

Escola Universitària Politécnica de Mataró

Centre adscrit a:



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA

**ENGINYERIA TÈCNICA INDUSTRIAL,
ESPECIALITAT EN ELECTRÒNICA INDUSTRIAL**

**PROYECTO DE INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA
INCENDIOS EN UN GRAN CENTRO LOGÍSTICO CON OFICINAS.**

Memoria.

**Reluy Domínguez Arturo
PONENT: Comajuncosas Fortuño Andreu**

PRIMAVERA 2011



TecnoCampus
Mataró-Maresme

Resum

El present treball de fi de carrera té com a objectiu, l'estudi de la normativa en matèria de sistemes de protecció contra incendis, per la realització del disseny d'una instal·lació fictícia. El punt principal és el disseny d'un sistema automàtic d'extinció per ruixadors. Així com la resta d'instal·lacions exigibles per les dimensions de l'edificació.

La redacció del projecte té per intenció en cada punt argumentar el motiu pel qual el sistema escollit és l'idoni.

Resumen

El presente trabajo de fin de carrera tiene como objetivo el estudio de la normativa en materia de sistemas de protección contra incendio, con el fin de realizar el diseño de una instalación ficticia. El punto principal es el diseño de un sistema automático de extinción mediante rociadores. Así como el resto de instalaciones exigibles por las dimensiones de la edificación.

La redacción del proyecto tiene por intención argumentar el motivo por el cual el sistema escogido es el idóneo.

Abstract

The aim of this work is to apply the fire safety legislation to a fictitious case study. The main topic is the automatic water spray system design and other several implementations in order to fulfill the obligations of the legislation.

The choice of the design is discussed at the end of this study.

Índice

Índice de figuras.....	V
Índice de tablas.....	VII
1 Introducción.....	1
1.1 Objeto del proyecto.....	1
1.2 Identificación del proyecto.....	1
1.2.1 Actividad a realizar.....	2
1.2.2 Caracterización de establecimiento.....	2
1.3 Normativa aplicable.....	2
1.4 Caracterización del establecimiento según RSCI.....	3
1.4.1 Introducción.....	3
1.4.2 Caracterización del establecimiento en relación con su entorno.....	3
1.4.3 Caracterización del establecimiento en relación al riesgo intrínseco.....	3
1.4.4 Instalaciones requeridas según RSCI.....	5
2 Fuego o combustión.....	7
2.1 Definición.....	7
2.2 Clasificación según la velocidad de reacción.....	7
2.3 Elementos del fuego.....	8
2.4 Tipos de fuego según el combustible.....	9
2.5 Fuegos normalizados.....	9
3 Sistemas de rociadores automáticos.....	11
3.1 Introducción.....	11
3.2 Sistema de rociadores.....	12
3.2.1 Tipos de rociadores.....	12
3.2.2 Gota y factor de descarga.....	12
3.3 Puesto de control.....	13
3.3.1 Introducción.....	13
3.3.2 Componentes de puesto de control (húmedo).....	14
4 Clasificación del riesgo.....	15

4.1	Introducción.....	15
4.2	Clases de riesgo.....	16
4.3	Clasificación del riesgo zona de almacén.....	16
4.3.1	Clasificación del riesgo zona de almacén cota cubierta.....	17
4.3.2	Clasificación del riesgo zona de almacén niveles intermedios.....	18
4.4	Clasificación del riesgo zona locales técnicos.....	19
4.5	Clasificación del riesgo zona cocina.....	19
4.6	Clasificación de riesgo zona oficinas.....	20
4.7	Elección y justificación del sistema general fijo de extinción.....	20
5	Tamaño de los sistemas.....	21
5.1	Tamaño de los sistemas según UNE-EN 12845 y NFPA13.....	21
5.2	Superficie máxima de cobertura por rociador. UNE-EN 12845 y NFPA13.....	22
5.3	Temperatura de actuación de los rociadores.....	23
5.4	Factor de descarga del rociador (K).....	24
5.5	Densidad del diseño.....	25
5.6	Estructura de las mallas.....	27
6	Dimensionado de la tubería.....	29
6.1	Introducción.....	29
6.2	Calidades de la tubería según UNE.....	29
6.3	Calidades de la tubería según NFPA 13.....	29
6.4	Tabla comparativa de las medidas.....	31
6.5	Justificación en la elección de tubería.....	31
6.6	Datos técnicos de la tubería.....	32
6.7	Soportes de la instalación.....	33
7	Distribución de rociadores.....	37
7.1	Distribución de rociadores en zonas de almacén.....	37
7.1.1	Introducción.....	37
7.1.2	Resumen carteles mallas de almacén.....	38
7.1.3	Cartel indicador almacén.....	38
7.2	Distribución de rociadores en zonas de uso diferente de almacén.....	39

7.2.1	Introducción.....	39
7.2.2	Resumen carteles mallas en zonas de uso diferente al almacén.....	40
7.2.3	Cartel indicador Malla 1 CD03.....	40
8	Medios manuales de apoyo.....	41
8.1	Introducción.....	41
8.2	Bocas de incendio equipadas.....	41
8.2.1	Cálculos hidráulicos de las bocas de incendio.....	42
8.3	Red de hidrantes.....	43
8.3.1	Cálculos hidráulicos de hidrantes.....	43
8.3.2	Cabinas de intemperie.....	44
8.4	Extintores.....	45
9	Abastecimiento de agua.....	47
9.1	Reserva de agua contra incendio.....	47
9.1.1	Categorización de la reserva de agua.....	49
9.1.2	Accesorios.....	49
9.2	Grupo de presión principal.....	49
9.2.1	Consignas de funcionamiento.....	50
9.2.2	Accesorios.....	51
9.2.3	Características del grupo de bombeo principal.....	51
9.2.4	Gráfica del grupo de bombeo principal.....	52
9.3	Bomba auxiliar.....	52
9.3.1	Gráfica del grupo de bombeo auxiliar.....	53
9.3.2	Controlador bomba auxiliar.....	54
9.4	Compartimento del grupo de bombeo.....	55
9.4.1	Rociadores sala de bombas.....	55
9.4.2	Clasificación del riesgo.....	55
9.5	Red enterrada.....	56
9.5.1	Soportes de la red enterrada.....	56
10	Sistemas especiales.....	59
10.1	Sistemas SCTEH.....	59

10.1.1 Sectorización de humos.....	59
10.1.2 Depósitos de humos.....	60
10.1.3 Cortinas.....	60
10.1.4 Aireadores.....	60
10.1.5 Valores obtenidos.....	61
10.2 Extinción en cocina.....	61
10.2.1 Funcionamiento.....	62
11 Sistemas de detección.....	63
11.1 Detectores.....	63
11.1.1 Detectores de humo.....	63
11.1.2 Detectores de calor.....	64
11.1.3 Detectores de llama.....	65
11.1.4 Tecnología de detección elegida.....	65
11.2 Pulsadores.....	66
11.2.1 Elección del pulsador.....	67
11.3 Módulos en el bus de detección.....	67
11.4 Central de incendios.....	67
11.4.1 Elección de la central.....	68
11.5 Criterios aplicados en la instalación.....	68
11.5.1 Topología de la conexión de detectores.....	68
11.5.2 Calidad del cableado.....	69
11.5.3 Excepciones en la detección.....	70
11.5.4 Distribución de los elementos de detección.....	70
11.5.5 Distribución de los pulsadores.....	71
11.5.6 Baterías de reserva y alimentación.....	72
11.5.7 Avisadores acústicos.....	73
11.5.8 Ubicación equipos y repetición.....	73
12 Señalización.....	75
13 Conclusiones.....	77
14 Bibliografía.....	79

Índice de figuras.

Figura 1.1 Clasificación del riesgo Q_s	5
Figura 2.1 Triangulo del fuego.....	8
Figura 2.2 Tetraedro del fuego.....	9
Figura 3.1 Rociador Parmalle.....	11
Figura 4.1 Densidad de diseño según categorías.....	18
Figura 4.2 Densidad de diseño según clases.....	19
Figura 5.1 Código de colores ampolla.....	24
Figura 5.2 K rociadores.....	25
Figura 5.3 Área de operación.....	25
Figura 5.4 Densidad de diseño.....	26
Figura 5.5 Rociadores aprobados.....	27
Figura 5.6 Malla tipo rejilla.....	28
Figura 6.1 Estándares de tuberías NFPA.....	30
Figura 6.2 Estándares de tuberías UNE.....	31
Figura 6.3 Características mecánicas en tubería.....	32
Figura 6.4 Características químicas en tubería.....	32
Figura 6.4 Características físicas en tubería.....	33
Figura 6.5 Soportes aprobados.....	36
Figura 8.1 Caudal en hidrantes.....	44
Figura 8.2 Cabina de intemperie.....	45
Figura 9.1 Montaje línea de aspiración.....	47
Figura 9.2 Gráfica grupo principal.....	52
Figura 9.3 Gráfica grupo auxiliar.....	54

Figura 9.4 Dado de hormigón	57
Figura 11.1 Distribución normal.....	71
Figura 11.2 Red del detección.....	74

Índice de tablas.

Tabla 1.1 Resumen de las superficies.....	2
Tabla 1.2 Instalaciones requeridas.....	5
Tabla 4.1 Comparativa de normativa.	15
Tabla 4.2 Comparativa de clasificación.....	16
Tabla 5.1 Tamaño de los sistemas según UNE.....	21
Tabla 5.2 Tamaño de los sistemas según NFPA.....	21
Tabla 5.3 Superficie cobertura según UNE.	22
Tabla 5.4 Superficie cobertura según NFPA.	23
Tabla 6.1 Métrica de los soportes.....	34
Tabla 8.1 Características de extintor.	46

1 Introducción.

1.1 Objeto del proyecto.

El objeto del presente trabajo final de carrera, consiste en el diseño de las instalaciones relacionadas con la protección contra incendios, para un almacén textil.

En cada uno de los apartados se presentará la normativa aplicable y notas técnicas, con el fin de justificar la elección idónea. Los apartados que se han sometido a estudio son los siguientes:

- Sistemas automáticos de extinción.
 - o Sistema de rociadores.
 - o Sistema de espumógenos.
- Sistemas manuales de extinción.
 - o Dotación de extintores.
 - o Dotación de bocas de incendio equipadas (BIES).
 - o Dotación de cabinas de intemperie y hidrantes.
- Sistema abastecimiento de agua.
 - o Grupo de presión.
 - o Aljibe para el almacenamiento del agua.
- Sistemas de detección.

1.2 Identificación del proyecto.

La parcela se encuentra en el polígono Can Verdalet, en el término municipal de Tordera, perteneciente a la provincia de Barcelona.

La parcela dispone de una superficie de 134000 metros cuadrados para uso industrial.

1.2.1 Actividad a realizar.

La actividad industrial principal será el almacenamiento y distribución de mercancías textiles. Existiendo también oficinas de desarrollo y un comedor colectivo para los trabajadores.

1.2.2 Caracterización de establecimiento.

La instalación comprende las siguientes zonas de estudio.

Denominación	Uso	Superficie
Almacén PBN0.	Almacén.	13175 m ² .
Almacén PBN1.	Almacén.	13175 m ² .
Almacén PBN2.	Almacén.	13175 m ² .
Almacén PBN3.	Almacén.	13175 m ² .
Locales técnicos.	Diversos.	700 m ² .
Cocina.	Cocina y cámaras frigoríficas.	468 m ² .
Vestuarios.	Vestuarios.	135 m ² .
Área descanso.	Sala descanso y vending.	85 m ² .
Comedor.	Comedor.	

Tabla 1.1 Resumen de las superficies.

1.3 Normativa aplicable.

En el diseño de las instalaciones se ha contemplado el cumplimiento de la siguiente normativa:

- Guía técnica RSCI (REAL DECRETO 2267/2004).
- NBE-CPI-96. Condiciones de protección contra incendios en los edificios.
- EN 12845 Sistemas fijos de lucha contra incendio.
- Reglamentos de Aparatos a Presión I.T.C MIE-AP5. Extintores de incendios.
- REAL DECRETO 1942/1993, de 1 de Marzo.
- Normativa NFPA.
- Notas técnicas FM.
- Ordenanzas municipales.
- Normas UNE.

1.4 Caracterización del establecimiento según RSCI.

1.4.1 Introducción.

El reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales, (RSCI) tiene como objeto establecer y definir los requisitos que deben cumplir las instalaciones para uso industrial en el campo de la protección contra incendios.

A fin de anular o reducir los daños o pérdidas, el reglamento establece requisitos de prevención a fin de limitar las circunstancias que puedan desencadenar en incendio. Así como las actividades de respuesta con la finalidad de controlar o luchar contra el fuego.

1.4.2 Caracterización del establecimiento en relación con su entorno.

El reglamento establece las condiciones y requisitos que deben satisfacer según su configuración, ubicación en relación con su entorno y su nivel de riesgo intrínseco.

El establecimiento industrial ocupa totalmente el edificio, este se encuentra a una distancia mayor de tres metros del edificio más próximo. Tratándose de vías libres y con capacidad de tránsito de vehículos.

La caracterización para el establecimiento coincide con el **TIPO C** descrito en el (RSCI).

1.4.3 Caracterización del establecimiento en relación al riesgo intrínseco.

El nivel de riesgo intrínseco de cada sector se ha calculado mediante la densidad de carga de fuego ponderada y corregida, la siguiente fórmula es específica para los sectores de incendios destinados al almacenamiento.

$$Q_s = \frac{\sum_i q_{vi} c_i h_i s_i}{A} R_a \quad (1.1)$$

La fórmula 1.1 es de aplicación genérica y permite la existencia de múltiples zonas en un mismo sector. En el presente proyecto se ha aplicado una lectura estricta de la norma, considerándose una única zona de almacenaje y aplicando el mayor riesgo intrínseco obtenido al resto de los sectores.

Valores de referencia.

- La superficie total del sector o establecimiento, $A = 13164 \text{ m}^2$
- $R_a = 2$.
- $Q_{vi} = 1000 \text{ MJ/m}^3$.
- $C_i = 13$.
- $h_i = 5 \text{ m}$.
- $S_i = 13164 \text{ m}^2$.

Q_s = Densidad de carga de fuego ponderada (MJ / m^2) o (Mcal / m^2).

C_i = Coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad.

R_a = Coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación).

A = Superficie construida del sector de incendio (m^2).

Q_{vi} = Carga de fuego, aportada por cada m^3 por cada zona de almacenamiento (MJ / m^3) o (Mcal / m^3).

h_i = Altura del almacenamiento en cada uno de los combustibles en metros.

S_i = Superficie ocupada en planta por cada zona con diferente tipo de almacenamiento (m^2).

El resultado obtenido es: $Q_s = 13000 \text{ MJ/m}^2$.

La densidad de fuego ponderada (Q_s) será utilizada para la elección de sistemas manuales de extinción, como BIES, hidrantes y extintores.

La siguiente imagen muestra la clasificación del riesgo, según el valor de la densidad de fuego ponderada obtenida.

Nivel de riesgo intrínseco		Densidad de carga de fuego ponderada y corregida	
		Mcal/m ²	MJ/m ²
Bajo	1	$Q_s \leq 100$	$Q_s \leq 425$
	2	$100 < Q_s \leq 200$	$425 < Q_s \leq 850$
Medio	3	$200 < Q_s \leq 300$	$850 < Q_s \leq 1.275$
	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	$3.200 < Q_s$	$13.600 < Q_s$

Figura 1.1 Clasificación del riesgo Q_s .

1.4.4 Instalaciones requeridas según RSCI.

El establecimiento recibe la clasificación de tipo C, riesgo alto y factor 7.

Requerimientos	
Sistemas de detección automática.	Si, Superficie > 800 m ² .
Sistemas manuales de alarma de incendio.	Si, Superficie > 800 m ² .
Sistemas de comunicación de alarma.	Si, superficie > 10000 m ² .
Sistemas de abastecimiento de agua PCI.	Si, no estar asegurado por la red pública.
Sistemas de hidrantes exteriores.	Si, superficie > 3500 m ² , riesgo alto.
Extintores manuales.	Si, eficacia mínima 34a.
Sistema de BIEs.	Si, superficie > 500 m ² .
Sistema de columna seca.	Opcional.
Sistema de rociadores automáticos.	Si, superficie > 1000 m ² .
Sistemas de evacuación de humos	Si, superficie > 800 m ² .

Tabla 1.2 Instalaciones requeridas.

2 Fuego o combustión.

2.1 Definición.

El fuego o combustión es una rápida reacción química de oxidación de carácter exotérmico autoalimentada, con presencia de un combustible en fase sólida, líquida o gaseosa.

Según las Normas UNE: El fuego es una combustión caracterizada por una emisión de calor acompañada de humo, llamas o ambos.

Químicamente: Proceso de reacción química rápida, fuertemente exotérmica de oxidación-reducción, en las que participa una sustancia combustible y una comburente, que se produce en condiciones energéticas favorables y en la que se desprende calor, radiación luminosa, humo y gases de combustión.

2.2 Clasificación según la velocidad de reacción.

Según la velocidad de la reacción podremos establecer la siguiente clasificación:

-Si la reacción es lenta, es **oxidación**; no hay aumento de la temperatura (oxidación del hierro, amarilleo del papel). Se produce sin emisión de luz y poca emisión de calor que se disipa en el ambiente.

-Si la reacción es normal, es **combustión**; se produce con emisión de luz (llama) y calor, que es perceptible por el ser humano. El frente de llama tiene unos valores de varios centímetros por segundo.

-Si la reacción es rápida, es **deflagración**; combustión que se produce cuando la velocidad de propagación del frente de llama es menor que la del sonido; su valor se sitúa en el orden de metros por segundo. Ondas de presión 1 a 10 veces la presión inicial.

-Si la reacción es muy rápida, es **detonación**; combustión que se produce cuando la velocidad de la propagación del frente de llama es mayor que la del sonido; se alcanzan velocidades de kilómetros por segundo. Ondas de presión de hasta 100 veces la presión inicial.

2.3 Elementos del fuego.

Los elementos del fuego representan los pilares necesarios para que este se produzca.

Tradicionalmente se presenta el fuego por un triángulo, denominado Triángulo del fuego, cuyos lados corresponden a cada uno de los tres elementos. La supresión de uno de los elementos, elimina el fuego.



Figura 2.1 Triangulo del fuego.

Combustible: Es cualquier sustancia capaz de arder en determinadas condiciones. Cualquier materia que pueda arder o sufrir una rápida oxidación.

Comburente: Es el elemento en cuya presencia el combustible puede arder (normalmente oxígeno). Sustancia que oxida al combustible en las reacciones de combustión.

Energía de activación: Es la energía (calor) que es preciso aportar para que el combustible y el comburente reaccionen. Es la energía necesaria para el inicio de la reacción.

Reacción en cadena: Esta sencilla representación en triángulo se aceptó durante mucho tiempo, sin embargo, se comenzaron a observar algunos fenómenos que no podían explicarse totalmente hasta que se descubrió un “nuevo factor”, la reacción en cadena.

Reacción en cadena es el proceso mediante el cual progresa la reacción en el seno de una mezcla comburente-combustible.

Una vez incluido este cuarto elemento, la representación del fuego se realizó mediante el denominado tetraedro del fuego.

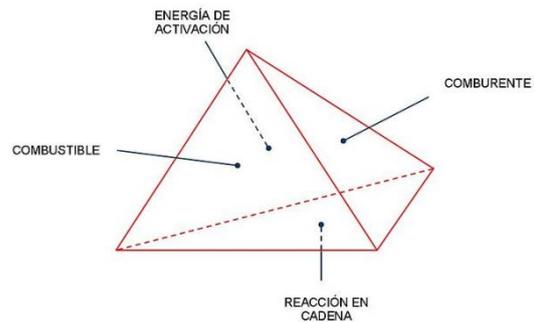


Figura 2.2 Tetraedro del fuego.

2.4 Tipos de fuego según el combustible.

Gases

Son los más peligrosos; se mezclan íntimamente con el aire y su ignición puede provocar una explosión. Producen llamas.

Líquidos

Son tanto más peligrosos cuanto más volátiles sean. Cuando se manejan a temperatura superior a la de inflamación, la mezcla de sus vapores con el aire se inflama con violencia y si hay suficiente volumen de mezcla pueden provocar explosiones. Producen llamas.

Sólidos

Son tanto más peligrosos cuando menos densos sean. Cualquier combustible reducido a polvo y dispersado en el aire (nube), se inflama con violencia explosiva. Al arder normalmente producen llamas y brasas (excepto la cera, parafina y similares).

2.5 Fuegos normalizados.

La norma UNE 23-010-76 establece las clases de fuego normalizadas:

Clase A: Fuego de materias sólidas, generalmente de naturaleza orgánica, donde la combustión se realiza normalmente con formación de brasas.

Clase B: Fuego de líquidos o de sólidos licuables.

Clase C: Fuego de gases.

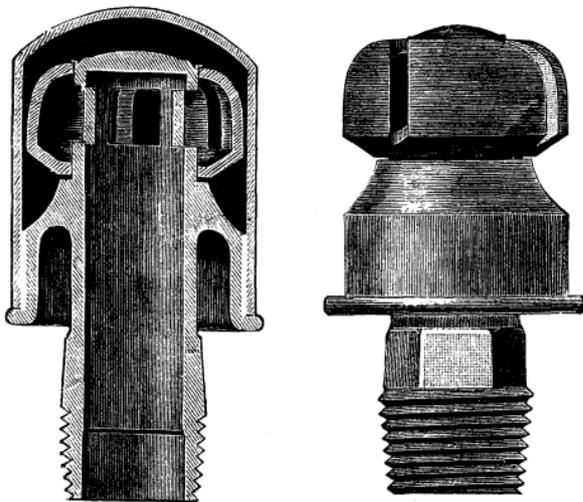
Clase D: Fuego de metales.

3 Sistemas de rociadores automáticos.

3.1 Introducción.

El rociador ha demostrado ser uno de los sistemas más eficaces en la protección contra incendios desde su aparición alrededor de 1812. Estos primeros sistemas trabajaban por diluvio, se trataba de tubería perforada instalada por todo el edificio, al detectar un incendio se accionaba una válvula manualmente provocando que por gravedad circulara el agua. Este sistema se instaló en el theatre Royale (Londres, 1812).

Henry S. Parmalle es considerado como el inventor del primer rociador automático de agua, en 1874 instaló el primer sistema de rociadores en una fábrica de pianos de su propiedad.



El primer rociador diseñado por Parmalle consistía en un sistema de riego con una tapa soldada con una amalgama que fundía a 155°.

Figura 3.1 Rociador Parmalle.

El desarrollo y estudio de nuevos sistemas de rociadores está en continua evolución, el continuo avance de las tecnologías impulsa el estudio de nuevas formas de controlar y suprimir los incendios.

3.2 Sistema de rociadores.

Existe una gran variedad de rociadores de agua, la correcta elección se basa en el uso del recinto a proteger, la altura y la configuración entre otros.

3.2.1 Tipos de rociadores.

Rociador básico: Son rociadores para riesgos ligeros, la función principal es la protección de las personas y la refrigeración de la cubierta.

Rociadores para almacenamientos: Son rociadores con mayor capacidad de descarga para poder hacer frente a una mayor cantidad de combustible, se encuentran rociadores de tecnología ESFR (early suppression fast response) o ELO (extra large orifice).

Rociadores decorativos: Se trataría de rociadores básicos pero pretenden integrarse lo más posible en la decoración para pasar desapercibidos.

Rociadores de cobertura extendida: Son rociadores capaces de cubrir una superficie mayor de paraguas.

Rociadores institucionales: Son rociadores para uso en centros penitenciarios, hospitales psíquicos. Dificultan su manipulación y usos incorrectos.

Rociadores secos: Son rociadores que incluyen un tramo de vela seca con el fin de proteger zonas de baja temperatura.

Rociadores de diluvio: Son rociadores abiertos, su activación generalmente no está asociada a la temperatura si no a las consignas de la central de incendios.

3.2.2 Gota y factor de descarga.

El tamaño de la gota es una primera referencia si el rociador realiza la función de control o supresión, como ejemplo una gota de 2 milímetros de diámetro podrá atravesar sin evaporarse el flujo de aire ascendente hasta llegar a la base del incendio.

El tamaño de gota vendrá determinado por:

- El orificio del rociador.
- El tipo de deflector.
- El factor de descarga.
- La presión del rociador.
- La temperatura.

El rociador se considera un dispositivo que emite gotas de diferentes diámetros, la ventaja de atacar un incendio mediante gotas es que una vez alcanzada la base del incendio la superficie de las gotas es mucho mayor que un chorro de agua. El mayor rendimiento se obtiene con gotas que oscilan entre 0,35 y 1 milímetro.

El factor K, constante de caudal, hace referencia al calibre del rociador permitiendo el cálculo del caudal unitario aplicando:

$$Q = K \times \sqrt{p} \quad (3.1)$$

Siendo:

K= Factor de descarga.

P= Presión del agente extintor.

3.3 Puesto de control.

3.3.1 Introducción.

El puesto de control es el conjunto de elementos que conectan el colector de distribución con la instalación de rociadores. Se encontrará alejado de la zona a cubrir a fin de ser operable durante un incendio, en caso de no ser posible se instalará en un espacio cerrado con un coeficiente de resistencia al fuego mínimo de una hora. El puesto de control ha de ser plenamente de acuerdo con la norma EN 12259-2.

3.3.2 Componentes de puesto de control (húmedo).

El Puesto de Control (PC) gobierna la instalación, está formada por:

- 1 Válvula de retención y alarma, con cuerpo de hierro fundido y guarnición de bronce, por lo general embridada.
- 1 Cámara de retardo.
- 1 Filtro en Y.
- 1 Presostato a central automática de detección de incendios (alarma a distancia).
- 1 Motor de agua (tubería hidráulica pequeña).
- 2 Manómetros que indican la presión aguas arriba y aguas abajo del puesto de control.
- 1 Gong de alarma hidráulico.
- 1 Válvula de vaciado.
- 1 Válvula de prueba de alarma.
- 1 Válvula de corte de alarma. (Según la norma).
- 1 Conjunto de pequeños tramos de tuberías y accesorios para uniones de los elementos del sistema. (TRIM).

La válvula de seccionamiento es de tipo compuerta de husillo exterior ascendente, se monta aguas arriba del puesto de control.

4 Clasificación del riesgo.

4.1 Introducción.

La clase de riesgo para la que se diseña el sistema de rociadores se debe determinar antes de empezar el diseño.

Esta clasificación depende del uso y de la carga de fuego. Sí existen zonas contiguas con diferente clasificación de riesgo en comunicación abierta, deberán extenderse los criterios de diseño de la zona de mayor clasificación, como mínimo a las dos filas contiguas de la zona de menor clasificación.

Existen varias formas para la clasificación del riesgo, según la normativa europea o de los EEUU.

Normativa Europea	Normativa EEUU
Cálculo riesgo intrínseco RD 2267/2004	NFPA
UNE-EN-12845	FACTORY MUTUAL
CEA 4001	

Tabla 4.1 Comparativa de normativa.

4.2 Clases de riesgo.

La norma UNE de obligado cumplimiento establece las siguientes clase de riesgos en comparación a la NFPA 13.

Según NFPA 13	Según UNE-EN-12845
Riesgo ligero.	Riesgo ligero.
Riesgo ordinario grupo1 y grupo 2.	Riesgo ordinario RO1, RO2, RO3 y RO4.
Riesgo extra grupo 1 y grupo 2.	Riesgo extra RE.
Almacenamientos clases I, II, III y IV.	Riesgo Extra proceso REP1, REP2, REP3, REP4.
Plásticos clases A, B y C.	Riesgo extra de almacenamiento REA1, REA2, REA3, REA4
Riesgos especiales.	Riesgos especiales.

Tabla 4.2 Comparativa de clasificación.

4.3 Clasificación del riesgo zona de almacén.

Estructura de almacén ST1 con pasillos entre filas con una anchura igual o superior a 1,2 metros, según anexo A RO3. FABRICAS TEXTILES

Factor de material (generalidades).

