puntualmente al constructor, impartiendo, en su caso, las órdenes oportunas; de no resolverse la contingencia adoptará las medidas que corresponda dando cuenta al ingeniero.

- Realizar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad, según las relaciones establecidas, a las certificaciones valoradas y a la liquidación final de la obra.
- Verificar la recepción en obra de los productos de construcción, ordenando la realización de ensayos y pruebas precisas.
- Dirigir la ejecución material de la obra comprobando los replanteos, los materiales, la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, de acuerdo con el proyecto y con las instrucciones del director de obra.
- Consignar en el libro de órdenes y asistencias las instrucciones precisas.
- Suscribir el acta de replanteo o de comienzo de obra y el certificado final de obra, así como elaborar y suscribir las certificaciones parciales y la liquidación final de las unidades de obra ejecutadas.
- Colaborar con los restantes agentes en la elaboración de la documentación de la obra ejecutada, aportando los resultados del control realizado.

#### **LAS ENTIDADES Y LOS LABORATORIOS DE CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN**

Artículo 8.- Las entidades de control de calidad de la edificación prestan asistencia técnica en la verificación de la calidad del proyecto, de los materiales y de la ejecución de la obra y sus instalaciones de acuerdo con el proyecto y la normativa aplicable.

Los laboratorios de ensayos para el control de calidad de la edificación prestan asistencia técnica, mediante la realización de ensayos o pruebas de servicio de los materiales, sistemas o instalaciones de una obra de edificación. Son obligaciones de las entidades y de los laboratorios de control de calidad (art. 14 de la L.O.E.):

- Prestar asistencia técnica y entregar los resultados de su actividad al agente autor del encargo y, en todo caso, al director de la ejecución de las obras.
- Justificar la capacidad suficiente de medios materiales y humanos necesarios para realizar adecuadamente los trabajos contratados, en su caso, a través de la correspondiente acreditación oficial otorgada por las Comunidades Autónomas con competencia en la materia.

## **2.2. De las obligaciones y derechos generales del contratista**

### **VERIFICACIÓN DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO**

Artículo 9.- Antes de dar comienzo a las obras, el constructor consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada, o en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.

### **PLAN DE SEGURIDAD E HIGIENE**

Artículo 10.- El constructor, a la vista del proyecto de ejecución conteniendo, en su caso, el Estudio de Seguridad e Higiene, presentará el Plan de Seguridad e Higiene de la obra a la aprobación del aparejador o arquitecto técnico de la dirección facultativa.

### **PROYECTO DE CONTROL DE CALIDAD**

Artículo 11.- El constructor tendrá a su disposición el proyecto de control de calidad, si para la obra fuera necesario, en el que se especificarán las características y requisitos que deberán cumplir los materiales y unidades de obra, y los criterios para la recepción de los materiales, según estén avalados o no por sellos marcas e calidad; ensayos, análisis y pruebas a realizar, determinación de lotes y otros parámetros definidos en el proyecto por el arquitecto o aparejador de la dirección facultativa.

### **OFICINA EN LA OBRA**

Artículo 12.- El constructor habilitará en la obra una oficina en la que existirá una mesa o tablero adecuado, en el que puedan extenderse y consultarse los planos. En dicha oficina tendrá siempre el contratista a disposición de la dirección facultativa:

- El proyecto de ejecución completo, incluidos los complementos que en su caso redacte el arquitecto.
- La licencia de obras.
- El libro de órdenes y asistencia.
- El reglamento y ordenanza de seguridad y salud en el trabajo.

- La documentación de los seguros suscritos por el constructor. Dispondrá además el constructor una oficina para la dirección facultativa, convenientemente acondicionada para que en ella se pueda trabajar con normalidad a cualquier hora de la jornada.

### **REPRESENTACIÓN DEL CONTRATISTA. JEFE DE OBRA**

Artículo 13.- El constructor viene obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá el carácter de jefe de obra de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas decisiones competan a la contrata.

Serán sus funciones las del constructor según se especifica en el artículo 5.

El pliego de condiciones particulares determinará el personal facultativo o especialista que el constructor se obligue a mantener en la obra como mínimo, y el tiempo de dedicación comprometido.

El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al Arquitecto para ordenar la paralización de las obras sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

### **PRESENCIA DEL CONSTRUCTOR EN LA OBRA**

Artículo 14.- El jefe de obra, por si o por medio de sus técnicos, o encargados estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará al aparejador en las visitas que hagan a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándoles los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

### **TRABAJOS NO ESTIPULADOS EXPRESAMENTE**

Artículo 15.- Es obligación de la contrata el ejecutar cuando sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle expresamente determinado en los documentos de proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu

y recta interpretación, lo disponga el ingeniero dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

En defecto de especificación en el pliego de condiciones particulares, se entenderá que requiere reformado de proyecto con consentimiento expreso de la propiedad, promotor, toda variación que suponga incremento de precios de alguna unidad de obra en más del 20% o del total del presupuesto en más de un 10%.

### **INTERPRETACIONES, ACLARACIONES Y MODIFICACIONES DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO**

Artículo 16.- El constructor podrá requerir del aparejador, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los pliegos de condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al constructor, estando éste obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba tanto del aparejador como del ingeniero.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuno hacer el constructor, habrá de dirigirla, dentro precisamente del plazo de tres días, a quién la hubiere dictado, el cual dará al constructor el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

### **RECLAMACIONES CONTRA LAS ÓRDENES DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA**

Artículo 17.- Las reclamaciones que el contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la dirección facultativa, sólo podrá presentarlas, a través del arquitecto, ante la propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los pliegos de condiciones correspondientes.

Contra disposiciones de orden técnico del ingeniero o del aparejador, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el contratista salvar su responsabilidad, si lo

estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al arquitecto, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

### **RECUSACIÓN POR EL CONTRATISTA DEL PERSONAL NOMBRADO POR EL ARQUITECTO**

Artículo 18.- El constructor no podrá recusar a los arquitectos, aparejadores o personal encargado por éstos de la vigilancia de las obras, ni pedir que por parte de la propiedad se designen otros facultativos para los reconocimientos y mediciones.

Cuando se crea perjudicado por la labor de éstos procederá de acuerdo con lo estipulado en el artículo precedente, pero sin que por esta causa puedan interrumpirse ni perturbarse la marcha de los trabajos.

### **FALTAS DEL PERSONAL**

Artículo 19.- El ingeniero, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

### **SUBCONTRATAS**

Artículo 20.- El contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso, a lo estipulado en el pliego de condiciones particulares y sin perjuicio de sus obligaciones como contratista general de la obra.

## **2.3. Responsabilidad civil de los agentes que intervienen en el proceso de la edificación**

### **DAÑOS MATERIALES**

Artículo 21.- Las personas físicas o jurídicas que intervienen en el proceso de la edificación responderán frente a los propietarios y los terceros adquirentes de los edificios o partes de los mismos, en el caso de que sean objeto de división, de los siguientes daños materiales ocasionados en el edificio dentro de los plazos indicados,

contados desde la fecha de recepción de la obra, sin reservas o desde la subsanación de éstas:

- Durante diez años, de los daños materiales causados en el edificio por vicios o defectos que afecten a la cimentación, los soportes, las vigas, los forjados, los muros de carga u otros elementos estructurales, y que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio.
- Durante tres años, de los daños materiales causados en el edificio por vicios o defectos de los elementos constructivos o de las instalaciones que ocasionen el incumplimiento de los requisitos de habitabilidad del artículo 3 de la L.O.E.

El constructor también responderá de los daños materiales por vicios o defectos de ejecución que afecten a elementos de terminación o acabado de las obras dentro del plazo de un año.

## **RESPONSABILIDAD CIVIL**

Artículo 22.- La responsabilidad civil será exigible en forma personal e individualizada, tanto por actos u omisiones de propios, como por actos u omisiones de personas por las que se deba responder.

No obstante, cuando pudiera individualizarse la causa de los daños materiales o quedase debidamente probada la concurrencia de culpas sin que pudiera precisarse el grado de intervención de cada agente en el daño producido, la responsabilidad se exigirá solidariamente. En todo caso, el promotor responderá solidariamente con los demás agentes intervinientes ante los posibles adquirentes de los daños materiales en el edificio ocasionados por vicios o defectos de construcción.

Sin perjuicio de las medidas de intervención administrativas que en cada caso procedan, la responsabilidad del promotor que se establece en la Ley de Ordenación de la Edificación se extenderá a las personas físicas o jurídicas que, a tenor del contrato o de su intervención decisoria en la promoción, actúen como tales promotores bajo la forma de promotor o gestor de cooperativas o de comunidades de propietarios u otras figuras análogas.

Cuando el proyecto haya sido contratado conjuntamente con más de un proyectista, los mismos responderán solidariamente.

Los proyectistas que contraten los cálculos, estudios, dictámenes o informes de otros profesionales, serán directamente responsables de los daños que puedan derivarse de su insuficiencia, incorrección o inexactitud, sin perjuicio de la repetición que pudieran ejercer contra sus autores.

El constructor responderá directamente de los daños materiales causados en el edificio por vicios o defectos derivados de la impericia, falta de capacidad profesional o técnica, negligencia o incumplimiento de las obligaciones atribuidas al jefe de obra y demás personas físicas o jurídicas que de él dependan.

Cuando el constructor subcontrate con otras personas físicas o jurídicas la ejecución de determinadas partes o instalaciones de la obra, será directamente responsable de los daños materiales por vicios o defectos de su ejecución, sin perjuicio de la repetición a que hubiere lugar.

El director de obra y el director de la ejecución de la obra que suscriban el certificado final de obra serán responsables de la veracidad y exactitud de dicho documento.

Quien acepte la dirección de una obra cuyo proyecto no haya elaborado él mismo, asumirá las responsabilidades derivadas de las omisiones, deficiencias o imperfecciones del proyecto, sin perjuicio de la repetición que pudiere corresponderle frente al proyectista.

Cuando la dirección de obra se contrate de manera conjunta a más de un técnico, los mismos responderán solidariamente sin perjuicio de la distribución que entre ellos corresponda.

Las responsabilidades por daños no serán exigibles a los agentes que intervengan en el proceso de la edificación, si se prueba que aquellos fueron ocasionados por caso fortuito, fuerza mayor, acto de tercero o por el propio perjudicado por el daño.

Las responsabilidades a que se refiere este artículo se entienden sin perjuicio de las que alcanzan al vendedor de los edificios o partes edificadas frente al comprador conforme al contrato de compraventa suscrito entre ellos, a los artículos 1.484 y siguientes del Código Civil y demás legislación aplicable a la compraventa.

## **2.4. Prescripciones generales relativas a los trabajos, a los materiales y a los medios auxiliares**

### **CAMINOS Y ACCESOS**

Artículo 23.- El constructor dispondrá por su cuenta los accesos a la obra, el cerramiento o vallado de ésta y su mantenimiento durante la ejecución de la obra. El aparejador podrá exigir su modificación o mejora.

### **REPLANTEO**

Artículo 24.- El constructor iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno, señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerará a cargo del contratista e incluidos en su oferta.

