

## Resumen

El objeto del presente proyecto fin de carrera, es la realización de las instalaciones de prevención y protección contra incendios para una industria encapsuladora de plásticos, que garanticen la seguridad ante un incendio de los ocupantes del recinto industrial, la integridad de los edificios e instalaciones y también, no menos importante, la de los equipos de rescate. El alcance del mismo incluye la totalidad del recinto industrial, los espacios de uso administrativo y de servicios.

Se inicia el presente proyecto, realizando la caracterización del recinto industrial en relación con la seguridad contra incendios, para determinar la carga de fuego y su nivel de riesgo intrínseco. A continuación se enumeran la totalidad de las medidas de protección activas, en función de su nivel de riesgo, requeridas por el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales [1].

Se determinan las hipótesis de cálculo, se realizan los cálculos y se exponen las soluciones propuestas, correspondientes a la totalidad de los sistemas de extinción, detección automática y alarma de incendios, así mismo se determinan las necesidades y los requerimientos de las puertas cortafuegos que aislaran los distintos sectores de incendio.

El proyecto incluye en el anexo C un Pliego de Condiciones, donde se determinan las responsabilidades del instalador, los trabajos incluidos, los materiales, la calidad y montaje de los diferentes equipos, así como los ensayos a realizar y la documentación de las instalaciones.

Se culmina el trabajo con la redacción en el anexo D de un Estudio Básico de Seguridad, donde se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud, de los trabajadores que realicen las obras de ejecución del presente proyecto.

La valoración económica de las instalaciones propuestas, está recogida en el anexo E del presente proyecto.

La conclusión global extraída, es que el recinto industrial presenta con las medidas propuestas, un nivel de protección contra incendios adecuado, a lo exigido por el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales [1], de modo que se ha conseguido una mejora del nivel de seguridad ante un incendio de los ocupantes del edificio, así como del edificio y las instalaciones industriales.





# Sumario

<b>RESUMEN</b> .....	<b>1</b>
<b>SUMARIO</b> .....	<b>3</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>5</b>
1.1. Objeto del proyecto .....	5
1.2. Identificación del proyecto .....	5
<b>2. NORMATIVA CONSIDERADA</b> .....	<b>9</b>
<b>3. CARACTERIZACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL EN RELACIÓN CON LA SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS</b> .....	<b>11</b>
<b>4. EXTENSIÓN DEL PROYECTO</b> .....	<b>13</b>
4.1. Extinción de incendios.....	13
4.1.1. Bocas de incendio equipadas.....	13
4.1.2. Sistema de hidrantes exteriores .....	14
4.1.3. Rociadores automáticos .....	14
4.1.4. Depósito.....	15
4.1.5. Red general de incendios .....	16
4.1.6. Grupo de incendios.....	17
4.1.7. Extinción automática FM200.....	17
4.1.8. Extintores portátiles .....	18
4.2. Detección de automática de incendios y alarma .....	18
4.2.1. Detección automática de incendios .....	18
4.2.2. Pulsadores y sirenas de alarma.....	20
4.2.3. Distribución eléctrica.....	20
4.3. Puertas cortafuegos .....	21
<b>5. HIPÓTESIS DE CÁLCULO</b> .....	<b>23</b>
5.1. Extinción de incendios.....	23
5.1.1. Bocas de incendios equipadas .....	23
5.1.2. Sistema de hidrantes exteriores .....	23
5.1.3. Rociadores automáticos .....	23
5.1.4. Depósito.....	24
5.1.5. Red general de incendios .....	25
5.1.6. Grupo de incendios.....	26
5.1.7. Extinción automática por FM200 .....	26



5.1.8. Extintores portátiles .....	26
5.2. Detección automática de incendios y alarma .....	27
5.2.1. Central de control .....	27
5.2.2. Detección automática de incendios.....	27
5.2.3. Pulsadores de alarma. ....	27
5.2.4. Sirenas de alarma .....	27
5.2.5. Distribución eléctrica asociada.....	28
<b>6. CÁLCULOS.....</b>	<b>29</b>
6.1. Bocas de incendios equipadas.....	29
6.2. Sistema de hidrantes exteriores.....	29
6.3. Rociadores automáticos.....	30
6.3.1. Almacén de producto terminado.....	30
6.3.2. Almacén de materia prima .....	30
6.4. Deposito .....	31
6.5. Grupo de incendios .....	31
6.6. Extinción automática FM-200.....	32
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>33</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>35</b>
Referencias bibliográficas .....	35
Bibliografía complementaria .....	36



# 1. Introducción

## 1.1. Objeto del proyecto

El objeto del presente estudio es el proyecto de las instalaciones de prevención y protección contra incendios para una industria encapsuladora de plásticos. El alcance del mismo incluye la totalidad del recinto industrial, los espacios de uso administrativo y de servicios.

El proyecto se compone de las siguientes partes:

1. Memoria, documento en el que se define la filosofía de funcionamiento de la instalación, se detallan las hipótesis de cálculo sobre la que se fundamentan y se elaboran los cálculos necesarios.
2. Pliego de condiciones técnicas de los diferentes elementos de la instalación, comprendiendo las características de los equipos y su correcta forma de montaje.
3. Planos de instalaciones.
4. Presupuesto valorado de las instalaciones, de acuerdo a las mediciones realizadas.
5. Estudio básico de Seguridad y Salud de los trabajadores en la implantación del proyecto.
6. Anexo de cálculos

## 1.2. Identificación del proyecto

El recinto industrial se encuentra situado en la calle Einstein del polígono industrial Famades de Cornellà de Llobregat, provincia de Barcelona, en una parcela de 15.400 m<sup>2</sup>, de los que 5.800 m<sup>2</sup> corresponde a la superficie edificada actualmente, 5.400 m<sup>2</sup> quedan para una posterior ampliación, y los 4.200 m<sup>2</sup> restantes corresponden a la urbanización de la parcela. En la tabla 1.1 se indican las superficies de la parcela industrial y en la tabla 1.2 las superficies de las distintas dependencias.