Cuando los productos comprendan mezcla de materiales se ha considerado no solo el producto a almacenar, también el envoltorio y la paleta.

La zona de almacén está diseñada para producto acabado tratándose de prendas de vestir en cajas, de tejido sintético y algodón envueltas individualmente y sobre paletas de madera o plástico.

Según los criterios de selección de la norma UNE EN 12845 se indica un factor de material de tipo III.

En el anexo C de UNE-EN-12845 se establece la categoría del producto almacenado, después se determina el factor de material según el anexo B de UNE-EN-12845 la categoría final aplicable será la mayor de las dos.

4.3.1 Clasificación del riesgo zona de almacén cota cubierta.

La normativa permite el almacenaje del tipo ST1 en salas donde se aplique una clasificación de riesgo ordinario del tipo 3 y la altura de los bloques no excedan de 2,1 metros.

En el proyecto de la instalación el almacén es una nave diáfana, prevista de una ampliación futura de tres niveles, construidos con estructura. Dada la probabilidad que el almacén modifique su distribución en un futuro o simplemente la ampliación no se realice. La cota de extinción correspondiente a la cubierta recibirá la clasificación de Riesgo Extra de Almacenaje REA.

La elección será:

Altura máxima de almacenamiento:	5,2 metros.
Densidad de diseño mínima:	17.5 mm/min.
Densidad aplicada:	20,0 mm/min.
Área de operación:	260 m ² .

La siguiente tabla corresponde a la densidad y área de operación a aplicar en los cálculos según la altura del almacenamiento, correspondiente a un riesgo extra de almacenamiento.

Configuración de almacenamiento	Altura máxima permitida de almacenamiento (véase la nota 1) M				Densidad de diseño mm/min	Área de operación [sistema mojado o de acción previa (véase la nota 2)] m ²
	Categoría I	Categoría II	Categoría III	Categoría IV		
ST1 Libre o en bloques	5,3	4,1	2,9	1,6	7,5	260
	6,5	5,0	3,5	2,0	10,0	
	7,6	5,9	4,1	2,3	12,5	
		6,7	4,7	2,7	15,0	
		7,5	5,2	3,0	17,5	
			5,7	3,3	20,0	300
			6,3	3,6	22,5	
			6,7	3,8	25,0	
			7,2	4,1	27,5	
				4,4	30,0	

Figura 4.1 Densidad de diseño según categorías.

4.3.2 Clasificación del riesgo zona de almacén niveles intermedios.

Los niveles intermedios del almacén a causa del tipo de construcción la altura de los bloques de almacenamiento no excederán de los 2,9 metros optándose por la clasificación de riesgo extra de almacenamiento REA.

Altura máxima de almacenamiento: 2.9 metros.

Densidad de diseño mínima: 7,5 mm/min.

Densidad aplicada: 9,0 mm/min.

Área de operación: 260 m².

4.4 Clasificación del riesgo zona locales técnicos.

Los locales técnicos son las salas de compresores y estancias del personal de mantenimiento, donde no se prevé una elevada carga de fuego, aún así la norma impone que las salas de máquinas deben considerarse como riesgo ordinario de tipo 3.

Clasificación elegida:	RO tipo3.
Densidad de diseño mínima:	5,0 mm/min.
Densidad aplicada:	6,0 mm/min.
Área de operación:	216 m ² .

La siguiente tabla corresponde a la densidad y área de operación a aplicar en los cálculos hidráulicos según la clasificación del riesgo.

Clase de riesgo	Densidad de diseño mm/min	Área de operación m ²	
		Mojada o acción previa	Seca o alterna
RL	2,25	84	No se permite Se usa RO1
RO1	5,0	72	90
RO2	5,0	144	180
RO3	5,0	216	270
RO4	5,0	360	No se permite Se usa REP1

Figura 4.2 Densidad de diseño según clases.

4.5 Clasificación del riesgo zona cocina.

Los restaurantes según la clasificación de la norma UNE EN 12845 obtienen una clasificación de riesgo ordinario de tipo 1. Las dependencias de la cocina no se han protegido de manera independiente, estas se encuentran cubiertas por la malla de locales técnicos.

En este caso las freidoras y planchas centrales dispondrán de un agente de extinción más apropiado que el agua, se tratará de Ansul en próximos apartados, (sistemas especiales, espumógenos) se justificará el motivo de la elección.

Clasificación elegida:	RO tipo3.
Densidad de diseño mínima:	5,0 mm/min.
Densidad aplicada:	6,0 mm/min.
Área de operación:	216 m ² .

4.6 Clasificación de riesgo zona oficinas.

La zona de oficinas no presenta complicación a causa de la poca carga de fuego que dispone pero con el fin de realizar un diseño equilibrado y existiendo la probabilidad de distintos usos futuros se ha trabajado como un riesgo ordinario de tipo 1 y no como un riesgo ligero.

4.7 Elección y justificación del sistema general fijo de extinción.

El sistema elegido para los rociadores automáticos es el de tubería húmeda por ser el más económico y no existir peligro de heladas. En contra el sistema de tubería seca se ha desaconsejado, dado que las mallas son extensas y es complejo asegurar que se dispondrá de la capacidad de presurizar la malla en media hora, como exige la aseguradora.

La norma UNE-EN-12845 coincide con los criterios de la aseguradora, sólo recomienda la instalación de sistemas secos donde exististan peligro de heladas o temperaturas superiores a 70° como hornos. En base a los mismos criterios se han descartado los sistemas de acción previa.

5 Tamaño de los sistemas.

5.1 Tamaño de los sistemas según UNE-EN 12845 y NFPA13.

La normativa UNE-EN-12845 indica que la superficie máxima controlada por un solo puesto de control húmedo, incluyendo redes subsidiarias, no debe superar la siguiente tabla.

Clase de riesgo	Superficie máxima protegida por puesto de control m ²
RL	10000
RO	12000, excepto lo indicado en anexos D y F
RE	9000

Tabla 5.1 Tamaño de los sistemas según UNE.

La normativa NFPA13 indica que la superficie máxima controlada por un solo puesto de control húmedo, no debe superar la siguiente tabla.

Clase de riesgo	Superficie máxima protegida por puesto de control pies ² / m ²
Riego Leve	52000 / 4831
Riesgo Ordinario	52000 / 4831
Riesgo Extra (tabulado)	25000 / 2.323
Riesgo Extra (calculado)	40000 / 3716

Tabla 5.2 Tamaño de los sistemas según NFPA.

Respecto a la mayor superficie a cubrir en la instalación, es la zona destinada a almacén clasificada como riesgo ordinario y de una superficie de 13176 m². Se ha optado por hacer una división en cuatro cuadrantes iguales. La superficie a cubrir por cada una de las cuatro mallas será de 3293,76 m², siendo una superficie válida para la normativa NFPA 13 que en este caso es la más restrictiva.

El resto de sectores no presentan superficies elevadas así que permiten que sean calculadas como una malla por nivel.

5.2 Superficie máxima de cobertura por rociador. UNE-EN 12845 y NFPA13.

La normativa UNE-EN-12845 indica que la superficie máxima que podrá cubrir un rociador, no debe exceder las superficies de la siguiente tabla.

Clase de riesgo	Superficie máxima protegida por rociador m ²
RL	21
RO	12
RE	9

Tabla 5.3 Superficie cobertura según UNE.

Clase de riesgo	Superficie máxima protegida por rociador pies ² / m ²
Riego Leve	225 / 20.9
Riesgo Ordinario	130 / 12.1
Riesgo Extra (tabulado)	100 / 9.3

Tabla 5.4 Superficie cobertura según NFPA.

En referencia a la superficie máxima que un rociador es capaz de proteger tanto la NFPA 13 como la UNE tienen valores muy similares.

5.3 Temperatura de actuación de los rociadores.

La temperatura de activación se ha elegido según las recomendaciones técnicas del asegurador Factory Mutual.

Al disponer de climatización en todos los sectores industriales, las temperaturas son estables en todos los sectores y cotas, pudiendo garantizar que a excepción de la cubierta la temperatura no superara los 66°, en el caso de la cumbre se contempla que la temperatura sea superior, instalándose rociadores de hasta 107°.

La instalación de rociadores de mayor temperatura en la cubierta, favorece que los rociadores de las cotas inferiores actúen óptimamente, evitando la rotura innecesaria de rociadores causadas por la pluma del incendio.

<i>Temperatura ambiente máxima a la altura de los rociadores, °C (°F)</i>	<i>Temperatura nominal del rociador, °C (°F)</i>	<i>Clasificación de la temperatura del rociador</i>	<i>Color de la ampolla de vidrio del rociador</i>
38 (100)	55 (135)	Ordinaria	Naranja
38 (100)	70 (160)	Ordinaria	Rojo
66 (150)	80 (175)	Ordinaria	Amarillo
66 (150)	100 (212)	Intermedia	Verde
107 (225)	140 (280)	Alta	Azul
149 (300)	175 (350)	Extra alta	Malva
191 (375)	220 (425)	Extra alta +	Negro
246 (475)	275 (525)	Ultra alta	Negro
329 (625)	345 (650)	Ultra alta	Negro

Figura 5.1 Código de colores ampolla.

5.4 Factor de descarga del rociador (K).

El factor de descarga K, es una constante que relaciona el caudal descargado, presión y un paso calibrado.

La normativa establece los parámetros de diseño para el cálculo según el área de operación. Los orificios de los rociadores se encuentran normalizados, siendo la K el factor que relaciona la presión y el caudal entregado por el rociador.

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

Como ejemplo, un rociador de $\frac{3}{4}$, K 115 con una presión en punta de 0.8 bares proporcionará un caudal de 102.9 litros/minuto.

La siguiente tabla muestra el factor de descarga de los rociadores normalizados aceptados por la aseguradora.

Factor K nominal, $L/min/(bar)^{0,5}$ ($gpm/[psi]^{0,5}$)	Rango de valores factor K, $L/min/(bar)^{0,5}$	Rango de valores factor K, $gpm/(psi)^{0,5}$	Diámetro de rosca, mm (in)
80 (5,6)	76 – 84	5,3 – 5,8	15 ó 20 ($\frac{1}{2}$ ó $\frac{3}{4}$)
115 (8,0)	107 – 118	7,4 – 8,2	15 ó 20 ($\frac{1}{2}$ ó $\frac{3}{4}$)
160 (11,2)	159 – 166	11,0 – 11,5	15 ó 20 ($\frac{1}{2}$ ó $\frac{3}{4}$)
200 (14,0)	195 – 209	13,5 – 14,5	20 ($\frac{3}{4}$)
240 (16,8)	231 – 254	16,0 – 17,6	20 ($\frac{3}{4}$)
280 (19,6)	269 – 297	18,6 – 20,6	25 (1)
320 (22,4)	307 – 339	21,3 – 23,5	25 (1)
360 (25,2)	344 – 382	23,9 – 26,5	25 (1)

Figura 5.2 K rociadores.

El rociador con un K 160 y rosca de $\frac{1}{2}$ pulgada sólo es aceptado por la aseguradora en adaptación de instalaciones existentes, no en nuevas instalaciones.

5.5 Densidad del diseño.

La norma UNE-EN-12845 proporciona en una tabla donde se relaciona la clasificación del riesgo, la densidad de diseño mínima y el área de operación.

El área de operación, corresponde al estudio de la activación de los rociadores contenidos en ella.

Clase de riesgo	Densidad de diseño mm/min	Área de operación m ²	
		Mojada o acción previa	Seca o alterna
RL	2,25	84	No se permite Se usa RO1
RO1	5,0	72	90
RO2	5,0	144	180
RO3	5,0	216	270
RO4	5,0	360	No se permite Se usa REP1
REP1	7,5	260	325
REP2	10,0	260	325
REP3	12,5	260	325
REP4	diluvio (véase la nota)		

Figura 5.3 Área de operación.

La siguiente tabla hace referencia a la clasificación del riesgo, la densidad de diseño mínima y el área de operación correspondiente al riesgo extra de almacenamiento. Es

importante observar que la altura de los bloques juega un papel principal en la densidad de diseño a aplicar.

Configuración de almacenamiento	Altura máxima permitida de almacenamiento (véase la nota 1) M				Densidad de diseño mm/min	Área de operación [sistema mojado o de acción previa (véase la nota 2)] m ²
	Categoría I	Categoría II	Categoría III	Categoría IV		
ST1 Libre o en bloques	5,3	4,1	2,9	1,6	7,5	260
	6,5	5,0	3,5	2,0	10,0	
	7,6	5,9	4,1	2,3	12,5	300
		6,7	4,7	2,7	15,0	
		7,5	5,2	3,0	17,5	
			5,7	3,3	20,0	
			6,3	3,6	22,5	
			6,7	3,8	25,0	
			7,2	4,1	27,5	
				4,4	30,0	
ST2 Paletas autoportantes en filas sencillas	4,7	3,4	2,2	1,6	7,5	260
	5,7	4,2	2,6	2,0	10,0	
ST4 Estanterías paletizadas	6,8	5,0	3,2	2,3	12,5	300
		5,6	3,7	2,7	15,0	
		6,0	4,1	3,0	17,5	
			4,4	3,3	20,0	
			4,8	3,6	22,5	
			5,3	3,8	25,0	
			5,6	4,1	27,5	
			6,0	4,4	30,0	
ST3 Paletas autoportantes en filas múltiples	4,7	3,4	2,2	1,6	7,5	260
	5,7	4,2	2,6	2,0	10,0	
ST5 y ST6 Estantes sólidos o abiertos		5,0	3,2	2,3	12,5	
				2,7	15,0	
				3,0	17,5	

Figura 5.4 Densidad de diseño.

La siguiente tabla donde se relaciona la clasificación del riesgo y el rociador apropiado. Según la tabla en un riesgo ordinario tendremos una densidad mínima de 5 mm/min y un K mínimo de 80.

Clase de riesgo	Densidad de diseño mm/min	Tipo de rociador	Factor K nominal
RL	2,25	Convencional o pulverizador, emiempotrado, pulverizador plano, empotrado o escondido de pared	57
RO	5,0	Convencional o pulverizador, semiepotrado, pulverizador plano, empotrado o escondido de pared	80
REP y REA Rociadores de techo	≤ 10	Convencional o pulverizador	80 ó 115
	> 10	Convencional o pulverizador	115
REA rociadores intermedios en almacenamientos altos		Convencional, pulverizador o Pulverizador plano	80 ó 115

Figura 5.5 Rociadores aprobados.

5.6 Estructura de las mallas.

Las mallas se han diseñado por el sistema calculado, mediante software de simulación. Para el diseño se ha optado por una estructura en rejilla. Un colector principal que recibirá el aporte de agua y un colector secundario que interconectará todos los ramales.

En la siguiente imagen en color azul indica la zona más desfavorable, en contra el color negro indica el área más favorable. Estas zonas cobrarán especial importancia en el apartado del cálculo hidráulico.

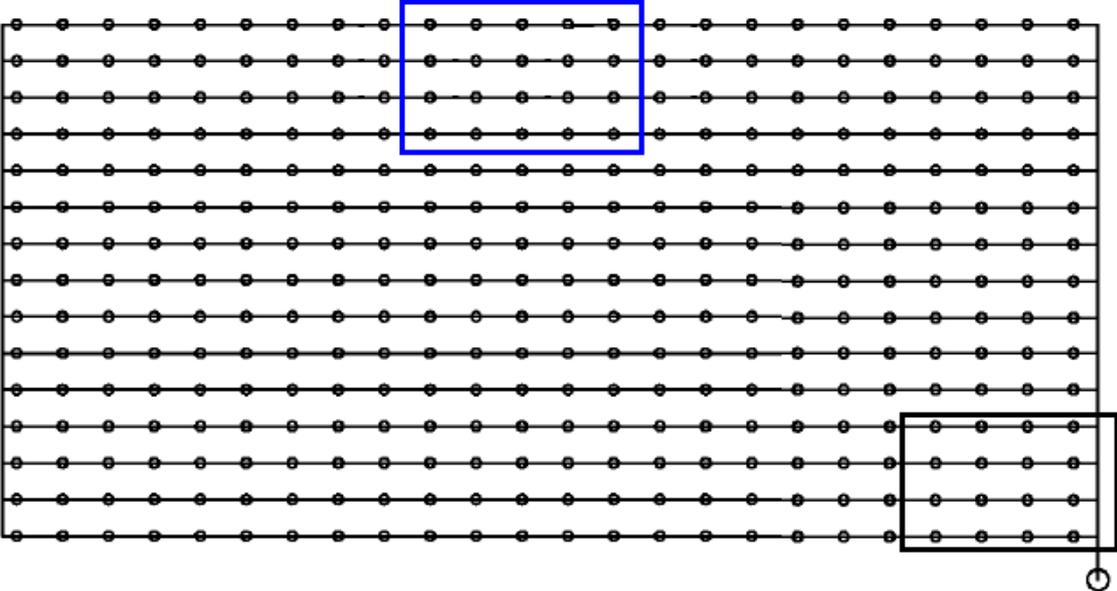


Figura 5.6 Malla tipo rejilla.

6 Dimensionado de la tubería.

6.1 Introducción.

En los sistemas de protección contra incendios las tuberías han de cumplir unas calidades mínimas, la norma NFPA y UNE EN 12845 les hacen referencia.

La tubería se ha de encontrar correctamente protegida de posibles daños mecánicos y con un correcto tratamiento a fin de evitar la corrosión.

6.2 Calidades de la tubería según UNE.

La norma UNE en el apartado de tuberías aéreas especifica que la tuberías deberán ser de acero, cobre o de otros materiales conforme a las especificaciones del lugar de utilización.

En el caso de elegir tubería de acero y sistema de unión roscado o ranurado está deberá cumplir la norma ISO 65 M para tubos de 150 milímetros o inferiores. Para diámetros superiores se permitirá el uso de tubería bajo norma ISO 65 L2.

Los sistemas en que los extremos del tubo no se reduzcan significativamente el espesor de pared, como es el caso de la soldadura las tuberías deberán tener un espesor mínimo conforme a la gama D de la Norma ISO 4200.

La tubería de cobre seguirá la Norma EN 1057, este tipo de tubería solo deberá usarse en tubería húmeda y con clasificación de riesgo: RL, RO1, RO2 y RO3.

6.3 Calidades de la tubería según NFPA 13.

La norma NFPA establece que las tuberías utilizadas en sistemas de rociadores deben como mínimo cumplir las normas de fabricación de la siguiente tabla.

Materials and Dimensions	Standard
Ferrous Piping (Welded and Seamless) Specification for Black and Hot-Dipped Zinc-Coated (Galvanized) Welded and Seamless Steel Pipe for Fire Protection Use	ASTM A 795
Specification for Welded and Seamless Steel Pipe	ANSI/ASTM A 53
Wrought Steel Pipe	ANSI B36.10M
Specification for Electric-Resistance-Welded Steel Pipe	ASTM A 135
Copper Tube (Drawn, Seamless) Specification for Seamless Copper Tube	ASTM B 75
Specification for Seamless Copper Water Tube	ASTM B 88
Specification for General Requirements for Wrought Seamless Copper and Copper-Alloy Tube	ASTM B 251
Fluxes for Soldering Applications of Copper and Copper-Alloy Tube	ASTM B 813
Brazing Filler Metal (Classification BCuP-3 or BCuP-4)	AWS A5.8
Solder Metal, 95-5 (Tin-Antimony-Grade 95TA)	ASTM B 32
Alloy Materials	ASTM B 446

Figura 6.1 Estándares de tuberías NFPA.

6.4 Tabla comparativa de las medidas

Las siguiente tabla muestra las características para diferentes tamaños de tubería de acero según su norma de fabricación DIN-2440 (UNE-EN 10255) o ANSI SCH-40.

Tabla de espesores de las distintas normas aplicadas a contra incendios																
D.N.	O.D.	DESIGNACIÓN	NORMA REFERENCIA		ESPESOR SEGÚN NORMA DIN 2440	ESPESOR SEGÚN NORMA DIN 2448	ESPESOR SEGÚN NORMA ASTM A-106									
			ESPESOR ISO 65 M	ESPESOR ISO 65 L2			SCH-20	SCH-30	SCH-40	SCH-60	SCH-80	SCH-100	SCH-120	SCH-140	SCH-160	
15	21,3	½	2,60	N/A	2,65	1,80	-	-	2,77	-	3,73	-	-	-	-	4,75
20	26,9	¾	2,60	N/A	2,65	2,00	-	-	2,87	-	3,91	-	-	-	-	5,56
25	33,7	1	3,20	N/A	3,25	2,60	-	-	3,38	-	4,55	-	-	-	-	6,35
32	42,4	1 ¼	3,20	N/A	3,25	2,60	-	-	3,56	-	4,85	-	-	-	-	6,35
40	48	1 ½	3,20	N/A	3,25	2,60	-	-	3,68	-	5,08	-	-	-	-	7,14
50	60,3	2	3,60	N/A	3,65	2,90	-	-	3,91	-	5,54	-	-	-	-	8,73
65	76,1	2 ½	3,60	N/A	3,65	2,90	-	-	5,16	-	7,01	-	-	-	-	9,52
80	88,9	3	4,00	N/A	4,05	3,20	-	-	5,49	-	7,62	-	-	-	-	11,13
100	114,3	4	4,50	N/A	4,50	3,60	-	-	6,02	-	8,56	-	-	11,13	-	13,49
125	139,7	5	5,00	N/A	4,85	4,00	-	-	6,55	-	9,52	-	-	12,70	-	15,87
150	165,1/168,3	6	5,00	N/A-N/D	4,85	-	-	-	7,11	-	10,97	-	-	14,29	-	18,26
200	219,1	8	N/A	N/A	-	6,30	6,35	7,04	8,18	10,32	12,70	15,08	18,26	20,62	23,02	

Espesores en mm.
N/A: No aplica
N/D: No definido

Figura 6.2 Estándares de tuberías UNE.

6.5 Justificación en la elección de tubería.

La tubería que se ha elegido para el sistema de protección contra incendios es tubo de acero sin soldadura tipo DIN 2440 válido para uniones roscadas y ranuradas.

La tubería será precalculada y fabricada a medida con certificado de conformidad de la aseguradora.

Los ramales, colectores y subcolectores vendrán ranurados por el fabricante y pintados en RAL 3000

El sistema de unión principal será mediante acoplamientos ranurados o embridados. Solo los desagües o tubos de accesorios serán roscados. Con los métodos de unión que se han descrito, se trata de evitar la prohibición de realizar trabajos de soldadura manuales en tuberías de menos de 50 milímetros de diámetro en la obra.

6.6 Datos técnicos de la tubería.

El fabricante de tuberías ha suministrado la siguiente documentación y calidades de producto:

Tubería sin soldadura/con soldadura fabricada según norma UNE EN 10255 (DIN 2440).

El acero especificado en esta norma, está clasificado como acero no aleado siendo su designación simbólica S195T y su designación numérica 1.0026.

Las características mecánicas de los tubos fabricados bajo esta norma, deberán estar de acuerdo con las mencionadas en la siguiente tabla:

Tipo de acero	Límite elástico superior R_{eH} N/mm ² mín.	Resistencia a la tracción R_m N/mm ² mín.	Alargamiento de rotura A % mín
S195T	195	320 hasta 520	20

Figura 6.3 Características mecánicas en tubería.

La composición química debe ser conforme a los siguientes requisitos:

Tipo de acero	Análisis de Colada			
	% C máx.	% P máx.	% S máx.	% Mn máx.
S195T	0,20	0,035	0,030	1,40

Figura 6.4 Características químicas en tubería.

A continuación se presenta una tabla con las dimensiones y masas por unidad de longitud de la tubería de la serie M de la norma que será la que utilizemos en nuestro proceso productivo:

Diámetro exterior (mm.)	Tolerancias en el diámetro exterior (mm.)		Espesor de Pared (mm.)	Masa por unidad de longitud de tubo negro (Kg/m)
	Máx.	Mín.		
33,7	34,2	33,3	3,20	2,43
42,4	42,9	42,0	3,20	3,13
48,3	48,8	47,9	3,20	3,60
60,3	60,8	59,7	3,60	5,10
76,1	76,6	75,3	3,60	6,54
88,9	89,5	88,0	4,00	8,53
114,3	115,0	113,1	4,50	12,50
139,7	140,8	138,5	5,00	17,10
165,1	166,5	163,9	5,00	20,40

Figura 6.4 Características físicas en tubería.

Para tubos de diámetro igual o superior a 33,7 mm., la desviación de la rectitud (flecha) respecto a cualquier longitud del tubo L, siendo L la longitud suministrada por el fabricante, no debe superar los 0,002 L.

La tolerancia para el defecto de ovalidad está incluida en la tolerancia del diámetro.

6.7 Soportes de la instalación.

Los soportes del entramado de tuberías serán fijados directamente a la estructura del edificio, en caso de tratarse de rociadores intermedios o de obstrucciones se acepta que sean fijados a maquinaria o estanterías, siempre que el fabricante certifique que soportará el peso añadido.

Los soportes deberán poder ajustarse, rodear el tubo y no podrán estar soldados al tubo ni a los accesorios. Todos los soportes usados dispondrán del marcaje UL FM, como excepción se contempla los soportes de acero de bajo carbono formados a partir de varillas.

Excepcionalmente los soportes podrán ser diseñados por un ingeniero especialista en sistemas de protección contra incendios, según la norma NFPA la característica mínima será de resistir el esfuerzo de cinco veces el tubo lleno de agua más 114 Kilogramos.

Los colectores y subidas deben tener puntos fijos para resistir los esfuerzos axiales, estos serán por unos soportes del tipo abarcón.

La norma UNE establece los siguiente criterios para soportes de tubería que se han usado en el proyecto.

DN	Capacidad de carga (Kg)	Sección de varilla	Longitud mínima del Perno (mm)	Distancia soportes UNE	Distancia soportes NFPA
1/5"	200	M8	30	3.5	4.57
2"	200	M8	30	3.5	4.57
3"	350	M10	40	4	4.57
4"	350	M10	40	4	4.57
6"	500	M12	40	4	4.57

Tabla 6.1 Métrica de los soportes.

La distancia máxima será la indicada en la norma UNE al ser la más restrictiva.

Durante el diseño de la distribución de los soportes se han tenido en cuenta los siguientes criterios:

- La distancia entre soportes no superara en ningún caso los cuatro metros.
- A menos de 1 metro de una unión ranurada se instalará un soporte para evitar el pandeo.
- Existirá como mínimo un soporte en cada sección de tubería.
- La distancia entre un rociador fin de línea y un soporte no superara los 1,2 metros.
- No se instalará ningún soporte a menos de 15 centímetros de un rociador.

- En tuberías verticales se instalará un soporte cuando su distancia supere los dos metros.

La siguiente imagen muestra los soportes más comunes para la fijación de los ramales.