El constructor someterá el replanteo a la aprobación del aparejador y una vez esto haya dado su conformidad preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el proyectista, siendo responsabilidad del constructor la omisión de este trámite.

### **INICIO DE LA OBRA. RITMO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS**

Artículo 25.- El constructor dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el pliego de condiciones particulares, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales en aquél señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el contrato.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el contratista dar cuenta al ingeniero y al aparejador del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

El plazo de ejecución de los trabajos no excederá de 2 meses.

### **ORDEN DE LOS TRABAJOS**

Artículo 26.- En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la dirección facultativa.

### **FACILIDADES PARA OTROS CONTRATISTAS**

Artículo 27.- De acuerdo con lo que requiera la dirección facultativa, el contratista general deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás contratistas que intervengan en la obra.

Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, ambos contratistas estarán a lo que resuelva la dirección facultativa.

### **AMPLIACIÓN DEL PROYECTO POR CAUSAS IMPREVISTAS O DE FUERZA MAYOR**

Artículo 28.- Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el arquitecto en tanto se formula o se tramita el proyecto reformado.

El constructor está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la dirección de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente, anticipando de momento este servicio, cuyo importe le será consignado en un presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que se convenga.

### **PRÓRROGA POR CAUSA DE FUERZA MAYOR**

Artículo 29.- Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del constructor, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le

fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del ingeniero.

Para ello, el constructor expondrá, en escrito dirigido al arquitecto, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

### **RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA EN EL RETRASO DE LA OBRA**

Artículo 30.- El contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obras estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la dirección facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

### **CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS**

Artículo 31.- Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entreguen el arquitecto o el aparejador o arquitecto técnico al constructor, dentro de las limitaciones presupuestarias y de conformidad con lo especificado en el artículo 15.

### **DOCUMENTACIÓN DE OBRAS OCULTAS**

Artículo 32.- De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación del edificio, se levantarán los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado, entregándose: uno, al ingeniero; otro, al aparejador; y, el tercero, al contratista, firmados todos ellos por los tres. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

### **TRABAJOS DEFECTUOSOS**

Artículo 33.- El constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las "Condiciones generales y particulares de índole Técnica"

del pliego de condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio, es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exonere de responsabilidad el control que compete al aparejador, ni tampoco el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el aparejador advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción ordenadas, se planteará la cuestión ante el arquitecto de la obra, quien resolverá.

### **VICIOS OCULTOS**

Artículo 34.- Si el aparejador o arquitecto técnico tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos, dando cuenta de la circunstancia al arquitecto.

Los gastos que se ocasionen serán de cuenta del constructor, siempre que los vicios existan realmente, en caso contrario serán a cargo de la propiedad.

### **DE LOS MATERIALES Y DE LOS APARATOS. SU PROCEDENCIA**

Artículo 35.- El constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los

casos en que el pliego particular de condiciones técnicas preceptúe una procedencia determinada.

Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo o acopio, el constructor deberá presentar al aparejador o arquitecto técnico una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

### **PRESENTACIÓN DE MUESTRAS**

Artículo 36.- A petición del arquitecto, el constructor le presentará las muestras de los materiales siempre con la antelación prevista en el calendario de la obra.

### **MATERIALES NO UTILIZABLES**

Artículo 37.- El constructor, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra.

Se retirarán de ésta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el pliego de condiciones particulares vigente en la obra.

Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene el aparejador o arquitecto técnico, pero acordando previamente con el constructor su justa tasación, teniendo en cuenta el valor de dichos materiales y los gastos de su transporte.

### **MATERIALES Y APARATOS DEFECTUOSOS**

Artículo 38.- Cuando los materiales, elementos de instalaciones o aparatos no fuesen de la calidad prescrita en este pliego, o no tuvieran la preparación en él exigida o, en fin, cuando la falta de prescripciones formales de aquél, se reconociera o demostrara que no eran adecuados para su objeto, el ingeniero a instancias del aparejador, dará orden al constructor de sustituirlos por otros que satisfagan las condiciones o llenen el objeto a que se destinen.

Si a los 15 días de recibir el constructor orden de que retire los materiales que no estén en condiciones, no ha sido cumplida, podrá hacerlo la propiedad cargando los gastos a la contrata.

Si los materiales, elementos de instalaciones o aparatos fueran defectuosos, pero aceptables a juicio del arquitecto, se recibirán pero con la rebaja del precio que aquél determine, a no ser que el constructor prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

### **GASTOS OCASIONADOS POR PRUEBAS Y ENSAYOS**

Artículo 39.- Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras, serán de cuenta de la contrata.

Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

### **LIMPIEZA DE LAS OBRAS**

Artículo 40.- Es obligación del constructor mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca buen aspecto.

### **OBRAS SIN PRESCRIPCIONES**

Artículo 41.- En la ejecución de trabajos que entran en la construcción de las obras y para los cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en este pliego ni en la restante documentación del proyecto, el constructor se atenderá, en primer término, a las instrucciones que dicte la dirección facultativa de las obras y, en segundo lugar, a las reglas y prácticas de la buena construcción.

## **2.5. De las recepciones de edificios y obras ajenas**

### **ACTA DE RECEPCIÓN**

Artículo 42.- La recepción de la obra es el acto por el cual el constructor una vez concluida ésta, hace entrega de la misma al promotor y es aceptada por éste. Podrá realizarse con o sin reservas y deberá abarcar la totalidad de la obra o fases completas y terminadas de la misma, cuando así se acuerde por las partes.

La recepción deberá consignarse en un acta firmada, al menos, por el promotor y el constructor, y en la misma se hará constar:

- Las partes que intervienen.
- La fecha del certificado final de la totalidad de la obra o de la fase completa y terminada de la misma.
- El coste final de la ejecución material de la obra.
- La declaración de la recepción de la obra con o sin reservas, especificando, en su caso, éstas de manera objetiva, y el plazo en que deberán quedar subsanados los defectos observados. Una vez subsanados los mismos, se hará constar en un acta aparte, suscrita por los firmantes de la recepción.
- Las garantías que, en su caso, se exijan al constructor para asegurar sus responsabilidades.
- Se adjuntará el certificado final de obra suscrito por el director de obra (arquitecto) y el director de la ejecución de la obra (aparejador) y la documentación justificativa del control de calidad realizado.
- El promotor podrá rechazar la recepción de la obra por considerar que la misma no está terminada o que no se adecua a las condiciones contractuales. En todo caso, el rechazo deberá ser motivado por escrito en el acta, en la que se fijará el nuevo plazo para efectuar la recepción.
- Salvo pacto expreso en contrario, la recepción de la obra tendrá lugar dentro de los treinta días siguientes a la fecha de su terminación, acreditada en el certificado final de obra, plazo que se contará a partir de la notificación efectuada por escrito al promotor. La recepción se entenderá tácitamente producida si transcurridos treinta días desde la fecha indicada el promotor no hubiera puesto de manifiesto reservas o rechazo motivado por escrito.

## **DE LAS RECEPCIONES PROVISIONALES**

Artículo 43.- Esta se realizará con la intervención de la propiedad, del constructor, del arquitecto y del aparejador o arquitecto técnico. Se convocará también a los restantes técnicos que, en su caso, hubiesen intervenido en la dirección con función propia en aspectos parciales o unidades especializadas.

Practicado un detenido reconocimiento de las obras, se extenderá un acta con tantos ejemplares como intervinientes y firmados por todos ellos. Desde esta fecha empezará a correr el plazo de garantía, si las obras se hallasen en estado de ser admitidas.

Seguidamente, los técnicos de la dirección facultativa extenderán el correspondiente certificado de final de obra.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar en el acta y se darán al constructor las oportunas instrucciones para remediar los defectos observados, fijando un plazo para subsanarlos, expirado el cual, se efectuará un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

Si el constructor no hubiese cumplido, podrá declararse resuelto el contrato con pérdida de la fianza.

## **DOCUMENTACIÓN FINAL**

Artículo 44.- El ingeniero, asistido por el contratista y los técnicos que hubieren intervenido en la obra, redactarán la documentación final de las obras, que se facilitará a la propiedad. Dicha documentación se adjuntará, al acta de recepción, con la relación identificativa de los agentes que han intervenido durante el proceso de edificación, así como la relativa a las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio y sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación. Esta documentación constituirá el libro del edificio, que ha de ser encargada por el promotor, será entregada a los usuarios finales del edificio. A su vez dicha documentación se divide en:

### **a.- DOCUMENTACIÓN DE SEGUIMIENTO DE OBRA**

Dicha documentación según el Código Técnico de la Edificación se compone de:

- Libro de órdenes y asistencias de acuerdo con lo previsto en el Decreto 461/1971 de 11 de marzo.
- Libro de incidencias en materia de seguridad y salud, según el Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre.
- Proyecto con sus anejos y modificaciones debidamente autorizadas por el director de la obra.
- Licencia de obras, de apertura del centro de trabajo y, en su caso, de otras autorizaciones administrativas.

La documentación de seguimiento será depositada por el director de la obra en el COAG.

#### b.- DOCUMENTACIÓN DE CONTROL DE OBRA

Su contenido cuya recopilación es responsabilidad del director de ejecución de obra, se compone de:

- Documentación de control, que debe corresponder a lo establecido en el proyecto, más sus anejos y modificaciones.
- Documentación, instrucciones de uso y mantenimiento, así como garantías de los materiales y suministros que debe ser proporcionada por el constructor, siendo conveniente recordárselo fehacientemente.
- En su caso, documentación de calidad de las unidades de obra, preparada por el constructor y autorizada por el director de ejecución en su colegio profesional.

#### c.- CERTIFICADO FINAL DE OBRA

Este se ajustará al modelo publicado en el Decreto 462/1971 de 11 de marzo, del Ministerio de Vivienda, en donde el director de la ejecución de la obra certificará haber dirigido la ejecución material de las obras y controlado cuantitativa y cualitativamente la construcción y la calidad de lo edificado de acuerdo con el proyecto, la documentación técnica que lo desarrolla y las normas de buena construcción.

El director de la obra certificará que la edificación ha sido realizada bajo su dirección, de conformidad con el proyecto objeto de la licencia y la documentación técnica que lo complementa, hallándose dispuesta para su adecuada utilización con arreglo a las instrucciones de uso y mantenimiento.

Al certificado final de obra se le unirán como anejos los siguientes documentos:

- Descripción de las modificaciones que, con la conformidad del promotor, se hubiesen introducido durante la obra haciendo constar su compatibilidad con las condiciones de la licencia.
- Relación de los controles realizados.

### **MEDICIÓN DEFINITIVA DE LOS TRABAJOS Y LIQUIDACIÓN PROVISIONAL DE LA OBRA**

Artículo 45.- Recibidas provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente por el aparejador a su medición definitiva, con precisa asistencia del constructor o de su representante. Se extenderá la oportuna certificación por triplicado que, aprobada por el Arquitecto con su firma, servirá para el abono por la propiedad del saldo resultante salvo la cantidad retenida en concepto de fianza (según lo estipulado en el artículo 6 de la L.O.E.)