Tabla 1.1. Superficies de la parcela industrial

	(m <sup>2</sup> )
SUPERFICIE EDIFICADA ACTUALMENTE	5800
SUPERFICIE PARA FUTURA AMPLIACIÓN	5400
SUPERFICIE URBANIZACIÓN DE LA PARCELA	4200
SUPERFICIE TOTAL PARCELA	15400

La empresa que se ubicará en el recinto industrial tendrá la actividad de inyección de plásticos, produciendo y comercializando, encapsulados de plástico.

El edificio industrial esta distribuido arquitectónicamente de la siguiente manera:

- Cota –4,00 m: Galería de instalaciones.

En esta cota se encuentran las instalaciones de soporte a la maquinaria de producción de la empresa, así como las redes de tuberías e instalaciones eléctricas troncales.

- Cota 0,00 m: Almacén de materia prima, almacén de producto terminado y zona de producción.

Es la zona de producción y almacenamiento de la empresa, en la que podemos diferenciar las siguientes áreas:

Almacén de materia prima, en el que se almacena el polietileno de uso diario, desde el que se recoge la materia prima para suministro de la maquinaria transformadora.

Producción, se divide en tres zonas diferenciadas por actividad, una de manutención de maquinaria, transformación y empaquetado de producto terminado.

Almacén de producto terminado, en estanterías paletizadas.

- Cota 3,80 m: Oficinas de producción, laboratorio y vestuarios.
- Cota 5,33 m: Zona no definida.



- Cota 6,85 m: Oficinas de dirección, administración, oficina técnica y C.P.D., por una parte, siendo el resto de la planta terraza cubierta, en la que esta situada la maquinaria de acondicionamiento de aire.

Tabla 1.2. Superficies de las distintas dependencias.

DEPENDENCIA	COTA (m)	SUPERFICIE ÚTIL (m <sup>2</sup> )	SUPERFICIE TOTAL (m <sup>2</sup> )
GALERIA DE INSTALACIONES	-4,00	1028,25	1028,25
MAQUINARIA INYECCIÓN PLÁSTICO	0,00	864,00	
TOLVAS ALIMENTACIÓN	0,00	720,00	
TALLER MANTENIMIENTO Y EMPAQUETADO DEL PRODUCTO	0,00	576,00	
ALMACEN MATERIA PRIMA	0,00	264,00	
ALMACEN PRODUCTO ACABADO	0,00	2073,50	
ZONA NO DEFINIDA	0,00	1053,00	5550,50
SERVICIOS Y LABORATORIO	3,80	270,00	270,00
ZONA NO DEFINIDA	5,33	3159,00	3159,00
OFICINAS	6,85	417,25	417,25
			10425,00







## 2. Normativa considerada

Al proyectar las instalaciones de protección contra incendios del recinto, se ha utilizado la siguiente normativa:

- Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (R.D. 786/2001)
- NBE-CPI-96. Condiciones de protección contra incendios en los edificios.
- Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios (R.D. 1942/1993)
- Revisión de R.D.1942/1993 (Orden del MINER 16-4-98)
- Reglamentos de Aparatos a Presión I.T.C MIE-AP5. Extintores de incendios.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los proyectos de obras (R.D. 486/97)
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Instrucciones Complementarias MIE-BT (R.D. 2413/73).
- Ordenanzas Municipales y de la Comunidad Autónoma.
- Normas UNE correspondientes.
- Reglas técnicas CEPREVEN.
- Norma NFPA (cuando se indique).





### 3. Caracterización del establecimiento industrial en relación con la seguridad contra incendios

La empresa que se ubicará en el recinto industrial tendrá la actividad de inyección de plásticos, produciendo y comercializando, encapsulados de plástico de polietileno de baja densidad.

#### Combustibles que pueden encontrarse en los sectores de incendio

- Polietileno de baja densidad (PE bd)

Poder calorífico:  $q = 42,0 \text{ MJ/kg}$

Grado de peligrosidad: baja (sólidos que comienzan su ignición a una temperatura superior a  $200^\circ\text{C}$ ).

- Muebles y material de oficina

Poder calorífico:  $q_s = 600 \text{ MJ/m}^2$ .

Grado de peligrosidad: baja (sólidos que comienzan su ignición a una temperatura superior a  $200^\circ\text{C}$ ).

La carga de fuego de los sectores de incendio y la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida del edificio industrial [1], se encuentra en el Anexo A, siendo su valor total.

Carga de fuego total [1]:

$Q = 195.833.538 \quad \text{MJ}$
-----------------------------------

Densidad de carga de fuego, ponderada y corregida [1]:

$Q_e = 18.453 \quad \text{MJ/m}^2$
------------------------------------

Nivel de riesgo intrínseco [1]:

8 - Alto
----------





## 4. Extensión del proyecto

Comprende el presente proyecto el suministro, montaje, puesta a punto y pruebas de los materiales y equipos que se describen en esta Memoria, en el anexo E Presupuesto, en el anexo F Planos y de acuerdo a las Especificaciones Técnicas del anexo C, para las instalaciones de protección activa y pasiva contra incendios desarrolladas a continuación.