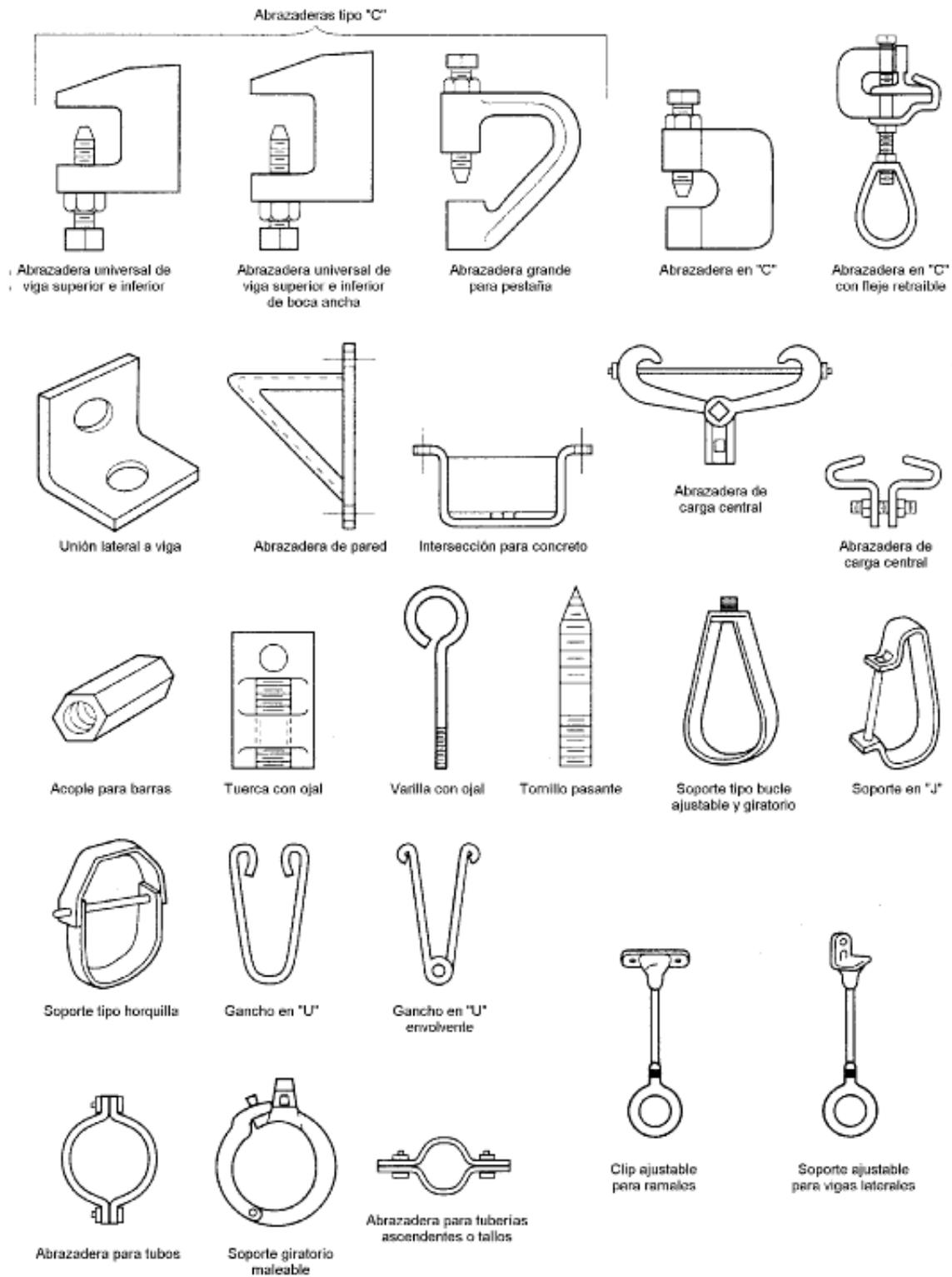


Figura 6.5 Soportes aprobados

7 Distribución de rociadores.

En el presente capítulo se expondrán criterios en la instalación de los rociadores en la obra, así como un resumen de los valores obtenidos durante los cálculos hidráulicos mediante el software informático.

7.1 Distribución de rociadores en zonas de almacén.

Generalidades.

Existirá una distancia mínima de 1 metro entre el deflector del rociador y la carga como se describe en la norma.

La distancia máxima admitida desde un rociador a la pared no podrá superar los 1,85 metros, al existir vigas expuestas como es el caso, no podrá superar 1,5 metros.

La distancia en rociadores no podrá ser mayor de 3,7 metros, incluyendo a los rociadores situados en ramales colindantes.

La distancia del deflector al techo no podrá superar los 0,45 metros para techos euroclase A2, y los 0,30 metros en el resto.

Los brazos del deflector permanecerán paralelos al ramal a fin de evitar sombras en la descarga de agua.

7.1.1 Introducción.

El almacén dispone de una superficie total de 13175 metros cuadrados, en la primera fase de construcción el almacén será una nave diáfana con una cubierta metálica de tipo euroclase A2. La cubierta está diseñada a dos aguas, los ramales de extinción discurren paralelos a la pendiente de la cubierta a fin de mejorar el drenaje.

El almacén estará protegido por cuatro mallas, denominadas: Malla1 colector de distribución 1 (M1CD01), Malla 2 colector de distribución 1 (M2CD01), Malla 1 colector de distribución 2 (M1CD02), Malla 2 colector de distribución 2 (M2CD02).

Las mallas de cubierta de almacén han sido diseñadas para estar equipadas con rociadores de rosca de $\frac{3}{4}$, un K(115) y una temperatura de activación de 140° correspondiente al color azul.

La distribución de los rociadores será de tipo normal.

El colector de alimentación a los ramales tendrá un diámetro de 6 pulgadas, todos los ramales tendrán un diámetro de 2 pulgadas y $\frac{1}{2}$ y el subcolector será de 4 pulgadas.

Las especificaciones en detalle se encuentran en el apartado de cálculos del anexo.

7.1.2 Resumen carteles mallas de almacén.

La normativa especifica la necesidad de identificar todas las mallas mediante una placa, donde figurará un resumen de los cálculos hidráulicos.

7.1.3 Cartel indicador almacén.

Todas las mallas dispondrán de una placa próxima a la válvula de corte de rociadores, con una franja superior de color rojo y escrito con letras blancas de no menos de 20 milímetros “Puesto de control de rociadores”.

El siguiente ejemplo corresponde a los valores de la malla 1 del colector de distribución 1, el resto de mallas figuran en el anexo de cálculos.

- Indicación de la instalación.	M1CD01.
- Clasificación del riesgo.	REA CATEGORIA 3.
- Superficie protegida.	3243.7 M ² .
- Área de operación.	260.0 M ² .
- Densidad de diseño.	20.00 mm/min.
- Tiempo de autonomía.	90 min.
- Caudal.	6543 litros/min
- Presión de trabajo.	5.5 bar.
- Rociador.	Montante $\frac{3}{4}$ K-115 (378)

7.2 Distribución de rociadores en zonas de uso diferente de almacén.

Generalidades.

Existirá una distancia mínima de 0,5 metros entre el deflector del rociador y la carga como se describe en la norma.

La distancia máxima admitida desde un rociador a la pared no podrá superar los 2 metros, al existir vigas expuestas como es el caso, no podrá superar 1,5 metros.

La distancia en rociadores no podrá ser mayor de 4,6 metros para las mallas clasificadas de riesgo ligero, incluyendo a los rociadores situados en ramales colindantes.

La distancia en rociadores no podrá ser mayor de 4,0 metros para las mallas clasificadas de riesgo ordinario, incluyendo a los rociadores situados en ramales colindantes.

La distancia del deflector al techo no podrá superar los 0,45 metros para techos euroclase A2, y los 0,30 metros en el resto.

Los brazos del deflector permanecerán paralelos al ramal a fin de evitar sombras en la descarga de agua.

7.2.1 Introducción.

Las zonas diseñadas para un uso diferente del almacén dispondrán de una superficie de 3168 metros cuadrados, en cada cota. Se instalarán un total cuatro mallas.

La denominación de las mallas será: Malla1 colector de distribución 3 (M1CD03), Malla 2 colector de distribución 3 (M2CD03), Malla 3 colector de distribución 3 (M3CD03), Malla 4 colector de distribución 4 (M4CD04).

La malla de cubierta ha sido diseñada para estar equipada con rociadores de rosca de ½ pulgada, un K(80) y una temperatura de activación de 100° correspondiente al color Verde.

Las mallas situadas en los niveles intermedios dispondrán de rociadores de rosca de ½ pulgada K(80) y una temperatura de activación de 70° correspondiente al color rojo.

La distribución de los rociadores será de tipo normal.

El colector de alimentación a los ramales tendrá un diámetro de 4 pulgadas, todos los ramales tendrán un diámetro de 1 pulgada y $\frac{1}{2}$ y el subcolector será de 4 pulgadas.

Las especificaciones en detalle se encuentran en el apartado de cálculos del anexo.

7.2.2 Resumen carteles mallas en zonas de uso diferente al almacén.

La normativa especifica la necesidad de identificar todas las mallas mediante una placa, donde figurará un resumen de los cálculos hidráulicos. Los siguientes apartados detallan los datos que figuraran en cada malla.

7.2.3 Cartel indicador Malla 1 CD03.

Todas las mallas dispondrán de una placa próxima a la válvula de corte de rociadores, con una franja superior de color rojo y escrito con letras blancas de no menos de 20 milímetros “Puesto de control de rociadores”.

La malla estará instalada en la cota de cumbrera y protegerá el falso techo de las oficinas, según la norma UNE EN 12845 al existir una distancia superior a 0,8 metros es necesario proteger con rociadores el espacio oculto existente.

El siguiente ejemplo corresponde a los valores de la malla 1 del colector de distribución 3, el resto de mallas figuran en el anexo de cálculos.

La placa de identificación también indicará la siguiente información:

- | | |
|---------------------------------|------------------------------------|
| - Indicación de la instalación. | M1CD03. |
| - Clasificación del riesgo. | Riesgo ordinario tipo 1. |
| - Superficie protegida. | 3027.9 M ² . |
| - Área de operación. | 72.0 M ² . |
| - Densidad de diseño. | 6.00 mm/min. |
| - Tiempo de autonomía. | 60 min. |
| - Caudal. | 1145.4 litros/min. |
| - Presión de trabajo. | 4.5 bar. |
| - Rociador. | Montante $\frac{1}{2}$ K-80 (279). |

8 Medios manuales de apoyo.

8.1 Introducción.

El sistema de rociadores automáticos no se encuentra diseñado para una actuación en modo supresión, por las grandes limitaciones que comporta, la mayoría de instalaciones son diseñadas a modo de control, eso hace necesario la utilización de medios manuales para la sofocación completa del incendio.

Tales medios como las bocas de incendio equipadas, Bies, hidrantes de agua, extintores portátiles, o la toma de fachada son los encargados de la sofocación definitiva del incendio.

8.2 Bocas de incendio equipadas.

El real decreto 2267/2004 establece que se han de instalar bocas de incendio en sectores de incendio de tipo c de riesgo alto cuando la superficie construida sea igual o superior a los 500 m².

El modelo elegido es BIE CHESTERFIRE 25/2–45 sus características son:

- Bie-25/2 con toma adicional de $\varnothing 45$.
- Armario de 600x750x260 mm con marco practicable pintado gris metalizado con bisagras y cierre de cuadradillo de 8 mm.
- Devanadera de alimentación axial, fija con sistema RIL-GO. Válvula de bola con manómetro.
- Lanza RYLMATIC $\varnothing 25$ mm.
- 20 metros de manguera semirrígida ALFLEX $\varnothing 25$, Certificada N.
- Válvula adicional de asiento en latón de 1 1/2". Racor FORTEX estampados de $\varnothing 45$ y tapón.
- Cristal con adhesivo "Romper en caso de incendio".

Al disponer de una toma auxiliar de $\varnothing 45$ milímetros se permite a efectos de cálculo considerarse una BIE de 45.

En la instalación de las bocas de incendio se han seguido los siguientes criterios:

- El centro del tambor se situara a 1,5 metros del suelo.
- A menos de 5 metros de una salida de emergencia se instalara una Bie.
- La distancia máxima que protegerá una boca será de 25 metros 20 por el recorrido de la manguera más 5 por el chorro del agua.
- Las distancias serán de recorridos reales.
- La boquilla permitirá 3 modos de funcionamiento chorro, pulverizada y pantalla para proteger del calor al operador del equipo.
- La presión en la boquilla no será inferior a 2 bares ni superior a 5 bares.

La instalación de bocas de incendio equipadas será común para el almacén y las oficinas, existiendo un anillo alrededor de la nave de $\varnothing 3$ pulgadas. La tubería elegida será idéntica a la del sistema fijo de extinción, DIN 2440.

8.2.1 Cálculos hidráulicos de las bocas de incendio.

Las hipótesis para el cálculo han sido:

- La presión en la boquilla será de 3,5 bar.
- La descarga de caudal asignada será de 100 litros/minuto.
- Tres Bies actuando simultáneamente.
- Autonomía de 90 minutos.

La instalación dispone de 33 bocas de incendio, informáticamente se han realizado 5456 hipótesis de funcionamiento. Los resultados extremos obtenidos son:

- Presión del sistema 6 bares.
- Caudal de 342.6 litros/ minuto.
- Reserva hidráulica 30.86 m³.
- Autonomía de 90 minutos.

8.3 Red de hidrantes.

El real decreto 2267/2004 establece que se equiparan con red de hidrantes los sectores de incendios, en las instalaciones de tipo c, de riesgo alto cuando la superficie construida sea igual o superior a los 2000 m².

Al existir un sector de incendios en el que sea necesaria la protección por hidrantes, la instalación será diseñada para la protección de todas las zonas que constituyen en establecimiento industrial.

Las condiciones de instalación requeridas por el RSCI son:

- Cada hidrante cubrirá un radio de 40 metros, estos serán medidos desde el emplazamiento del mismo.
- La distancia entre el emplazamiento de cada hidrante y el límite exterior del edificio o zona protegidos, medida perpendicularmente a la fachada, debe ser al menos de cinco metros.
- Al menos uno de los hidrantes (situado a ser posible en la entrada) deberá tener una salida de 100 mm.

El modelo de hidrante elegido es: New RYLFLOW S/6”R sus características son:

- Certificado N por AENOR
- Hidrante de columna seca según UNE-23.405, con entrada recta de 6 pulgadas.
- Carrete corto.
- Una boca de 100 mm con acople bombero y tapa.
- Dos de 70 con racores y tapones.

8.3.1 Cálculos hidráulicos de hidrantes.

El RSCI establece unos requisitos de caudal mínimo según el riesgo intrínseco y el tipo de establecimiento, la siguiente tabla resume esta extraída del RSCI.

NECESIDADES DE AGUA PARA HIDRANTES EXTERIORES

CONFIGURACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL	NIVEL DE RIESGO INTRINSECO					
	BAJO		MEDIO		ALTO	
TIPO	CAUDAL (L/MIN)	AUTON (MIN)	CAUDAL (L/MIN)	AUTON. (MIN)	CAUDAL (L/MIN)	AUTON. (MIN)
A	500	30	1000	60		
B	500	30	1000	60	1000	90
C	500	30	1500	60	2000	90
D y E	1000	30	2000	60	3000	90

Figura 8.1 Caudal en hidrantes.

La hipótesis de cálculo ha sido:

- La presión en la boquilla será de 7.0.
- Longitud de tubería de conexión vertical 1 metro.
- La descarga será de 2000 litros/minuto.
- Dos hidrantes actuando simultáneamente.
- Autonomía de 90 minutos.

La instalación dispone de 9 hidrantes, informáticamente se han realizado 36 hipótesis de funcionamiento. Los resultados extremos obtenidos son:

- Presión del sistema 8 bares.
- Caudal de 4061.10 litros/ minuto.
- Reserva hidráulica 365.50 m³.
- Autonomía de 90 minutos.

8.3.2 Cabinas de intemperie.

Las cabinas de intemperie albergarán el material necesario para la manipulación de los hidrantes, instalándose una caseta por cada dos hidrantes.



El modelo elegido, NEW BOX, está fabricado en resina de poliéster reforzada con fibra de vidrio, los elementos de cierre en acero inoxidable.

Figura 8.2 Cabina de intemperie.

La cabina de intemperie dispondrá de la dotación según los requerimientos CEPREVEN R.T.2 CHE. Estos son:

- 1 Manguera armtex 70 de 15 metros.
- 2 Mangueras armtex 45 de 15 metros.
- 1 Lanza saeta de 70.
- 1 Lanza saeta de 45.
- 1 Reducción 70/45.
- 1 Bifurcación 10/2 x 45.
- 3 Eslingas portamangueras.
- 1 Llave de hidrantes columna seca.

8.4 Extintores.

Los extintores de incendio portátiles serán instalados en la ubicación designada sobre el plano, todos los sectores de incendio deberán disponer de ellos.

Los extintores serán del modelo Exfaex PI-6S·ABC sus características son:

Tabla características.	
Ref.	E6S
Eficacia	34A - 233B · C
Agente Extintor	Polvo ABC (6 Kg)
Agente Propulsor	N2
Altura Máx. (mm)	528
Diámetro (mm)	150
Temperatura Utilización	-20° +60°
Peso (Kg)	9,22
Presión Prueba	23 bar.
Ensayo Dieléctrico	35 Kv

Tabla 8.1 Características del extintor.

Al existir sectores de incendio con riesgo intrínseco alto los extintores portátiles estarán certificados para una eficacia mínima de 34 A, cada extintor podrá cubrir hasta 300 m² (un extintor más por cada 200 m², o fracción en exceso).

Los extintores serán fácilmente visibles y accesibles, el recorrido desde cualquier punto al extintor será inferior a 15 metros. Se ha fomentado reunir los equipos de pulsadores, bies y extintores siempre que sea posible para reducir los costes en señalización, así como el espacio reservado para la accesibilidad a los equipos.

Los equipos portátiles serán colgados mediante el soporte suministrado por el fabricante de los extintores, el punto más alto del extintor no podrá encontrarse a una altura superior a 1,7 metros.

Adicionalmente en acuerdo con la propiedad se contempla la instalación de equipos de nieve carbónica, para la protección de cuadros eléctricos, a fin de evitar la corrosión de los componentes.

El equipo aprobado para ese uso será de la eficacia mínima de 34B el modelo es Extintor Portátil de Incendios 2 kg CO₂ del fabricante FIRE ICE.

9 Abastecimiento de agua.

El capítulo de abastecimiento de agua comprende los equipos necesarios para suministrar el agua a la presión y caudal conforme a los parámetros de diseño de la instalación.

A fin de cumplir con los requerimientos resulta imprescindible disponer de una adecuada reserva de agua.

9.1 Reserva de agua contra incendio.

En presente proyecto se ha optado por un depósito de aspiración para bombas, su construcción será en obra mediante planchas de acero galvanizado con membrana interna de PVC.

La capacidad del depósito a instalar será de 800 m³ útiles. En el apartado de cálculos figura la justificación del volumen.

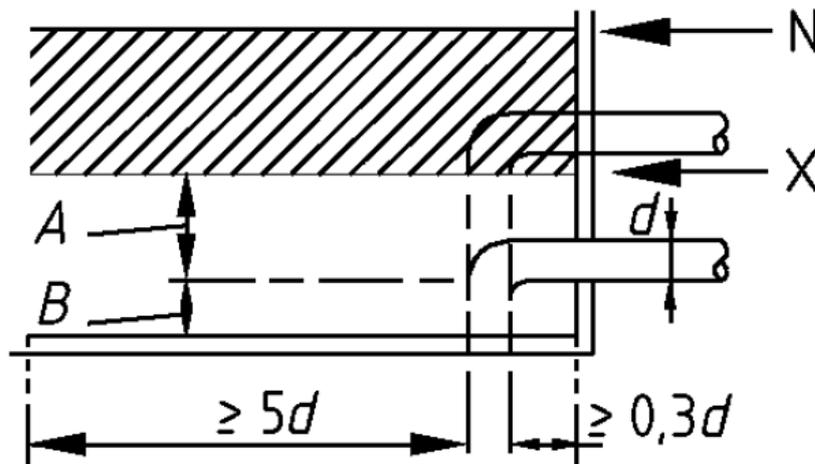


Figura 9.1 Montaje línea de aspiración.

X= Nivel cero de agua.

N= Nivel máximo de agua.

A= Distancia entre el punto de aspiración y el nivel más bajo de agua.

B= Distancia entre el punto de aspiración y el fondo del depósito.

El diámetro de la tubería de aspiración hacia los grupos de bombeo será de 200 milímetros, eso implica que la distancia A será de 620 milímetros y B será de 150 milímetros.

Las dimensiones exactas del modelo elegido son:

Diámetro= 11,430 metros.

Altura= 9,566 metros.

En la acometida de agua de la vía pública se reservara una demanda no inferior a 34 m³/hora exclusiva para el abastecimiento de agua contra incendios. El objeto de esta previsión es garantizar el llenado del depósito en un tiempo inferior a 24 horas como indica la UNE 23-500.

La tubería desde la acometida al depósito de reserva de agua contra incendios, será enterrada y protegida ante posibles daños.

El depósito se instalará próximo a los grupos de presión. Como se contempla en el próximo apartado, su capacidad será capaz de cubrir el 100% de las necesidades calculadas según el criterio del reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales.

9.1.1 Categorización de la reserva de agua.

Los requerimientos constructivos del depósito encargado de la reserva de agua varían según la clasificación del riesgo.

Al existir instalaciones con clasificación de riesgo extra de almacenamiento (REA). El depósito será de categoría 1 (la más restrictiva), sus características según la UNE 23-500 serán:

- Capacidad en función de la reserva calculada del 100%.
- Reposición automática. Tiempo de llenado 24 horas.
- Agua dulce, no contaminada o tratada.
- Periodo de garantía para utilización ininterrumpida de 15 años.

9.1.2 Accesorios.

La reserva de agua dispondrá de los siguientes accesorios.

- El llenado del depósito será mediante agua de boca, será regulado mediante una válvula automática tipo flotador.
- Existirá una válvula de cierre al pie del depósito que permita su bloqueo con candado.
- El depósito dispondrá de rebosadero.
- Resistencia anti hielo.
- Escaleras de acceso a la parte superior y trampilla de control.
- Boca de vaciado.
- Indicador exterior de nivel.

9.2 Grupo de presión principal.

La bomba elegida tiene una curva H(Q) estable, la presión máxima y la presión a válvula cerrada ha de ser la misma, así mismo la presión ha de caer de manera continua a medida que aumente el caudal. Como indica la norma EN 12723.

En el presente proyecto se ha optado por un sistema de bombas múltiples, dos grupos de bombeo principales diesel, con bomba de carcasa partida y montaje en sistema paquete.

Los grupos principales de bombeo deberán disponer de la aprobación de la aseguradora.

Los grupos principales serán capaces de impulsar como mínimo el 140% del caudal nominal a una presión superior al 70% de la nominal.

9.2.1 Consignas de funcionamiento.

Los grupos de bombeo recibirán la consigna de arranque por caída de presión, se instalarán dos presostatos por cada grupo de presión.

La totalidad de los presostatos auxiliares se instalarán en una derivación del colector principal con tubería de 1 pulgada y 1/2, no existirá ninguna válvula entre el colector de impulsión principal y los presostatos, si existirá una válvula de drenaje y un manómetro para la prueba de los presostatos.

Los presostatos principales se encontrarán instalados en el controlador del motor diesel, diseñado por el constructor del grupo de bombeo. Toda la línea de control será construida con tubería de 1/2 pulgada y no existirá ninguna válvula que permita anular dicha línea.

La línea de los presostatos principales dispondrá de dos antiretornos con paso calibrado de 2,4 milímetros para evitar las fluctuaciones durante el arranque, ya que el punto de muestra está demasiado próximo a la salida de la bomba.

La presión en reposo de la red contra incendios oscilará entre los 9 y hasta los 10,5 bar, esta presión será mantenida por la bomba jockey.

La norma UNE EN 12845, especifica como valores límite para el arranque de grupos del 0,8 y 0,6 de la presión habitual. En el cumplimiento de la norma, la consigna de arranque para el primer grupo diesel será de 8,5 bares y de 7 para el segundo.

La orden de paro será manual y de forma local, exigiendo la presencia de un operador de bomba formado.

9.2.2 Accesorios.

Los grupos de bombeo escogidos son del tipo paquete: la bomba, el grupo propulsor diesel y el cuadro de control salen de fábrica montados y alineados sobre perfiles IPN otorgando rigidez al sistema.

El apartado 20 de la norma UNE 12845 especifica la necesidad de comprobar la instalación una vez al año mediante tuberías de prueba, para realizar la prueba se instalará en la tubería de retorno al aljibe un medidor de caudal.

El modelo elegido es el rosemount Eagle eye K1000 de 6 pulgadas, dispone de una capacidad de medida de 500 a 2000 litros por minuto.

La norma exige asegurar una autonomía del grupo en plena carga para Riesgo Extra de Almacenamiento de 6 horas. Con ese fin se ha optado por instalar en cada bomba un tanque de 300 galones (1134 litros) aprobado por FM.

9.2.3 Características del grupo de bombeo principal.

El grupo de bombeo principal elegido está fabricado por Armstrong y sus características principales son:

Bomba:

- Bomba de cámara partida de la serie 4600F de 2100 revoluciones por minuto.
- Modelo 6x5x15F.
- Caudal nominal $Q_n = 1000$ galones / minuto, 4596 litros / minuto.
- Presión nominal $P_n = 137$ psi, 9.45 bar.
- Potencia absorbida $P_a = 168$ BHP, 125,8 Kw.

Impulsor:

- Motor diesel JU6H SERIES (John deere).
- Controlador PLD (Clarke).

9.2.4 Gráfica del grupo de bombeo principal.

La siguiente gráfica proporcionada por el fabricante refleja el caudal/presión entregado por el grupo.

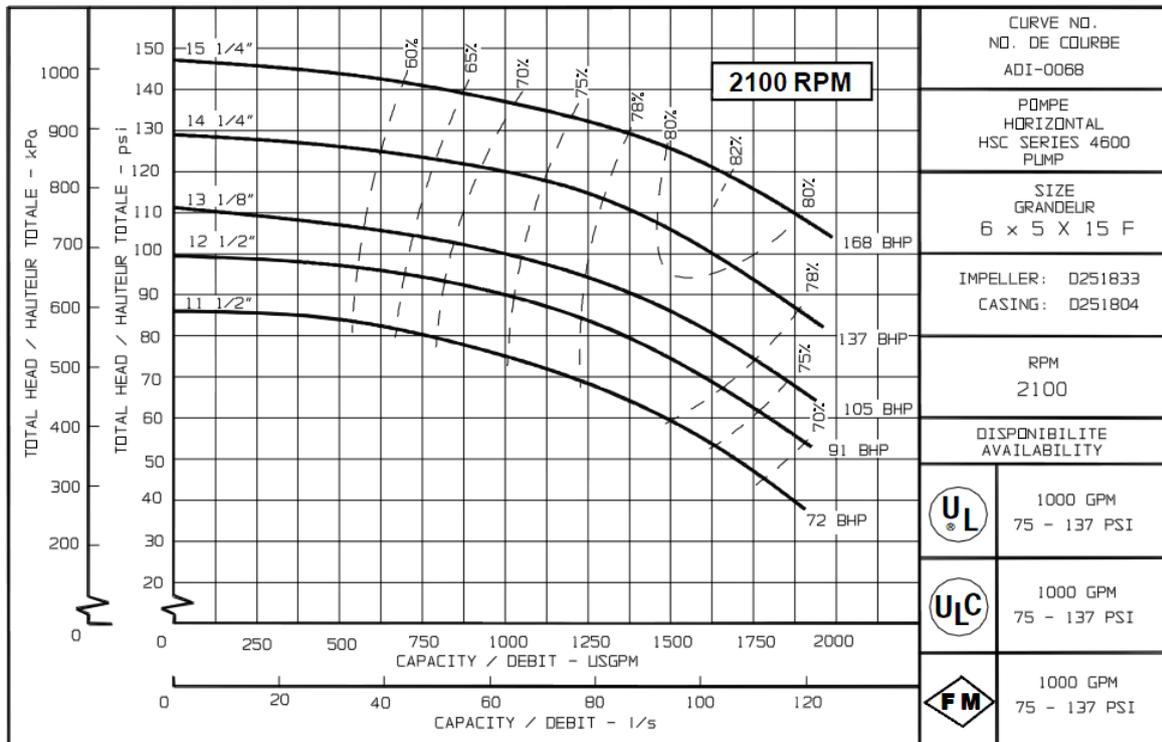


Figura 9.2 Gráfica grupo principal.

9.3 Bomba auxiliar.

La bomba de auxiliar o bomba jockey es la bomba encargada de compensar las caídas de presión sufridas en la red por pequeñas fugas.

La bomba auxiliar elegida está fabricada por Armstrong tratándose de una bomba vertical multietapa de la serie 47000.

Las características principales son:

Bomba:

- Modelo VMS1012 50Hz.
- Potencia absorbida $P_a = 5 \text{ Hp}$, 3.68 Kw

Impulsor:

- Potencia 7.5 Hp, 5.6 Kw.
- Motor trifásico 50/ Hz.
- Voltaje 190/380 Voltios.
- Intensidad en plena carga 26/13 Amperios.