### **PLAZO DE GARANTÍA**

Artículo 46.- El plazo de garantía deberá estipularse en el pliego de condiciones particulares y en cualquier caso nunca deberá ser inferior a nueve meses (un año con contratos de las administraciones públicas).

### **CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS RECIBIDAS PROVISIONALMENTE**

Artículo 47.- Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisional y definitiva, correrán a cargo del contratista.

Si el edificio fuese ocupado o utilizado antes de la recepción definitiva, la guardería, limpieza y reparaciones causadas por el uso correrán a cargo del propietario y las reparaciones por vicios de obra o por defectos en las instalaciones, serán a cargo de la contrata.

## **DE LA RECEPCIÓN DEFINITIVA**

Artículo 48.- La recepción definitiva se verificará después de transcurrido el plazo de garantía en igual forma y con las mismas formalidades que la provisional, a partir de cuya fecha cesará la obligación del constructor de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la normal conservación de los edificios y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran alcanzarle por vicios de la construcción.

## **PRORROGA DEL PLAZO DE GARANTÍA**

Artículo 49.- Si al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el arquitecto-director marcará al constructor los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias y, de no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con pérdida de la fianza.

## **DE LAS RECEPCIONES DE TRABAJOS CUYA CONTRATA HAYA SIDO RESCINDIDA**

Artículo 50.- En el caso de resolución del contrato, el contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo que se fije en el pliego de condiciones particulares, la maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc., a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudada por otra empresa.

Las obras y trabajos terminados por completo se recibirán provisionalmente con los trámites establecidos en este pliego de condiciones. Transcurrido el plazo de garantía se recibirán definitivamente según lo dispuesto en este pliego.

Para las obras y trabajos no determinados pero aceptables a juicio del arquitecto director, se efectuará una sola y definitiva recepción.

## **3. Disposiciones económicas**

### **3.1. Principio general**

Artículo 51.- Todos los que intervienen en el proceso de construcción tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas.

La propiedad, el contratista y, en su caso, los técnicos pueden exigirse recíprocamente las garantías adecuadas al cumplimiento puntual de sus obligaciones de pago.

### **3.2. Fianzas**

Artículo 52.- El contratista prestará fianza con arreglo a alguno de los siguientes procedimientos según se estipule:

- Depósito previo, en metálico, valores, o aval bancario, por importe entre el 4 % y el 10 % del precio total de contrata.
- Mediante retención en las certificaciones parciales o pagos a cuenta en igual proporción.

El porcentaje de aplicación para el depósito o la retención se fijará en el pliego de condiciones particulares.

#### **FIANZA EN SUBASTA PÚBLICA**

Artículo 53.- En el caso de que la obra se adjudique por subasta pública, el depósito provisional para tomar parte en ella se especificará en el anuncio de la misma y su cuantía será de ordinario, y salvo estipulación distinta en el pliego de condiciones particulares vigente en la obra, de un 4 % como mínimo, del total del presupuesto de contrata.

El contratista a quien se haya adjudicado la ejecución de una obra o servicio para la misma, deberá depositar en el punto y plazo fijados en el anuncio de la subasta o el que se determine en el pliego de condiciones particulares del proyecto, la fianza definitiva que se señale y, en su defecto, su importe será el 10 % de la cantidad por la que se haga la adjudicación de las formas especificadas en el apartado anterior.

El plazo señalado en el párrafo anterior, y salvo condición expresa establecida en el pliego de condiciones particulares, no excederá de 30 días naturales a partir de la fecha en que se le comunique la adjudicación, y dentro de él deberá presentar el adjudicatario la carta de pago o recibo que acredite la constitución de la fianza a que se refiere el mismo párrafo.

La falta de cumplimiento de este requisito dará lugar a que se declare nula la adjudicación, y el adjudicatario perderá el depósito provisional que hubiese hecho para tomar parte en la subasta.

### **EJECUCIÓN DE TRABAJOS CON CARGO A LA FIANZA**

Artículo 54.- Si el contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el ingeniero director, en nombre y representación del propietario, los ordenará ejecutar a un tercero, o, podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el propietario, en el caso de que el importe de la fianza no bastare para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

### **DEVOLUCIÓN DE FIANZAS**

Artículo 55.- La fianza retenida será devuelta al contratista en un plazo que no excederá de 30 días una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra. La propiedad podrá exigir que el contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros, subcontratos...

### **DEVOLUCIÓN DE LA FIANZA EN EL CASO DE EFECTUARSE RECEPCIONES PARCIALES**

Artículo 56.- Si la propiedad, con la conformidad del arquitecto director, accediera a hacer recepciones parciales, tendrá derecho el contratista a que se le devuelva la parte proporcional de la fianza.

## **3.3. De los precios**

## COMPOSICIÓN DE LOS PRECIOS UNITARIOS

Artículo 57.- El cálculo de los precios de las distintas unidades de obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial. Se considerarán costes directos:

- La mano de obra, con sus pluses y cargas y seguros sociales, que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- Los equipos y sistemas técnicos de seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.
- Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

Se considerarán costes indirectos:

- Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

Se considerarán gastos generales:

- Los gastos generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la administración, legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos (en los contratos de obras de la administración pública este porcentaje se establece entre un 13 % y un 17 %).

Beneficio industrial:

- El beneficio industrial del contratista se establece en el 6 % sobre la suma de las anteriores partidas en obras para la administración.

Precio de ejecución material:

- Se denominará precio de ejecución material el resultado obtenido por la suma de los anteriores conceptos a excepción del beneficio industrial.

Precio de contrata:

- El precio de contrata es la suma de los costes directos, los Indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial. El IVA se aplica sobre esta suma (precio de contrata) pero no integra el precio.

#### **PRECIOS DE CONTRATA. IMPORTE DE CONTRATA**

Artículo 58.- En el caso de que los trabajos a realizar en un edificio u obra aneja cualquiera se contratasen a riesgo y ventura, se entiende por precio de contrata el que importa el coste total de la unidad de obra, es decir, el precio de ejecución material, más el tanto por ciento (%) sobre este último precio en concepto de beneficio industrial del contratista. El beneficio se estima normalmente, en 6 %, salvo que en las condiciones particulares se establezca otro distinto.

#### **PRECIOS CONTRADICTORIOS**

Artículo 59.- Se producirán precios contradictorios sólo cuando la propiedad por medio del arquitecto decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista. El contratista estará obligado a efectuar los cambios.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el ingeniero y el contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determine el pliego de condiciones particulares. Si subsiste la diferencia se acudirá, en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y en segundo lugar al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

### **RECLAMACIÓN DE AUMENTO DE PRECIOS**

Artículo 60.- Si el contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras.

### **FORMAS TRADICIONALES DE MEDIR O DE APLICAR LOS PRECIOS**

Artículo 61.- En ningún caso podrá alegar el contratista los usos y costumbres del país respecto de la aplicación de los precios o de la forma de medir las unidades de obras ejecutadas, se estará a lo previsto en primer lugar, al pliego general de condiciones técnicas y en segundo lugar, al pliego de condiciones particulares técnicas.

### **DE LA REVISIÓN DE LOS PRECIOS CONTRATADOS**

Artículo 62.- Contratándose las obras a riesgo y ventura, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento no alcance, en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el calendario, un montante superior al 3 % del importe total del presupuesto de contrato.

En el caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión de acuerdo con la fórmula establecida en el pliego de condiciones particulares, percibiendo el contratista la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 3 %.

No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el calendario de la oferta.

### **ACOPIO DE MATERIALES**

Artículo 63.- El contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que la propiedad ordene por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el propietario son, de la exclusiva propiedad de éste; de su guarda y conservación será responsable el contratista.

### **3.4. Obras por administración**

#### **ADMINISTRACIÓN**

Artículo 64.- Se denominan obras por administración aquellas en las que las gestiones que se precisan para su realización las lleva directamente el propietario, bien por sí mismo o por un representante suyo o bien por mediación de un constructor.

Las obras por administración se clasifican en las dos modalidades siguientes:

- a) Obras por administración directa
- b) Obras por administración delegada o indirecta

#### **OBRAS POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA**

Artículo 65.- Se denominan obras por administración directa aquellas en las que el propietario por sí mismo o por mediación de un representante suyo, que puede ser el propio arquitecto-director, expresamente autorizado a estos efectos, lleve directamente las gestiones precisas para la ejecución de la obra, adquiriendo los materiales, contratando su transporte a la obra y, en suma interviniendo directamente en todas las operaciones precisas para que el personal y los obreros contratados por él puedan realizarla; en estas obras el constructor, si lo hubiese, o el encargado de su realización, es un mero dependiente del propietario, ya sea como empleado suyo o como autónomo contratado por él, que es quien reúne en sí, por tanto, la doble personalidad de propietario y contratista.

#### **OBRAS POR ADMINISTRACIÓN DELEGADA O INDIRECTA**

Artículo 66.- Se entiende por obra por administración delegada o indirecta la que convienen un propietario y un constructor para que éste, por cuenta de aquél y como delegado suyo, realice las gestiones y los trabajos que se precisen y se convengan.

Son por tanto, características peculiares de las obras por administración delegada o indirecta las siguientes:

- a) Por parte del propietario, la obligación de abonar directamente o por mediación del constructor todos los gastos inherentes a la realización de los trabajos convenidos, reservándose el propietario la facultad de poder ordenar, bien por sí o por medio del arquitecto-director en su representación, el orden y la marcha de los trabajos, la elección de los materiales y aparatos que en los trabajos han de emplearse y, en suma, todos los elementos que crea preciso para regular la realización de los trabajos convenidos.
- b) Por parte del constructor, la obligación de llevar la gestión práctica de los trabajos, aportando sus conocimientos constructivos, los medios auxiliares precisos y, en suma, todo lo que, en armonía con su cometido, se requiera para la ejecución de los trabajos, percibiendo por ello del propietario un % prefijado sobre el importe total de los gastos efectuados y abonados por el constructor.

#### **LIQUIDACIÓN DE OBRAS POR ADMINISTRACIÓN**

Artículo 67.- Para la liquidación de los trabajos que se ejecuten por administración delegada o indirecta, regirán las normas que a tales fines se establezcan en las condiciones particulares de índole económica vigentes en la obra; a falta de ellas, las cuentas de administración las presentará el constructor al propietario, en relación valorada a la que deberá acompañarse y agrupados en el orden que se expresan los documentos siguientes todos ellos conformados por el aparejador o arquitecto técnico:

- a) Las facturas originales de los materiales adquiridos para los trabajos y el documento adecuado que justifique el depósito o el empleo de dichos materiales en la obra.
- b) Las nóminas de los jornales abonados, ajustadas a lo establecido en la legislación vigente, especificando el número de horas trabajadas en la obra por los operarios de cada oficio y su categoría, acompañando a dichas nóminas una relación numérica de los encargados, capataces, jefes de equipo, oficiales y ayudantes de cada oficio, peones especializados y sueltos, listeros, guardas,

etc., que hayan trabajado en la obra durante el plazo de tiempo a que correspondan las nóminas que se presentan.