El presente proyecto no comprende los sistemas pasivos de protección contra incendios no citados en la memoria, ya que se cumplen los requerimientos indicados en el apéndice 2 del R. S. C. I.E. I [1]. Tampoco se incluyen los sistemas de ventilación y evacuación de humos y gases de la combustión, ya que los sectores de incendio del edificio disponen de las superficies de ventilación natural requeridas en el punto 7, apéndice 2 del R. S. C. I.E. I [1], y en su defecto disponen de aparatos de ventilación forzada que superan los caudales de ventilación requeridos.

### 4.1. Extinción de incendios

#### 4.1.1. Bocas de incendio equipadas

Se dotará el recinto industrial de una instalación de Bocas de Incendios Equipadas repartidas por toda la superficie del pabellón, de acuerdo con [8] y [9].

La distribución se realizará de forma que desde cualquier punto la distancia máxima sea de 25 m de recorrido real.

Se ubicarán preferentemente en las vías de evacuación, en lugares fácilmente accesibles, existiendo siempre una a menos de 5 m de la salida de un sector.

El tipo de B.I.E. será de manguera de Ø25 mm en la zona administrativa o de oficinas y de Ø45 mm en el resto del pabellón.

La selección del diámetro de la manguera se ha realizado basándose en la carga de fuego [1], con el criterio general de utilizar Ø45 mm en la zona industrial y Ø25 mm en la zona administrativa.

En la zona industrial el personal deberá recibir formación específica del manejo de las BIEs, tanto por el diámetro de la manguera, mucho menos manejable que la de Ø25 mm, como por el riesgo intrínseco de esta área.



El montaje será de manera que el centro de la B.I.E. este como máximo a 1.50 m del suelo.

La presión en la boquilla no será inferior a 2 bar ni superior a 5 bar [1].

#### **4.1.2. Sistema de hidrantes exteriores**

Se dotará el recinto industrial de hidrantes exteriores colocados en la periferia del recinto industrial [1].

La zona protegida por cada uno de ellos es la cubierta por un radio de 40 metros, medidos horizontalmente desde el emplazamiento del hidrante.

La distancia entre el emplazamiento de cada hidrante y el límite exterior del edificio o zona protegidos, medida normalmente, debe estar comprendida entre 5 y 15 m.

Al menos uno de los hidrantes deberá tener una salida de 100 milímetros [10].

La presión mínima en las bocas de salida de los hidrantes será de 7 bar cuando se estén descargando los caudales previstos.

#### **4.1.3. Rociadores automáticos**

Se ha previsto un sistema de rociadores automáticos para la protección de las áreas de almacenamiento, donde la carga de fuego es la más elevada del recinto industrial: sectores de incendio 5 y 6.

Se distinguen dos área diferenciadas, almacenamiento de materia prima y producto terminado, con tratamiento diferente en según dicta la UNE 23-590-81 [2]

La clase de riesgo del local u objeto a proteger (UNE 23-592) [3]:

- Edificios destinados a uso administrativo y oficinas: Riesgo ligero.
- Industria de plásticos y fabricación de objetos de plástico no espumosos: Riesgo Ordinario Grupo III.
- Almacén de producto terminado: Riesgo de almacenamiento en altura Categoría III.
- Almacén de materia prima: Riesgo de almacenamiento en altura Categoría II.



Al diferenciar los riesgos de almacenamiento en dos tipos diferentes, y con un tipo de instalación diferente se ha adoptado la solución de instalar dos puestos de control, un para cada riesgo.

Se ha adoptado como sistema, una instalación de tubería mojada, adecuándonos a la recomendación de la norma, en evitar las instalaciones de tubería seca o acción previa para este tipo de riesgo.

#### Almacenamiento de materia prima

Para el almacenamiento de materia prima se adopta una solución de red tipo colector con ramales de tres rociadores, siendo estos del tipo convencional, adoptando como parámetros de cálculo una densidad de descarga de 25,0 l/(min m<sup>2</sup>) y un área supuesta de funcionamiento de 300 m<sup>2</sup> (tabla 1-B [4]).

#### Almacenamiento de producto terminado

En el almacenamiento de producto terminado, debido a la altura de almacenamiento (9.2m) y al tipo de estantería (auto portante), la instalación de rociadores intermedios supone un alto riesgo de incidentes, por lo que de acuerdo con [4], se adopta la solución de instalar solo rociadores de techo del tipo ESFR, adoptando como parámetros de cálculo una densidad de descarga de 30,0 l/(min m<sup>2</sup>) y un área supuesta de funcionamiento de 400 m<sup>2</sup> (tabla 1-B [4]). Siendo la distribución de tubería de tipo rejilla.

La distribución de las cabezas rociadoras será tal que los elementos estructurales del edificio no interfieran la descarga del agua. Los rociadores deberán estar situados a distancias apropiadas bajo los techos y vigas. La distancia máxima entre dos rociadores será de 4,0 m y la superficie de la cuadrícula formada por cuatro rociadores será como máximo de 12 m<sup>2</sup> [4].

#### **4.1.4. Depósito**

El depósito se ubicara en la galería de instalaciones, junto al cuarto del grupo de bombeo. Y tendrá una capacidad suficiente para el suministro del 100% de las necesidades.

El llenado del depósito se realizará desde la red pública, disponiendo de un sistema de llenado automático mediante una electro válvula controlada por un medidor de nivel del agua.

El diseño y cálculo se ajusta a la norma UNE 23500 [5] y al Apéndice 3 [1].

- Sistemas de BIES, de Hidrantes y de Rociadores Automáticos (Apéndice 3 [1])
  - Caudal de Reserva = 0,5 Reserva Hidrantes + Reserva Rociadores Aut.



#### **4.1.5. Red general de incendios**

##### Acometida

La acometida se realizará en el lugar indicado en los planos, conectando la red de abastecimiento exterior existente con el depósito interior. La acometida se realizará con tubería enterrada por zanja hasta acometer la arqueta de registro de los elementos de la acometida, válvula de corte y válvula de retención para evitar retornos a la red exterior. Todo ello ejecutado de acuerdo con la Normativa Municipal, titular de la red exterior.