9.3.1 Gráfica del grupo de bombeo auxiliar.

La siguiente gráfica proporcionada por el fabricante refleja el caudal presión entregado por la bomba auxiliar (Jockey).

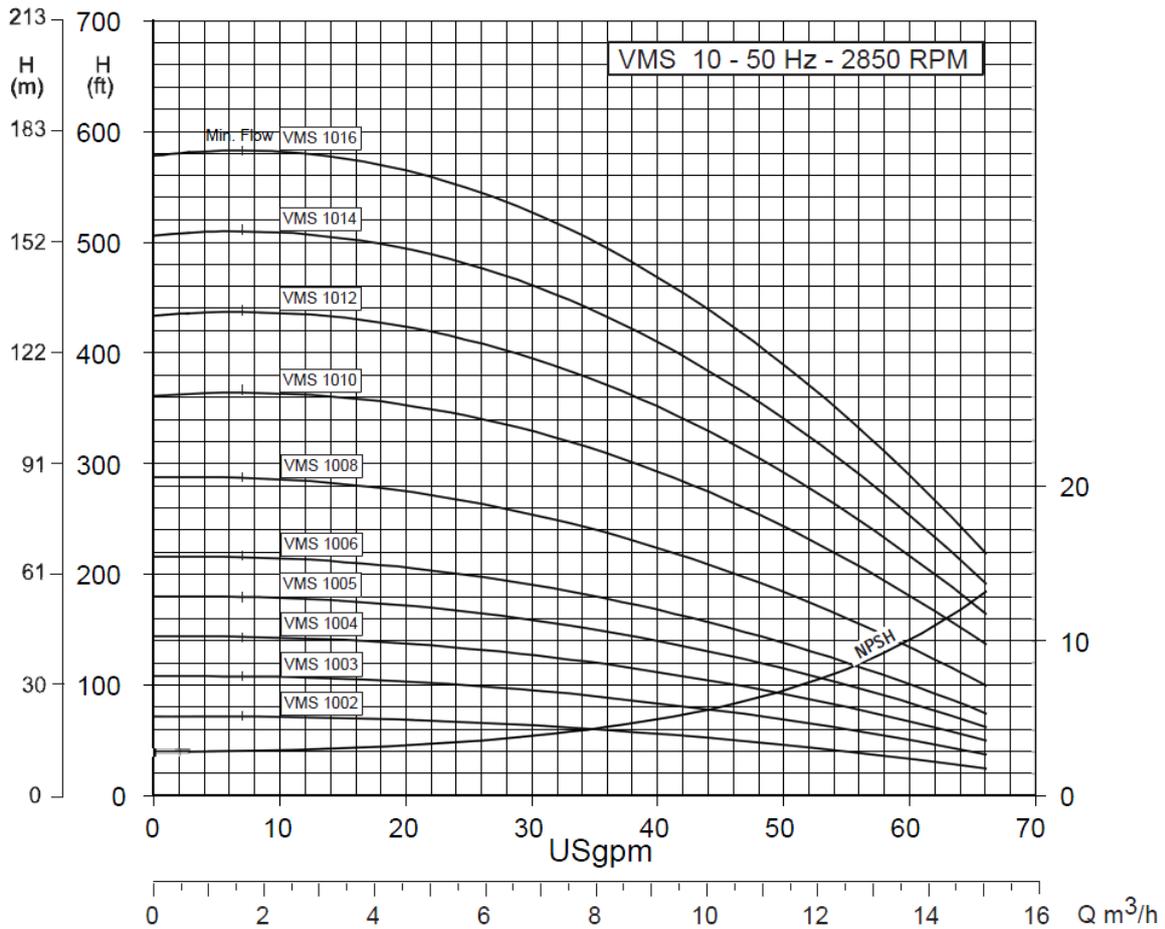


Figura 9.3 Gráfica grupo auxiliar.

9.3.2 Controlador bomba auxiliar.

Las ordenes de arranque y paro de la bomba jockey serán realizadas mediante un controlador exclusivo para dicho propósito, el controlador elegido es el modelo JP2 del fabricante Torna Tech.

El controlador realizará las funciones de monitorización de la presión, así como la conexión y desconexión de la bomba jockey. También dispone de los elementos necesarios para la protección de la bomba.

9.4 Compartimento del grupo de bombeo.

El compartimento del grupo de bombeo o sala de bombas tendrá resistencia al fuego mínima de 60 minutos. Será una sala independiente de uso exclusivo para los sistemas de contra incendios.

La temperatura de la sala de bombas no será inferior a 10 grados, por ello existirá un sistema de calefactores eléctricos.

La ventilación de la sala será la apropiada contemplando el funcionamiento de los dos motores diesel a plena carga.

9.4.1 Rociadores sala de bombas.

La norma UNE EN 12845 en el capítulo 10 indica la necesidad de protección de las salas de bombas mediante rociadores.

En la sala de bombas se contempla el uso de puestos de control reducidos, en derivación de la impulsión principal.

9.4.2 Clasificación del riesgo.

La sala de bombas es considerada como una sala técnica, su clasificación será de riesgo ordinario tipo 3.

Clasificación elegida:	RO tipo3.
Densidad de diseño mínima:	5,0 mm/min.
Densidad aplicada:	6,0 mm/min.
Área de operación:	216 m ² .

9.5 Red enterrada.

La red enterrada es el conjunto de tuberías encargadas de abastecer los colectores de distribución y los hidrantes.

En el presente proyecto se ha optado por una distribución de las tuberías en forma de anillo, la ventaja más clara en este tipo de distribución es que el abastecimiento no se suspendería por una incidencia en un tramo.

La calidad de tubería será de Acero DIN 2450 ST37.

9.5.1 Soportes de la red enterrada.

Las tuberías que componen la red enterrada son de un diámetro considerable $D_n = 250$ milímetros. Así como una presión máxima de 12 bar.

Las fuerzas a las que se encuentran sometidas las uniones, sobretodo las figuras como codos y las Tés, hacen necesario instalar unos dados de hormigón a fin de evitar que estos puedan desmangar.

La norma NFPA 24 expone los parámetros para su cálculo, la siguiente figura ilustra el dado de hormigón necesario para fijar las figuras.

La norma impone dos requisitos en el diseño de los dados los cuales son:

- La altura H no podrá ser mayor que la mitad de H_T ni menor que el diámetro de la tubería.
- La longitud del dado tendrá una relación de 1 ó 2 respecto la altura.

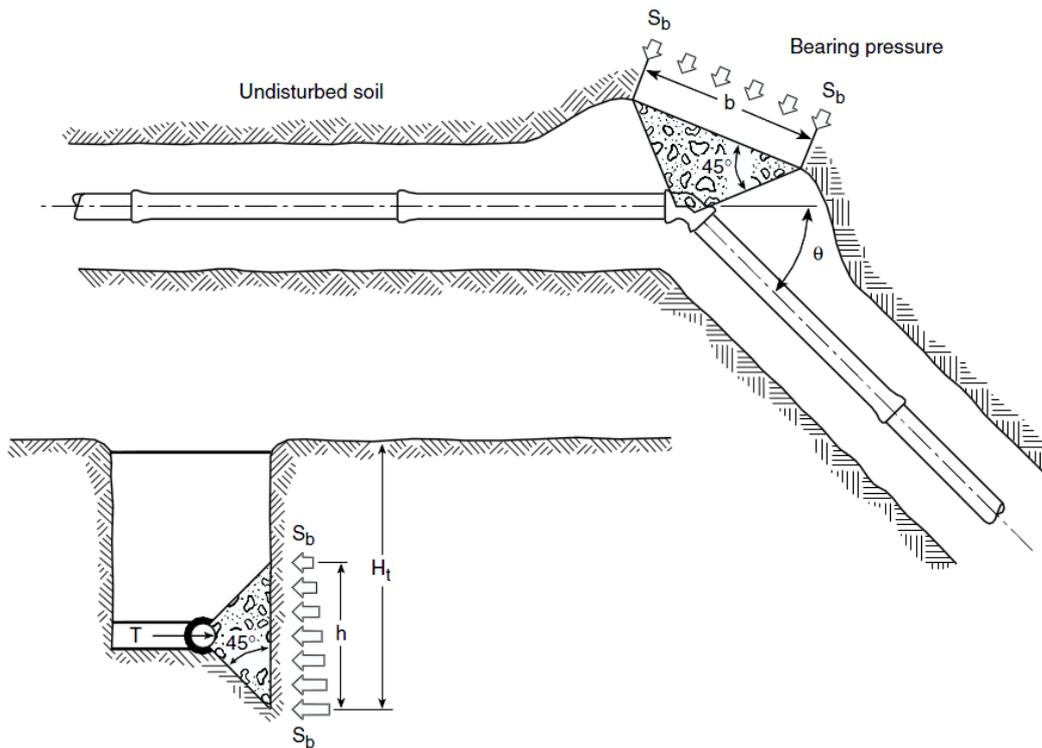


Figura 9.4 Dado de hormigón.

La fuerza resultante T en un codo de 90° de 10 pulgadas y 174 Psi de presión según los parámetros de la norma són de:

$$T=23811.9 \text{ libras.}$$

Es necesario aplicar un factor de seguridad S_t de 1,5 obteniendo un valor de:

$$T_n = T \cdot 1,5 = 35718 \text{ libras.}$$

El terreno del tipo arenoso con argila que existe en las instalaciones proporciona una fuerza de soporte de 3000 libras por pie^2 , así que la base del dado no sera inferior a 11.9 pie^2 .

En sistema métrico la superficie de la base será de 1.12 m^2 .

10 Sistemas especiales.

En el capítulo de sistemas especiales se expondrán los equipos para control de calor, humo y los sistemas de extinción especiales.

10.1 Sistemas SCTEH.

Los sistemas SCTEH realizan la función de admisión de aire y la extracción del calor y los humos. La norma UNE 23585 regula su diseño.

Las funciones que puede realizar el sistema SCTEH son:

- Control de los gases calientes resultantes de la combustión del incendio protegiendo la estructura del edificio. Evitando la auto ignición por las altas temperaturas.
- Protección de las rutas de evacuación, manteniendo las rutas de evacuación libre de humos.
- Protección de las instalaciones manteniendo controlados los gases resultantes de la combustión.

La activación de los sistemas SCTEH será decidida de manera definitiva por el órgano competente en materia de prevención de incendios del edificio.

10.1.1 Sectorización de humos.

La sectorización de humos se realizara mediante depósitos, estos depósitos serán unas balsas realizadas mediante cortinas fijas, al tratarse de una nave diáfana no representa una pérdida de operatividad en las instalaciones el disponer de cortina fijas.

Los depósitos no serán demasiado grandes ya que permitirían la refrigeración de los gases de la combustión permitiendo que estos pudieran bajar. En el presente proyecto se ha optado por la instalación de aireadores naturales, la norma en el capítulo 6.6 limita el tamaño del depósito de humos a 2000 metros cuadrados.

La longitud de los depósitos también se limitará a 60 metros.

10.1.2 Depósitos de humos.

El único sector de incendio en que es necesaria la instalación de los depósitos para la contención de humos será en el almacén.

El criterio de diseño será el de grandes espacios de volumen simple descrito en el capítulo 5 de la norma. Dicho criterio corresponde a un foco de incendio debajo del depósito, sin ninguna barrera constructiva. La aportación de aire se realizará de los sectores contiguos.

La instalación dispondrá de ocho depósitos, las dimensiones de los cuales serán de 55 metros de longitud, 30 metros de ancho y 2 metros de profundidad. Cada depósito dispondrá de 4 aireadores naturales.

10.1.3 Cortinas.

El modelo de cortina escogido es el MODUCOILFIX NK sus principales características son:

- Diseñada para la clase de tiempo y cargas térmicas $D = 600^{\circ} C$ y DH (curva ETK).
- Tejido ligero entre 0,4 y 0,7 kg/m²

10.1.4 Aireadores.

El modelo de aireador escogido Euroco tipo C 18 con lamas AIB del fabricante Colt. Sus principales características son:

- Accionamiento neumático.
- Fusible térmico de apertura automática a 141°.
- Dimensiones exteriores 1753 x 1753.
- Dimensiones interiores 1503 x 1503.
- Coeficiente de descarga de 0.63 a 0.70.
- Sensor de lluvia.

Los aireadores estarán gobernados por un cuadro propio del mismo fabricante, pero podrá forzarse la apertura mediante la central de incendios.

10.1.5 Valores obtenidos.

Los valores obtenidos respecto a los sistemas SCTEH son los siguientes.

- Altura libre de humos.	5 m.
- Categoría del incendio.	2.
- Dimensiones del incendio.	4.5 x 4.5 m.
- Superficie del incendio.	20 m ² .
- Temperatura ambiente.	293.15 °K.
- Calor específico del aire a temperatura ambiente.	1.0006 Kj/Kg.
- Densidad del aire a temperatura ambiente.	1.18 Kg/m ³ .
- Carga calorífica.	625 Kw/ m ² .
- Caudal másico de humos.	38.24 Kg-s ⁻¹ .
- Flujo de calor liberado por convección.	10000 Kw.
- Temperatura termodinámica media de la capa de humos.	554.52 °K.
- Caudal de humos a extraer.	61.30 m ³ /s.
- Superficie aerodinámica por sector de humos.	5.46 m ² .

10.2 Extinción en cocina.

La cocina será equipada con un sistema propio de extinción se ha escogido el sistema ansul en una versión prediseñada para equipos individuales.

El sistema consiste en un agente extintor ansulex R-102, es un agente viscoso al tacto parecido a un gel de color verdoso. Al agente al entrar en contacto con una superficie caliente genera una espuma que creará una película que suprimirá el incendio.

Las principales características del agente son:

- Aspecto codificado por color fluorescente amarillo-verde.
- Duración de almacenamiento 12 años.
- Índice de refracción 1,4040.
- Punto de congelación -40°F (-40°C).
- Punto de ebullición 230°F (110°C).
- Peso específico 1,32.
- Viscosidad cinemática 5,26 centistoke.
- pH 7,7 – 8,7.

10.2.1 Funcionamiento.

El funcionamiento es completamente mecánico, la activación se produce cuando una aguja perfora una botella de nitrógeno que empujara al gel hacia las boquillas de la cocina.

La activación puede producirse de dos maneras. La primera al accionar el tirador manual de activación y la segunda mediante los fusibles instalados en la campana extractora.

El equipo se recibirá prediseñado y solo se instalara siguiendo las instrucciones del fabricante.

11 Sistemas de detección.

Los sistemas de detección son el conjunto de dispositivos pensados para permitir la identificación del incendio en sus primeras etapas. La detección precoz facilita el control y extinción del incendio, reduciendo las pérdidas materiales y personales.

Las principales características que han de cumplir los sistemas de detección son la fiabilidad y rapidez.

Los componentes del sistema de detección cumplen con los requisitos de la norma UNE EN 54-13.

11.1 Detectores.

Los detectores son los elementos puntuales encargados de detectar alguna de las magnitudes físicas producidas durante un incendio como pueden ser el calor, humo, llama y gases como en el caso del CO₂.

Los factores a tener en cuenta en la elección del detector serán:

- Materiales existentes en la zona a cubrir.
- Altura del techo.

11.1.1 Detectores de humo.

Los detectores de humo son considerados detectores de uso general, existen dos grandes clases que son los de ionización y los de tipo óptico.

Los detectores iónicos.

Los detectores iónicos están pensados para la detección de partículas pequeñas, que no afectarían a la difracción de la luz, Las partículas pequeñas suelen ser las producidas en incendios que ardan rápidamente.

El principio de funcionamiento de este detector se basa en la ionización de una capa de aire mediante la radiación alfa emitida por el americio-241. La ionización permite el paso de una corriente por dos electrodos situados en la cámara de muestreo, si se introduce humo en la cámara la corriente eléctrica disminuye entrando el detector en estado de alarma.

Los detectores ópticos se basan en la difracción ó oscurecimiento que producen las partículas de mayor tamaño.

Detectores ópticos de oscurecimiento.

Los detectores por oscurecimiento constan de una fuente emisora de luz y una célula receptora, al introducirse las partículas de la combustión la corriente de la célula receptora será menor y el detector entrará en alarma.

Detectores ópticos por difracción.

Los detectores por difracción constan de una fuente emisora de luz y una célula receptora desalineadas 90 grados, al introducirse partículas estas generan la difracción recibiendo la célula receptora parte de la luz y el detector entrará en alarma.

11.1.2 Detectores de calor.

Los detectores de calor por normas son detectores lentos, ya que su activación suele ser cuando las llamas alcancen la distancia de un tercio, entre la base del incendio y el detector.

Los detectores pueden subdividirse en:

Detectores mecánicos:

- Fusibles, basados en la temperatura de fusión de una amalgama.
- Ampolla, basados en la dilatación de un fluido.
- Cable, basados en la fusión de un dieléctrico.
- Bimetálicos, basados en el diferencial de dilatación.

Detectores electrónicos.

- Termistor, basados en la variación de la resistencia con la temperatura.
- Termovelocimétricos, basados en la evolución del gradiente de temperatura.

Los detectores de respuesta termovelocimétrica, son los más adecuados siempre que la evolución de las temperaturas sean lentas.

11.1.3 Detectores de llama.

Los detectores de llama detectan la radiación generada por la llama como puede ser la infra roja o la ultravioleta.

Las ventajas principales son:

- La detección prematura.
- No es necesario el montaje en el techo.

Las principales desventajas son:

- Necesidad de línea visual.
- Interacción con luz solar.
- La combustión ha de presentar llama o un rango de longitud de onda conocido.
- La existencia de un exceso de humo podría absorber las radiaciones emitidas por la llama.

Su uso principal es en lugares con materiales altamente combustible como conductos de gas o supervisión de motores de combustión.

11.1.4 Tecnología de detección elegida.

El sector de incendio de mayor peligrosidad corresponde al almacén, los materiales combustibles corresponden a prendas de vestir, embalajes de cartón y plásticos.

En el resto de sectores que también dispondrán de detección no se contempla la existencia de materiales en que la fiabilidad del detector se vea comprometida.

El detector elegido es el 801PH fabricado por Tyco cumpliendo los requisitos EN 54 y con resistencia al fuego RF110.

El funcionamiento se basa en el principio de difracción de la luz, combinada con una sonda térmica permitiendo varios modos de evaluación de la central.

Dispone de las siguientes funciones:

- Autotest.
- Indicación de la densidad óptica del humo e indicación de la central.
- Almacenamiento de datos.

Dispone de los siguientes modos de funcionamiento.

- Detector óptico de humo.
- Detector óptico de humo compensado con temperaturas.
- Detector termostático.
- Detector termovelocimétrico.
- Detector óptico de humo más termostático.
- Detector óptico de humo compensado con temperaturas más detector termostático.

Al tratarse de un detector tan versátil, permite una fácil corrección de las falsas alarmas, ajustando el modo de funcionamiento del detector.

11.2 Pulsadores.

Los pulsadores son dispositivos supervisados por la central de incendios, su utilidad consiste en forzar de manera manual la señal de alarma.

Los pulsadores se clasifican según el sistema de rearme los de acción simple, generalmente se rearman con la sustitución de la lámina de vidrio, los de acción doble disponen de palanca de rearme.

Los pulsadores deben instalarse con especial atención en los recorridos de evacuación y riesgos especiales.

11.2.1 Elección del pulsador.

El modelo de pulsador elegido es de doble acción apto para interiores. Con indicador led de estado y función de test de color rojo y con el texto en castellano “pulsar en caso de incendio”.

El pulsador elegido también realizará la función de aislador, en caso de cortocircuito del bus de detección sólo dejarán de funcionar los elementos entre dos aisladores.

11.3 Módulos en el bus de detección.

Los módulos son dispositivos electrónicos controlados por la central, su clasificación se basa en la función a realizar y si disponen de supervisión.

La supervisión se basa en una resistencia de fin de línea encargada de indicar si el cable se ha seccionado por accidente.

La función de los módulos es recibir señales de los equipos distribuidos por las instalaciones y actuar en consecuencia gobernando las salidas según se describa en el procedimiento.

11.4 Central de incendios.

La central de incendios realiza las tareas de control, supervisión y mantenimiento de los dispositivos a ella conectados.

Existen una gran variedad y tecnologías pero se pueden clasificar en dos grandes bloques, centrales convencionales y las centrales analógicas.

Las centrales convencionales son centrales para pequeños locales en la que los elementos se agrupan por zonas, los elementos sólo disponen del estado de activación y reposo.

Las centrales analógicas son más complejas ya que reconoce de manera individual cada uno de los elementos conectados a ella, a la hora de reflejar una alarma reconoce el punto exacto donde se produce. Este tipo de central permite el control de otras instalaciones

como puede ser la climatización, extinción, mensajes de megafonía y más importante es la subdivisión que permite, pudiendo realizar una evacuación ordenada y rápida.

11.4.1 Elección de la central.

La elección de las centrales para grandes instalaciones ha de basarse en tecnología analógica, en el presente proyecto se ha optado por una central analógica del grupo tyco.

En concreto la central será el modelo Expert ZX4. Sus características son:

- Funcionamiento en red de forma transparente.
- 4 bucles de hasta 2000 metros de longitud por bucle.
- 250 elementos direccionables por bucle.
- 240 grupos de aviso.
- Protocolo ZX digital, permite el uso de cables existente.
- Permite topología libre.

11.5 Criterios aplicados en la instalación.

Los criterios utilizados para la ubicación de cada elemento del sistema de detección se especifican en los siguientes subapartados.

Los elementos del sistema de detección serán identificados de manera única e inconfundible, a fin de facilitar la localización del conato de incendio de manera rápida, los detectores serán divididos por zonas. El nombre de la zona coincidirá con el de la malla que la cubre. Ejemplo detector XX.M1CD01.

11.5.1 Topología de la conexión de detectores.

La norma EN 54 y la UNE 23007 establecen la necesidad que un cable en circuito abierto o cortocircuito no pueda provocar los siguientes efectos:

- Avería en más de 32 detectores automáticos o 10 pulsadores manuales.
- Todos los dispositivos en cortocircuito no ocupen diferentes zonas.

- Todos los dispositivos fuera de servicio desempeñen diferentes funciones.

A fin de cumplir las disposiciones de la norma se ha optado por una topología de red en anillo, un cable entre dos elementos de bus en circuito abierto, no provocará la pérdida de comunicación de ningún elemento, ya que existirá un camino alternativo.

En el caso de un cable entre dos elementos entre en cortocircuito se contempla que los elementos comprendidos entre dos aisladores dejen de funcionar, por ello cada 30 detectores se instalará un aislador, el modelo de pulsador elegido también realiza la función de aislador. Evitando que los elementos en fuera de servicio realicen más de una función.

Siempre que sea posible se ha optado porque la ida y el retorno discurrirá por caminos diferentes, de esta manera se reducirá el tamaño de la avería.

11.5.2 Calidad del cableado.

La norma UNE 23007 establece que los cables deberán disponer de un resistencia al fuego mínima de 30 minutos.

La elección ha sido un cable especialmente diseñado para la red de detección de incendio, FIRECOM FR S0Z1-K 500V (AS+) fabricado por Condenerg, con cumplimientos de los requisitos de fabricación según la norma UNE 211025, sus características son:

- Par trenzado ftp de 1,5 milímetros.
- Clasificación PH90, (mantiene durante 90 minutos la continuidad de la señal y el suministro de corriente).
- Libre de halógenos.
- Tensión de servicio de 500 voltios.

11.5.3 Excepciones en la detección.

Las instalaciones dispondrán de zonas sin detección debido al bajo riesgo de incendio, según contempla la norma. Las zonas son:

- Los huecos verticales de cableado de hasta 2 m² de sección con paso sellado.
- Los muelles de carga descubiertos.

11.5.4 Distribución de los elementos de detección.

Los puntos de detección para su correcto funcionamiento en el caso de la cubierta, se instalarán en las correas del techo, estas garantizan que el detector se encontrará por debajo de la capa fría.

La capa fría se forma en la cumbrera que genera turbulencias que retrasará la activación del detector.

Las correas también cumplen que el elemento sensible del detector esté a menos del 5% de la altura de la cumbrera.

En el resto de casos, detección de ambiente y falso techo, el grosor del zócalo de conexión y el propio detector bastarán para evitar la capa fría.

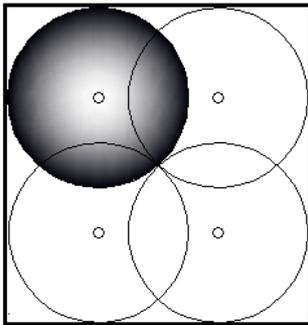
La matriz de distribución que formen los detectores dependerá del protocolo que concrete la aseguradora con la propiedad, a falta del protocolo definitivo se ha optado por el caso menos restrictivo, nave diáfana y sin coincidencia. Cada detector protege una superficie máxima de 80 metros cuadrados una distancia máxima de 7,13 metros.

El caso más restrictivo corresponde al que para generar una alarma sea necesaria la activación por coincidencia de elementos, y se considere que las entreplantas se han construido con suelo rígido.

En este caso el área que cubrirá cada detector se reducirá en un 30% no pudiendo superar los 42 m².

Los elementos puntuales de detección siguiendo una distribución normal, la distancia entre detectores será de 5 metros.

Todas las limitaciones que genera el caso más restrictivo obligan a un sistema de detección excesivo.



Matriz de distribución normal empleada en el diseño del sistema de detección.

Figura 11.1 Distribución normal.

En la ubicación de los detectores también se han considerado las impulsiones de climatización, a fin de evitar que las corrientes producidas, generen activación de los detectores por movimiento de las partículas de polvo.

Las bañeras de humo explicadas en el apartado de sistemas especiales también se han contemplado en la distribución de los detectores.

En el supuesto que sea necesaria la reprogramación de un detector, para el funcionamiento en modo de detección térmica, las hipótesis de distribución serán:

- Superficie máxima de detección de 30 m².
- Distancia máxima entre detectores 3.11 metros.
- Radio de 0,5 metros libre de obstáculos.

11.5.5 Distribución de los pulsadores.

Los pulsadores serán instalados de manera que el recorrido hasta cualquier pulsador no supere los 25 metros, se instalarán junto a las bocas de incendio equipadas, a una altura de 1,5 metros.

De esta manera al instalar el pulsador la BIE y el extintor juntos, una única señal podrá indicar la ubicación de todos los equipos.

11.5.6 Baterías de reserva y alimentación.

La central de detección de incendio dispondrá de unas baterías como fuente de alimentación alternativa, estas baterías deberán soportar el consumo durante 72 horas en estado de reposo más 30 minutos en estado de alarma.

Para el cálculo de la capacidad mínima requerida se emplea la siguiente fórmula.

$$C_{\min} = A_1 \cdot T_1 + A_2 \cdot T_2 \quad (11.1)$$

En donde:

C_{\min} = Carga mínima en amperios hora.

A_1 = Consumo en estado de espera en amperios.

T_1 = Tiempo de funcionamiento en estado de espera en horas

A_2 = Consumo en estado de alarma en amperios.

T_2 = Tiempo de funcionamiento en alarma en horas.

Una vez conocida la capacidad mínima de funcionamiento, se aplica un factor de corrección (1.25) para compensar la pérdida de carga sufrida por los equipos a causa del paso del tiempo.

$$C_{necesaria} = 1.25 \cdot C_{\min} \quad (11.2)$$

El fabricante no especifica los consumos exactos de la central, pero garantiza que con el montaje de dos baterías de 12 voltios y 38 amperios hora en serie, cumple con la autonomía requerida.

La alimentación de la central igual que las fuentes de alimentación recibirán la alimentación mediante una línea de SAI.

11.5.7 Avisadores acústicos.

Los elementos acústicos elegidos para el aviso de un incendio y organizar la evacuación, son sirenas conectadas al bus de detección, estas sirenas son conformes a la EN 54-3 y permiten un nivel sonoro de 90, 80 y 70 dB.

