

**UNIVERSIDAD PAÍS VASCO/EUSKAL HERRIKO
UNIBERSITATEA**

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA Y
MÁQUINAS NAVALES**

GRADO EN MARINA



Universidad Euskal Herriko
del País Vasco Unibertsitatea

**TÍTULO: INSTALACIÓN DE SISTEMA
CONTRA INCENDIOS DE UN ALMACÉN
DE CALZADO**

PROYECTO FIN DE GRADO

Septiembre - 2015

AUTOR: Naike Camino Graña.

DIRECTOR: Iñaki Loroño Lucena.

ÍNDICE

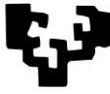
1 ANTECEDENTES	3
2 OBJETIVO	5
3 SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	7
4 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	9
4.1 DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO	10
4.2 DESCRIPCIÓN DEL ALMACENAMIENTO	11
5 PLAN DE OBRA	13
5.1 TRABAJOS DE PLANIFICACIÓN	13
5.2 TRABAJOS DE FONTANERÍA	13
5.3 TRABAJOS MECÁNICOS	14
5.4 TRABAJOS MECÁNICOS Y DE CONSTRUCCIÓN	16
6 RESUMEN DEL PRESUPUESTO.....	17
7 NORMATIVA Y REGLAMENTACIÓN.....	21
7.1 CÓDIGO TÉCNICO DE EDIFICACIÓN (CTE)	21
7.2 REGLAMENTO DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS EN EDIFICIOS INDUSTRIALES (RSCIEI)	22
7.3 REGLAMENTO DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS (RIPCI)22	
7.4 NORMAS UNE.....	23
7.5 NORMATIVA PARA EL EDIFICIO, EQUIPOS Y SISTEMAS DE LA INSTALACIÓN	24
7.5.1 Caracterización del edificio.....	25
7.5.2 Extintores de incendio.....	25
7.5.3 Bocas de Incendio Equipadas (BIE).....	26
7.5.4 Sistemas de hidrantes exteriores	27
7.5.5 Sistemas de detección automáticos	27
7.5.6 Sistemas manuales de alarma de incendio	28
7.5.7 Sistemas de comunicación de alarma.....	28
7.5.8 Sistema de rociadores automáticos de agua	29
7.5.9 Sistema de abastecimiento de agua contra incendios.....	29

7.5.10 Sistemas de señalización	30
8. CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES.....	31
8.1 CÁLCULO DEL NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO DEL EDIFICIO.....	31
8.1.1 Carga de fuego	32
8.1.2 Superficie ocupada en planta del almacenamiento	35
8.1.3 Superficies totales de cada zona.....	36
8.1.4 Densidad de la carga de fuego total de la zona de almacenamiento y oficinas..	36
8.1.5 Densidad de fuego total en el edificio industrial.....	38
8.1.6 Nivel de riesgo intrínseco del edificio industrial	39
8.2 CÁLCULO DE LOS DIFERENTES SISTEMAS DE LA INSTALACIÓN	39
8.2.1 Extintores de incendio.....	40
8.2.1.1 Distribución de los extintores en la zona de almacenaje	40
8.2.1.2 Distribución de los extintores en la zona de oficinas	40
8.2.2 Sistemas de bocas de incendio equipadas (BIE).....	41
8.2.2.1 Distribución de las BIE en la zona de almacenaje.....	41
8.2.2.2 Distribución de las bocas de incendio equipadas en la zona de oficinas.....	42
8.2.2.3 Diámetro de tuberías para las BIE.....	42
8.2.3 Sistema de hidrantes exteriores	43
8.2.3.1 Distribución de los hidrantes en la zona exterior del edificio	43
8.2.3.2 Diámetro de tuberías para hidrantes	44
8.2.4 Sistemas de detección automáticos	44
8.2.4.1 Distribución de los detectores automáticos en el almacén	45
8.2.4.2 Distribución del sistema de detección automático en la zona de oficinas....	46
8.2.5 Sistemas manuales de alarma de incendios.....	46
8.2.5.1 Distribución de las alarmas manuales en el almacén	46
8.2.5.2 Distribución de los sistemas de alarma manuales en la zona de oficinas.....	47
8.2.6 Sistemas de comunicación de alarma.....	47
8.2.6.1 Distribución de sistemas de comunicación de alarma en la zona de almacenaje	48
8.2.6.2 Distribución de sistemas de comunicación en oficinas	48
8.2.7 Sistemas de rociadores automáticos.....	48
8.2.7.1 Rociadores automáticos en las zonas de almacenamiento.....	49
8.2.7.1.1 Elección del tipo de rociador	49