##### Red de incendios

En el interior del edificio se realizará una distribución de tubería de acuerdo a lo indicado en los planos, Desde el grupo de incendios, abastecido desde el depósito, se realizará una acometida a un colector general de distribución, situado en el taller de mantenimiento.

En el colector general se montara los puestos de control de los sistemas de rociadores automáticos, una válvula de corte de la red de B.I.E.s con indicador de estado (abierto/cerrado) y una válvula de corte de la red de hidrantes exteriores con indicador de estado (abierto/cerrado). Cada sistema dispondrá de un indicador de paso de flujo, reflejado en la Central de Incendios. Además se montara un desagüe, que permita el vaciado de las diferentes redes.

Las tuberías dispondrán de uniones flexibles en los puntos donde cruce con juntas de dilatación del pabellón, capaces de absorber los movimientos y las dilataciones que puedan producirse.

El material empleado en la red de tuberías interior, será acero estirado sin soldadura, según UNE 19040 para  $\varnothing \leq 150$  mm y UNE 19043 para  $\varnothing > 150$ mm, con accesorios del mismo material unidos mediante juntas para tubería ranurada tipo vitaulic o bridas.

En los procesos en los que se realicen soldaduras en la tubería, se tendrá se cumplirá la UNE 23590 y se realizara el proceso de acuerdo con la NFPA 13.

Tubería enterrada por el exterior se realizará con tubo de polietileno de alta densidad PE-50 según UNE 53131 con accesorios roscados del mismo material, instalado en el interior de la zanja según especificaciones del fabricante.





#### 4.1.6. Grupo de incendios

El grupo de incendios estará formado por dos bombas principales, una de motor eléctrico y otra de motor diesel (reserva), y una bomba eléctrica (jokey) para el mantenimiento de la presión en toda la red. Este grupo será de uso exclusivo para P.C.I., y serán capaces de dar el caudal y presión necesarios en el punto más desfavorable de la red [1].

Las bombas principales serán capaces de impulsar como mínimo el 140% del caudal nominal a una presión no inferior del 70% de la presión nominal.

Sus características constructivas y de funcionamiento se ajustaran a la norma UNE 23500 [5].

- Sistemas de BIES, de Hidrantes y de Rociadores Automáticos (Apéndice 3 [1])
  - Caudal de suministro =  $0,5 Q \text{ Hidrantes} + Q \text{ Rociadores Aut.}$

#### 4.1.7. Extinción automática FM200

Se ha previsto un sistema de extinción automática de incendios en el Centro de Proceso de Datos, situado en la planta de oficinas. Al ser una zona normalmente ocupada por personas, se ha adoptado como agente extintor el gas FM200.

El FM-200 proporciona la misma protección que el Halón 1301. Los ensayos han probado que el FM-200 es eficaz. La concentración de diseño es de 7.0% en volumen, en comparación al 5.0% de Halón 1301. Esto significa que únicamente se precisa un 70% más de agente en peso si lo comparamos con el sistema típico de Halón 1301.

El FM200 es un gas desarrollado como sustitutivo del Halón, prohibido por el Tratado de Montreal, para la defensa de la capa de ozono. Al ser un sustitutivo del Halón posee similares características como agente extintor, y no agresivo contra personas.

Debido a que no existe normativa oficial para el cálculo de este tipo de extinciones, se han aplicado las especificaciones del fabricante.

La botella contenedora de gas se situara fuera del riesgo en la terraza cubierta. Se dispondrán pulsadores de paro y disparo manual en el exterior del riesgo junto a la puerta de entrada, así como un letrero luminoso/acústico de aviso del disparo. En el interior se instalara de dos detectores de triple tecnología (iónico-óptico-térmico). Para producirse el



disparo automático la detección deberá ser cruzada, es decir los dos detectores habrán detectado el fuego. Se utiliza este tipo de detector por ser de respuesta mucho más rápida que los de una sola tecnología y mayor garantía ante falsas alarmas. Además dispondrá una sirena interior de prealarma.

#### **4.1.8. Extintores portátiles**

De acuerdo con la UNE 23110 [6], se dispondrán extintores en todo el pabellón, considerando la distribución de forma que cualquier punto de una planta se encuentre a una distancia inferior a 15 m de recorrido real del extintor más próximo.

En los locales de riesgo especial se colocará un extintor a la entrada del local, en el exterior, además de los que sean necesarios en el interior en función de las dimensiones.

Los extintores se colocarán en lugares muy accesibles, especialmente en la vías de evacuación horizontales y junto a las B.I.E.s y pulsadores a fin de unificar los elementos de protección, la parte superior del extintor quedará como máximo a una altura de 1.70 m.

El tipo de extintor será de polvo seco polivalente antibrasa, excepto en los lugares de riesgo de incendio por causas eléctricas donde será de CO<sub>2</sub>.

## **4.2. Detección de automática de incendios y alarma**

De acuerdo con [1] y UNE 23007 [7], se dispondrá de detección automática de incendios y alarma en todo el pabellón. La central además realizara las maniobras pertinentes para la compartimentación del pabellón en las puertas cortafuegos que estén controladas por retenedores electromagnéticos, y las compuertas cortafuegos de la instalación de aire acondicionado.

### **4.2.1. Detección automática de incendios**

El Centro de Control se encontrará ubicado en el puesto del guarda, con atención 24 horas diarias.

Se dispondrá de una Central de Incendios analógica de identificación individual, con posibilidad de programación a conveniencia, en función del Plan de Emergencia y Evacuación.