El bus de detección es capaz de soportar 20 sirenas activadas a un nivel sonoro de 90 dB o 40 sirenas a un nivel de 70 dB.

Las sirenas se encontrarán distribuidas por las instalaciones de manera que el nivel mínimo de sonido sea de 65 dB. En caso de existir sonidos de mayor intensidad las sirenas sonarán 5 dB por encima del sonido ambiente.

En ningún caso se instalarán sirenas adicionales para la compensación de ruidos ambientales que puedan generar un nivel acústico superior a los 120 dB.

La comprobación del correcto nivel sonoro será responsabilidad de la propiedad, ya que la situación de las mercancías y objetos alteran la distribución de las ondas acústicas.

11.5.8 Ubicación equipos y repetición.

La central de detección de incendios dispone de una sala propia dentro del edificio principal, en la ubicación de la sala se ha valorado la distribución de los elementos de detección, a fin de optimizar los recursos de cableado necesarios.

Ante la dificultad de la supervisión de la central dada su ubicación, se ha optado por la instalación de un ordenador de supervisión en la portería del recinto.

Las comunicaciones entre la central y el ordenador de supervisión a fin de evitar perturbaciones electromagnéticas serán mediante fibra óptica.

Las funciones que podrán realizarse mediante en software de supervisión (TXG) son:

- Reconocimiento de alarmas.
- Reinicio de las centrales.
- Conexión y desconexión de elementos.
- Forzar activación de elementos.

La siguiente imagen muestra un ejemplo de red de comunicaciones contra incendios.

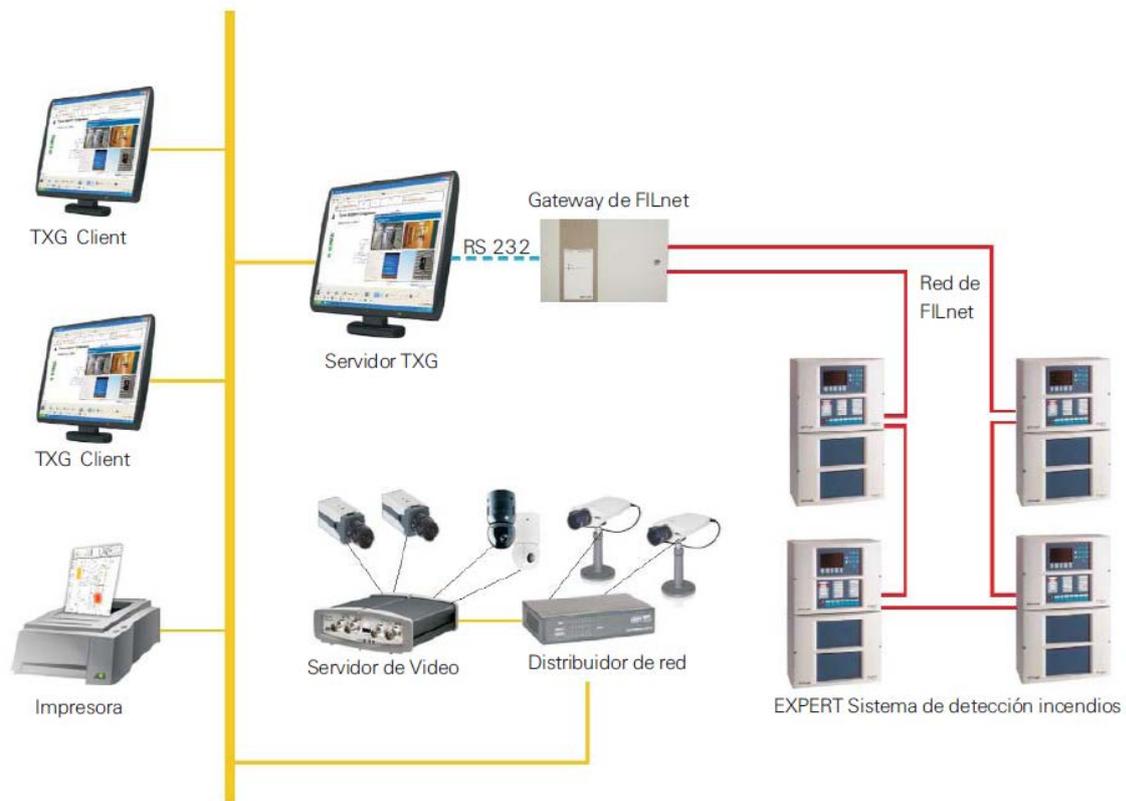


Figura 11.2 Red de detección.

12 Señalización.

Los equipos manuales de lucha contra incendio, (bocas de incendio, extintores y pulsadores de alarma), dispondrán de un cartel indicando su ubicación. La señalización se ajustará a la norma UNE 23033.81

Las señales dispondrán de características luminiscentes para facilitar su lectura en caso de iluminación deficiente por fallo eléctrico y esta cumplirá la norma UNE 23035 Parte 1.

La dimensión de la señales vienen definidas según la norma UNE 81501. La siguiente fórmula es validas para distancias del observador a la señal menores a 50 metros.

$$S = \frac{L^2}{2000} \quad (12.1)$$

Siendo:

S= Área de la señal de seguridad.

L= Distancia del observador.

La superficie obtenida deberá ajustarse a los tamaños estandarizados de la misma norma.

El tamaño concreto de las señales será de 297 X 297 milímetros, que permite una distancia de observación de 13.28 metros.

13 Conclusiones.

El presente proyecto cumple con el objetivo de dotar al cliente con los sistemas de protección contra incendios para la legalización de la actividad industrial, tras la instalación las pérdidas materiales y humanas después de un siniestro serán menores. Facilitando la recuperación de la actividad productiva en un menor margen de tiempo.

Al tenerse en cuenta la opinión de la aseguradora durante el diseño de la instalación facilita la negociación de las primas por parte de la aseguradora.

La elaboración del proyecto ha supuesto el manejo de múltiples normativas, dicha información ha servido de base para la elección óptima de los equipos y de su posterior diseño.

Los sistemas de protección contra incendios estudiados deberán ser revisados y evolucionar al mismo tiempo que la ingeniería de procesos. A lo largo de la vida de una industria su sistema de producción varía, también debe variar su sistema de protección contra incendios. En caso contrario la eficacia podría verse afectada, y en consecuencia la vida de los ocupantes y la misma continuidad futura de la industria.

14 Bibliografía.

- NFPA (National Fire Protection association).
 - o NFPA 10 (Extintores portátiles contra incendio).
 - o NFPA 13 (instalación de sistemas de rociadores).
 - o NFPA 20 (instalación de bombas estacionarias contra incendio).
 - o NFPA 24 (Red privada de abastecimiento).
 - o NFPA 72 (Sistemas de alarma).
- Factory Mutual Handbook.
- CEPREVEN (Reglas técnicas).
- Data sheets (Tyco, Anber Globe).
- Normas UNE.
 - o UNE EN 12845 (Sistemas fijos).
 - o UNE 23585 (Control de humos).
 - o UNE 23007 (Detección).
 - o UNE 23500 (Abastecimiento de agua).
- Código técnico de la edificación (documentos SI y SU).
- Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales (RSCI).
- Rociadores automáticos de agua, (autor: Adolfo Sahuquillo).
- NTP Notas técnicas de prevención.

Escola Universitària Politécnica de Mataró

Centre adscrit a:



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA

**ENGINYERIA TÈCNICA INDUSTRIAL,
ESPECIALITAT EN ELECTRÒNICA INDUSTRIAL**

**PROYECTO DE INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA
INCENDIOS EN UN GRAN CENTRO LOGÍSTICO CON OFICINAS.**

Planos.

Reluy Domínguez Arturo
PONENT: Comajuncosas Fortuño Andreu

PRIMAVERA 2011



TecnoCampus
Mataró-Maresme

Índice

1 Planos de rociadores.....	1
2 Planos de BIES y extintores.....	7
3 Planos de detección.....	13
4 Planos red de hidrantes y sala de bombas.....	19

1 Planos de rociadores.

El primer plano hace referencia a la distribución de los rociadores en la cota de cubierta.

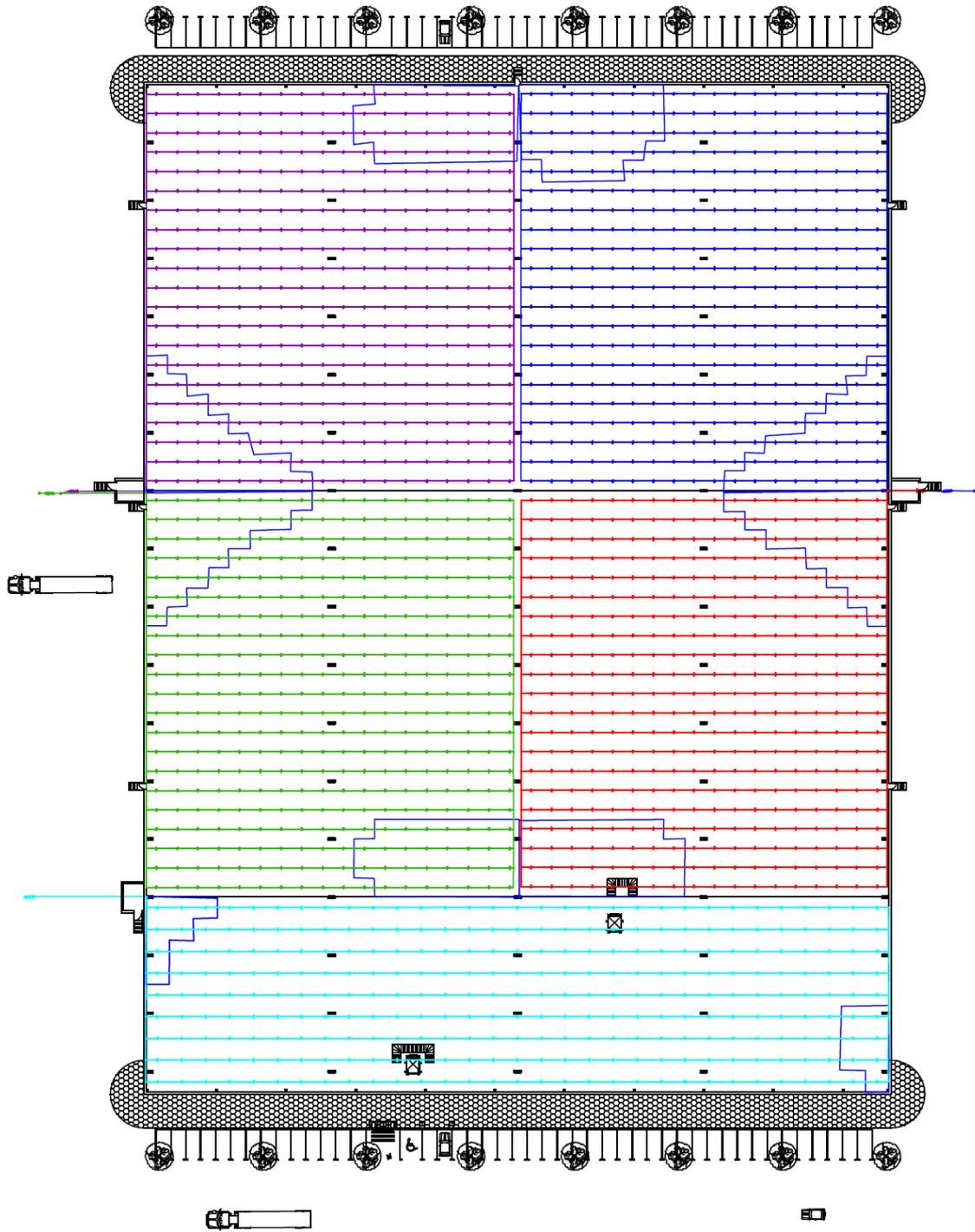
En el plano se puede observar el perfil de la nave y por colores cada una de las mallas.

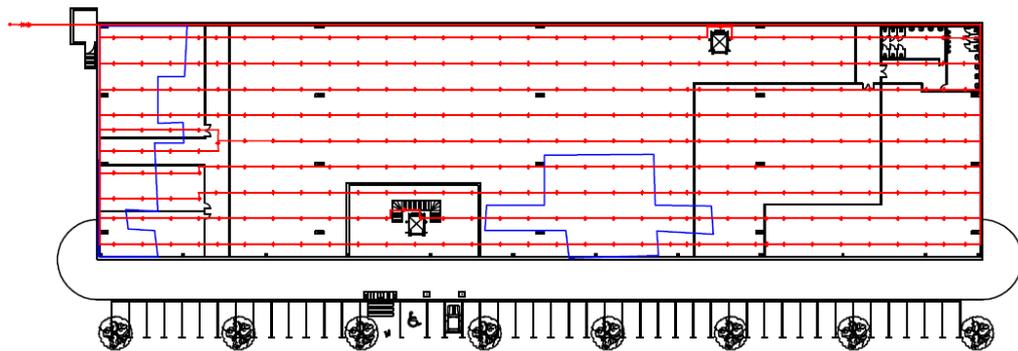
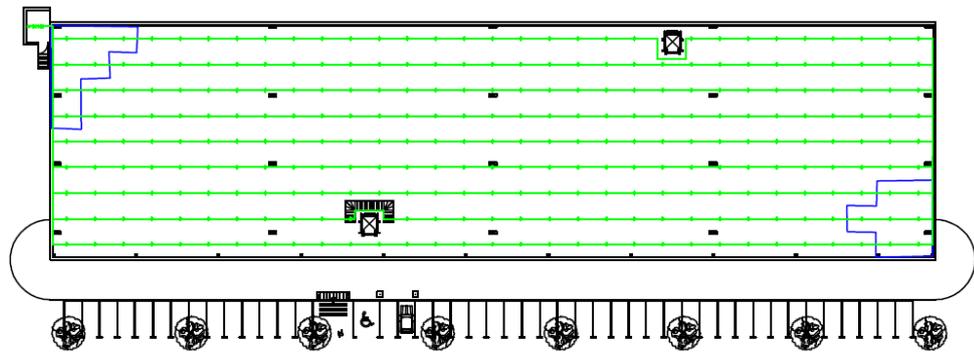
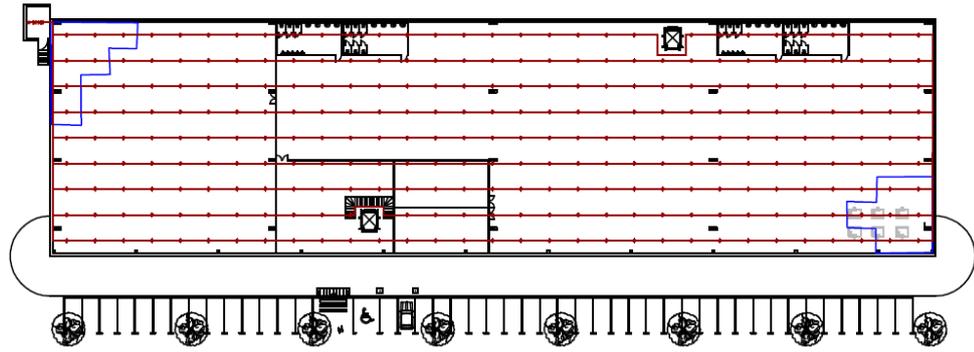
- M1CD01 ----- Rojo.
- M2CD01 ----- Azul.
- M1CD02 ----- Lila.
- M2CD02 ----- Verde.
- M1CD03 ----- Celeste.

Las zonas en azul indican los rociadores que fueron activados durante la comprobación hidráulica, corresponden a la zona más favorable y la más desfavorable.

El segundo plano hace referencia a las mallas de oficinas.

- M2CD03 ----- Marrón.
- M3CD03 ----- Verde.
- M4CD03 ----- Rojo.

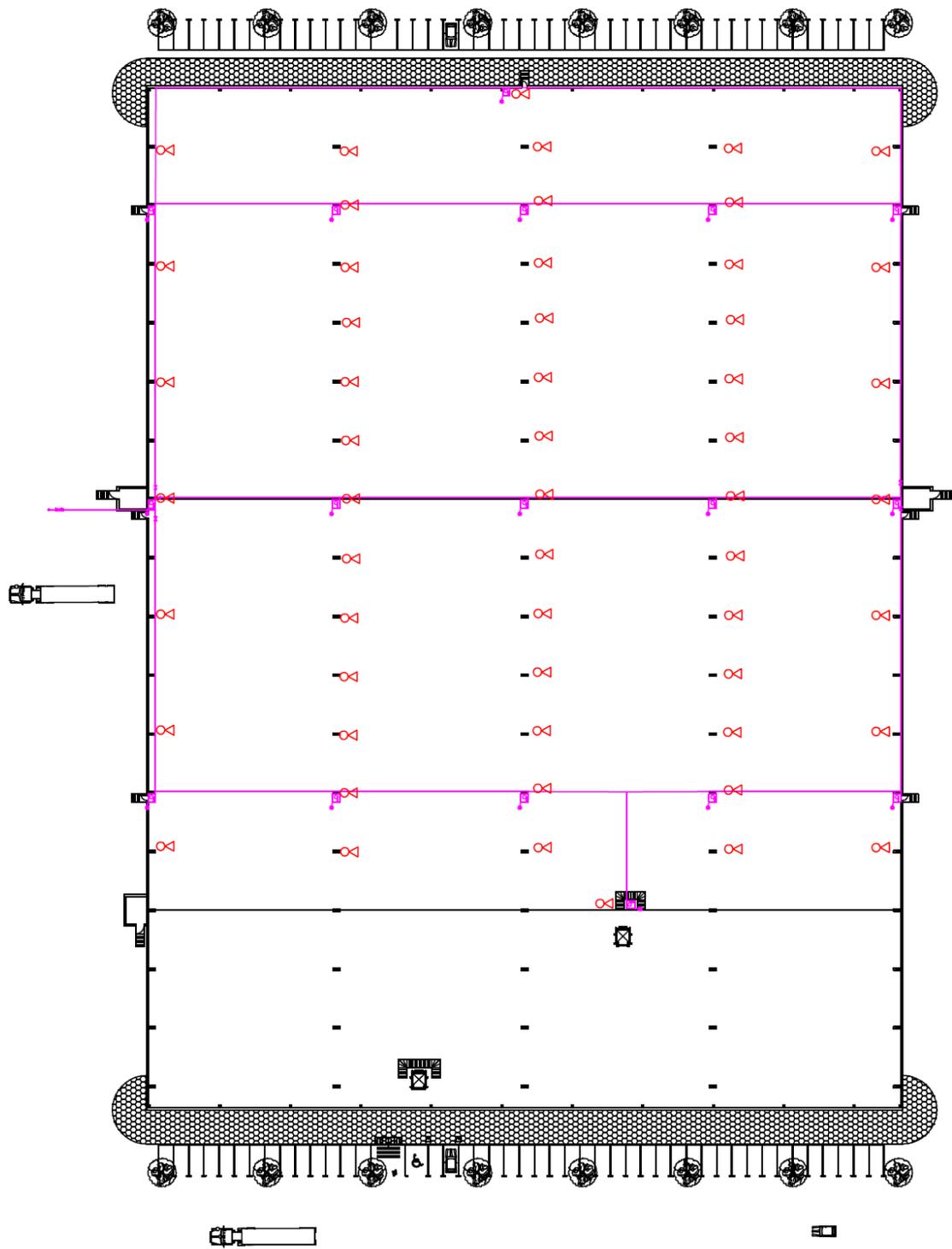


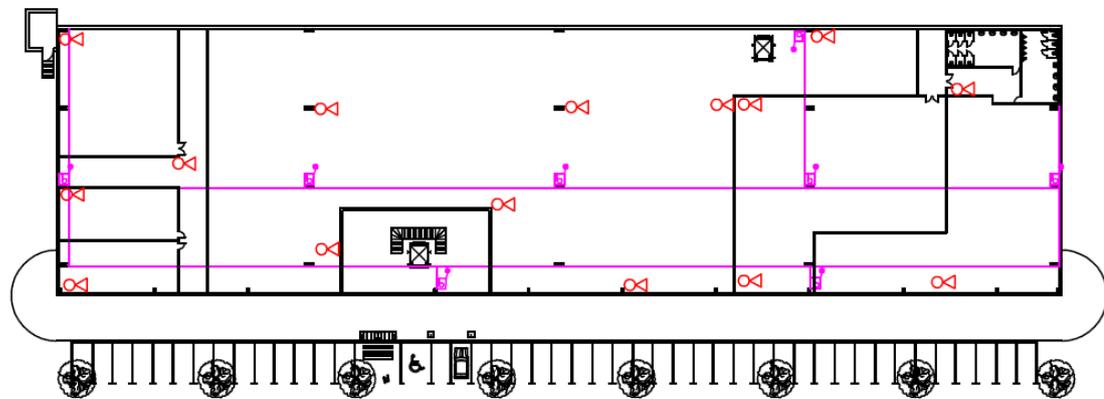
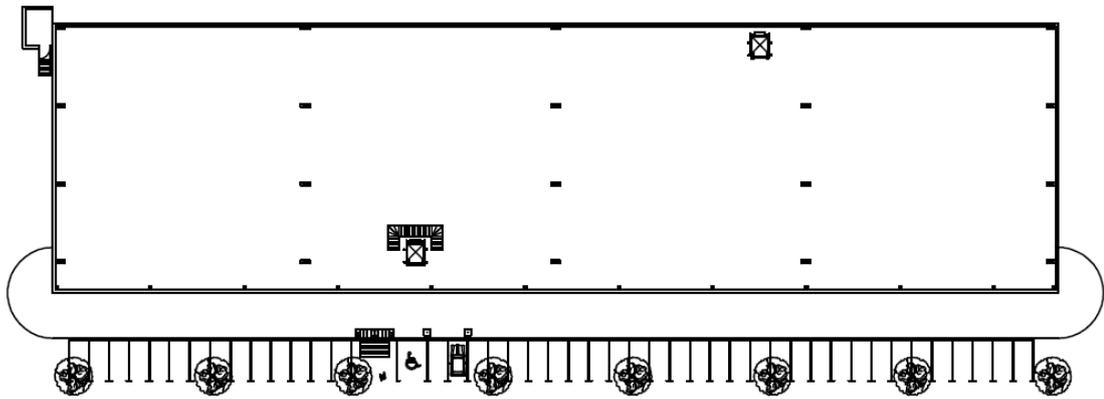
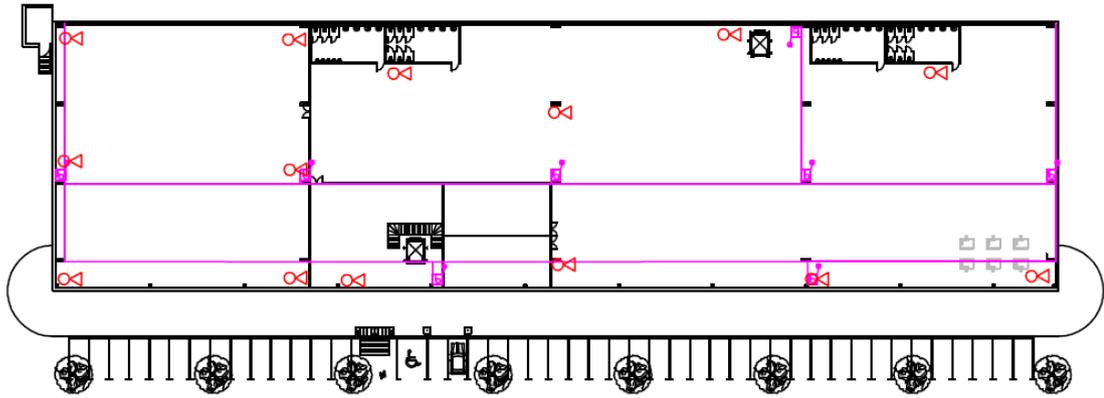


2 Planos de BIES y extintores.

El primer plano muestra la ubicación de las bocas de incendio equipadas y los extintores en el sector del almacén.

El segundo plano muestra la ubicación de las bocas de incendio equipadas y los extintores en el sector de oficinas.

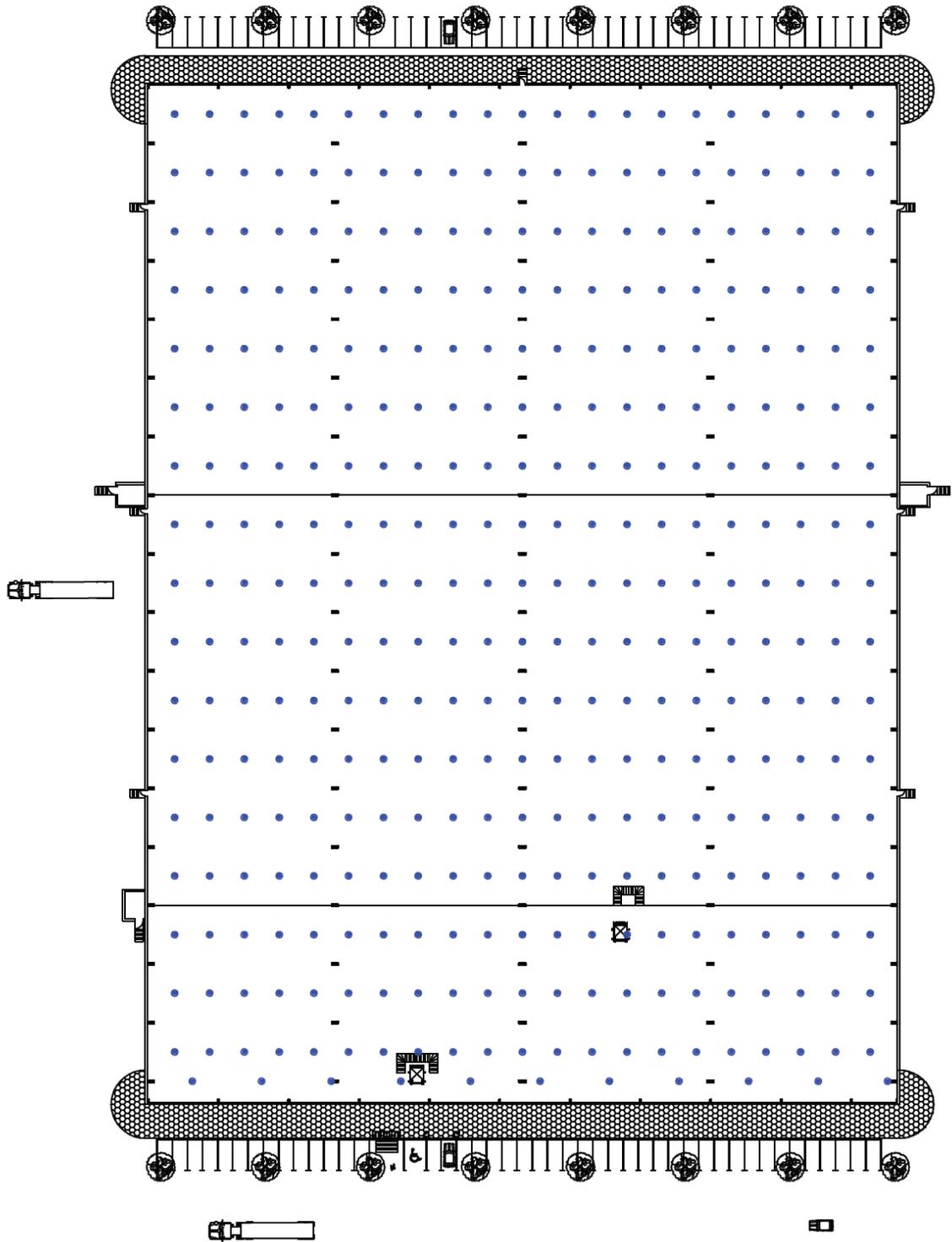


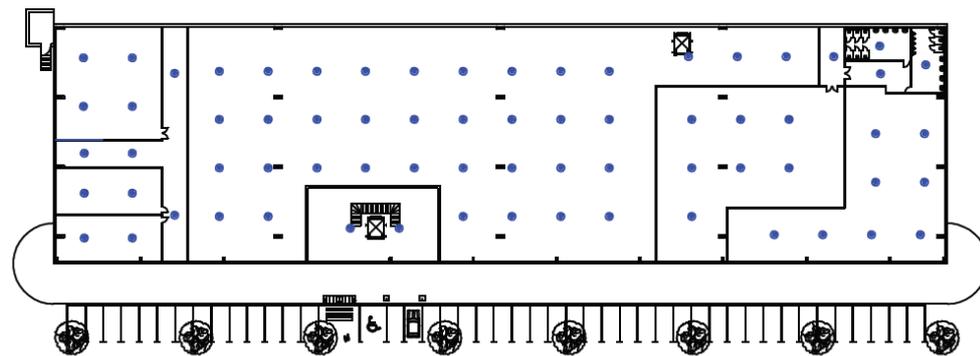
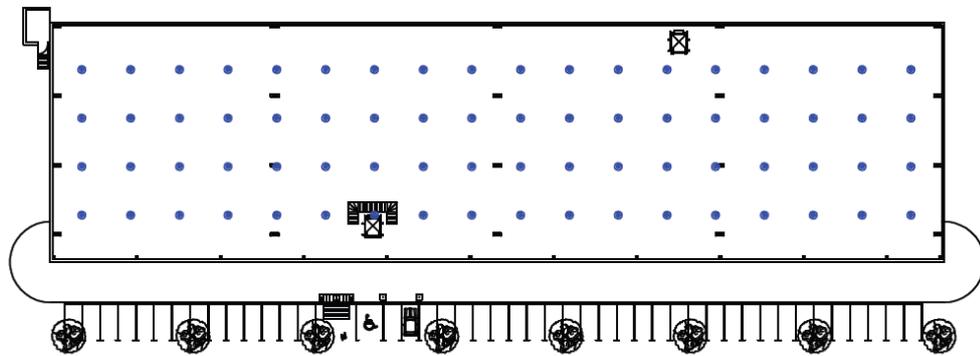
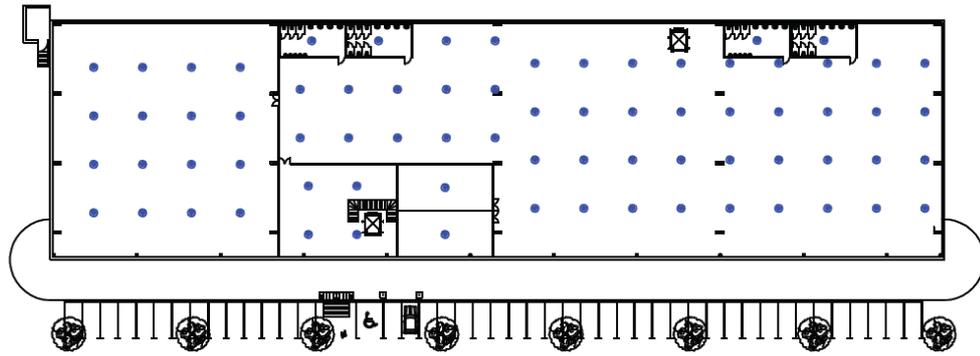


3 Planos de detección.

El primer plano muestra la ubicación de los detectores de incendio en el sector del almacén.