- c) Las facturas originales de los transportes de materiales puestos en la obra o de retirada de escombros.
- d) Los recibos de licencias, impuestos y demás cargas inherentes a la obra que haya pagado o en cuya gestión haya intervenido el constructor, ya que su abono es siempre de cuenta del propietario.

A la suma de todos los gastos inherentes a la propia obra en cuya gestión o pago haya intervenido el constructor se le aplicará, a falta de convenio especial, un 15 %, entendiéndose que en este porcentaje están incluidos los medios auxiliares y los de seguridad preventivos de accidentes, los gastos generales que al constructor originen los trabajos por administración que realiza y el beneficio industrial del mismo.

#### **ABONO AL CONSTRUCTOR DE LAS CUENTAS DE ADMINISTRACIÓN DELEGADA**

Artículo 68.- Salvo pacto distinto, los abonos al constructor de las cuentas de administración delegada los realizará el propietario mensualmente según las partes de trabajos realizados aprobados por el propietario o por su delegado representante.

Independientemente, el aparejador o arquitecto técnico redactará, con igual periodicidad, la medición de la obra realizada, valorándola con arreglo al presupuesto aprobado. Estas valoraciones no tendrán efectos para los abonos al Constructor salvo que se hubiese pactado lo contrario contractualmente.

#### **NORMAS PARA LA ADQUISICIÓN DE LOS MATERIALES Y APARATOS**

Artículo 69.- No obstante las facultades que en estos trabajos por administración delegada se reserva el propietario para la adquisición de los materiales y aparatos, si al constructor se le autoriza para gestionarlos y adquirirlos, deberá presentar al propietario, o en su representación al arquitecto-director, los precios y las muestras de los materiales y aparatos ofrecidos, necesitando su previa aprobación antes de adquirirlos.

#### **DEL CONSTRUCTOR EN EL BAJO RENDIMIENTO DE LOS OBREROS**

Artículo 70.- Si de los partes mensuales de obra ejecutada que preceptivamente debe presentar el constructor al arquitecto-director, éste advirtiese que los rendimientos de la mano de obra, en todas o en algunas de las unidades de obra ejecutada, fuesen notoriamente inferiores a los rendimientos normales generalmente admitidos para unidades de obra iguales o similares, se lo notificará por escrito al constructor, con el fin de que éste haga las gestiones precisas para aumentar la producción en la cuantía señalada por el arquitecto-director.

Si hecha esta notificación al constructor, en los meses sucesivos, los rendimientos no llegasen a los normales, el propietario queda facultado para resarcirse de la diferencia, rebajando su importe del 15 % que por los conceptos antes expresados correspondería abonarle al constructor en las liquidaciones quincenales que preceptivamente deben efectuársele. En caso de no llegar ambas partes a un acuerdo en cuanto a los rendimientos de la mano de obra, se someterá el caso a arbitraje.

## **RESPONSABILIDADES DEL CONSTRUCTOR**

Artículo 71.- En los trabajos de obras por administración delegada, el constructor solo será responsable de los efectos constructivos que pudieran tener los trabajos o unidades por él ejecutadas y también de los accidentes o perjuicios que pudieran sobrevenir a los obreros o a terceras personas por no haber tomado las medidas precisas que en las disposiciones legales vigentes se establecen. En cambio, y salvo lo expresado en el artículo 70 precedente, no será responsable del mal resultado que pudiesen dar los materiales y aparatos elegidos con arreglo a las normas establecidas en dicho artículo.

En virtud de lo anteriormente consignado, el Constructor está obligado a reparar por su cuenta los trabajos defectuosos y a responder también de los accidentes o perjuicios expresados en el párrafo anterior.

## **3.5. Valoración y abono de los trabajos**

### **FORMAS DE ABONO DE LAS OBRAS**

Artículo 72.- Según la modalidad elegida para la contratación de las obras y salvo que en el pliego particular de condiciones económicas se preceptúe otra cosa, el abono de los trabajos se efectuará así:

- Tipo fijo o tanto alzado total. Se abonará la cifra previamente fijada como base de la adjudicación, disminuida en su caso en el importe de la baja efectuada por el adjudicatario.
- Tipo fijo o tanto alzado por unidad de obra. Este precio por unidad de obra es invariable y se haya fijado de antemano, pudiendo variar solamente el número de unidades ejecutadas.
- Previa medición y aplicando al total de las diversas unidades de obra ejecutadas, del precio invariable estipulado de antemano para cada una de ellas, estipulado de antemano para cada una de ellas, se abonará al contratista el importe de las comprendidas en los trabajos ejecutados y ultimados con arreglo y sujeción a los documentos que constituyen el proyecto, los que servirán de base para la medición y valoración de las diversas unidades.
- Tanto variable por unidad de obra. Según las condiciones en que se realice y los materiales diversos empleados en su ejecución de acuerdo con las órdenes del arquitecto-director. Se abonará al contratista en idénticas condiciones al caso anterior.
- Por listas de jornales y recibos de materiales, autorizados en la forma que el presente pliego general de condiciones económicas determina.
- Por horas de trabajo, ejecutado en las condiciones determinadas en el contrato.

## **RELACIONES VALORADAS Y CERTIFICACIONES**

Artículo 73.- En cada una de las épocas o fechas que se fijen en el contrato o en los pliegos de condiciones particulares que rijan en la obra, formará el contratista una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la medición que habrá practicado el aparejador.

Lo ejecutado por el contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando al resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderada o

numeral correspondiente para cada unidad de obra, los precios señalados en el presupuesto para cada una de ellas, teniendo presente además lo establecido en el presente pliego general de condiciones económicas respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorias y especiales, etc.

Al contratista, que podrá presenciar las mediciones necesarias para extender dicha relación se le facilitarán por el aparejador los datos correspondientes de la relación valorada, acompañándolos de una nota de envío, al objeto de que, dentro del plazo de 10 días a partir de la fecha del recibo de dicha nota, pueda el contratista examinarlos y devolverlos firmados con su conformidad o hacer, en caso contrario, las observaciones o reclamaciones que considere oportunas.

Dentro de los 10 días siguientes a su recibo, el arquitecto-director aceptará o rechazará las reclamaciones del contratista si las hubiere, dando cuenta al mismo de su resolución, pudiendo éste, en el segundo caso, acudir ante el propietario contra la resolución del arquitecto-director en la forma referida en los pliegos generales de condiciones facultativas y legales.

Tomando como base la relación valorada indicada en el párrafo anterior, expedirá el arquitecto-director la certificación de las obras ejecutadas. De su importe se deducirá el tanto por ciento que para la construcción de la fianza se haya preestablecido.

El material acopiado a pie de obra por indicación expresa y por escrito del propietario, podrá certificarse hasta el 90 % de su importe, a los precios que figuren en los documentos del proyecto, sin afectarlos del tanto por ciento de contrata.

Las certificaciones se remitirán al propietario, dentro del mes siguiente al período a que se refieren, y tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere. En el caso de que el arquitecto-director lo exigiera, las certificaciones se extenderán al origen.

### **MEJORAS DE OBRAS LIBREMENTE EJECUTADAS**

Artículo 74.- Cuando el contratista, incluso con autorización del arquitecto-director, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el proyecto o sustituyese una clase de fábrica con otra que tuviese asignado mayor precio o ejecutase con mayores dimensiones cualquiera parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin pedírsela, cualquiera otra modificación que sea beneficiosa a juicio del arquitecto-director, no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponder en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

### **ABONO DE TRABAJOS PRESUPUESTADOS CON PARTIDA ALZADA**

Artículo 75.- Salvo lo preceptuado en el pliego de condiciones particulares de índole económica, vigente en la obra, el abono de los trabajos presupuestados en partida alzada, se efectuará de acuerdo con el procedimiento que corresponda entre los que a continuación se expresan:

- Si existen precios contratados para unidades de obras iguales, las presupuestadas mediante partida alzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.
- Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partida alzada, deducidos de los similares contratados.
- Si no existen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partida alzada se abonará íntegramente al contratista, salvo el caso de que en el presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso el arquitecto-director indicará al contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que de seguirse para llevar dicha cuenta, que en realidad será de administración, valorándose los materiales y

jornales a los precios que figuren en el presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con el porcentaje que se fije en el pliego de condiciones particulares en concepto de gastos generales y beneficio industrial del contratista.

#### **ABONO DE AGOTAMIENTOS Y OTROS TRABAJOS ESPECIALES NO CONTRATADOS**

Artículo 76.- Cuando fuese preciso efectuar agotamientos, inyecciones y otra clase de trabajos de cualquiera índole especial y ordinaria, que por no estar contratados no sean de cuenta del contratista, y si no se contratasen con tercera persona, tendrá el contratista la obligación de realizarlos y de satisfacer los gastos de toda clase que ocasionen, los cuales le serán abonados por el propietario por separado de la contrata.

Además de reintegrar mensualmente estos gastos al contratista, se le abonará juntamente con ellos el tanto por ciento del importe total que, en su caso, se especifique en el pliego de condiciones particulares.

#### **PAGOS**

Artículo 77.- Los pagos se efectuarán por el propietario en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el arquitecto-director, en virtud de las cuales se verifican aquellos.

#### **ABONO DE TRABAJOS EJECUTADOS DURANTE EL PLAZO DE GARANTÍA**

Artículo 78.- Efectuada la recepción provisional y si durante el plazo de garantía se hubieran ejecutado trabajos cualesquiera, para su abono se procederá así:

- Si los trabajos que se realicen estuvieran especificados en el proyecto, y sin causa justificada no se hubieran realizado por el contratista a su debido tiempo; y el arquitecto-director exigiera su realización durante el plazo de garantía, serán valorados a los precios que figuren en el presupuesto y abonados de acuerdo con lo establecido en los pliegos particulares o en su defecto en los

generales, en el caso de que dichos precios fuesen inferiores a los que rijan en la época de su realización; en caso contrario, se aplicarán estos últimos.

- Si se han ejecutado trabajos precisos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso del edificio, por haber sido éste utilizado durante dicho plazo por el propietario, se valorarán y abonarán a los precios del día, previamente acordados.
- Si se han ejecutado trabajos para la reparación de desperfectos ocasionados por deficiencia de la construcción o de la calidad de los materiales, nada se abonará por ellos al contratista.

### **3.6. Indemnizaciones mutuas**

#### **INDEMNIZACIÓN POR RETRASO DEL PLAZO DE TERMINACIÓN DE LAS OBRAS**

Artículo 79.- La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un tanto por mil del importe total de los trabajos contratados, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el calendario de obra, salvo lo dispuesto en el pliego particular del presente proyecto.

Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza.

#### **DEMORA DE LOS PAGOS POR PARTE DEL PROPIETARIO**

Artículo 80.- Si el propietario no efectuase el pago de las obras ejecutadas, dentro del mes siguiente al que corresponde el plazo convenido el contratista tendrá además el derecho de percibir el abono de un 5% anual (o el que se defina en el pliego particular), en concepto de intereses de demora, durante el espacio de tiempo del retraso y sobre el importe de la mencionada certificación.