Los eventos que se produzcan se reflejaran en la pantalla de la central, identificando cada elemento, por una descripción corta, el tipo de elemento y la numeración de este.



Además se reflejará el mensaje del tipo de evento que se ha producido: fuego, avería, desconexión, etc.

La central dispondrá de diferentes niveles de accesos, siendo como mínimo necesarios tres:

Nivel de usuario, con posibilidad de aceptar alarmas, parar sirenas y rearmar la central.

Nivel de mantenimiento, con las mismas posibilidades que el anterior más las de anulación y puesta en marcha de elementos y zonas, temporalmente.

Nivel de instalador, con accesos a todas la funciones de programación y funcionamiento de la central.

Como apoyo al funcionamiento de la central dispondrá de un ordenador personal conectado, con un programa gráfico, en el que estará incluida toda la instalación, implantada en planos de planta del pabellón, facilitado la identificación de los eventos.

#### Detectores de incendios

Se ha previsto la instalación de detectores de incendios en la totalidad de la superficie del pabellón, adecuando la tecnología de detección a cada área. Todos los detectores serán de identificación individualizada, para permitir la localización inmediata el punto en le que se produce la alarma. Dispondrán de tecnología analógica, lo que permitirá tener un control exacto del estado del detector en cada momento, asegurando un correcto funcionamiento, y permitiendo el modificar los parámetros de alarma en puntos que por su actividad sea necesario.

#### Detectores ópticos de humos.

Este tipo de detectores son los adecuados, principalmente para zonas en que el material combustible en caso de incendio produzca humos visibles, que es el caso de materiales derivados del petróleo.

En esta instalación se han previsto detectores ópticos de humos en la zona administrativa o de oficinas, y en las zonas de producción.

#### Detectores iónicos de humos.

Son detectores que responden mejor ante fuegos de materiales que emiten humo no visible, y para ambientes no muy limpios.

Se ha previsto este tipo de detector en la galería de servicios.



### Detectores de haz de infrarrojos.

Este tipo de detectores es específico para la sustitución de detectores de formato estándar, en zonas de gran altura o de difícil mantenimiento. El fundamento de funcionamiento es que el humo oscurece el haz de rayos infrarrojos que emite el detector, y llegado a un nivel determinado de oscurecimiento, se produce la alarma.

En la zona de almacenamiento del pabellón se instalarán detectores de este tipo.

### Detectores térmicos - termovelocimétricos

Los detectores de temperatura se utilizan para ambientes en los que existen procesos de fabricación, maquinaria o vehículos que emiten humos que pueden producir falsas alarmas en detectores de humos. Aunque el tiempo de respuesta es más largo, este tipo de detectores es la alternativa utilizada.

Su funcionamiento se basa en el control de la temperatura ambiente, dando lugar a una alarma en el caso de que la temperatura sobre pase un grado determinado o se produzca un aumento de determinados grados en función del tiempo.

En nuestro caso se ha previsto detectores de temperatura para la sala de bombas y el local de mantenimiento.

## **4.2.2. Pulsadores y sirenas de alarma**

Se ha previsto la instalación de pulsadores para la transmisión manual de alarma de incendios, pulsadores de alarma de identificación individual, en las vías de evacuación y salidas a estas, agrupando estos elementos con las B.I.E.s y extintores en el máximo de puntos posibles.

La transmisión sonora de alarma se realizará mediante sirenas de incendios comandadas desde la central de incendios, y con funcionamiento independiente por sectores, en función de las normas de actuación que dicte en su momento el Plan de emergencia y evacuación. El funcionamiento será manual o automático, y el nivel sonoro será suficiente, según la normativa aplicable.

Todos estos elementos encuentran reflejada su ubicación en la colección de planos del proyecto.

## **4.2.3. Distribución eléctrica**

La distribución eléctrica se realizará de acuerdo a lo exigido por el R.E.B.T [17], considerando de forma general los siguientes criterios:



En la zona industrial se utilizarán bandejas para la distribución general, realizado las acometidas a los puntos con tubería rígida de PVC, en techos y zonas en la que no exista riesgo de impacto mecánico con la maquinaria utilizada en producción, y con tubería de acero en estos puntos.

En la zona de oficinas y administrativa, la distribución general se realizará con tubería rígida de PVC, y las acometidas a los puntos con tubo flexible de PVC.

Las protecciones de cables y mangueras eléctricas serán libres de halógenos.

### **4.3. Puertas cortafuegos**

Se instalarán puertas cortafuegos con el fin de sectorizar los riesgos y usos existentes. Se ubicarán en las escaleras que comunican los diferentes niveles del pabellón, y en los accesos los almacenes de materia prima y producto terminado, incluso en el paso entre ambos.

Las puertas de las escaleras serán de tipo abatible de una hoja, y las de los almacenes del tipo corredera con puerta peatonal incluida. Todas las puertas tendrán un elemento vidriado que permita ver el lado opuesto.

Las puertas estarán construidas de acuerdo a las normas UNE 23801 y UNE 23802.





## 5. Hipótesis de cálculo

### 5.1. Extinción de incendios

#### 5.1.1. Bocas de incendios equipadas

- Diámetro manguera 25 mm / 45 mm
- Caudal mínimo 100 l/min / 200 l/min
- Presión mínima 2 bar
- Distancia máxima entre BIEs 25 m de recorrido real
- Simultaneidad 3 B.I.E. de Ø45mm
- Presión de diseño 6,00 bar
- Tiempo de autonomía 90 min
- Norma
  - UNE-EN 671-1
  - UNE-EN 671-2
  - R.T.1- BIE

#### 5.1.2. Sistema de hidrantes exteriores

- Diámetro conexión 100 mm / 70 mm
- Caudal mínimo hidrante 2000 l/min
- Simultaneidad 2 hidrantes
- Presión de diseño 7,00 bar
- Tiempo de autonomía 90 min
- Norma
  - UNE 23-406

Se colocarán dos hidrantes exteriores, una junto a la puerta de acceso al sector de incendio 6 y otra junto a la puerta de acceso al sector de incendio 7.