El segundo plano muestra la ubicación de los detectores de incendio en el sector de las oficinas.

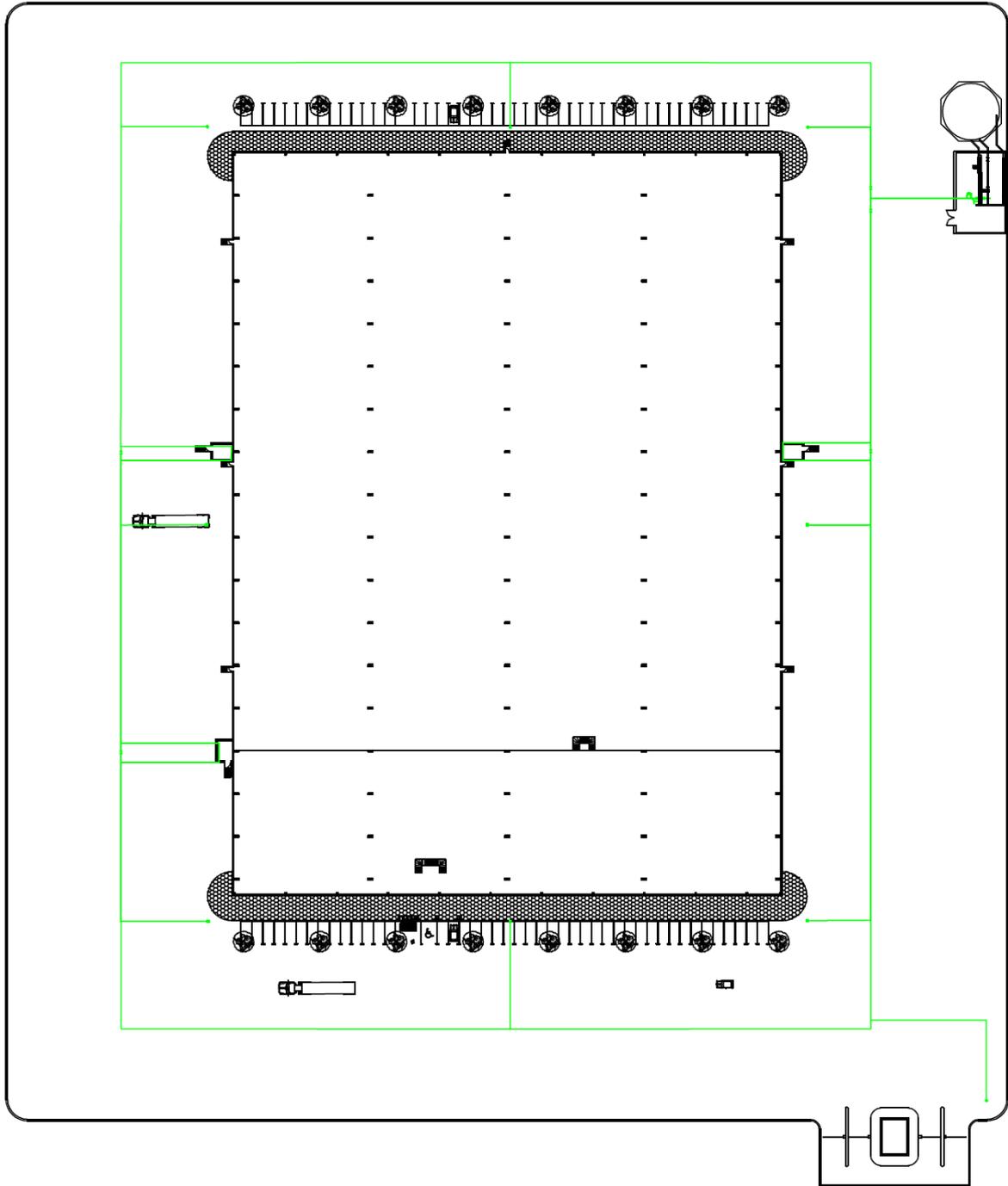


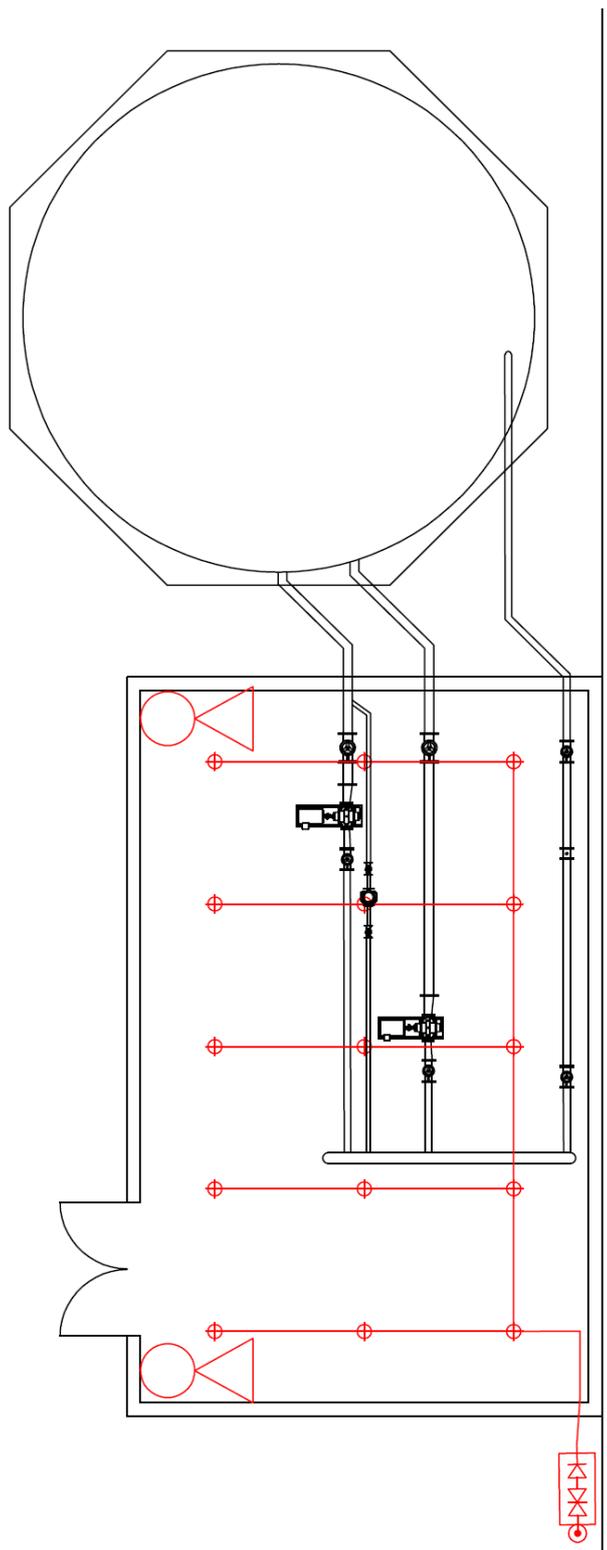


4 Planos red de hidrantes y sala de bombas.

El primer plano muestra en color verde las conducciones de funditubo para la alimentación de los hidrantes y los colectores de distribución.

El segundo plano muestra la extinción de la sala de bombas.





Escola Universitària Politécnica de Mataró

Centre adscrit a:



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA

**ENGINYERIA TÈCNICA INDUSTRIAL,
ESPECIALITAT EN ELECTRÒNICA INDUSTRIAL**

**PROYECTO DE INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA
INCENDIOS EN UN GRAN CENTRO LOGÍSTICO CON OFICINAS.**

Estudio económico.

**Reluy Domínguez Arturo
PONENT: Comajuncosas Fortuño Andreu**

PRIMAVERA 2011



**TecnoCampus
Mataró-Maresme**

Índice.

1 Costes del proyecto.	1
1.1 Coste de material sistemas de extinción.....	1
1.1.1 Coste de material del abastecimiento, extinción sala bombas y red de hidrantes.	2
1.1.2 Coste de material de las mallas rociadores sector almacén.....	5
1.1.3 Coste de material de las mallas rociadores sector oficinas.	7
1.1.4 Coste de material de las malla de BIES.	10
1.1.5 Coste de material de los aireadores y bañeras de humo.	11
1.2 Coste de material sistemas de detección.	12
1.3. Coste de recursos humanos equipo de diseño.	14
1.4. Amortización equipos, instrumental y software.....	14
1.5. Coste de instalación.	15
1.6. Coste de los sistemas de protección contra incendios.	16
1.7 Beneficio empresarial.....	16

1 Costes del proyecto.

En el presente apartado se valorarán los costes económicos vinculados al proyecto de instalación de los sistemas de protección contra incendio en una nave industrial.

A fin de facilitar la organización de las partidas en gastos de material estas serán subdivididas según los presentes criterios:

- Costes de material.
 - Sistemas de extinción.
 - Abastecimiento, sala de bombas y red de hidrantes.
 - Mallas sector almacén colector de distribución 1 y 2.
 - Mallas sector oficinas colector de distribución 3.
 - Red de bocas de incendio equipadas.
 - Aireadores y bañeras de humo.
 - Sistemas de detección.
 - Sistema de detección analógico de incendios.
- Costes de diseño del proyecto.
- Costes de administrativos.
- Gastos fijos.
- Costes de amortización.

1.1 Coste de material sistemas de extinción.

Los próximos apartados detallan la estimación de los materiales para los sistemas de extinción enumerados en la memoria.

1.1.1 Coste de material del abastecimiento, extinción sala bombas y red de hidrantes.

<u>Descripción</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Precio unitario (€)</u>	<u>Total (€)</u>
Abastecimiento.			
Medidor de caudal K1000 Eagle eye Rosemount.	1	2288.68	2288.68
Grupo de bombeo diesel Armstrong serie 4600F, Incluye controlador, silenciador de escape, conductos de escape y depósito reserva combustible. Conforme NFPA 20 y aprobada FM.	2	25000.00	50000.00
Bomba jockey Armstrong VMS10 50 HZ.	1	1051.00	1051.00
Controlador bomba jockey tornatech modelo JP.	1	500.00	500.00
Válvula de compuerta husillo ascendente 6" retorno.	2	634.54	1271.08
Válvula de compuerta husillo ascendente 10" salida anillo.	1	1643.36	1643.36
Válvula de compuerta husillo ascendente corte succión 8".	2	984.74	1969.42
Antirretorno 6" grupo de bombeo, embreado.	2	142.32	284.64
Válvula de compuerta husillo ascendente 6" impulsión.	2	634.54	1271.08

<u>Descripción</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Precio unitario (€)</u>	<u>Total (€)</u>
Válvula de compuerta husillo ascendente desagüe red 3".	1	361.00	361.00
Interruptor para válvula husillo ascendente Potter.	8	117.90	943.20
Tubería Din 2440 8" Ral 3000 lisa.	8	112.00	896.00
Tubería Din 2440 6". Ral 3000 lisa.	60	84.00	5040.00
Tubería Din 2440 3". Ral 3000 lisa.	12	42.00	504.00
Tubería Din 2440 10". Ral 3000 lisa.	12	140.00	14120.00
Depósito reserva agua 800 metros cúbicos útiles.	1	8000.00	8000.00
Accesorios.	varios	2000.00	2000.00
Sistema automático de llenado, incluye bomba, sonda de nivel y resistencia contra el hielo.	1	1150.00	1150.00
Extinción sala de bombas.			
Tubería acero DIN2440 ϕ -1 ¼" prefabricada con protección anticorrosión en color Ral 3000. Incluye soportes tipo pera cada 3 metros.	36	17.50	630.00
Tubería de acero DIN2440 ϕ -2 ½" prefabricada con protección anticorrosión en color Ral 3000 incluye soportes tipo pera cada 3 metros y de tipo abarcón cada 6 metros.	18	35.00	630.00

<u>Descripción</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Precio unitario (€)</u>	<u>Total (€)</u>
Acoplamiento ranurado ϕ -1 ¼" Ral 3000 y aprobado FM.	10	6.30	63.00
Acoplamiento ranurado ϕ -2 ½" Ral 3000 y aprobado FM.	9	8.00	72.00
Rociador Montante convencional 79°C K=80 aprobado FM.	15	15.00	225.00
Puesto de control de rociadores "ANBER GLOBE", de ϕ -2 ½", para colocar en posición vertical, formado por válvula de retención y alarma de hierro fundido, trim de acero galvanizado y cámara de retardo de fundición. Alarma hidráulica, modelo WM "ANBER GLOBE", con motor de agua y gong de aleación de aluminio. Accesorios y piezas especiales para conexión de puesto de control de rociadores a red de distribución de agua.	1	2179.00	2179.00
Interruptor de flujo estándar ϕ -2 ½", doble contacto con retraso hasta 90 segundos contra falsas alarmas.	1	162.60	162.60
Detector de presión ps101a.	1	107.73	107.73
Interruptor para válvula husillo ascendente Potter.	1	117.90	117.90
Red de abastecimiento hidrantes.			
Tubo funditubo unión estándar saint gobain ϕ -DN 250.	880	80.00	70400.00
Acero DIN 2450 ST37 ϕ -DN 200.	130	64.00	8320.00

<u>Descripción</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Precio unitario (€)</u>	<u>Total (€)</u>
Válvula poste indicador.	5	702.48	3514.40
Hidrante columna seca según UNE-23.405, con entrada recta de 6", carretecorto. Una boca de 100 mm con acople bombero y tapa, y dos de 70 con racores y tapones.	9	1237.60	11138.40
Cabinas de intemperie incluye dotación.	5	1150.00	5750.00
Accesorios.	varios	2000.00	2000.00
TOTAL COSTE DEL MATERIAL			198603.49

1.1.2 Coste de material de las mallas rociadores sector almacén.

<u>Descripción</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Precio unitario (€)</u>	<u>Total (€)</u>
Malla rociadores cubierta almacén comprende CD01 y CD02.			
Tubería acero DIN2440 ϕ -2 1/2" prefabricada con protección anticorrosión en color Ral 3000. Incluye soportes tipo pera cada 3 metros.	4542	35.00	158970.00
Tubería de acero DIN2440 ϕ -4" prefabricada con protección anticorrosión en color Ral 3000 incluye soportes tipo pera cada 3 metros y de tipo abarcón cada 6 metros.	240	56.00	13440.00

<u>Descripción</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Precio unitario (€)</u>	<u>Total (€)</u>
Tubería de acero DIN2440 ϕ -6" prefabricada con protección anticorrosión en color Ral 3000 incluye soportes tipo pera cada 3 metros y de tipo abarcón cada 6 metros.	348	84.00	29232.00
Puesto de control de rociadores "ANBER GLOBE", de ϕ -6", para colocar en posición vertical, formado por válvula de retención y alarma de hierro fundido, trim de acero galvanizado y cámara de retardo de fundición. Alarma hidráulica, modelo WM "ANBER GLOBE", con motor de agua y gong de aleación de aluminio. Accesorios y piezas especiales para conexión de puesto de control de rociadores a red de distribución de agua.	4	2297.93	9191.72
Rociador Montante convencional bronce 100°C K=115.aprobado FM.	1512	15.00	22680.00
Acoplamiento ranurado ϕ -6" Ral 3000 y aprobado FM.	58	21.00	1218.00
Acoplamiento ranurado ϕ -4" Ral 3000 y aprobado FM.	40	14.80	592.00
Acoplamiento ranurado ϕ -2 1/2" Ral 3000 y aprobado FM.	840	8.00	6720.00
Interruptor de flujo estándar ϕ -6", doble contacto con retraso hasta 90 segundos contra falsas alarmas.	4	162.60	650.40
Detector de presión ps101a.	4	107.73	430.92
Interruptor para válvula husillo ascendente Potter.	10	117.90	1170.90

<u>Descripción</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Precio unitario (€)</u>	<u>Total (€)</u>
Colector de distribución DN 250 en acero DIN 2440 en color Ral 3000 y derivación hacia los puestos de control incluye montaje.	2	2000.00	4000.00
Válvula de compuerta husillo ascendente 10" seccionamiento colector de distribución.	4	1646.36	6585.44
Válvula de compuerta husillo ascendente 3" Drenaje colector de distribución.	365.96	2	731.92
Accesorios.	varios	2500.00	2500.00
TOTAL COSTE DEL MATERIAL			258113.30

1.1.3 Coste de material de las mallas rociadores sector oficinas.

<u>Descripción</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Precio unitario (€)</u>	<u>Total (€)</u>
Malla rociadores sector oficinas comprende CD03.			
Tubería acero DIN2440 ϕ -1 1/2" prefabricada con protección anticorrosión en color Ral 3000. Incluye soportes tipo pera cada 3 metros.	3996	21.00	83916.00
Tubería de acero DIN2440 ϕ -4" prefabricada con protección anticorrosión en color Ral 3000 incluye soportes tipo pera cada 3 metros y de tipo abarcón cada 6 metros.	246	56.00	13776.00

<u>Descripción</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Precio unitario (€)</u>	<u>Total (€)</u>
Tubería de acero DIN2440 ϕ -3" prefabricada con protección anticorrosión en color Ral 3000 incluye soportes tipo pera cada 3 metros y de tipo abarcón cada 6 metros.	120	42.00	5040.00
Puesto de control de rociadores "ANBER GLOBE", de ϕ -4", para colocar en posición vertical, formado por válvula de retención y alarma de hierro fundido, trim de acero galvanizado y cámara de retardo de fundición. Alarma hidráulica, modelo WM "ANBER GLOBE", con motor de agua y gong de aleación de aluminio. Accesorios y piezas especiales para conexión de puesto de control de rociadores a red de distribución de agua.	3	1944.41	5833.23
Puesto de control de rociadores "ANBER GLOBE", de ϕ -3", para colocar en posición vertical, formado por válvula de retención y alarma de hierro fundido, trim de acero galvanizado y cámara de retardo de fundición. Alarma hidráulica, modelo WM "ANBER GLOBE", con motor de agua y gong de aleación de aluminio. Accesorios y piezas especiales para conexión de puesto de control de rociadores a red de distribución de agua.	1	1808.76	1808.76
Rociador Montante convencional bronce 100°C K=80.aprobado FM.	556	15.00	8340.00

<u>Descripción</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Precio unitario (€)</u>	<u>Total (€)</u>
Rociador Colgante respuesta rápida cromo 79°C K=80.aprobado FM.	580	16.00	9280.00
Rapidrop 600 milímetros aprobado FM.	580	20.00	11600.00
Acoplamiento ranurado ø-3" Ral 3000 y aprobado FM.	22	9.70	213.40
Acoplamiento ranurado ø-4" Ral 3000 y aprobado FM.	41	14.80	606.80
Acoplamiento ranurado ø-1 ½" Ral 3000 y aprobado FM.	670	6.70	4489.00
Interruptor de flujo estándar ø-4", doble contacto con retraso hasta 90 segundos contra falsas alarmas.	3	162.60	487.80
Interruptor de flujo estándar ø-3", doble contacto con retraso hasta 90 segundos contra falsas alarmas.	1	162.60	162.60
Detector de presión ps101a.	4	107.73	430.92
Colector de distribución DN 250 en acero DIN 2440 en color Ral 3000 y derivación hacia los puestos de control.	1	2000.00	2000.00
Válvula de compuerta husillo ascendente 10" seccionamiento colector de distribución.	2	1646.36	3292.72
Válvula de compuerta husillo ascendente 3" Drenaje colector de distribución.	365.96	1	365.95
Interruptor para válvula husillo ascendente Potter.	7	117.90	825.30
Sistema prediseñado de extinción cocina Ansul R-102 de 6 puntos.	1	3500	3500
Accesorios.	varios	2500.00	2500.00
TOTAL COSTE DEL MATERIAL			158468.48

1.1.4 Coste de material de las malla de BIES.

<u>Descripción</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Precio unitario (€)</u>	<u>Total (€)</u>
Malla de BIES.			
Tubería acero DIN2440 ϕ -2 ½" prefabricada con protección anticorrosión en color Ral 3000. Incluye soportes tipo pera cada 3 metros.	336	35.00	11760.00
Tubería de acero DIN2440 ϕ -3" prefabricada con protección anticorrosión en color Ral 3000 incluye soportes tipo pera cada 3 metros y de tipo abarcón cada 6 metros.	972	42.00	40820.00
Tubería de acero DIN2440 ϕ -2 " prefabricada con protección anticorrosión en color Ral 3000 incluye soportes tipo pera cada 3 metros y de tipo abarcón cada 6 metros.	438	28.00	12264.00
Acoplamiento ranurado ϕ -2 ½" Ral 3000 y aprobado FM.	60	8.00	480.00
Acoplamiento ranurado ϕ -2" Ral 3000 y aprobado FM.	80	7.00	560.00
Acoplamiento ranurado ϕ -3" Ral 3000 y aprobado FM.	170	9.70	1649.00
Interruptor de flujo estándar ϕ -3", doble contacto con retraso hasta 90 segundos contra falsas alarmas.	1	162.60	162.60
Interruptor para válvula husillo ascendente Potter.	1	117.90	117.90
Válvula husillo ascendente 3" corte malla bies.	1	361.00	361.00
Válvula drenaje malla de BIES 1 ½ ". Con supervisión eléctrica de posición.	1	331.37	331.37

<u>Descripción</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Precio unitario (€)</u>	<u>Total (€)</u>
Boca de incendio equipada Bie-25/2 con toma adicional de ø45. Armario de 600x750x260 mm con marco practicable pintado gris metalizado con bisagras y cierre de cuadrado de 8 mm. Devanadera de alimentación axial, fija con sistema RIL-GO. Válvula de bola con manómetro. Lanza RYLMATIC ø 25 mm. 20 mts. Manguera semirrigida ALFLEX ø25, Certificada N. Válvula adicional de asiento en latón de 1 1/2". Racor FORTEX estampados de ø 45 y tapón. Cristal no incluido.	33	383.10	12642.30
Accesorios.	varios	2000.00	2000.00
TOTAL COSTE DEL MATERIAL			83148.17

1.1.5 Coste de material de los aireadores y bañeras de humo.

<u>Descripción</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Precio unitario (€)</u>	<u>Total (€)</u>
Aireadores y bañeras de humo.			
Aireador Colt euroco tipo C 18 con lamas AIB. Comprende montaje y línea de presión.	32	2200.00	48000.00
Unidad cuadro de control aireadores.	1	2631.00	2631.00
Cortina sectorización de humos conforme UNE 23585. Dimensiones 55 X 30 X 2.	900	66.00	59400.00
TOTAL COSTE DEL MATERIAL			110031.00

<u>Descripción</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Precio unitario (€)</u>	<u>Total (€)</u>
Señalización y extintores.			
Extintor portátil de polvo químico ABC polivalente antibrasa, con presión incorporada, de eficacia 34A, con 6 kg de agente extintor, con manómetro y manguera con boquilla difusora, según UNE 23110.	86	56,30	4841.80
Señales fotoluminiscentes 297 X 297 extintor.	66	12.00	792.00
Señales fotoluminiscentes 297 X 297 equipo conjunto.	18	12.00	216.00
Señales fotoluminiscentes 297 X 297 Pulsador.	15	12.00	180.00
Señales fotoluminiscentes 297 X 297 boca de incendio equipada.	15	12.00	180.00
TOTAL COSTE DEL MATERIAL			6209.80

1.2 Coste de material sistemas de detección.

<u>Descripción</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Precio unitario (€)</u>	<u>Total (€)</u>
Sistemas de detección.			
Central de detección Zetfas Expert con cuatro bucles de detección	1	3500.00	3500.00

<u>Descripción</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Precio unitario (€)</u>	<u>Total (€)</u>
Ordenador supervisor Acer Aspire Z3751. Con licencia TXG y Single Client Station. Incluye conversor filnet comunicación central.	1	3000.00	3000.00
Baterías 12v 38 Ah.	154.46	2	308.92
Detector 801 PH.	526	30.00	15780.00
Pulsador universal de doble acción para interiores, con aislador.	33	50	1650.00
Módulo ZX de entrada vigilada MIM800.	38	15	570.00
Zócalo funcional ZX con sirena 801SB.	37	10	370.00
Cable Firecom 1,5 milímetros.	6000	6.04	36240.00
Módulo ZX de salida no vigilada RIM800.	2	15	30.00
Cable fibra óptica comunicaciones Bobina de cable de fibra óptica tipo GYSTA mono-modo protegida para instalaciones exteriores, antirayos UV y protección contra humedad. En el interior dispone de 2 cables de fibra óptica con protección exterior de tipo adherente o apretada (tight buffer) y diámetro de 3.0 mm. Se trata de fibrás ópticas mono-modo con núcleo y revestimiento de sección 9/125 micrones (um). En el eje central se disponen los cables de fibra óptica y un alambre de refuerzo. Los cables de fibra óptica de 3.0mm disponen de 3 tipos de recubrimiento: funda mylar (similar al celuloide), funda PALP (Polietileno Aluminio Polietileno) y vaina externa protectora. Presentado en bobina para mayor comodidad.	100	3	300
TOTAL COSTE DEL MATERIAL			61784.00

1.3 Coste de recursos humanos equipo de diseño.

<u>Concepto</u>	<u>Horas</u>	<u>Precio / hora</u> <u>(€)</u>	<u>Total (€)</u>
Medición y estudio (Ingeniero sénior).	80	60	4800.00
Diseño instalaciones (Ingeniero sénior).	100	60	6000.00
Redacción de memoria.	80	30	2400.00
TOTAL RECURSOS HUMANS			13200.00

1.4 Amortización equipos, instrumental y software.

<u>Equipo utilizado</u>	<u>Horas utilizadas</u>	<u>Precio/hora</u>	<u>Total</u>
Equipos y software informático			
Ordenador.	180	0,50	90
Software Rowind.	40	5,00	200
Software Autocad.	80	2,00	160
Microsoft Office.	80	1,00	80
TOTAL AMORTITZACIONES			530

1.5 Coste de instalación.

<u>Concepto</u>	<u>Metros o unidades</u>	<u>Precio / metro (€)</u>	<u>Total (€)</u>
Instalación tubería aérea. Incluye rociador.	9546	18	171828.00
Instalación tubería aérea malla de bias.	1746	15	26190.00
Instalación tubería enterrada sólo incluye tiempo fontanero y operario.	1010	7.73	7087.30
Instalación hidrante sólo incluye tiempo fontanero y operario.	9	30.27	272.43
Incremento por punto empotrado.	580	8	4640.00
Instalación BIE.	33	48.43	145.29
Instalación y puesta a punto grupos de bombeo más accesorios.	1	3535.00	3535.00
Instalación punto de detección o aviso.	636	25.00	15900.00
Instalación cableado detección, no incluye el cableado de comunicaciones con el equipo de supervisión.	6000	1.00	6000.00
Instalación ordenador supervisión central de incendios.	1	2000	2000.00
Instalación señal identificativa mediante adhesivo de montaje incluido.	114	4.82	549.48
Instalación central analógica de detección.	1	250.00	250
Instalación extintor.	86	1.75	150.50

TOTAL COSTES DE INSTALACIÓN	238547.99
------------------------------------	------------------

1.6 Coste de los sistemas de protección contra incendios.

Costes de material.	876358.24€
Costes de recursos humanos.	13.200 €
Costes de instalación.	238548.00
Costes de amortización.	530 €
Subtotal.	1128636.24€
Gastos indirectos (0.3%).	3385.90
TOTAL	1132022.14

1.7 Beneficio empresarial.

El beneficio empresarial se espera obtener de la ejecución del presente proyecto asciende a un total de 183000 euros.