Si aún transcurrieran dos meses a partir del término de dicho plazo de un mes sin realizarse dicho pago, tendrá derecho el contratista a la resolución del contrato, procediéndose a la liquidación correspondiente de las obras ejecutadas y de los materiales acopiados, siempre que éstos reúnan las condiciones preestablecidas y que su cantidad no exceda de la necesaria para la terminación de la obra contratada o adjudicada.

No obstante lo anteriormente expuesto, se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de pagos, cuando el contratista no justifique que en la fecha de dicha solicitud ha invertido en obra o en materiales acopiados admisibles la parte de presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

### **3.7. Varios**

#### **MEJORAS, AUMENTOS Y/O REDUCCIONES DE OBRA**

Artículo 76.- No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el ingeniero director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del proyecto a menos que el arquitecto-director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el arquitecto-director introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

#### **UNIDADES DE OBRA DEFECTUOSAS, PERO ACEPTABLES**

Artículo 77.- Cuando por cualquier causa fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del arquitecto-director de las obras, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

## SEGURO DE LAS OBRAS

Artículo 78.- El contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados.

El importe abonado por la sociedad aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del propietario, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya, y a medida que ésta se vaya realizando.

El reintegro de dicha cantidad al contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del contratista, hecho en documento público, el propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada.

La infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc., y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al contratista por el siniestro y que no se le hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la compañía aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el arquitecto-director.

En las obras de reforma o reparación, se fijarán previamente la porción de edificio que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte del edificio afectada por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de seguros, los pondrá el contratista, antes de contratarlos, en conocimiento del propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

Además se han de establecer garantías por daños materiales ocasionados por vicios y defectos de la construcción, según se describe en el artículo 81, en base al artículo 19 de la L.O.E.

## **CONSERVACIÓN DE LA OBRA**

Artículo 79.- Si el contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de la obra durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el propietario antes de la recepción definitiva, el arquitecto-director, en representación del propietario, podrá disponer todo lo que sea preciso para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación, abonándose todo ello por cuenta de la contrata.

Al abandonar el contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el arquitecto director fije.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del edificio corra a cargo del contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuese preciso ejecutar.

En todo caso, ocupado o no el edificio, está obligado el contratista a revisar y reparar la obra, durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente pliego de condiciones económicas.

## **USO POR EL CONTRATISTA DE EDIFICIO O BIENES DEL PROPIETARIO**

Artículo 80.- Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el contratista, con la necesaria y previa autorización del propietario, edificios o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, en perfecto estado de conservación, reponiendo los que se hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado.

En el caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del material, propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el contratista con lo previsto en el párrafo anterior, lo realizará el propietario a costa de aquél y con cargo a la fianza.

## **PAGO DE ARBITRIOS**

El pago de impuestos y arbitrios en general, municipales o de otro origen, sobre vallas, alumbrado, etc., cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras y por conceptos inherentes a los propios trabajos que se realizan, correrán a cargo de la contrata, siempre que en las condiciones particulares del proyecto no se estipule lo contrario.

## **GARANTÍAS POR DAÑOS MATERIALES OCASIONADOS POR VICIOS Y DEFECTOS DE LA CONSTRUCCIÓN**

Artículo 81.- El régimen de garantías exigibles para las obras de edificación se hará efectivo de acuerdo con la obligatoriedad que se establece en la L.O.E. (el apartado c) exigible para edificios cuyo destino principal sea el de vivienda según disposición adicional segunda de la L.O.E.), teniendo como referente a las siguientes garantías:

- a) Seguro de daños materiales o seguro de caución, para garantizar, durante un año, el resarcimiento de los daños causados por vicios o defectos de ejecución que afecten a elementos de terminación o acabado de las obras, que podrá ser sustituido por la retención por el promotor de un 5% del importe de la ejecución material de la obra.
- b) Seguro de daños materiales o seguro de caución, para garantizar, durante tres años, el resarcimiento de los daños causados por vicios o defectos de los elementos constructivos o de las instalaciones que ocasionen el incumplimiento de los requisitos de habitabilidad especificados en el art. 3 de la L.O.E.
- c) Seguro de daños materiales o seguro de caución, para garantizar, durante diez años, el resarcimiento de los daños materiales causados por vicios o defectos que tengan su origen o afecten a la cimentación, los soportes, las vigas, los forjados, los muros de carga u otros elementos estructurales, y que comprometan directamente la resistencia mecánica y estabilidad del edificio.

## **4. Condiciones técnicas**

## **4.1. Condiciones técnicas generales**

### **CALIDAD DE LOS MATERIALES**

Artículo 1.- Todos los materiales a emplear en la presente obra serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

### **PRUEBAS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

Artículo 2.- Todos los materiales a que este capítulo se refiere podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección de las obras, bien entendido que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la construcción.

### **MATERIALES NO CONSIGNADOS EN PROYECTO**

Artículo 3.- Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

### **CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN**

Artículo 4.- Todos los trabajos, incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de la construcción.

## **4.2. Especificaciones técnicas de la instalación de protección contra incendios**

### **A. Sistemas manuales de alarma de incendio**

Deberán cumplir con lo exigido en la sección 1ª del Anexo I del R.D. 513/2017 que se corresponde con la protección activa contra incendios. Esto es:

- Cumplir con la norma UNE-EN 54-1, que describe los componentes de los sistemas de detección y alarma de incendio, sujetos al cumplimiento del Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios.
- El diseño, la instalación, la puesta en servicio y el uso de los sistemas de detección y alarma de incendio, serán conformes a la norma UNE 23007-14.
- La compatibilidad de los componentes del sistema se verificará según lo establecido en la norma UNE-EN 54-13.
- El equipo de suministro de alimentación deberá llevar el marcado CE, de conformidad con la norma EN 54-4, adoptada como UNE 23007-4.
- Los dispositivos para la activación manual de alarma de incendio, es decir, los pulsadores de alarma, deberán llevar el marcado CE, de conformidad con la norma EN 54-11.
- Los pulsadores de alarma se situarán de modo que la distancia máxima a recorrer, desde cualquier punto que deba ser considerado como origen de evacuación, hasta alcanzar un pulsador, no supere los 25 m. Se situarán de manera que la parte superior del dispositivo quede a una altura entre 80 cm y 120 cm.
- Los pulsadores de alarma estarán señalizados conforme indica el anexo I, sección 2ª del RIPCI.
- Los equipos de control e indicación deberán llevar el marcado CE, de conformidad con la norma EN 54-2, adoptada como UNE 23007-2 y estarán diseñados de manera que sea fácilmente identificable la zona donde se haya activado un pulsador de alarma o un detector de incendios.
- Tanto el nivel sonoro, como el óptico de los dispositivos acústicos de alarma de incendio y de los dispositivos visuales serán tales que permitirán que sean percibidos en todo el sector de detección de incendio donde estén instalados.
- Los dispositivos acústicos de alarma de incendio deberán llevar el marcado CE, de conformidad con la norma UNE-EN 54-3. Los sistemas electroacústicos para servicios de emergencia, serán conformes a lo establecido en la norma UNE-EN 60849.

- Los dispositivos visuales de alarma de incendio deberán llevar el marcado CE, de conformidad con la norma UNE-EN 54-23.
- El sistema de comunicación de la alarma permitirá transmitir señales diferenciadas, que serán generadas manualmente desde un puesto de control, y su gestión será controlada por el equipo de control e indicación.
- Los equipos de transmisión de alarmas y avisos de fallo deberán llevar el marcado CE, de conformidad con la norma EN 54-21.
- El resto de componentes de los sistemas automáticos de detección de incendios y alarma de incendio, deberán llevar el marcado CE, de conformidad con las normas de la serie UNE-EN 54, una vez entre en vigor dicho marcado. Hasta entonces, dichos componentes podrán optar por llevar el marcado CE, cuando las normas europeas armonizadas estén disponibles, o justificar el cumplimiento de lo establecido en las normas europeas UNE-EN que les sean aplicables, mediante un certificado o marca de conformidad a las correspondientes normas, de acuerdo al artículo 5.2 del RIPCI.

#### B. Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios

Siguiendo las especificaciones exigidas en el RIPCI, el sistema de abastecimiento de agua contra incendios estará formado por un conjunto de fuentes de agua, equipos de impulsión y una red general de incendios destinada a asegurar, para uno o varios sistemas específicos de protección, el caudal y presión de agua necesarios durante el tiempo de autonomía requerido.

Cuando se exija un sistema de abastecimiento de agua contra incendios, sus características y especificaciones serán conformes a lo establecido en la norma UNE 23500.

Para los sistemas de extinción de incendios que dispongan de una evaluación técnica favorable de la idoneidad para su uso previsto, según se establece en el artículo 5.3 del RIPCI, los sistemas de abastecimiento de agua contra incendios, contemplados en estos documentos, se considerarán conformes con dicho reglamento.

El agua utilizada en la instalación puede ser tanto dulce como salada siempre y cuando cumpla con las características químicas necesarias y con las siguientes indicaciones:

- El abastecimiento de agua no debe verse afectado por heladas o sequías que podrían reducir el caudal o la efectividad de la instalación.
- En la tubería no debe contenerse agua salada, contaminada o con materia en suspensión, a no ser que no exista otra opción. En esos casos, se diseñaría teniendo en cuenta estas circunstancias.
- Los equipos de abastecimiento no deben ubicarse en edificios o zonas en los que existan procesos peligrosos o riesgo de explosión.
- La asignación de categoría del abastecimiento de agua requerida se realizará según la siguiente tabla:

Según la Norma UNE-EN 12845			BIE	Hidrantes	Espuma física	Agua pulverizada	Categoría
Rociadores (RL)	Rociadores (RO)	Rociadores (RE)					
			x				III
x							II
				x			II
x			x				II
	x		x				II
x				x			II
			x	x			II
	x		x	x			II
x			x	x			II
		x					I
					x		I
						x	I
		x	x				I
		x	x	x			I
Resto de combinaciones de los sistemas instalados.							I

Tabla 27. Categoría del abastecimiento de agua requerida

En el diseño del presente proyecto, puesto que solo existe una instalación de BIE, se considera de categoría III.