#### 5.1.3. Rociadores automáticos

- Riesgo
  - Extra almacén. Cat. III Producto Terminado (P.T.)
  - Extra almacén. Cat. II Mat. Prima (M.P.)



- Altura máxima de almacén.
  - < 9,70 m (P. T.)
  - < 2.70 m (M. P.)
- Altura máxima pabellón 12.2 m
- Cobertura máxima rociador  $s = 9 \text{ m}^2$
- Tipo
  - ESFR (Rociador de Respuesta Rápida y Supresión Temprana) P.T.
  - Montante (Respuesta norma) M. P.
- K
  - 202 (P.T.)
  - 115 (M.P.)
- Presión de diseño 5,2 bar (P.T.)
- Densidad diseño 15.00 mm/min
- Caudal de descarga

$$Q = K \times \sqrt{P} \quad (5.1)$$

Q = caudal (l/min)

K = Constante del rociador

P = Presión (bar)

- Área de diseño
  - $S = 260 \text{ m}^2$  (P.T.)
  - $S = 260 \text{ m}^2$  (M.P.)
- Tiempo de funcionamiento  $t = 90 \text{ min}$
- Norma
  - UNE 23590
  - UNE 23593
  - R.T.1.- ROC
  - NFPA 13

#### 5.1.4. Depósito

Sistemas de BIES, de Hidrantes y de Rociadores Automáticos (Apéndice 3 [1]), el volumen se determinará según se muestra en la ecuación (5.2).

$$R = 0,5 R_H + R_{RA} \quad (5.2)$$

R = Volumen de agua de reserva





$R_H$  = Volumen de agua de reserva para el sistema de hidrantes

$R_{RA}$  = Volumen de agua de reserva para el sistema de rociadores automáticos

- Norma
  - UNE 23500
  - R.T.1.-ABA

### 5.1.5. Red general de incendios

- Tubería
  - Acero estirado sin soldadura
  - Clase negra
- Norma de fabricación
  - UNE 19043 para  $\varnothing \leq 150$  mm
  - UNE 19040 para  $\varnothing > 150$ mm
  - UNE 53131 para polietileno
- Uniones
  - Soldadura (NFPA 13)
  - Juntas mecánicas (EN 12259-6)
- Dimensionado
  - Mediante cálculos hidráulicos
- Pérdidas por fricción
  - Formula de Hazen & Williams

$$P = \frac{6,05 \times 10^5}{C^{1,85} \times d^{4,87}} \times L \times Q^{1,85} \quad (5.3)$$

P= pérdida de carga, bar.

Q= Caudal, l/min.

D= Diámetro interior, mm.

C= Coeficiente de Hazen & Williams.

L= Long. Equivalente de tub. y acc., m.

- Velocidad
  - < 6 m/s en cualquier válvula o dispositivo de control de caudal.
  - < 10 m/s en cualquier otro punto del sistema.



- Normas
  - UNE 23590
  - UNE 23594
  - R.T.1.-ROC

### 5.1.6. Grupo de incendios

Sistemas de BIES, de Hidrantes y de Rociadores Automáticos (Apéndice 3 [1]), el volumen se determinará según se muestra en la ecuación (5.4).

$$Q_{\text{requerido}} = Q_{\text{rociadores}} + 0,5 Q_{\text{hidrantes}} \quad (5.4)$$

$Q_{\text{requerido}}$  = Caudal requerido en la bomba

$Q_{\text{rociadores}}$  = Caudal rociadores

$Q_{\text{hidrantes}}$  = Caudal hidrantes

- Composición
  - 2 Bombas principales (eléctrica + diesel)
  - 1 Bomba jokey
- Norma
  - UNE 23500
  - R.T.1- ABA

### 5.1.7. Extinción automática por FM200

- Agente extintor FM-200 (HCF227 ea)
- Criterio de diseño
  - 0,548 Kg/m<sup>3</sup>
  - 7% del volumen
- Norma Especificaciones del fabricante

### 5.1.8. Extintores portátiles

- CO<sub>2</sub> (eficacia 34B) Recintos eléctricos y de equipos
- Polvo seco polivalente eficacia En general  
(113B, 21 A)
- Situación 15 m de recorrido real
- Norma UNE 23110



## 5.2. Detección automática de incendios y alarma

### 5.2.1. Central de control

- Tecnología Analógica de identificación individual
- Programación Mediante PC o teclado de la central, aceptado ecuaciones de álgebra booleana, AND, OR, XOR, etc.
- Situación Puesto de guardia
- Capacidad 4 bucles de 99 detectores y 99 módulos.
- Autonomía fuente de alimentación secundaria 72 horas de funcionamiento y ½ h en estado de alarma.
- Norma UNE 23007

### 5.2.2. Detección automática de incendios

- Tecnología Analógica de identificación individual
- Cobertura max. detectores:
  - Det. de humos 80 m<sup>2</sup> en recintos de  $S \leq 80 \text{ m}^2$   
60 m<sup>2</sup> en recintos de  $S > 80 \text{ m}^2$
  - Det. De temperatura 30 m<sup>2</sup> en recintos de  $S \leq 30 \text{ m}^2$   
20 m<sup>2</sup> en recintos de  $S > 30 \text{ m}^2$
  - Det, rayo Ir. Longitud 10 m < L < 100 m  
Ancho < 14 m
- Situación En todos los recintos contemplados en proyecto.
- Norma UNE 23007

### 5.2.3. Pulsadores de alarma.

- Distancia max. entre pulsadores 25 m de recorrido real
- Norma UNE 23007

### 5.2.4. Sirenas de alarma

- Nivel sonoro > 65dB



< 120dB

- Norma UNE 23007

### 5.2.5. Distribución eléctrica asociada

- Tipo de conductor Manguera de par trenzado y apantallado (2x1,5mm<sup>2</sup>)
- Tensión nominal de aislamiento 1000 V
- Tubo de aislamiento Acero galvanizado en zona industrial  
PVC en zona oficinas
- Norma UNE 23007  
R.E.B.T.