8.2.7.1.2 Cálculo de número de ramales y rociadores	50
8.2.7.1.3 Cálculo de caudales.....	53
8.2.7.1.4 Cálculo de presión	56
8.2.7.1.5 Diámetro de tuberías	57
8.2.7.2 Rociadores automáticos en la zona de oficinas	59
8.2.7.2.1 Elección del tipo de rociador	59
8.2.7.2.2 Cálculo de número de ramales y rociadores	60
8.2.7.2.3 Cálculo de caudales.....	62
8.2.7.2.4 Cálculo de presión	65
8.2.7.2.5.- Diámetro de tuberías.....	65
8.2.7.3 Rociadores en la sala de Bombas.	66
8.2.7.4 Accesorios de la instalación de rociadores	67
8.2.8 Sistema de abastecimiento de agua contra incendios.....	68
8.2.8.1 Depósito de agua para sistemas de rociadores, hidrantes y BIE.	68
8.2.8.2 Sistemas de bombeo para el abastecimiento de agua	69
8.2.8.2.1 Caudal de la bomba.....	70
8.2.8.2.2 Perdidas de carga por fricción en tuberías	70
8.2.8.2.3 Presión total del grupo de bombeo	71
8.2.9 Sistema de señalización.....	72
9 BIBLIOGRAFÍA	73
10 ANEXOS	77
ANEXO A. INFORMACIÓN ADICIONAL SOBRE LOS EQUIPOS	77
A.1 INFORMACIÓN TEÓRICA PARA LA MEJOR COMPRESIÓN DEL PROYECTO	77
A.1.1 Concepto del fuego.....	79
A.1.1.1 Triángulo y tetraedro del fuego.	78
A.1.1.2 Clases de fuego.	79
A.1.1.3 Clasificación de la combustión.....	82
A.1.1.4 Formas de propagación del fuego.....	82
A.1.2 Causas de los incendios	83
A.1.3 Métodos de extinción	84
A.1.4 Equipos de sistemas contra incendios	86
A.1.4.1 Extintores portátiles	87

A.1.4.1.1 Clasificación de los extintores	88
A.1.4.1.2 Clasificación de los extintores respecto de la clase de fuego	94
A.1.4.1.3 Eficacia extintora	94
A.1.4.1.4 Inscripciones del extintor	95
A.1.4.2 Boca de incendio equipada (BIE)	96
A.1.4.2.1 Descripción de los elementos.....	97
A.1.4.3 Pulsadores de alarma	98
A.1.4.4 Detectores	99
A.1.4.4.1 Secuencia de funcionamiento.....	99
A.1.4.4.2 Tipos de detectores	99
A.1.4.5 Sistemas de alarma	101
A.1.4.6 Hidrantes.....	101
A.1.4.7 Rociadores automáticos	103
A.1.4.7.1 Tipos de rociadores automáticos.....	104
A.1.4.8 Abastecimiento de agua.....	105
A.1.4.8.1 Aljibe.....	105
A.1.4.8.2 Sistemas de bombeo.....	106
A.1.4.9 Señalización.....	109
ANEXO B. NORMATIVA	111
B.1 NORMATIVA UTILIZADA PARA REALIZAR EL DISEÑO DE LA INSTALACIÓN.....	111
ANEXO C. CARACTERÍSTICAS	113
C.1 HOJAS CARACTERÍSTICAS	113
PLANOS.....	115
PLIEGO DE CONDICIONES	123
1.1 Extintores de incendio	123
1.2 Sistemas de bocas de incendio equipadas (BIE).....	124
1.3 Sistema de hidrantes exteriores.....	124
1.4 Sistema de detección automáticos	124
1.5 Sistema manual de alarma de incendio.....	125