Se establecen las siguientes clases de abastecimiento:

- Sencillo
- Superior
- Doble

Categoría posible			Combinaciones de fuentes de agua y sistemas de impulsión	Figura	Clase de abastecimiento
I	II	III			
		x	Red de uso público tipo 2	5	SENCILLO
		x	Al menos un equipo de bombeo principal único aspirando de depósito o fuente inagotable	6	SENCILLO
		x	Depósito de presión	7	SENCILLO
		x	Depósito de gravedad tipo C	8	SENCILLO
	x	x	Red de uso público tipo 1	9	SUPERIOR
	x	x	Depósito de gravedad tipo A o B	10	SUPERIOR
x	x	x	Equipo de bombeo principal doble aspirando de depósito o fuente inagotable	11	SUPERIOR
	x	x	Red de uso público tipo 2 + Depósito de gravedad	12	DOBLE
	x	x	Red de uso público tipo 2 + Depósito de presión	13	DOBLE
	x	x	Red de uso público tipo 2 + Equipo de bombeo único aspirando de depósito o fuente inagotable	14	DOBLE
x	x	x	Red de uso público tipo 1 + Red de uso público independiente al anterior	15	DOBLE
x	x	x	Red de uso público tipo 2 + Red de uso público tipo 1 independiente al anterior	15	DOBLE
x	x	x	Red de uso público tipo 1 + Depósito de gravedad	16	DOBLE
x	x	x	Red de uso público tipo 1 + Depósito de presión	17	DOBLE
x	x	x	Red de uso público tipo 1 + Equipo de bombeo único aspirando de depósito o fuente inagotable	18	DOBLE
x	x	x	Red de uso público tipo 1 + Equipo de bombeo doble aspirando de depósito o fuente inagotable	19	DOBLE
x	x	x	Depósito de gravedad tipo A o B + Depósito de gravedad independiente al anterior	20	DOBLE
x	x	x	Depósito de gravedad + Depósito de presión	21	DOBLE
x	x	x	Depósito de gravedad + Equipo de bombeo único aspirando de depósito o fuente inagotable	22	DOBLE
x	x	x	Depósito de gravedad + Equipo de bombeo doble aspirando de depósito o fuente inagotable	23	DOBLE
x	x	x	Depósito de presión + Equipo de bombeo único aspirando de depósito o fuente inagotable	24	DOBLE
x	x	x	Depósito de presión + Equipo de bombeo doble aspirando de depósito o fuente inagotable	25	DOBLE
x	x	x	Red de uso público tipo 2 + Equipo de bombeo doble aspirando de depósito o fuente inagotable	26	DOBLE
x	x	x	Equipo de bombeo principal doble aspirando de depósito o fuente inagotable + Depósito adicional	27, 28 y 29	DOBLE

Tabla 28. Fuente de agua y sistema de impulsión según la categoría

La instalación de la nave objeto de estudio, tiene un depósito de gravedad tipo C como el siguiente:

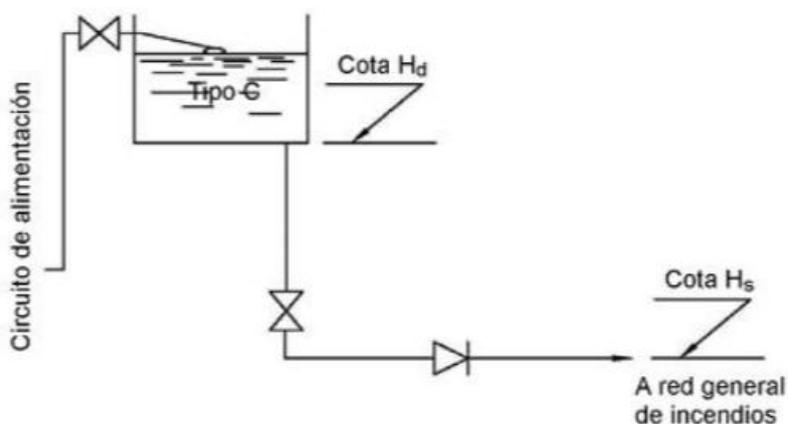


Figura 15. Depósito de gravedad tipo C

Toda válvula de cierre, seccionamiento o compuerta, cuyo cierre pudiera impedir que llegue el agua a los sistemas específicos de protección debe ser accionada mediante volante con al menos dos vueltas completas al mismo tiempo para pasar de su apertura total al cierre total, al objeto de evitar golpes de ariete por cambios bruscos de flujo.

También deben disponer de un indicador visual de posición, para saber que está abierta, y dar una señal siempre que la válvula no esté completamente abierta de manera que quede supervisada eléctricamente.

Las señales de supervisión eléctrica de las válvulas deben ser recogidas en la central de incendios y no en el panel de control de las bombas.

Las conexiones desde los abastecimientos de agua hasta los sistemas, estarán dispuestas de manera que se asegure el mantenimiento de los componentes principales, tales como filtros, grupos de bombeo, válvulas de retención y medidores de caudal.

Se establecen tres tipos de sistemas de impulsión:

- La propia presión de la red de uso público

- La presión proporcionada por la gravedad
- Sistema por bombeo

Fuente de agua	Equipo de impulsión
Red de uso público	El de la propia red (eventualmente equipo de bombeo automático)
Fuentes inagotables	
Naturales	Equipo de bombeo automático
Artificiales	Equipo de bombeo automático
Depósitos	
Alimentación bombas	Equipo de bombeo automático
De gravedad	Gravedad (eventualmente equipo de bombeo)
De presión	Agua presurizada con aire o gas

Tabla 29. Sistema de impulsión según la fuente de agua

Para que el depósito de gravedad pueda proporcionar por sí mismo la presión necesaria para la red de incendios se ha de cumplir que la presión manométrica generada por la diferencia de cotas entre la base inferior del depósito y la red general de incendios menos la pérdida de carga, debe ser mayor o igual que la presión necesaria en la red de incendios:

$$H_d - H_s - \text{Pérdidas} \geq \text{Presión necesaria para la red de incendios}$$

### C. Extintores de incendio

Deberán seguir las especificaciones recogidas en las normas UNE 23-110 que se exponen a continuación y estar homologados por el Ministerio de Industria y Energía:

- UNE 23-110/75 "Extintores portátiles de Incendio". Parte 1. Designación, duración de funcionamiento. Ensayos de Eficacia. Hogares Tipo.
- UNE 23-110/80 "Extintores portátiles de Incendio." Parte 2. Estanqueidad, ensayo dieléctrico, ensayo de asentamiento, disposiciones especiales.
- UNE 23-110/82 "Extintores Portátiles de Incendio". Parte 3. Construcción, resistencia a la presión, ensayos mecánicos.

En la placa de diseño del extintor deberá aparecer:

- La presión máxima de servicio (presión de diseño).

- El número de la placa que se asigna a cada extintor individualizado.
- Fecha de la primera prueba de presión hidráulica y de las sucesivas, así como marca de quien la realiza.

Nº de fabricación		<input type="text"/>	
Presión máxima admisible(bar)		<input type="text"/>	
Fecha	Empresa	Fecha	Empresa
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Presión de prueba (bar)		<input type="text"/>	

Figura 16. Placa de diseño del extintor

En el cuerpo extintor deberá aparecer una etiqueta en la que se indique:

- El tipo de extintor, su carga y su eficiencia.
- Modo de empleo.
- Limitaciones de uso (temperatura máxima y mínima de uso, toxicidad, etc).
- Identificación del agente extintor, del gas propulsor, mención de recarga obligatoria después del uso, mención del mantenimiento periódico, número de identificación y fecha del registro del tipo.
- Nombre del fabricante y dirección completa.



Figura 17. Ejemplo de etiqueta de un extintor

Según el R.D. 513/2017, correspondiente con el Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios, las características y especificaciones de los extintores serán conformes a las exigidas en el Real Decreto 769/1999, de 7 de mayo, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo, 97/23/CE, relativa a los equipos de presión y se modifica el Real Decreto 1244/1979, de 4 de abril, que aprobó el Reglamento de aparatos a presión.

Los extintores de incendio portátiles necesitarán, antes de su fabricación o importación, ser certificados, de acuerdo con lo establecido en el artículo 5.2 del reglamento de instalaciones de protección contra incendios, a efectos de justificar el cumplimiento de lo dispuesto en la norma UNE-EN 3-7 y UNE-EN 3-10.

El emplazamiento de los extintores permitirá que sean fácilmente visibles y accesibles, estarán situados próximos a los puntos donde se estime mayor

probabilidad de iniciarse el incendio, a ser posible, próximos a las salidas de evacuación y, preferentemente, sobre soportes fijados a paramentos verticales, de modo que la parte superior del extintor quede situada entre 80 cm y 120 cm sobre el suelo.

Su distribución será tal que el recorrido máximo horizontal, desde cualquier punto del sector de incendio, que deba ser considerado origen de evacuación, hasta el extintor, no supere 15 m.

Los agentes extintores deben ser adecuados para cada una de las clases de fuego normalizadas, según la norma UNE-EN 2. En la nave industrial que nos ocupa los extintores serán de polvo seco, con un peso de 6 kg y una eficacia mínima de 21A113B.

Los extintores de incendio estarán señalizados conforme indica el Anexo I, sección 2ª, del R.D. 513/2017.

Además deberá realizarse un mantenimiento periódico del extintor para verificar su correcto funcionamiento. El mantenimiento deben realizarlo dos personas diferentes, el titular del extintor y el instalador. El titular del extintor de incendios debe realizar las comprobaciones cada tres meses y debe comprobarse la accesibilidad, el estado de los seguros, precintos, inscripciones y mangueras. Se comprobara también la carga del extintor y de la botella de gas si llevara. Debe comprobarse también el buen funcionamiento de los elementos mecánicos, como válvulas, palanca o manguera.

- Revisión 3 meses: debe revisarse que los extintores estén en su lugar y no estén dañados. Que son adecuados al riesgo que protegen. Que tienen paso libre claro para facilitar su extracción del soporte. Que las instrucciones de uso son legibles. Que el indicador del manómetro se encuentra en la zona verde. Que no faltan ni están rotas las partes precintadas y que no se han descargado ni total ni parcialmente.
- Revisión 1 año: el instalador profesional autorizado debe realizar las comprobaciones cada año, debe comprobar la carga y presión del extintor así como el estado del agente extintor en el caso de extintores de polvo con

botellín de presión. Deberá revisarse también la presión de impulso del agente extintor y el estado de la manguera, seguros y válvulas.

- Revisión 5 años: a partir de la fecha de timbrado del extintor (y por tres veces máximo) se procede al retimbrado del extintor de acuerdo con la ITC-MIE AP.5 del Reglamento de aparatos a presión sobre extintores de incendios ("Boletín Oficial del Estado" número 149, de 23 de junio de 1982). También se establece que la vida útil de un extintor es de 20 años máximo.

Siempre en cada mantenimiento, la persona encargada, deberá cumplimentar y guardar un documento acreditativo de las tareas realizadas y el resultado de las pruebas.

#### D. Sistemas de bocas de incendio equipadas

Según el Anexo 1 de la sección 1ª del RD 513/2017, los sistemas de bocas de incendio equipadas (BIE) estarán compuestos por una red de tuberías para la alimentación de agua y las BIE necesarias. Se deberán cumplir las siguientes características:

- Las BIE pueden estar equipadas con manguera plana o con manguera semirrígida. La toma adicional de 45 mm de las BIE con manguera semirrígida, para ser usada por los servicios profesionales de extinción, estará equipada con válvula, racor y tapón para uso normal.
- Las BIE con manguera semirrígida y con manguera plana deberán llevar el marcado CE, de conformidad con las normas UNE-EN 671-1 y UNE EN 671-2, respectivamente.
- Los racores deberán, antes de su fabricación o importación, ser aprobados, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 5.2 de este Reglamento, justificándose el cumplimiento de lo establecido en la norma UNE 23400 correspondiente.
- De los diámetros de mangueras contemplados en las normas UNE-EN 671-1 y UNE-EN 671-2, para las BIE, solo se admitirán 25 milímetros de diámetro interior, para mangueras semirrígidas y 45 milímetros de diámetro interior, para mangueras planas.