## 6. Cálculos

### 6.1. Bocas de incendios equipadas

- Tubería Acero estirado sin soldadura  
Clase negra
- Norma de fabricación UNE 19043 para  $\varnothing \leq 150$  mm  
UNE 19043 para  $\varnothing > 150$  mm

#### Resultados (Anexo B)

$$Q_1 = 0,00376 \text{ m}^3/\text{s} \quad Q_2 = 0,00377 \text{ m}^3/\text{s} \quad Q_3 = 0,00377 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$P_1 = 7,056 \text{ bar} \quad P_2 = 7,062 \text{ bar} \quad P_3 = 7,070 \text{ bar}$$

Presión salida de la bomba: 9,0 bar

Caudal total BIE: 40,67 m<sup>3</sup>/h

### 6.2. Sistema de hidrantes exteriores

- Tubería Acero estirado sin soldadura  
Clase negra
- Norma UNE 19043 para  $\varnothing \leq 150$  mm  
UNE 19040 para  $\varnothing > 150$  mm
- Hidrantes columna húmeda UNE 23-406-90

#### Resultados (Anexo B)

$$Q_1 = 0,0333 \text{ m}^3/\text{s} \quad Q_2 = 0,0334 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$P_1 = 7,653 \text{ bar} \quad P_2 = 7,711 \text{ bar}$$

Cubren las necesidades



Presión salida de la bomba: 9,0 bar

Caudal total hidrantes: 240 m<sup>3</sup>/h

### 6.3. Rociadores automáticos

#### 6.3.1. Almacén de producto terminado

- Tubería Acero estirado sin soldadura  
Clase negra
- Norma de fabricación UNE 19043 para  $\varnothing \leq 150$  mm  
UNE 19040 para  $\varnothing > 150$ mm
- Presión mínima de diseño 5,2 bar
- Caudal de diseño 7,6772 l/s rociador

#### Resultados (Anexo B)

Presión salida de la bomba: 8,645 bar

Caudal rociadores APT: 336,38 m<sup>3</sup>/h

#### 6.3.2. Almacén de materia prima

- Tubería Acero estirado sin soldadura  
Clase negra
- Norma de fabricación UNE 19043 para  $\varnothing \leq 150$  mm  
UNE 19040 para  $\varnothing > 150$ mm
- Densidad de diseño 12.5 l/(min m<sup>2</sup>)
- Area de operación 260 m<sup>2</sup>

#### Resultados (Anexo B)

P fuente = 5,707 bar

Q total = 251,33 m<sup>3</sup>/h



Para compensar el exceso de presión suministrado por el grupo de bombas, se instalará un disco de orificio a la entrada del puesto de control para ejercer una pérdida de presión de 3 bar.

### Resultados finales

Presión salida de la bomba: 8,707 bar

Caudal rociadores AMP: 251,32 m<sup>3</sup>/h

## **6.4. Deposito**

Volumen del depósito;

$$V_{\text{deposito}} = 9,10 \text{ m} \times 21 \text{ m} \times 3,60 \text{ m} = 687,96 \text{ m}^3$$

Reserva para 90 min;

$$R = (R_{\text{rociadores}} + 0,5 R_{\text{Hidr}}) = 504 + 0,5 \times 360 = 684 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{deposito}} = 687,96 \text{ m}^3 > R = 684 \text{ m}^3$$

## **6.5. Grupo de incendios**

Caudal requerido:  $Q_{\text{requerido}} = Q_{\text{rociadores}} + 0,5 Q_{\text{hidrantes}} = 456 \text{ m}^3/\text{h}$

Presión máxima necesaria:  $P_{\text{máx}} = 9 \text{ bar}$

Grupo de incendios FOC CEPREVEN de BOMBAS IDEAL con las siguientes características:

Bomba principal: BOMBAS IDEAL CPR 200-500H Ø 535

Tipo de bomba: cámara partida.

Potencia absorbida a caudal nominal: 168 KW.

Motor eléctrico (180 KW).

Motor diesel (IVECO) (190 KW)



$$Q_{\text{nominal}} = 460 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$H = 94,52 \text{ m}$$

Bomba auxiliar "jockey":

Bomba vertical multicelular.

## 6.6. Extinción automática FM-200

Volumen del C.P.D.:  $V = 7\text{m} \times 8.5\text{m} \times 2.30\text{m} = 136.85 \text{ m}^3$

Volumen ocupado por mobiliario:  $10\% V = 13.69 \text{ m}^3$

$$V_{\text{calculo}} = 123.16 \text{ m}^3$$

Kg de FM-200 necesarios:  $0.548 \text{ Kg/m}^3 \times V_{\text{calculo}} = 0.548 \times 123.16 = 67.49 \text{ Kg}$

Densidad de llenado:  $67.49 \text{ Kg} / 1.1 \text{ Kg/l} = 61.35 \text{ l}$

Se utilizará un cilindro de 67 l. de capacidad





## Conclusiones

El recinto industrial objeto del presente proyecto, presentaba un nivel de protección frente a un incendio, que no permitía proteger los bienes materiales de la industria como son los edificios y las instalaciones, ni tampoco la integridad de las personas que colaboran en el funcionamiento de la misma, así como de los equipos de salvamento que pudieran intervenir en un siniestro de incendio.