- 70000 euros netos serán imputados de manera directa por costes de control supervisión y legalización.
- 113000 euros en descuentos obtenidos sobre el precio por la compra de grandes cantidades.

Escola Universitària Politécnica de Mataró

Centre adscrit a:



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA

**ENGINYERIA TÈCNICA INDUSTRIAL,
ESPECIALITAT EN ELECTRÒNICA INDUSTRIAL**

**PROYECTO DE INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA
INCENDIOS EN UN GRAN CENTRO LOGÍSTICO CON OFICINAS.**

Anexos.

**Reluy Domínguez Arturo
PONENT: Comajuncosas Fortuño Andreu**

PRIMAVERA 2011



TecnoCampus
Mataró-Maresme

Índice

Índice de tablas.....	V
1 Cálculos hidráulicos rociadores.....	1
1.1 Rociadores almacén.....	3
1.1.1 Materiales.....	3
1.1.2 Malla principal 1 colector 01.....	3
1.1.3 Malla principal 2 colector 01.....	5
1.1.4 Malla principal 1 colector 02.....	6
1.1.5 Malla principal 2 colector 01.....	8
1.2 Rociadores oficinas.....	9
1.2.1 Materiales.....	9
1.2.2 Malla principal 1 colector 03.....	10
1.2.3 Malla principal 2 colector 03.....	11
1.2.4 Malla principal 3 colector 03.....	11
1.2.5 Malla principal 4 colector 03.....	12
1.3 Rociadores sala de bombas.....	12
1.3.1 Materiales.....	12
1.3.2 Malla sala de bombas.....	13
2 Necesidades de reserva de agua.....	15
2.1 Necesidades MP1CD01 área de operación 1.....	15
2.2 Necesidades MP1CD01 área de operación 2.....	15
2.3 Necesidades MP2CD01 área de operación 1.....	15
2.4 Necesidades MP2CD01 área de operación 2.....	15
2.5 Necesidades MP1CD02 área de operación 1.....	16
2.6 Necesidades MP1CD02 área de operación 2.....	16
2.7 Necesidades MP2CD02 área de operación 1.....	16
2.8 Necesidades MP2CD02 área de operación 2.....	16
2.9 Necesidades MP1CD03 área de operación 1.....	17

II

2.10 Necesidades MP1CD03 área de operación 2.....	17
2.11 Necesidades MP2CD03 área de operación 1.....	17
2.12 Necesidades MP2CD03 área de operación 2.....	17
2.13 Necesidades MP3CD03 área de operación 1.....	18
2.14 Necesidades MP3CD03 área de operación 2.....	18
2.15 Necesidades MP4CD03 área de operación 1.....	18
2.16 Necesidades MP4CD03 área de operación 2.....	18
2.17 Necesidades Malla sala de bombas.	19
3 Necesidades grupo de presión.	21
3.1 Necesidades MP1CD01 área de operación 1.....	21
3.2 Necesidades MP1CD01 área de operación 2.....	21
3.3 Necesidades MP2CD01 área de operación 1.....	22
3.4 Necesidades MP2CD01 área de operación 2.....	22
3.5 Necesidades MP1CD02 área de operación 1.....	23
3.6 Necesidades MP1CD02 área de operación 2.....	23
3.7 Necesidades MP2CD02 área de operación 1.....	24
3.8 Necesidades MP2CD02 área de operación 2.....	25
3.9 Necesidades MP1CD03 área de operación 1.....	25
3.10 Necesidades MP1CD03 área de operación 2.....	26
3.11 Necesidades MP2CD03 área de operación 1.....	26
3.12 Necesidades MP2CD03 área de operación 2.....	27
3.13 Necesidades MP3CD03 área de operación 1.....	27
3.14 Necesidades MP3CD03 área de operación 2.....	28
3.15 Necesidades MP4CD03 área de operación 1.....	28
3.16 Necesidades MP4CD03 área de operación 2.....	29
3.17 Necesidades Sala de bombas.	30
4 Cálculos bocas de incendio equipadas.	31
4.1 Valores más significativos.....	31
4.2 Necesidades de caudal y capacidad del depósito.....	31
4.3 Necesidades de presión.	32

5 Cálculos red de hidrantes.....	33
5.1 Valores más significativos	33
5.2 Necesidades de caudal y capacidad del depósito	33
5.3 Necesidades de presión.....	33
6 Sala de bombas	35
6.1 Deposito de reserva de agua.	35
6.2 Grupo de presión.....	35
7 Contenido del CD.....	37

Índice de tablas.

Tabla 1.1 Coeficiente de rugosidad	3
Tabla 1.2 Rociador utilizado.	3
Tabla 1.3 Área de operación.....	3
Tabla 1.4 Área de operación.....	5
Tabla 1.5 Área de operación.....	6
Tabla 1.6 Área de operación.....	8
Tabla 1.7 Coeficiente de rugosidad	9
Tabla 1.8 Rociador utilizado.	10
Tabla 1.9 Área de operación.....	10
Tabla 1.10 Área de operación.....	11
Tabla 1.11 Área de operación.....	11
Tabla 1.12 Área de operación.....	12
Tabla 1.13 Coeficiente de rugosidad	12
Tabla 1.14 Coeficiente de rugosidad	12
Tabla 1.15 Área de operación.....	13

1 Cálculos hidráulicos rociadores.

Los cálculos hidráulicos se han realizado íntegramente planteando un sistema matricial con las ecuaciones siguientes:

- La suma algebraica de caudales en cualquier nudo será igual a 0 l/min. ± 0.1 l/min.
- La suma algebraica de las pérdidas de carga en cualquier anillo será igual a 0 mbar ± 1 mbar.

Las pérdidas de carga por fricción en las tuberías se determinan usando la fórmula de Hazen-Williams:

$$J = \frac{6.05 \cdot 10^5 \cdot L \cdot Q^{1.85}}{C^{1.85} \cdot D^{4.87}} \quad (1.1)$$

Donde:

- J = Pérdida de carga en la tubería, en bares.
- Q = Caudal de agua que pasa por el tubo, en litros por minuto.
- C = Constante para el tipo y condición del tubo.
- D = Diámetro interior de la tubería, en milímetros.
- L = Longitud equivalente del tubo y accesorios, en metros.

La variación de la presión estática entre dos puntos conectados entre sí se calcula con la siguiente fórmula:

$$J_e = 0.102 \cdot h \quad (1.2)$$

Donde:

Je = Pérdida de presión estática, en bares.

h = Distancia vertical entre dos puntos, en metros.

El caudal de cada rociador, BIE ó hidrante se determina por la ecuación:

$$Q = K \cdot \sqrt{P} \quad (1.3)$$

Donde:

Q = Caudal, en litros por minuto.

K = Constante de descarga según tipo de rociador.

P = Presión en el orificio, en bares.

Para el predimensionado de los tubos y del equipo de bombeo se ha tenido en cuenta que la velocidad del agua no supere 10.0 m/s en ningún tramo, ni 6.0 m/s en ninguna válvula, y que en todos los rociadores la densidad real de descarga sea superior a la densidad de diseño.

La pérdida de carga debida a la fricción en válvulas y accesorios donde la dirección del flujo de agua cambia en 45° o más, se calcula usando una longitud equivalente y aplicando la fórmula de Hazen-Williams anterior.

Los efectos de la presión dinámica se consideran despreciables.

En los anejos de cálculo se presenta la lista de los rociadores activos que definen el área de operación. Para cada uno de ellos se escribe junto a su referencia, su presión de descarga, la altura sobre el suelo, su caudal, cobertura y densidad de descarga. También los anejos de cálculo muestran los resultados de los cálculos hidráulicos para cada tramo: Diámetro nominal e interior, longitud real y equivalente, caudal, velocidad, pérdida de carga unitaria y la pérdida de carga total.

1.1 Rociadores almacén.

1.1.1 Materiales.

Las tuberías serán de los tipos y coeficientes de rugosidad para la fórmula de Hazen-Williams mostrados en la siguiente tabla:

Referencia	Coefficiente Hazen-Williams (C)
Acero DIN2440	120

Tabla 1.1 Coeficiente de rugosidad.

Se utilizarán rociadores homologados cuyas características se describen en la tabla adjunta:

Referencia	Posición	Disparo	Descarga	Respuesta
Montante conv. (F)	Montante		Convencional	Rápida

Tabla 1.2 Rociador utilizado.

1.1.2 Malla principal 1 colector 01.

RESULTADOS POR ÁREA DE OPERACIÓN E HIPÓTESIS DE SIMULTANEIDAD

Referencia	Número de rociadores	Superficie (m ²)	Densidad referencia (mm/min)	Caudal (m ³ /h)	Capac. (m ³)	Presión necesaria (bar)
Área operación 1	31	266.0	20.61	337.9	506.8	5.3
Área operación 2	31	265.5	23.90	392.6	589.0	4.3

Tabla 1.3 Área de operación.

A continuación se detallan los resultados más significativos del cálculo hidráulico completo del sistema para cada una de las áreas de operación e hipótesis de simultaneidad supuestas.

Valores más significativos área de operación 1.

La máxima presión absoluta alcanza 5500 mbar en el nudo 1 y la mínima 2365 mbar en el nudo 393.

El rango de velocidades oscila entre 6.0 m/s en Tramo [345-346], Acero DIN2440 ϕ -4", y 0.1 m/s en el tramo Tramo [350-351], Acero DIN2440 ϕ -2 ½".

El caudal máximo es de 5630 l/min. en Tramo [1-2], Acero DIN2440 ϕ -6" y el mínimo 14 l/min. en Tramo [350-351], Acero DIN2440 ϕ -2 ½".

La máxima densidad de descarga se alcanza en Rociador [347], K-115 con 21.8 mm/min. y la mínima se alcanza en Rociador [393], K-115 con 20.6 mm/min.

El grupo de rociadores de referencia cubre una superficie de 34.35 m², sobre la que se descarga un caudal total de 707.9 l/min., resultando una densidad de descarga de 20.61 mm/min.

Valores más significativos área de operación 2.

La máxima presión absoluta alcanza 5500 mbar en el nudo 1 y la mínima 3180 mbar en el nudo 12.

El rango de velocidades oscila entre 5.7 m/s en Tramo [3-4], Acero DIN2440 ϕ -6", y 0.0 m/s en el tramo Tramo [367-429], Acero DIN2440 ϕ -6".

El caudal máximo es de 6543 l/min. en Tramo [3-4], Acero DIN2440 ϕ -6" y el mínimo 9 l/min. en Tramo [103-104], Acero DIN2440 ϕ -2 ½".

La máxima densidad de descarga se alcanza en Rociador [126], K-115 con 25.6 mm/min. y la mínima se alcanza en Rociador [12], K-115 con 23.9 mm/min.

El grupo de rociadores de referencia cubre una superficie de 34.35 m², sobre la que se descarga un caudal total de 820.9 l/min., resultando una densidad de descarga de 23.90 mm/min.

1.1.3 Malla principal 2 colector 01.

RESULTADOS POR ÁREA DE OPERACIÓN E HIPÓTESIS DE SIMULTANEIDAD

Referencia	Número de rociadores	Superficie (m ²)	Densidad referencia (mm/min)	Caudal (m ³ /h)	Capac. (m ³)	Presión necesaria (bar)
Área operación 1	31	265.3	23.55	380.1	570.1	4.8
Área operación 2	31	266.3	21.01	339.5	509.2	5.6

Tabla 1.4 Área de operación.

A continuación se detallan los resultados más significativos del cálculo hidráulico completo del sistema para cada una de las áreas de operación e hipótesis de simultaneidad supuestas.

Valores más significativos área de operación 1.

La máxima presión absoluta alcanza 6000 mbar en el nudo 1 y la mínima 3079 mbar en el nudo 13.

El rango de velocidades oscila entre 5.6 m/s en Tramo [4-5], Acero DIN2440 ϕ -6", y 0.0 m/s en el tramo Tramo [405-406], Acero DIN2440 ϕ -6".

El caudal máximo es de 6334 l/min. en Tramo [4-5], Acero DIN2440 ϕ -6" y el mínimo 11 l/min. en Tramo [51-52], Acero DIN2440 ϕ -3".

La máxima densidad de descarga se alcanza en Rociador [7], K-115 con 24.6 mm/min. y la mínima se alcanza en Rociador [39], K-115 con 23.5 mm/min.

El grupo de rociadores de referencia cubre una superficie de 34.41 m², sobre la que se descarga un caudal total de 810.4 l/min., resultando una densidad de descarga de 23.55 mm/min.

Valores más significativos área de operación 2.

La máxima presión absoluta alcanza 6000 mbar en el nudo 1 y la mínima 2469 mbar en el nudo 390.

El rango de velocidades oscila entre 5.5 m/s en Tramo [345-346], Acero DIN2440 ø-4", y 0.0 m/s en el tramo Tramo [390-391], Acero DIN2440 ø-3".

El caudal máximo es de 5657 l/min. en Tramo [5-6], Acero DIN2440 ø-6" y el mínimo 8 l/min. en Tramo [390-391], Acero DIN2440 ø-3".

La máxima densidad de descarga se alcanza en Rociador [347], K-115 con 21.8 mm/min. y la mínima se alcanza en Rociador [390], K-115 con 21.0 mm/min.

El grupo de rociadores de referencia cubre una superficie de 34.41 m², sobre la que se descarga un caudal total de 723.2 l/min., resultando una densidad de descarga de 21.01 mm/min.

1.1.4 Malla principal 1 colector 02.

RESULTADOS POR ÁREA DE OPERACIÓN E HIPÓTESIS DE SIMULTANEIDAD

Referencia	Número de rociadores	Superficie (m ²)	Densidad referencia (mm/min)	Caudal (m ³ /h)	Capac. (m ³)	Presión necesaria (bar)
Área operación 1	30	262.4	20.55	330.3	495.4	5.8
Área operación 2	30	262.5	23.15	373.4	560.1	4.9

Tabla 1.5 Área de operación.

A continuación se detallan los resultados más significativos del cálculo hidráulico completo del sistema para cada una de las áreas de operación e hipótesis de simultaneidad supuestas.

Valores más significativos área de operación 1.

La máxima presión absoluta alcanza 6000 mbar en el nudo 1 y la mínima 2458 mbar en el nudo 390.

El rango de velocidades oscila entre 5.9 m/s en Tramo [344-345], Acero DIN2440 ϕ -4", y 0.0 m/s en el tramo Tramo [349-350], Acero DIN2440 ϕ -2 ½".

El caudal máximo es de 5504 l/min. en Tramo [3-4], Acero DIN2440 ϕ -6" y el mínimo 4 l/min. en Tramo [349-350], Acero DIN2440 ϕ -2 ½".

La máxima densidad de descarga se alcanza en Rociador [346], K-115 con 22.0 mm/min. y la mínima se alcanza en Rociador [390], K-115 con 20.5 mm/min.

El grupo de rociadores de referencia cubre una superficie de 35.12 m², sobre la que se descarga un caudal total de 721.9 l/min., resultando una densidad de descarga de 20.55 mm/min.

Valores más significativos área de operación 2.

La máxima presión absoluta alcanza 6000 mbar en el nudo 1 y la mínima 3057 mbar en el nudo 11.

El rango de velocidades oscila entre 5.5 m/s en Tramo [5-6], Acero DIN2440 ϕ -2 ½", y 0.0 m/s en el tramo Tramo [11-12], Acero DIN2440 ϕ -2 ½".

El caudal máximo es de 6222 l/min. en Tramo [3-4], Acero DIN2440 ϕ -6" y el mínimo 4 l/min. en Tramo [11-12], Acero DIN2440 ϕ -2 ½".

La máxima densidad de descarga se alcanza en Rociador [126], K-115 con 24.3 mm/min. y la mínima se alcanza en Rociador [12], K-115 con 23.1 mm/min.

El grupo de rociadores de referencia cubre una superficie de 34.95 m², sobre la que se descarga un caudal total de 809.0 l/min., resultando una densidad de descarga de 23.15 mm/min.

1.1.5 Malla principal 2 colector 01.

RESULTADOS POR ÁREA DE OPERACIÓN E HIPÓTESIS DE SIMULTANEIDAD

Referencia	Número de rociadores	Superficie (m ²)	Densidad referencia(mm/min)	Caudal (m ³ /h)	Capac. (m ³)	Presión necesaria (bar)
Área operación 1	30	262.4	20.55	330.3	495.4	5.8
Área operación 2	30	262.5	23.15	373.4	560.1	4.9

Tabla 1.6 Área de operación.

A continuación se detallan los resultados más significativos del cálculo hidráulico completo del sistema para cada una de las áreas de operación e hipótesis de simultaneidad supuestas.

Valores más significativos área de operación 1.

La máxima presión absoluta alcanza 6000 mbar en el nudo 1 y la mínima 2458 mbar en el nudo 390.

El rango de velocidades oscila entre 5.9 m/s en Tramo [344-345], Acero DIN2440 ϕ -4", y 0.0 m/s en el tramo Tramo [349-350], Acero DIN2440 ϕ -2 ½".

El caudal máximo es de 5504 l/min. en Tramo [3-4], Acero DIN2440 ϕ -6" y el mínimo 4 l/min. en Tramo [349-350], Acero DIN2440 ϕ -2 ½".

La máxima densidad de descarga se alcanza en Rociador [346], K-115 con 22.0 mm/min. y la mínima se alcanza en Rociador [390], K-115 con 20.5 mm/min.

El grupo de rociadores de referencia cubre una superficie de 35.12 m², sobre la que se descarga un caudal total de 721.9 l/min., resultando una densidad de descarga de 20.55 mm/min.

Valores más significativos área de operación 2.

La máxima presión absoluta alcanza 6000 mbar en el nudo 1 y la mínima 3057 mbar en el nudo 11.

El rango de velocidades oscila entre 5.5 m/s en Tramo [5-6], Acero DIN2440 ϕ -2 ½", y 0.0 m/s en el tramo Tramo [11-12], Acero DIN2440 ϕ -2 ½".

El caudal máximo es de 6222 l/min. en Tramo [3-4], Acero DIN2440 ϕ -6" y el mínimo 4 l/min. en Tramo [11-12], Acero DIN2440 ϕ -2 ½".

La máxima densidad de descarga se alcanza en Rociador [126], K-115 con 24.3 mm/min. y la mínima se alcanza en Rociador [12], K-115 con 23.1 mm/min.

El grupo de rociadores de referencia cubre una superficie de 34.95 m², sobre la que se descarga un caudal total de 809.0 l/min., resultando una densidad de descarga de 23.15 mm/min.

1.2 Rociadores oficinas.

1.2.1 Materiales.

Las tuberías serán de los tipos y coeficientes de rugosidad para la fórmula de Hazen-Williams mostrados en la siguiente tabla:

Referencia	Coefficiente Hazen-Williams (C)
Acero DIN2440	120

Tabla 1.7 Coeficiente de rugosidad.

Se utilizarán rociadores homologados cuyas características se describen en la tabla adjunta:

Referencia	Posición	Disparo	Descarga	Respuesta
Montante conv. (A)	Montante	Ampolla	Convencional	Rápida

Tabla 1.8 Rociador utilizado.

1.2.2 Malla principal 1 colector 03.

RESULTADOS POR ÁREA DE OPERACIÓN E HIPÓTESIS DE SIMULTANEIDAD

Referencia	Número de rociadores	Superficie (m ²)	Densidad referencia(mm/min)	Caudal (m ³ /h)	Capac. (m ³)	Presión necesaria (bar)
Área operación 1	7	75.0	10.75	50.3	50.3	2.5
Área operación 2	7	75.1	11.91	56.2	56.2	2.3

Tabla 1.9 Área de operación.

A continuación se detallan los resultados más significativos del cálculo hidráulico completo del sistema para cada una de las áreas de operación e hipótesis de simultaneidad supuestas.

1.2.3 Malla principal 2 colector 03.

RESULTADOS POR ÁREA DE OPERACIÓN E HIPÓTESIS DE SIMULTANEIDAD

Referencia	Número de rociadores	Superficie (m ²)	Densidad referencia (mm/min)	Caudal (m ³ /h)	Capac. (m ³)	Presión necesaria (bar)
Área operación 1	7	76.6	10.20	48.5	48.5	1.5
Área operación 2	7	78.3	11.20	54.0	54.0	1.3

Tabla 1.10 Área de operación.

A continuación se detallan los resultados más significativos del cálculo hidráulico completo del sistema para cada una de las áreas de operación e hipótesis de simultaneidad supuestas.

1.2.4 Malla principal 3 colector 03.

Referencia	Número de rociadores	Superficie (m ²)	Densidad referencia (mm/min)	Caudal (m ³ /h)	Capac. (m ³)	Presión necesaria (bar)
Área operación 1	7	76.6	10.75	51.1	51.1	1.1
Área operación 2	7	78.3	11.80	56.9	56.9	0.9

Tabla 1.11 Área de operación.

A continuación se detallan los resultados más significativos del cálculo hidráulico completo del sistema para cada una de las áreas de operación e hipótesis de simultaneidad supuestas.

1.2.5 Malla principal 4 colector 03.

Referencia	Número de rociadores	Superficie (m ²)	Densidad referencia (mm/min)	Caudal (m ³ /h)	Capac. (m ³)	Presión necesaria (bar)
Área operación 1	22	225.8	11.48	174.0	174.0	0.7
Área operación 2	20	216.7	5.74	108.4	108.4	2.7

Tabla 1.12 Área de operación.

A continuación se detallan los resultados más significativos del cálculo hidráulico completo del sistema para cada una de las áreas de operación e hipótesis de simultaneidad supuestas.

1.3 Rociadores sala de bombas.

1.3.1 Materiales.

Las tuberías serán de los tipos y coeficientes de rugosidad para la fórmula de Hazen-Williams mostrados en la siguiente tabla:

Referencia	Coficiente Hazen-Williams (C)
Acero DIN2440	120

Tabla 1.13 Coeficiente de rugosidad.

Se utilizarán rociadores homologados cuyas características se describen en la tabla adjunta:

Referencia	Posición	Disparo	Descarga	Respuesta
Montante conv. (F)	Montante	Ampolla	Convencional	Rápida

Tabla 1.14 Coeficiente de rugosidad.

1.3.2 Malla sala de bombas.

RESULTADOS POR ÁREA DE OPERACIÓN E HIPÓTESIS DE SIMULTANEIDAD

Referencia	Número de rociadores	Superficie (m ²)	Densidad referencia (mm/min)	Caudal (m ³ /h)	Capac. (m ³)	Presión necesaria (bar)
Área operación 1	15	160.0	5.39	55.1	55.1	1.4

Tabla 1.15 Área de operación.

A continuación se detallan los resultados más significativos del cálculo hidráulico completo del sistema para cada una de las áreas de operación e hipótesis de simultaneidad supuestas.