- Para asegurar los niveles de protección, el factor K mínimo, según se define en la norma de aplicación, para las BIE con manguera semirrígida será de 42, y para las BIE con manguera plana de 85.
- Los sistemas de BIE de alta presión demostrarán su conformidad con el reglamento mediante una evaluación técnica favorable, según lo indicado en el artículo 5.3 del mismo. Las mangueras que equipan estas BIE deben ser de diámetro interior nominal no superior a 12 mm. Se admitirán diámetros superiores siempre que en la evaluación técnica se justifique su manejabilidad.
- Las BIE deberán montarse sobre un soporte rígido, de forma que la boquilla y la válvula de apertura manual y el sistema de apertura del armario, si existen, estén situadas, como máximo, a 1,50 m sobre el nivel del suelo.
- Las BIE se situarán siempre a una distancia máxima de 5 m de las salidas del sector de incendio, medida sobre un recorrido de evacuación, sin que constituyan obstáculo para su utilización.
- El número y distribución de las BIE tanto en un espacio diáfano como compartimentado, será tal que la totalidad de la superficie del sector de incendio en que estén instaladas quede cubierta por al menos una BIE, considerando como radio de acción de ésta la longitud de su manguera incrementada en 5 m.
- Para las BIE con manguera semirrígida o manguera plana, la separación máxima entre cada BIE y su más cercana será de 50 m. La distancia desde cualquier punto del área protegida hasta la BIE más próxima no deberá exceder del radio de acción de la misma. Tanto la separación, como la distancia máxima y el radio de acción se medirán siguiendo recorridos de evacuación.
- Para facilitar su manejo, la longitud máxima de la manguera de las BIE con manguera plana será de 20 m y con manguera semirrígida será de 30 m.
- Para las BIE de alta presión, la separación máxima entre cada BIE y su más cercana será el doble de su radio de acción. La distancia desde cualquier punto del local protegido hasta la BIE más próxima no deberá exceder del radio de

acción de la misma. Tanto la separación como la distancia máxima y el radio de acción, se medirán siguiendo recorridos de evacuación. La longitud máxima de las mangueras que se utilicen en estas BIE de alta presión, será de 30 m.

- Se deberá mantener alrededor de cada BIE una zona libre de obstáculos, que permita el acceso a ella y su maniobra sin dificultad.
- Para las BIE con manguera semirrígida o con manguera plana, la red de BIE deberá garantizar durante una hora, como mínimo, el caudal descargado por las dos hidráulicamente más desfavorables, a una presión dinámica a su entrada comprendida entre un mínimo de 300 kPa (3 kg/cm<sup>2</sup>) y un máximo de 600 kPa (6 kg/cm<sup>2</sup>).
- Para las BIE de alta presión, la red de tuberías deberá proporcionar, durante una hora como mínimo, en la hipótesis de funcionamiento simultáneo de las dos BIE hidráulicamente más desfavorables, una presión dinámica mínima de 3.450 kPa (35 kg/cm<sup>2</sup>), en el orificio de salida de cualquier BIE
- Las condiciones establecidas de presión, caudal y reserva de agua deberán estar adecuadamente garantizadas.
- Para las BIE con manguera semirrígida o con manguera plana, el sistema de BIE se someterá, antes de su puesta en servicio, a una prueba de estanquidad y resistencia mecánica, sometiendo a la red a una presión estática igual a la máxima de servicio y, como mínimo, a 980 kPa (10 kg/cm<sup>2</sup>), manteniendo dicha presión de prueba durante dos horas, como mínimo, no debiendo aparecer fugas en ningún punto de la instalación.
- En el caso de las BIE de alta presión, el sistema de BIE se someterá, antes de su puesta en servicio, a una prueba de estanquidad y resistencia mecánica, sometiendo a la red a una presión de 1,5 veces la presión de trabajo máxima, manteniendo dicha presión de prueba durante dos horas, como mínimo, no debiendo aparecer fugas en ningún punto de la instalación.

- Las BIE estarán señalizadas conforme indica el anexo I, sección 2ª del RIPCI. La señalización se colocará inmediatamente junto al armario de la BIE y no sobre el mismo.

#### E. Extractores de humo

Se corresponderán con extractores helicoidales de cubierta con salida de aire vertical 400 °C/2h y 300 °C/2h para evacuación de humos en caso de incendio de acuerdo a la norma EN-12101-3 con certificados F-400 (400 °C/2h) o F-300 (300 °C/2h).

El ventilador estará fabricado con base soporte en chapa de acero galvanizado y tratamiento anticorrosivo. Las hélices orientables se fabricarán en fundición de aluminio.

Dispondrán de una rejilla de protección contra contactos según norma UNE-EN ISO 12499 y una compuerta anti retorno en chapa de aluminio para evitar la entrada de agua cuando el ventilador no esté en funcionamiento.

Estarán homologados según norma EN 12101-3 y dispondrán de certificaciones N°: 0370-CPR-0305 (F400), 0370-CPR-0973 (F300).

El motor será un motor trifásico de 230/400 V y 50 Hz (hasta 3 kW), de clase H para uso continuo S1 y uso emergencia S2, con rodamientos a bolas y protección IP55.

La temperatura máxima del aire a transportar en el servicio 1 será de -20 °C a +40 °C en continuo, y el servicio 2 de 300 °C/2h, 400 °C/2h.

El acabado de los extractores de cubierta deberá ser anticorrosivo en resina de poliéster polimerizada y dispondrá de desengrase con tratamiento nanotecnológico libre de fosfatos.

#### F. Sistemas de alumbrado de emergencia

Según el R.D. 513/2017, los sistemas de alumbrado de emergencia deberán:

- Asegurar, en caso de fallo del alumbrado normal, la iluminación en los locales y accesos hasta las salidas, para garantizar la seguridad de las personas que

evacuen una zona, y permitir la identificación de los equipos y medios de protección existentes.

- Las instalaciones de alumbrado de emergencia serán conformes a las especificaciones establecidas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, y en la Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-28.

### G. Señalización

Los sistemas de señalización luminiscente deben reunir las características siguientes establecidas en el RIPCI:

- Los sistemas de señalización luminiscente tendrán como función informar sobre la situación de los equipos e instalaciones de protección contra incendios, de utilización manual, aun en caso de fallo en el suministro del alumbrado normal.
- Los sistemas de señalización luminiscente incluyen las señales que identifican la posición de los equipos o instalaciones de protección contra incendios.
- Los sistemas de señalización podrán ser fotoluminiscentes o bien sistemas alimentados eléctricamente (fluorescencia, diodos de emisión de luz, electroluminiscencia...).
- La señalización de los medios de protección contra incendios de utilización manual y de los sistemas de alerta y alarma, deberán cumplir la norma UNE 23033-1. Las señales no definidas en esta norma se podrán diseñar con los mismos criterios establecidos en la norma UNE 23033-1, en la UNE 23032 y a la UNE-EN ISO 7010.
- En caso de disponerse de planos de situación, éstos serán conformes a la norma UNE 23032, y representarán los medios manuales de protección contra incendios, mediante las señales definidas en la norma UNE 23033-1.
- Los sistemas de señalización fotoluminiscente serán conformes a la UNE 23035-4, en cuanto a características, composición, propiedades, categorías (A o B), identificación y demás exigencias contempladas en la citada norma. La identificación realizada sobre la señal, que deberá incluir el número de lote de fabricación, se ubicará de modo que sea visible una vez instalada. La

justificación de este cumplimiento se realizará mediante un informe de ensayo, emitido por un laboratorio acreditado, conforme a lo dispuesto en el Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y la Seguridad Industrial, aprobado por Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre.

# -CAPÍTULO 5-

## PRESUPUESTO

---



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



**Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño**

## CAPÍTULO 5: PRESUPUESTO

Proyecto: Diseño y cálculo de una instalación contra incendios en una nave industrial				
PRESUPUESTO				
Materiales				
Concepto	Cantidad	Precio ud.	Importe total (€)	
Extintor de polvo seco de 6 kg con eficacia 21A113B	4	23,26 €	93,04 €	
BIE 45 mm con 20 m de manguera plana	2	151,25 €	302,50 €	
Pulsador manual de alarma de incendio FA22	2	12,66 €	25,32 €	
Luminaria de emergencia legrand 110 lúmenes	16	22,14 €	354,24 €	
Caja de automáticos 4 módulos Mini Pragma Schneider MIP20104	1	8,35 €	8,35 €	
Extractor de aire de tubo de 300 mm para ventilación Industrial 2.550 rpm	4	96,31 €	385,24 €	
Sistema de bombeo y presión contra incendios 12 m <sup>3</sup> /h a 50 mca	1	1330 €	1330 €	
Sirena electrónica SIR24B	1	26,35 €	26,35 €	
Central convencional de incendios C5	1	103,95 €	103,95 €	
Depósito de poliéster para reserva de agua contra incendios de 30.000 litros	1	13.128,50 €	13.128,50 €	
Instalación eléctrica	1	600 €	600 €	
Tubería de acero galvanizado DN-40	51,50 m	17,06 €/m	878,59 €	
Tubería de acero galvanizado DN-50	25,92 m	24,35 €/m	631,15 €	
Accesorios	Codo roscado 90° DN-40	5	3,65 €	18,25 €
	Codo roscado 90° DN-50	1	3,91 €	3,91 €
	Válvula de esfera DN-50	1	45,31 €	45,31 €
	Te roscada en cruz DN-50	1	6,51 €	6,51 €
Señal extintor de incendios	4	1,63 €	6,52 €	
Señal BIE	2	2,13 €	4,26 €	
Señal pulsador manual de alarma	2	2,13 €	4,26 €	
Señal salida de emergencia	1	2,99 €	2,99 €	
<b>Subtotal materiales y accesorios</b>			<b>17.959,24 €</b>	
Mano de obra				
Concepto	Número de horas	Precio/h	Importe total (€)	
Electricista	8	40 €/h	320 €	
Ayudante del electricista	8	25 €/h	200 €	
Fontanero	6	25 €/h	150 €	
Ayudante del fontanero	6	15 €/h	90 €	
Diseñador	15	30 €/h	450 €	
Ayudante del diseñador	15	20 €/h	300 €	
<b>Subtotal mano de obra</b>			<b>1.510 €</b>	
Base imponible				
Total materiales y mano de obra			19.469,24 €	
10% gastos generales			1.946,92 €	
12% beneficio industrial			2.336,31 €	
10% honorarios del proyectista			1.946,92 €	
6% licencias y trámites			1.168,15 €	
<b>Base imponible</b>			<b>26.867,55 €</b>	
21% IVA			5.642,19 €	
<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>			<b>32.509,74 €</b>	

El presupuesto total asciende a **TREINTA Y DOS MIL QUINIENTOS NUEVE EUROS CON SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS**, y engloba la totalidad de la instalación contra incendios diseñada para la nave industrial objeto de estudio, así como su puesta en servicio.

Valencia, 2 de junio del 2019



Sergio Rechi Ferrera

## ANEXO I: BIBLIOGRAFÍA

«1332pub.pdf». Accedido 2 de junio de 2019.

<http://deeea.urv.cat/public/PROPOSTES/pub/pdf/1332pub.pdf>.