Dado que las actividades desarrolladas en el proceso productivo producen un nivel de riesgo intrínseco de incendio alto, se han propuesto de acuerdo con el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales [1], la realización de una serie de instalaciones de protección contra incendios activas como pasivas.

La instalación en la totalidad de los sectores de incendio, de bocas de incendio equipadas, extintores portátiles adecuados al tipo de fuego, sistemas de detección automática de incendios, pulsadores y sirenas de alarma, ha permitido aumentar el nivel de seguridad tanto de los bienes como de las personas a lo exigido por [1].

La instalación de sistemas de rociadores automáticos en los almacenes de materia prima y de productos terminados, que actúen desde el primer momento en que se declare un incendio, permitirán controlarlo de una manera rápida y eficaz, hasta que actúen los equipos de extinción de incendios.

La colocación en el exterior de los almacenes, de un sistema de hidrantes exteriores de columna húmeda, permitirán a los equipos de extinción de incendios, disponer de un suministro de agua fiable que les permitirá trabajar con mayor eficacia y seguridad.

La presencia de un sistema de extinción automática FM200, en el centro de procesamiento de datos, permitirá proteger de manera adecuada la información, almacenada en los sistemas informáticos, necesaria para el correcto funcionamiento de la empresa.

La conclusión, es que el recinto industrial presenta con las medidas de protección propuestas, un nivel de protección contra incendios adecuado y en algún caso superior, a lo exigido por el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales [1]. Se ha conseguido una mejora del nivel de seguridad ante un incendio que afecta a los ocupantes del recinto industrial, la integridad de los edificios y de las instalaciones industriales.





## Bibliografía

### Referencias bibliográficas

- [1] *Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales* (R.D. 786/2001)
- [2] UNE 23-590-81. *Sistemas de rociadores de agua. Generalidades.*
- [3] UNE 23-592-81. *Sistemas de rociadores automáticos. Clasificación de riesgos.*
- [4] UNE 23-593-81. *Sistemas de rociadores automáticos. Parámetros de diseño.*
- [5] UNE 23-500-90. *Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios.*
- [6] UNE 23-110. *Extintores portátiles de incendios.*
- [7] UNE 23-007. *Componentes de los sistemas de detección automática de incendios.*
- [8] UNE-EN 671-1: 2001. *Sistemas fijos de extinción de incendios. Bocas de incendio equipadas con mangueras semirrígidas.*
- [9] UNE-EN 671-2: 2001. *Sistemas fijos de extinción de incendios. Bocas de incendio equipadas con mangueras planas.*
- [10] UNE 23-406-90. *Lucha contra incendios. Hidrante de columna húmeda.*
- [11] UNE 23-007-14:1996. *Sistema de detección de alarma de incendios. Parte 14: Planificación, diseño, instalación, puesta en servicio, uso y mantenimiento.*
- [12] R.T.1.-ROC *Instalaciones de rociadores automáticos de agua.* CEPREVEN. Madrid: 1995.
- [13] R.T.2.-EXT *Regla técnica para instalaciones de extintores móviles.* CEPREVEN. Madrid: 1998.
- [14] R.T.3.-DET *Regla técnica para las instalaciones de detección automática de incendios.* CEPREVEN. Madrid: 1990.
- [15] *Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.* (R.D. 486/1997).



- [16] *Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción*, (R.D. 1627/1997).
- [17] *Reglamento electrotécnico de baja tensión*. (R.D. 842/2002)
- [18] *Reglamento de Instalaciones de protección contra incendios* (R.D. 1942/1993)
- [19] *Reglamento de aparatos a presión* (R.D. 1244/1979).
- [20] *Modificación del Reglamento de aparatos a presión* (R.D. 1504/1990)
- [21] *Ley de prevención de riesgos laborales* (R.D. 31/1995).
- [22] NFPA, National Fire Protection Association, *NFPA 13 - Instalación de sistemas de rociadores*. NFPA. USA: 2002.
- [23] UNE-EN 1634:2000. *Ensayos de resistencia al fuego de puertas y elementos de cerramiento de huecos. Parte 1: Puertas y cerramientos cortafuegos*
- [24] UNE 23-801:1979. *Ensayo de resistencia al fuego de elementos de construcción vidriados*.
- [25] EN54 Part 2: 1998. *Automatic Fire Detection Systems. Control and Indicating Equipment*.
- [26] EN54 Part 4: 1998. *Automatic Fire Detection Systems. Power Supply Equipment*.

## **Bibliografía complementaria**

- [27] FRAGUELA, J. A. *Instalaciones de protección contra incendios*. El Instalador. Madrid: 1994.
- [28] AZNAR, A. *Protección contra incendios. Análisis y diseño de sistemas*. Ed. Alción. Madrid: 1990.
- [29] NASH, P. *Sistemas de rociadores automáticos*. Ed. MAPFRE. Madrid: 1981
- [30] *Normas de procedimiento y desarrollo del RD 1942/1993*. Orden del Miner 1998-04-16 (Revisión RD 1942/1993)
- [31] Real Decreto 2177/1996 "NBE/96: Condiciones de protección contra incendios de los edificios". BOE: 4 de octubre de 1996.



[32] CEPREVEN. *Especificación técnica de instalaciones de rociadores automáticos de agua*. CEPREVEN. 2000.

[33] NFPA, National Fire Protection Association, *Estándar para la protección contra incendios de almacenamientos*. CEPREVEN. 2001