1.6 Sistema de comunicación de alarma	125
1.7 Sistema de rociadores automáticos de agua.....	126
1.7.1 Puestos de Control y Alarma.....	126
1.7.2 Rociadores automáticos.....	126
1.7.3 Válvulas de seccionamiento	127
1.7.4 Tubería	127
1.7.5 Métodos de unión	127
1.7.6. Uniones ranuradas	127
1.7.7 Condiciones de montaje	127
1.7.8 Soportes.....	128
1.7.9 Acabado de la tubería.....	130
1.7.10 Limpieza.....	130
1.7.11 Drenaje	130
1.8 Sistema de abastecimiento de agua contra incendios	131
1.9 Sistema de señalización	131
PRESUPUESTO.....	135



DOCUMENTO N°1

MEMORIA

1 ANTECEDENTES

El fuego y los incendios siempre han sido un gran riesgo y amenaza para la población, puesto que conllevan unas pérdidas monetarias y lo que es peor el número de víctimas que ocasionan. Un incendio puede crearse en cualquier lugar, ya sea en edificios residenciales, centros comerciales, colegios, hospitales, establecimientos industriales... Para poder evitarlos y reducir sus riesgos en la medida de lo posible hay que conocer los diferentes sistemas de prevención y extinción, y ser capaces de diseñar las instalaciones de protección contra incendios más apropiadas para cada situación.

En los establecimientos donde se desarrollan actividades industriales, hay mayor riesgo de incendio que en los establecimientos residenciales, puesto que hay más probabilidad de empleo de elementos inflamables. Para mantener estos riesgos bajo control, se utilizan programas de prevención de los incendios. La función de dichos programas es evitar un incendio así como reducir sus consecuencias al máximo, para ello hay que diseñar e implantar un sistema que evite los daños personales, materiales y económicos.

Existen dos tipos de protección contra incendios:

Protección activa: es el conjunto de equipos e instalaciones que se tiene en los edificios para la detección y extinción de incendios.

Protección pasiva: son medidas de tipo constructivas con las que se facilitan la evacuación de las personas y de los humos, así como la sectorización del edificio para que el incendio no se propague a otras zonas y el recubrimiento de estructuras para que no se derrumbe.

Para la protección de un edificio hay que acudir al Código Técnico de la Edificación (CTE), y dentro de él al Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio (DB-SI).

Para instalar, poner en marcha, revisar y mantener en buen estado una instalación de protección contra incendios en los establecimientos industriales, hay que seguir las directrices del Reglamento de Seguridad Contra Incendios en Establecimientos Industriales (RSCIEI).

También hay que tener en cuenta diversas normas UNE de cada equipo o sistema a instalar.

2 OBJETIVO

El objetivo de este trabajo fin de grado es el diseño, la realización de planos y cálculos necesarios para la instalación de un sistema de protección contra incendios en un almacén de calzado localizado en el polígono industrial de Errotatxu, en el municipio de Getxo, en el País Vasco.

Desde la entrada en vigor del nuevo código técnico de edificación (CTE), son varios los tipos de edificios que han sufrido cambios significativos en su legislación, teniendo que adaptarse a la nueva normativa en todos sus aspectos.

A consecuencia de las nuevas tecnologías y condiciones medioambientales los edificios deben adaptarse para poder afrontar los nuevos retos que la actual sociedad les exige. Tanto en edificios de construcción industrial como residencial, las modificaciones a realizar han sido significativas.

Para un correcto cumplimiento de la normativa tanto el arquitecto que diseña el edificio, el ingeniero que calcula las instalaciones como el instalador que las realiza, tienen la obligación de estar en comunicación y sintonía, para poder así realizar un proyecto de garantías, competitivo y de acuerdo a la legislación.

Se utilizara el Código Técnico de Edificación (CTE) y el Reglamento de Seguridad Contra Incendios en Establecimientos Industriales (RSCIEI) para poder determinar la instalación de protección contra incendios.

A la hora de realizar el cálculos y diseño de los diferentes sistemas y elementos que componen la instalación, se van a seguir las directrices marcadas por el Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios (RIPCI) y por las diferentes normas UNE.

Sin embargo en este trabajo fin de grado no se incluirá el dimensionamiento eléctrico y electrónico de los equipos, el plan de evacuación tanto de humos como de personas y el plan de mantenimiento. Tampoco será necesario realizar un estudio de seguridad ni de impacto medio ambiental.