Balbona, Maximiliano Menzinger. «CÁLCULO Y DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS DE UNA NAVE INDUSTRIAL», s. f., 79.

«BIE 45mm Boca de Incendios Equipada BIE45 | Comprar Extintores Baratos». PROMATEC SERVICIOS INTEGRALES S.L.U. Accedido 2 de junio de 2019.

<https://www.comprarextintoresbaratos.es/extintores/bie-45mm-20m-puerta-semiciega-con-visor-20.html>.

«BOE.es - Documento BOE-A-1993-29581». Accedido 2 de junio de 2019.

<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1993-29581>.

«BOE.es - Documento BOE-A-2006-5515». Accedido 2 de junio de 2019.

<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2006-5515>.

«BOE.es - Documento BOE-A-2017-6606». Accedido 2 de junio de 2019.

[https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-2017-6606](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2017-6606).

«BOE.es - Documento consolidado BOE-A-1995-24292». Accedido 2 de junio de 2019.

<https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1995-24292>.

«BOE.es - Documento consolidado BOE-A-1997-8668». Accedido 2 de junio de 2019.

<https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1997-8668>.

«BOE.es - Documento consolidado BOE-A-2004-21216». Accedido 2 de junio de 2019.

<https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2004-21216>.

CALORYFRIO, Idoia Arnabat. «Extractores de humo para naves industriales THT ROOF de Sodeca». Accedido 2 de junio de 2019.

<https://www.caloryfrio.com/aire-acondicionado/ventilacion/extractores-de-humo-para-naves-industriales-tht-roof-de-sodeca.html>.

«Central convencional incendios Aguilera C5». Accedido 2 de junio de 2019.

<https://www.serior.com/central-convencional-incendios-aguilera-c5>.

«DcmSI.pdf». Accedido 2 de junio de 2019.

<https://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/seguridadIncendio/DcmSI.pdf>.

«Depósitos para Aguas Pluviales Superficie. 30000 Litros | Depósitos, Cubas y Embalses | 3079421 | Agrotterra». Accedido 2 de junio de 2019.

<https://www.agrotterra.com/p/depositos-para-aguas-pluviales-superficie-30000-litros/3079421>.

«Estantería Paletizacion 3000x2700x1100mm 3000kg». Accedido 2 de junio de 2019.

<https://www.todocontenedores.com/producto/estanteria-paletizacion-3000x2700x1100mm-3000kg.html>.

«Extintor Polvo 6 Kg FireFox 21A-113B C.» Accedido 2 de junio de 2019.

<https://www.indoostrial.com/extintor-polvo-6-kg-firefox-21a-113b-c.html>.

«FA22 - RED FIRE MANUAL PULSADOR DE ALARMA PROFESIONAL DE LAS FINANZAS Y DE COMBINACIÓN CON WINDOWS CON LUZ LED: Amazon.es: Amazon.es». Accedido 2 de junio de 2019.

[https://www.amazon.es/FA22-PULSADOR-PROFESIONAL-FINANZAS-COMBINACION-C3%93N/dp/B00F6EYVBE/ref=sr\\_1\\_1?keywords=pulsador+alarma+incendios&qid=1559229337&s=gateway&sr=8-1](https://www.amazon.es/FA22-PULSADOR-PROFESIONAL-FINANZAS-COMBINACION-C3%93N/dp/B00F6EYVBE/ref=sr_1_1?keywords=pulsador+alarma+incendios&qid=1559229337&s=gateway&sr=8-1).

«Google Maps». Google Maps. Accedido 2 de junio de 2019.

<https://www.google.es/maps/place/Pol.+Ind.+Castilla,+46380,+Valencia/@39.475702,-0.6589878,555m/data=!3m1!1e3!4m8!1m2!2m1!1smahou+cheste!3m4!1s0xd60f9e79d68a95d:0x8c75fd30819342a4!8m2!3d39.4755208!4d-0.6595176?hl=es>.

«Grupo de presión contra incendios». bomdesa material de fontaneria malaga, turbidimetro.

Accedido 2 de junio de 2019.

<http://www.bomdesa.com/inicio/bombeo/grupo-de-presión-contra-incendios/>.

«La Estructura de Una Nave Está Formada Por Pórticos de Geometría». studylib.es.

Accedido 2 de junio de 2019.

<https://studylib.es/doc/384818/la-estructura-de-una-nave-está-formada-por-pórticos-de-ge...>

«Legrand - Luz de Emergencia Legrand URA21NEW 110 Lumenes 661702».

MasVoltaje.com. Accedido 2 de junio de 2019.

<https://masvoltaje.com/luces-emergencias/605-luz-de-emergencia-legrand-ura21new-110-lumenes-661702-3245066617029.html>.

«Norma UNE 23007-2:1998». Accedido 3 de junio de 2019.

<https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?Tipo=N&c=N0002377>.

«Norma UNE 23007-4:1998/2M:2007». Accedido 3 de junio de 2019.

<https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0040209>.

«Norma UNE 23007-14:2014». Accedido 3 de junio de 2019.

<https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0052478>.

«Norma UNE 23032:2015». Accedido 3 de junio de 2019.

<https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?c=N0056001>.

«Norma UNE 23033-1:1981». Accedido 3 de junio de 2019.

<https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0002395>.

«Norma UNE 23034:1988». Accedido 3 de junio de 2019.

<https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0002396>.

«Norma UNE 23035-1:2003». Accedido 3 de junio de 2019.

<https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?Tipo=N&c=N0030393>.

«Norma UNE 23035-2:2003». Accedido 3 de junio de 2019.

<https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?Tipo=N&c=N0030392>.

«Norma UNE 23035-3:2003». Accedido 3 de junio de 2019.

<https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0030391>.

«Norma UNE 23035-4:2003». Accedido 3 de junio de 2019.

<https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0030390>.

«Norma UNE 23500:2018». Accedido 3 de junio de 2019.

<https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0060726>.

«Norma UNE 23585:2017». Accedido 3 de junio de 2019.

<https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?c=N0059303>.

«Norma UNE-EN 54-1:2011». Accedido 3 de junio de 2019.

<https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?Tipo=N&c=N0048151>.

«Norma UNE-EN 12845:2016». Accedido 3 de junio de 2019.

<https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?Tipo=N&c=N0057299>.

«NTP 298: Almacenamiento en estanterías y estructuras», s. f., 8.

«ntp-1112w.pdf.pdf». Accedido 2 de junio de 2019.

<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/MIGRAR%20VARIAS/MIGRAR%20NTP/NTP/1101a1112/ntp-1112w.pdf.pdf>.

panelesach. «El proceso de construcción de una nave industrial, paso a paso.» *Blog paneles ACH* (blog), 29 de junio de 2017.

<http://www.panelesach.com/blog/proceso-de-construccion-de-una-nave-industrial/>.

«PLANA FÀBREGA Codo 90° ranurado pintado 1 1/2" Ø48,3mm». Accedido 2 de junio de 2019.

<https://www.planafabrega.com/codo-90-ranurado-pintado-1-12-483mm>.

«PLANA FÀBREGA Codo 90° ranurado pintado 1 1/4" Ø42.3mm». Accedido 2 de junio de 2019.

<https://www.planafabrega.com/codo-90-ranurado-pintado-1-14-42.3mm>.

«PLANA FÀBREGA Te ranurada pintada 1 1/2" Ø48,3mm». Accedido 2 de junio de 2019.

<https://www.planafabrega.com/t-ranurada-pintada-1-422mm>.

«PLANA FÀBREGA Válvula de bola 2 ”». Accedido 2 de junio de 2019.

<https://www.planafabrega.com/valvula-de-bola-2->”.

«pliego general.pdf». Accedido 2 de junio de 2019.

<http://www.upm.es/sfs/Rectorado/Vicerrectorado%20de%20Asuntos%20Economicos/Area%20de%20Gestion%20Economica%20y%20Financiera/Contratacion/2017/Obras/OB-13-17%20JV/pliego%20general.pdf>.

«Precio en España de m de Red de distribución de agua. Generador de precios de la construcción. CYPE Ingenieros, S.A.» Accedido 2 de junio de 2019.

[http://www.generadordeprecios.info/obra\\_nueva/calculaprecio.asp?Valor=3|0\\_0\\_0\\_0|0|IOB022|job\\_022: 0\\_0\\_0\\_2\\_0\\_2\\_2\\_0\\_0](http://www.generadordeprecios.info/obra_nueva/calculaprecio.asp?Valor=3|0_0_0_0|0|IOB022|job_022: 0_0_0_2_0_2_2_0_0).

«PrimeMatik - Extractor de Aire de Tubo de 300 mm para ventilación Industrial 2550 RPM Redondo 360x360x180 mm: Amazon.es: Amazon.es». Accedido 2 de junio de 2019.

[https://www.amazon.es/PrimeMatik-Extractor-ventilaci%C3%B3n-Industrial-360x360x180/dp/B06XDJ6TTB/ref=sr\\_1\\_1?\\_mk\\_es\\_ES=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&keywords=extractor+de+humos+industrial&qid=1559229964&s=gateway&sr=8-1](https://www.amazon.es/PrimeMatik-Extractor-ventilaci%C3%B3n-Industrial-360x360x180/dp/B06XDJ6TTB/ref=sr_1_1?_mk_es_ES=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&keywords=extractor+de+humos+industrial&qid=1559229964&s=gateway&sr=8-1).

Quintana, Bañón, y María del Pilar. «Diseño y Cálculo de las instalaciones de PCI en un establecimiento industrial destinado al almacenamiento de líquidos inflamables y su distribución logística», 18 de octubre de 2013.

<http://repositorio.upct.es/handle/10317/3514>.

«Rougeot y Ardanuy - Almacenamiento en estanterías metálicas.pdf». Accedido 2 de junio de 2019.

<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/821a921/852%20web.pdf>.

«Señal Boca de Incendio Equipada 0,7mm (con nombre)». *ACCIVI Central de Compras para Profesionales Contra Incendios* (blog). Accedido 2 de junio de 2019.

<https://www.accivi.es/comprar/senal-boca-de-incendio-equipada-07mm-con-nombre/>.

«Señal de Salida de Emergencia a la Izquierda (22x30cm)». Accedido 2 de junio de 2019.

<https://www.senys.com/senales-de-seguridad/senales-evacuacion-une-23034/senal-salida-emergencia-izquierda-22x30cm-dibujo-fotoluminiscente.html>.

«Señal Extintor Clase B 0,7mm con nombre. Accivi.es». *ACCIVI Central de Compras para Profesionales Contra Incendios* (blog). Accedido 2 de junio de 2019.

<https://www.accivi.es/comprar/senal-extintor-07mm-con-nombre/>.

«Señal Pulsador 0,7mm (con nombre)». *ACCIVI Central de Compras para Profesionales Contra Incendios* (blog). Accedido 2 de junio de 2019.

<https://www.accivi.es/comprar/senal-pulsador-07mm-con-nombre/>.

«Sirena interior y exterior de incendios. SIR24B». Accedido 2 de junio de 2019.

<https://www.serior.com/sirena-interior-y-exterior-de-incendios-sir24b-cofem>.