2 Necesidades de reserva de agua.

2.1 Necesidades MP1CD01 área de operación 1.

Dado un tiempo de funcionamiento de 90 minutos y 31 rociadores en el área de operación con un caudal total de 5,631.0 litros/min., según RT-ROC y UNE 23.590 las necesidades de almacenamiento de agua son:

$$V = 90 \cdot 5631.0 = 506.785.8 \approx 506.8m^3 \quad (2.1)$$

2.2 Necesidades MP1CD01 área de operación 2.

Dado un tiempo de funcionamiento de 90 minutos y 31 rociadores en el área de operación con un caudal total de 6,543.9 litros/min., según RT-ROC y UNE 23.590 las necesidades de almacenamiento de agua son:

$$V = 90 \cdot 6543.9 = 588951.6 \approx 589m^3 \quad (2.2)$$

2.3 Necesidades MP2CD01 área de operación 1.

Dado un tiempo de funcionamiento de 90 minutos y 31 rociadores en el área de operación con un caudal total de 6,335.0 litros/min., según RT-ROC y UNE 23.590 las necesidades de almacenamiento de agua son:

$$V = 90 \cdot 6335.0 = 570147.8 \approx 570.1m^3 \quad (2.3)$$

2.4 Necesidades MP2CD01 área de operación 2.

Dado un tiempo de funcionamiento de 90 minutos y 31 rociadores en el área de operación con un caudal total de 5,657.7 litros/min., según RT-ROC y UNE 23.590 las necesidades de almacenamiento de agua son:

$$V = 90 \cdot 5657.7 = 5.9194.5 \approx 509.2m^3 \quad (2.4)$$

2.5 Necesidades MP1CD02 área de operación 1.

Dado un tiempo de funcionamiento de 90 minutos y 30 rociadores en el área de operación con un caudal total de 5,504.4 litros/min., según RT-ROC y UNE 23.590 las necesidades de almacenamiento de agua son:

$$V = 90 \cdot 5504.4 = 495397.5 \approx 495.4m^3 \quad (2.5)$$

2.6 Necesidades MP1CD02 área de operación 2.

Dado un tiempo de funcionamiento de 90 minutos y 30 rociadores en el área de operación con un caudal total de 6,222.8 litros/min., según RT-ROC y UNE 23.590 las necesidades de almacenamiento de agua son:

$$V = 90 \cdot 6222.8 = 560054.4 \approx 560.1m^2 \quad (2.6)$$

2.7 Necesidades MP2CD02 área de operación 1.

Dado un tiempo de funcionamiento de 90 minutos y 30 rociadores en el área de operación con un caudal total de 5,504.4 litros/min., según RT-ROC y UNE 23.590 las necesidades de almacenamiento de agua son:

$$V = 90 \cdot 5504.4 = 495397.5 \approx 495.4m^3 \quad (2.7)$$

2.8 Necesidades MP2CD02 área de operación 2.

Dado un tiempo de funcionamiento de 90 minutos y 30 rociadores en el área de operación con un caudal total de 6,222.8 litros/min., según RT-ROC y UNE 23.590 las necesidades de almacenamiento de agua son:

$$V = 90 \cdot 6222.8 = 560054.4 \approx 560.1.4m^3 \quad (2.5)$$

2.9 Necesidades MP1CD03 área de operación 1.

Dado un tiempo de funcionamiento de 60 minutos y 7 rociadores en el área de operación con un caudal total de 837.9 litros/min., según RT-ROC y UNE 23.590 las necesidades de almacenamiento de agua son:

$$V = 60 \cdot 837.9 = 50274.3 \approx 50.3m^3 \quad (2.9)$$

2.10 Necesidades MP1CD03 área de operación 2.

Dado un tiempo de funcionamiento de 60 minutos y 7 rociadores en el área de operación con un caudal total de 936.4 litros/min., según RT-ROC y UNE 23.590 las necesidades de almacenamiento de agua son:

$$V = 60 \cdot 936.4 = 56186.7 \approx 56.2m^3 \quad (2.10)$$

2.11 Necesidades MP2CD03 área de operación 1.

Dado un tiempo de funcionamiento de 60 minutos y 7 rociadores en el área de operación con un caudal total de 808.2 litros/min., según RT-ROC y UNE 23.590 las necesidades de almacenamiento de agua son:

$$V = 60 \cdot 808.2 = 48490.5 \approx 48.5m^3 \quad (2.11)$$

2.12 Necesidades MP2CD03 área de operación 2.

Dado un tiempo de funcionamiento de 60 minutos y 7 rociadores en el área de operación con un caudal total de 900.8 litros/min., según RT-ROC y UNE 23.590 las necesidades de almacenamiento de agua son:

$$V = 60 \cdot 900.8 = 54048.7 \approx 54.0m^3 \quad (2.12)$$

2.13 Necesidades MP3CD03 área de operación 1.

Dado un tiempo de funcionamiento de 60 minutos y 7 rociadores en el área de operación con un caudal total de 851.6 litros/min., según RT-ROC y UNE 23.590 las necesidades de almacenamiento de agua son:

$$V = 60 \bullet 851.6 = 51096.6 \approx 51.1m^3 \quad (2.13)$$

2.14 Necesidades MP3CD03 área de operación 2.

Dado un tiempo de funcionamiento de 60 minutos y 7 rociadores en el área de operación con un caudal total de 949.1 litros/min., según RT-ROC y UNE 23.590 las necesidades de almacenamiento de agua son:

$$V = 60 \bullet 949.1 = 56945.8 \approx 56.9m^3 \quad (2.14)$$

2.15 Necesidades MP4CD03 área de operación 1.

Dado un tiempo de funcionamiento de 60 minutos y 22 rociadores en el área de operación con un caudal total de 2,899.7 litros/min., según RT-ROC y UNE 23.590 las necesidades de almacenamiento de agua son:

$$V = 60 \bullet 2899.7 = 173984.1 \approx 174.0m^3 \quad (2.15)$$

2.16 Necesidades MP4CD03 área de operación 2.

Dado un tiempo de funcionamiento de 60 minutos y 20 rociadores en el área de operación con un caudal total de 1,806.7 litros/min., según RT-ROC y UNE 23.590 las necesidades de almacenamiento de agua son:

$$V = 60 \bullet 1806.7 = 108401.6 \approx 108.4m^3 \quad (2.16)$$

2.17 Necesidades Malla sala de bombas.

Dado un tiempo de funcionamiento de 60 minutos y 15 rociadores en el área de operación con un caudal total de 918.7 litros/min., según RT-ROC y UNE 23.590 las necesidades de almacenamiento de agua son:

$$V = 60 \cdot 918.7 = 55120.2 \approx 55.1m^3 \quad (2.17)$$

3 Necesidades grupo de presión.

3.1 Necesidades MP1CD01 área de operación 1.

De los cálculos hidráulicos se desprende que la densidad de descarga mínima se produce en el rociador Rociador [393], K-115 donde las pérdidas de carga alcanzan el valor de J_r .

$$J_r = 1.645 \text{ bar.} \quad (3.1)$$

Para alcanzar en este rociador un caudal de descarga de 176 l/min. es necesaria una presión en el orificio de salida de:

$$P_d = Q^2/K^2 = 176^2/115^2 = 2.365 \text{ bar.} \quad (3.2)$$

La diferencia de alturas entre el equipo de bombeo y el rociador da lugar a una diferencia de presiones estáticas dada por la expresión:

$$P_e = (14.6 - 0.000) \cdot 0.102 = 1.489 \text{ bar.} \quad (3.3)$$

Aplicando la ecuación de Bernouilli las necesidades de presión vienen dadas por:

$$H_B = J_r + P_d + P_e = 5.5 \text{ bar.} \quad (3.4)$$

3.2 Necesidades MP1CD01 área de operación 2.

De los cálculos hidráulicos se desprende que la densidad de descarga mínima se produce en el rociador Rociador [12], K-115 donde las pérdidas de carga alcanzan el valor

$$J_r = 0.831 \text{ bar.} \quad (3.5)$$

Para alcanzar en este rociador un caudal de descarga de 205 l/min. es necesaria una presión en el orificio de salida de:

$$P_d = Q^2/K^2 = 205^2/115^2 = 3.180 \text{ bar} \quad (3.6)$$

La diferencia de alturas entre el equipo de bombeo y el rociador da lugar a una diferencia de presiones estáticas dada por la expresión:

$$Pe = (14.6 - 0.000) \cdot 0.102 = 1.489 \text{ bar.} \quad (3.7)$$

Aplicando la ecuación de Bernouilli las necesidades de presión vienen dadas por:

$$HB = Jr + Pd + Pe = 5.5 \text{ bar.} \quad (3.8)$$

3.3 Necesidades MP2CD01 área de operación 1.

De los cálculos hidráulicos se desprende que la densidad de descarga mínima se produce en el rociador Rociador [39], K-115 donde las pérdidas de carga alcanzan el valor de Jr.

$$Jr = 1.410 \text{ bar.} \quad (3.9)$$

Para alcanzar en este rociador un caudal de descarga de 202 l/min. es necesaria una presión en el orificio de salida de:

$$Pd = Q^2/K^2 = 202^2/115^2 = 3.101 \text{ bar.} \quad (3.10)$$

La diferencia de alturas entre el equipo de bombeo y el rociador da lugar a una diferencia de presiones estáticas dada por la expresión:

$$Pe = (14.6 - 0.000) \cdot 0.102 = 1.489 \text{ bar.} \quad (3.11)$$

Aplicando la ecuación de Bernouilli las necesidades de presión vienen dadas por:

$$HB = Jr + Pd + Pe = 6.0 \text{ bar.} \quad (3.12)$$

3.4 Necesidades MP2CD01 área de operación 2.

De los cálculos hidráulicos se desprende que la densidad de descarga mínima se produce en el rociador Rociador [390], K-115 donde las pérdidas de carga alcanzan el valor de Jr.

$$Jr = 2.041 \text{ bar.} \quad (3.13)$$

Para alcanzar en este rociador un caudal de descarga de 180 l/min. es necesaria una presión en el orificio de salida de:

$$Pd = Q^2/K^2 = 180^2/115^2 = 2.470 \text{ bar.} \quad (3.14)$$

La diferencia de alturas entre el equipo de bombeo y el rociador da lugar a una diferencia de presiones estáticas dada por la expresión:

$$Pe = (14.6 - 0.000) \cdot 0.102 = 1.489 \text{ bar.} \quad (3.15)$$

Aplicando la ecuación de Bernouilli las necesidades de presión vienen dadas por:

$$HB = Jr + Pd + Pe = 6.0 \text{ bar.} \quad (3.16)$$

3.5 Necesidades MP1CD02 área de operación 1.

De los cálculos hidráulicos se desprende que la densidad de descarga mínima se produce en el rociador Rociador [390], K-115 donde las pérdidas de carga alcanzan el valor de Jr.

$$Jr = 2.052 \text{ bar.} \quad (3.17)$$

Para alcanzar en este rociador un caudal de descarga de 180 l/min. es necesaria una presión en el orificio de salida de:

$$Pd = Q^2/K^2 = 180^2/115^2 = 2.459 \text{ bar.} \quad (3.18)$$

La diferencia de alturas entre el equipo de bombeo y el rociador da lugar a una diferencia de presiones estáticas dada por la expresión:

$$Pe = (14.6 - 0.000) \cdot 0.102 = 1.489 \text{ bar.} \quad (3.19)$$

Aplicando la ecuación de Bernouilli las necesidades de presión vienen dadas por:

$$HB = Jr + Pd + Pe = 6.0 \text{ bar.} \quad (3.20)$$

3.6 Necesidades MP1CD02 área de operación 2.

De los cálculos hidráulicos se desprende que la densidad de descarga mínima se produce en el rociador Rociador [12], K-115 donde las pérdidas de carga alcanzan el valor de Jr.

$$Jr = 1.453 \text{ bar.} \quad (3.21)$$

Para alcanzar en este rociador un caudal de descarga de 201 l/min. es necesaria una presión en el orificio de salida de:

$$P_d = Q^2/K^2 = 201^2/115^2 = 3.058 \text{ bar.} \quad (3.22)$$

La diferencia de alturas entre el equipo de bombeo y el rociador da lugar a una diferencia de presiones estáticas dada por la expresión:

$$P_e = (14.6 - 0.000) \cdot 0.102 = 1.489 \text{ bar.} \quad (3.23)$$

Aplicando la ecuación de Bernouilli las necesidades de presión vienen dadas por:

$$H_B = J_r + P_d + P_e = 6.0 \text{ bar.} \quad (3.24)$$

3.7 Necesidades MP2CD02 área de operación 1.

De los cálculos hidráulicos se desprende que la densidad de descarga mínima se produce en el rociador Rociador [390], K-115 donde las pérdidas de carga alcanzan el valor de J_r .

$$J_r = 2.052 \text{ bar.} \quad (3.25)$$

Para alcanzar en este rociador un caudal de descarga de 180 l/min. es necesaria una presión en el orificio de salida de:

$$P_d = Q^2/K^2 = 180^2/115^2 = 2.459 \text{ bar.} \quad (3.26)$$

La diferencia de alturas entre el equipo de bombeo y el rociador da lugar a una diferencia de presiones estáticas dada por la expresión:

$$P_e = (14.6 - 0.000) \cdot 0.102 = 1.489 \text{ bar.} \quad (3.27)$$

Aplicando la ecuación de Bernouilli las necesidades de presión vienen dadas por:

$$H_B = J_r + P_d + P_e = 6.0 \text{ bar.} \quad (3.28)$$

3.8 Necesidades MP2CD02 área de operación 2.

De los cálculos hidráulicos se desprende que la densidad de descarga mínima se produce en el rociador Rociador [12], K-115 donde las pérdidas de carga alcanzan el valor de J_r .

$$J_r = 1.453 \text{ bar.} \quad (3.29)$$

Para alcanzar en este rociador un caudal de descarga de 201 l/min. es necesaria una presión en el orificio de salida de:

$$P_d = Q^2/K^2 = 201^2/115^2 = 3.058 \text{ bar.} \quad (3.30)$$

La diferencia de alturas entre el equipo de bombeo y el rociador da lugar a una diferencia de presiones estáticas dada por la expresión:

$$P_e = (14.6 - 0.000) \cdot 0.102 = 1.489 \text{ bar.} \quad (3.31)$$

Aplicando la ecuación de Bernouilli las necesidades de presión vienen dadas por:

$$H_B = J_r + P_d + P_e = 6.0 \text{ bar.} \quad (3.32)$$

3.9 Necesidades MP1CD03 área de operación 1.

De los cálculos hidráulicos se desprende que la densidad de descarga mínima se produce en el rociador Rociador [237], K-80 donde las pérdidas de carga alcanzan el valor de J_r .

$$J_r = 0.801 \text{ bar.} \quad (3.33)$$

Para alcanzar en este rociador un caudal de descarga de 118 l/min. es necesaria una presión en el orificio de salida de:

$$P_d = Q^2/K^2 = 118^2/80^2 = 2.210 \text{ bar.} \quad (3.34)$$

La diferencia de alturas entre el equipo de bombeo y el rociador da lugar a una diferencia de presiones estáticas dada por la expresión:

$$P_e = (14.6 - 0.000) \cdot 0.102 = 1.489 \text{ bar.} \quad (3.35)$$

Aplicando la ecuación de Bernouilli las necesidades de presión vienen dadas por:

$$HB = Jr + Pd + Pe = 4.5 \text{ bar.} \quad (3.36)$$

3.10 Necesidades MP1CD03 área de operación 2.

De los cálculos hidráulicos se desprende que la densidad de descarga mínima se produce en el rociador Rociador [6], K-80 donde las pérdidas de carga alcanzan el valor de Jr.

$$Jr = 0.275 \text{ bar.} \quad (3.37)$$

Para alcanzar en este rociador un caudal de descarga de 132 l/min. es necesaria una presión en el orificio de salida de:

$$Pd = Q^2/K^2 = 132^2/80^2 = 2.736 \text{ bar.} \quad (3.38)$$

La diferencia de alturas entre el equipo de bombeo y el rociador da lugar a una diferencia de presiones estáticas dada por la expresión:

$$Pe = (14.6 - 0.000) \cdot 0.102 = 1.489 \text{ bar.} \quad (3.39)$$

Aplicando la ecuación de Bernouilli las necesidades de presión vienen dadas por:

$$HB = Jr + Pd + Pe = 4.5 \text{ bar.} \quad (3.40)$$

3.11 Necesidades MP2CD03 área de operación 1.

De los cálculos hidráulicos se desprende que la densidad de descarga mínima se produce en el rociador Rociador [241], K-80 donde las pérdidas de carga alcanzan el valor de Jr.

$$Jr = 1.141 \text{ bar.} \quad (3.41)$$

Para alcanzar en este rociador un caudal de descarga de 113 l/min. es necesaria una presión en el orificio de salida de:

$$Pd = Q^2/K^2 = 113^2/80^2 = 2.012 \text{ bar.} \quad (3.42)$$

La diferencia de alturas entre el equipo de bombeo y el rociador da lugar a una diferencia de presiones estáticas dada por la expresión:

$$Pe = (3.4 - 0.000) \cdot 0.102 = 0.347 \text{ bar.} \quad (3.43)$$

Aplicando la ecuación de Bernouilli las necesidades de presión vienen dadas por:

$$HB = Jr + Pd + Pe = 3.5 \text{ bar.} \quad (3.44)$$

3.12 Necesidades MP2CD03 área de operación 2.

De los cálculos hidráulicos se desprende que la densidad de descarga mínima se produce en el rociador Rociador [8], K-80 donde las pérdidas de carga alcanzan el valor de Jr.

$$Jr = 0.688 \text{ bar.} \quad (3.45)$$

Para alcanzar en este rociador un caudal de descarga de 125 l/min. es necesaria una presión en el orificio de salida de:

$$Pd = Q^2/K^2 = 125^2/80^2 = 2.465 \text{ bar.} \quad (3.46)$$

La diferencia de alturas entre el equipo de bombeo y el rociador da lugar a una diferencia de presiones estáticas dada por la expresión:

$$Pe = (3.4 - 0.000) \cdot 0.102 = 0.347 \text{ bar.} \quad (3.47)$$

Aplicando la ecuación de Bernouilli las necesidades de presión vienen dadas por:

$$HB = Jr + Pd + Pe = 3.5 \text{ bar.} \quad (3.48)$$

3.13 Necesidades MP3CD03 área de operación 1.

De los cálculos hidráulicos se desprende que la densidad de descarga mínima se produce en el rociador Rociador [241], K-80 donde las pérdidas de carga alcanzan el valor de Jr.

$$Jr = 1.266 \text{ bar.} \quad (3.49)$$

Para alcanzar en este rociador un caudal de descarga de 119 l/min. es necesaria una presión en el orificio de salida de:

$$Pd = Q^2/K^2 = 119^2/80^2 = 2.234 \text{ bar.} \quad (3.50)$$

La diferencia de alturas entre el equipo de bombeo y el rociador da lugar a una diferencia de presiones estáticas dada por la expresión:

$$Pe = (0.0 - 0.000) \cdot 0.102 = 0.000 \text{ bar.} \quad (3.51)$$

Aplicando la ecuación de Bernouilli las necesidades de presión vienen dadas por:

$$HB = Jr + Pd + Pe = 3.5 \text{ bar.} \quad (3.52)$$

3.14 Necesidades MP3CD03 área de operación 2.

De los cálculos hidráulicos se desprende que la densidad de descarga mínima se produce en el rociador Rociador [8], K-80 donde las pérdidas de carga alcanzan el valor de Jr.

$$Jr = 0.763 \text{ bar.} \quad (3.53)$$

Para alcanzar en este rociador un caudal de descarga de 132 l/min. es necesaria una presión en el orificio de salida de:

$$Pd = Q^2/K^2 = 132^2/80^2 = 2.737 \text{ bar.} \quad (3.54)$$

La diferencia de alturas entre el equipo de bombeo y el rociador da lugar a una diferencia de presiones estáticas dada por la expresión:

$$Pe = (0.0 - 0.000) \cdot 0.102 = 0.000 \text{ bar.} \quad (3.55)$$

Aplicando la ecuación de Bernouilli las necesidades de presión vienen dadas por:

$$HB = Jr + Pd + Pe = 3.5 \text{ bar.} \quad (3.56)$$

3.15 Necesidades MP4CD03 área de operación 1.

De los cálculos hidráulicos se desprende que la densidad de descarga mínima se produce en el rociador Rociador [73], K-80 donde las pérdidas de carga alcanzan el valor de Jr.

$$Jr = 0.847 \text{ bar.} \quad (3.57)$$

Para alcanzar en este rociador un caudal de descarga de 130 l/min. es necesaria una presión en el orificio de salida de:

$$P_d = Q^2/K^2 = 130^2/80^2 = 2.653 \text{ bar.} \quad (3.58)$$

La diferencia de alturas entre el equipo de bombeo y el rociador da lugar a una diferencia de presiones estáticas dada por la expresión:

$$P_e = (0.0 - 0.000) \cdot 0.102 = 0.000 \text{ bar.} \quad (3.59)$$

Aplicando la ecuación de Bernouilli las necesidades de presión vienen dadas por:

$$H_B = J_r + P_d + P_e = 3.5 \text{ bar.} \quad (3.60)$$

3.16 Necesidades MP4CD03 área de operación 2.

De los cálculos hidráulicos se desprende que la densidad de descarga mínima se produce en el rociador Rociador [286], K-80 donde las pérdidas de carga alcanzan el valor de J_r .

$$J_r = 2.836 \text{ bar.} \quad (3.61)$$

Para alcanzar en este rociador un caudal de descarga de 65 l/min. es necesaria una presión en el orificio de salida de:

$$P_d = Q^2/K^2 = 65^2/80^2 = 0.664 \text{ bar.} \quad (3.62)$$

La diferencia de alturas entre el equipo de bombeo y el rociador da lugar a una diferencia de presiones estáticas dada por la expresión:

$$P_e = (0.0 - 0.000) \cdot 0.102 = 0.000 \text{ bar.} \quad (3.63)$$

Aplicando la ecuación de Bernouilli las necesidades de presión vienen dadas por:

$$H_B = J_r + P_d + P_e = 3.5 \text{ bar.} \quad (3.64)$$

3.17 Necesidades Sala de bombas.

De los cálculos hidráulicos se desprende que la densidad de descarga mínima se produce en el rociador Rociador [19], K-80 donde las pérdidas de carga alcanzan el valor $J_r = 0.387$ bar.

Para alcanzar en este rociador un caudal de descarga de 56 l/min. es necesaria una presión en el orificio de salida de:

$$P_d = Q^2/K^2 = 56^2/80^2 = 0.501 \text{ bar} \quad (3.65)$$

La diferencia de alturas entre el equipo de bombeo y el rociador da lugar a una diferencia de presiones estáticas dada por la expresión:

$$P_e = (6.0 - 0.000) \cdot 0.102 = 0.612 \text{ bar} \quad (3.66)$$

Aplicando la ecuación de Bernouilli las necesidades de presión vienen dadas por:

$$HB = J_r + P_d + P_e = 1.5 \text{ bar} \quad (3.67)$$

4 Cálculos bocas de incendio equipadas.

En las 5456 hipótesis calculadas mediante software se obtiene que la hipótesis de mayor compromiso corresponda a la número 575. Dichas bocas de incendio se encuentran en oficinas.

ÁREA DE OPERACIÓN “Hipótesis 575: BIE 45mm [47]+BIE 45mm [49]+BIE 45mm [48]”

Esta hipótesis supone el funcionamiento simultáneo de 3 bocas de incendios equipadas: BIE 45mm [47], BIE 45mm [49] y BIE 45mm [48], pertenecientes al sector de incendios Sector Almacén.

4.1 Valores más significativos.

La máxima presión absoluta alcanza 6000 mbar en el nudo 1 y la mínima 5716 mbar en el nudo 48.

El rango de velocidades oscila entre 1.1 m/s en Tramo [3-4], Acero DIN2440 ϕ -3", y 0.1 m/s en el tramo Tramo [26-27], Acero DIN2440 ϕ -3".

El caudal máximo es de 328 l/min. en Tramo [3-4], Acero DIN2440 ϕ -3" y el mínimo 25 l/min. en Tramo [26-27], Acero DIN2440 ϕ -3".

La máxima presión de descarga se alcanza en BIE 45mm [49], K-53 con 4.5 bar. y la mínima se alcanza en BIE 45mm [47], K-53 con 3.7 bar.

4.2 Necesidades de caudal y capacidad del depósito.

Dado un tiempo de funcionamiento de 90 minutos y 3 bocas de incendio equipadas en el sector de incendios con un caudal total de 329.1 litros/min., según RT-ROC y UNE 23.590 las necesidades de almacenamiento de agua son:

$$V = 90 \cdot 329.1 = 29,623.3 \text{ litros} = 29.6 \text{ m}^3. \quad (4.1)$$

4.3 Necesidades de presión.

De los cálculos hidráulicos se desprende que la presión de descarga mínima se produce en la boca de incendio BIE 45mm [47], K-53 donde las pérdidas de carga alcanzan el valor de Jr.

$$J_r = 0.347 \text{ bar.} \quad (4.3)$$

Para alcanzar en esta boca de incendio un caudal de descarga de 102 l/min. es necesaria una presión en el orificio de salida de:

$$P_d = Q^2/K^2 = 102^2/53^2 = 3.674 \text{ bar.} \quad (4.4)$$

La diferencia de alturas entre el equipo de bombeo y la boca de incendio da lugar a una diferencia de presiones estáticas dada por la expresión:

$$P_e = (0.0 - 0.000 + 14.50) \cdot 0.102 = 1.479 \text{ bar.} \quad (4.5)$$

La pérdida de presión máxima debida a la manguera en la boca de incendio es de:

$$P_m = 0.50 \text{ bar.} \quad (4.6)$$

Aplicando la ecuación de Bernouilli las necesidades de presión vienen dadas por:

$$H_B = J_r + P_d + P_e + P_m = 6.0 \text{ bar.} \quad (4.7)$$

5 Cálculos red de hidrantes.

En las 36 hipótesis calculadas mediante software se obtiene que la hipótesis de mayor compromiso corresponda a la número 10. Dichos hidrantes se encuentran junto a los grupos de bombeo.

5.1 Valores más significativos

La máxima presión absoluta alcanza 8000 mbar en el nudo 1 y la mínima 7962 mbar en el nudo 29.

El rango de velocidades oscila entre 1.2 m/s en Tramo [1-2], Acero DIN 2450 ST37 ϕ -DN 250, y 0.0 m/s en el tramo Tramo [23-24], Acero DIN 2450 ST37 ϕ -DN 250.

El caudal máximo es de 4060 l/min. en Tramo [1-2], Acero DIN 2450 ST37 ϕ -DN 250 y el mínimo 162 l/min. en Tramo [23-24], Acero DIN 2450 ST37 ϕ -DN 250.

La máxima presión de descarga se alcanza en Hidrante [38], K-756 con 7.2 bar. y la mínima se alcanza en Hidrante [29], K-756 con 7.2 bar.

5.2 Necesidades de caudal y capacidad del depósito

Dado un tiempo de funcionamiento de 90 minutos y 2 hidrantes en el sector de incendios con un caudal total de 4,061.1 litros/min., según RT-ROC y UNE 23.590 las necesidades de almacenamiento de agua son:

$$V = 90 \cdot 4,061.1 = 365,501.3 \text{ litros} = 365.5 \text{ m}^3. \quad (5.1)$$

5.3 Necesidades de presión

De los cálculos hidráulicos se desprende que la presión de descarga mínima se produce en el hidrante Hidrante [34], K-756 donde las pérdidas de carga alcanzan el valor de Jr.

$$J_r = 0.209 \text{ bar}. \quad (5.2)$$

Para alcanzar en este hidrante un caudal de descarga de 2026 l/min. es necesaria una presión en el orificio de salida de:

$$P_d = Q^2/K^2 = 2026^2/756^2 = 7.189 \text{ bar.} \quad (5.3)$$

La diferencia de alturas entre el equipo de bombeo y el hidrante da lugar a una diferencia de presiones estáticas dada por la expresión:

$$P_e = (0.0 - 0.000 + 1.00) \cdot 0.102 = 0.102 \text{ bar.} \quad (5.4)$$

La pérdida de presión máxima debida a la manguera en el hidrante es de:

$$P_m = 0.50 \text{ bar.} \quad (5.5)$$

Aplicando la ecuación de Bernouilli las necesidades de presión vienen dadas por:

$$HB = J_r + P_d + P_e + P_m = 8.0 \text{ bar.} \quad (5.6)$$

6 Sala de bombas.

6.1 Depósito de reserva de agua.

El depósito para albergar la reserva de agua, es de acero galvanizado con membrana interna de PVC.

El reglamento de seguridad contra incendio en establecimientos industriales establece que las instalaciones que dispongan de bocas de incendio equipadas más rociadores automáticos más hidrantes exteriores, deberán prever una reserva de agua no inferior a 90 minutos de funcionamiento. Calculados con la siguiente fórmula.

$$Ra = Rr + 0.5 \cdot Rh \quad (6.1)$$

Ra= Reserva de agua.

Rr= Reserva de agua de la malla de mayor consumo.

Rh= Reserva de agua de la red de hidrantes.

$$Ra = 589 + 0.5 \cdot 365.5 \rightarrow Ra = 771.75 \cong 800m^3 \quad (6.2)$$

6.2 Grupo de presión.

El grupo de presión está compuesto por dos bombas diesel, denominado sistema de bombas múltiple. Cada una de las bombas ha de cumplir el requerimiento de poder suministrar como mínimo el 50% del caudal demandado de manera nominal.

$$Q_D = Q_r + 0.5 \cdot Q_h \quad (6.3)$$

Q_D=Caudal que ha de suministrar el grupo en litros/minuto.

Q_r= Caudal demandado de la malla de rociadores de mayor consumo en litros/minuto.

Q_h= Caudal demandado de la red de hidrantes en litros/minuto.

$$Q_D = 6543.9 + 0.5 \cdot 4061.1 \rightarrow Q_D = 8574.45 \cong 8.6m^3 / \text{min.} \quad (6.4)$$

En resumen cada una de las bombas será capaz de suministrar un Q_D mínimo de:

$$Q_D = 258 \text{ m}^3/\text{hora.}$$

La presión nominal mínima, P_n , no podrá ser inferior de:

$$P_n = 8 \text{ bar.}$$

Al ser la presión descrita para el funcionamiento de la red de hidrantes.

7 Contenido del CD.

- Documentación del proyecto.
- Simulación hidráulica.
- Informes completos hidráulicos.
- Catálogos comerciales.
- Documentación técnica.