3 SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

El establecimiento industrial que se tiene para este trabajo fin de grado es un almacén de calzado que se encarga de la recepción y distribución de calzado en el País Vasco. Se sitúa en el polígono Errotaxu en la localidad de Getxo, en la carretera Santa María.



Figura 1. Emplazamiento del almacén de calzado

La actividad de la empresa consiste en la recepción y almacenamiento de calzado traído desde países Europeos, para su posterior distribución a varias empresas de venta de calzado en el País Vasco. Por otra parte también se realizan agrupaciones de diferentes tipos de calzado en pallets, para abastecer la demanda de las empresas de compra venta de calzado.

4 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

En el presente proyecto se realiza el diseño y el cálculo de una instalación de protección contra incendios en un edificio industrial de almacenamiento de calzado. Los cálculos se hacen con la ayuda de la normativa y libros de Cepreven y de la Asociación de Investigación para La Seguridad de Vidas y Bienes. Para realizar el diseño se ha optado por programas como el AutoCad y el PyroSim.

En primer lugar se va a estudiar la normativa vigente para este tipo de edificio industrial, para poder seleccionar los equipos a instalar.

Extintores de incendio.

Sistemas de bocas de incendio equipadas (BIE).

Sistemas de hidrantes exteriores.

Sistemas de detección automáticos

Sistemas manuales de alarma de incendios.

Sistemas de comunicación de alarma.

Sistemas de rociadores automáticos de agua.

Sistema de abastecimiento de agua contra incendios.

Sistema de señalización.

Conocidos los sistemas a instalar en el edificio industrial del presente proyecto, se realiza el cálculo y diseño en planos de cada sistema.

Por último se escoge la cantidad, marca y modelo de los equipos a instalar de entre varios proveedores para poder crear un presupuesto general de la instalación.

4.1 Descripción del edificio

La superficie del edificio tiene una totalidad de 9096,75m² útiles dividido en tres zonas iguales de 2971,5 m² y un edificio adherido de oficinas el cual tiene 182,25 m².

La zona 1 está compuesta por 19 filas de almacenaje y cada fila está compuesta por 15 baldas. Tiene 4 compuertas para la carga y descarga de la mercancía en su fachada norte. También dispone de dos accesos para personas y dos salidas de emergencia hacia la calle a nivel de tierra.

Las baldas de almacenaje de la zona 2 tienen la misma longitud pero en este caso solo hay 18 filas. Está separada de la zona 1 y 3 por un muro corta fuegos para evitar la expansión del incendio en caso de que se produzca. Dispone al igual que la zona 1 y la zona 3 de 4 compuertas para la carga y descarga de la mercancía, y dos salidas de emergencia. Para el personal existen dos puertas hacia el exterior y tres puertas más que dan acceso a la zona de oficinas.

En la zona 3 al igual que en la zona 1 hay 19 filas de almacenaje, dos salidas de emergencia pero en este caso solo existe un acceso hacia el exterior para el personal. En la parte exterior tiene otra pequeña construcción que es la sala de bombas para la instalación de protección contra incendios.

Las tres zonas tienen en la mitad colocado de forma paralela a las baldas, una pantalla de sectorización para evitar la propagación del incendio y del humo. Estas pantallas están formadas por una lona ignífuga que en caso de incendio se despliega evitando de esta forma que el fuego alcance las zonas contiguas.

Los muros del edificio, tienen en su parte interior una pantalla térmica de 4m de altura para evitar que la estructura principal del edificio se incendie

La zona de oficinas está formada por una habitación para la recepción, tres despachos y una zona con baños y vestuarios.

4.2 Descripción del almacenamiento

El calzado se almacena pallets a lo largo de 42 m de estanterías con una altura máxima de almacenaje de 6 m. Cada fila consta de 15 compartimentos de forma longitudinal y tres compartimentos de forma vertical.

Este tipo de almacenaje aparece en la norma UNE-EN 12.845 y se corresponde con el tipo ST2 (pallets autoportantes en filas sencillas).

El tipo de pallet utilizado para el almacenaje son conocidos como Euro pallet. Tiene unas medidas estándar de 1,2 m de largo, 0,8m de ancho y una altura de 0,145m.

A lo ancho del pallet en la parte inferior hay unos huecos para poder meter las palas de la traspaleta y así poder moverlos más fácilmente por el almacén.

5 PLAN DE OBRA

Para la realización del plan de obra se han creado varias tablas para los diferentes trabajos a realizar.

En amarillo se marcarán las actividades que se realizan cada día, siendo la duración total de toda la instalación de 23 días.

5.1 Trabajos de planificación

Los dos primeros días se realiza el marcaje de los recorridos de las tuberías y se marcan la ubicación de los sistemas y equipos que se instalan (tabla 1).

La actividad propia al marcaje de tuberías y recorridos se hace por la persona que ha diseñado el proyecto, puesto que es el que más sabe la ubicación de los equipos y sistemas a instalar

Tabla 1. Duración de los trabajos de planificación

ACTIVIDAD	Día 1	Día 2
Marcar recorrido de las tuberías		
Marcar ubicación de nuevos dispositivos		

5.2 Trabajos de fontanería

Durante 9 días se hacen todos los trabajos para poder instalar las tuberías para los sistemas de hidrantes, BIE's y rociadores (tabla 2). Son los trabajos que más días requieren puesto que hay que instalar una gran cantidad de tubería.

La instalación de las tuberías se realiza por un fontanero oficial de primera y un ayudante de este.

Tabla 2. Duración de los trabajos de fontanería

ACTIVIDAD	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8	Día 9
Instalación de tubería para hidrantes							
Instalación de tuberías para BIE's							
Instalación de tuberías para rociadores							

5.3 Trabajos mecánicos

Como se ve en la tabla 3, una vez instalada la tubería de los diferentes sistemas, se procede a realizar la instalación de todos los sistemas.

Tras marcar la ubicación de los equipos se puede realizar una instalación más rápida puesto que solo hay que colocarlos en los sitios marcados el día 2 (tabla 1).

Para los extintores van colocados en un soporte metálico con lo que es una instalación rápida, al igual que los detectores, pulsadores y alarmas.

Para las BIE, hidrantes y rociadores se toman tres días porque requieren una instalación más compleja.

Las señales se colocan durante todos los días puesto que según se van instalando los equipos que requieran de señalización, estas se ubican al lado.

La instalación de BIE's, hidrantes y rociadores es realizada por fontaneros, estos son oficiales de primera y ayudantes. La ubicación de pulsadores de alarma, alarmas sonoras y visuales y detectores ópticos es ejecutada por un oficial de primera electricista y su ayudante. Un peón especializado y su ayudante serán los encargados de instalar los extintores y las señales visuales de los diferentes equipos y sistemas.

Tabla 3. Duración de los trabajos mecánicos

ACTIVIDAD	Día 10	Día 11	Día 12	Día 13	Día 14	Día 15	Día 16
Montaje de sistema de extintores							
Montaje de sistema de bocas de incendio equipadas							
Montaje de hidrantes exteriores							
Montaje detección automáticos							
Montaje de sistemas manuales de alarma							
Montaje de sistemas de comunicación de alarma							
Montaje de sistema de rociadores automáticos							
Montaje de señales de los diferentes sistemas							

5.4 Trabajos mecánicos y de construcción

Por último se realiza la instalación del depósito y el grupo de bombeo. Para construir el depósito se necesitan varios días puesto que al ser de una gran capacidad no hay prefabricados y hay que montarlo en el sitio donde se instala. El grupo de bombeo es de fácil instalación puesto que viene montado y solo hay que conectionarlo.

Tabla 4. Duración de los trabajos mecánicos y de construcción.

ACTIVIDAD	Día 17	Día 18	Día 19	Día 20	Día 21	Día 22	Día 23
Montaje depósito de abastecimiento							
Montaje grupo de bombeo							

6 RESUMEN DEL PRESUPUESTO

La instalación de los sistemas de protección contra incendios tiene un alto coste puesto que son muchos los equipos que hay que instalar. Dentro de cada precio está incluida la mano de obra de los operarios así como material extra necesario como pueden ser cintas de doble cara, codos, reducciones...

Como se puede ver en la tabla 6 la mayor parte del presupuesto se lo llevan las tuberías de abastecimiento de agua para los diferentes sistemas. Esto es porque dentro de ese precio están incluidas las piezas y los soportes, además de esto la mano de obra se cobra por metro instalado y no por tiempo.

El abastecimiento de agua también es un gran gasto porque no existen depósitos de unas dimensiones tan grandes como las requeridas por esta instalación, con lo que es un trabajo de obra civil y se debe cimentar y construir el depósito en el mismo emplazamiento donde se sitúa. El equipo de bombeo también es un gran gasto aunque es de fácil instalación puesto que viene montado y solo hay que conectionarlo.

Las señalizaciones son los equipos que menor costo necesitan pues son muy baratas y fáciles de instalar.

De acuerdo a las tablas ofrecidas del gobierno vasco sobre los beneficios industriales en el 2015, se ha decidido aplicar un 15% de beneficio aunque se pueda llegar hasta el 25% en algunos casos. Dichas tablas del gobierno vasco no son de obligado cumplimiento pudiendo aumentar o disminuir el beneficio industrial a gusto de cada empresa.

Tabla 5. Resumen del presupuesto total

RESUMEN PRESUPUESTO	
Sistema	Subtotal (€)
Extintores de incendio	3.718,20 €
Bocas de incendio equipadas	12.245,00 €
Detectores automáticos	15.168,80 €
Hidrantes exteriores	4.450,38 €
Alarmas manuales de incendio	1.752,00 €
Comunicación de alarma	724,61 €
Rociadores automáticos de agua	18.066,84 €
Señalización	926,39 €
Abastecimiento de agua	86.756,00 €
Tuberías de abastecimiento de agua	125.709,02 €
SUBTOTAL	269.517,24 €
BENEFICIO INDUSTRIAL (15%)	40.427,59 €
IVA 21%	65.088,41 €
TOTAL INSTALACIÓN	375.033,24 €

7 NORMATIVA Y REGLAMENTACIÓN

Para realizar el diseño de la instalación de protección contra incendios de un edificio residencial o industrial, debe aplicarse la normativa que se encuentra vigente en este momento para ello.

Código Técnico de Edificación (CTE).

Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios (RIPCI).

Reglamento de Seguridad Contra Incendios en Edificios Industriales (RSCIEI).

Normas UNE.

7.1 Código Técnico de Edificación (CTE)

El Código Técnico de la Edificación (CTE) es la normativa que establece los requisitos que deben cumplir los edificios en lo relativo a la seguridad y habitabilidad establecidos en la Ley de la Edificación. Es el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (B.O.E. nº 74 de marzo de 2006).

Dentro del CTE existen numerosos documentos, uno de ellos es el Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio (DB-SI).

Este documento tiene por objeto *“establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de seguridad en caso de incendio. Las secciones de este DB se corresponden con las exigencias básicas SI 1 a SI 6. La correcta aplicación de cada Sección supone el cumplimiento de la exigencia básica correspondiente. La correcta aplicación del conjunto del DB supone que se satisface el requisito básico Seguridad en caso de incendio”*.

El artículo 2 del DB-SI dice que se excluyen los edificios, establecimientos y zonas de uso industrial a los que les sea de aplicación el RSCIEI.

7.2 Reglamento de Seguridad Contra Incendios en Edificios Industriales (RSCIEI)

El RSCIEI dicta las normas de diseño y construcción que tiene que cumplir las instalaciones de protección contra incendios. Es el R.D. 2264/2004 por el que se aprueba el RSCIEI y sustituido por la corrección de errores del 5 de marzo de 2005. Publicado en el B.O.E. nº 55 del 5 de marzo de 2005 y revisado en octubre de 2007.

Tiene como objetivo *“establecer y definir los requisitos que deben satisfacer y las condiciones que deben cumplir los establecimientos e instalaciones de uso industrial para su seguridad en caso de incendio, para prevenir su aparición y para dar la respuesta adecuada, en caso de producirse, limitar su propagación y posibilitar su extinción, con el fin de anular o reducir los daños o pérdidas que el incendio pueda producir a personas o bienes”*.

En el artículo 2 del capítulo 1 de este reglamento se especifica que el ámbito de aplicación son los edificios industriales y dentro de este artículo dice que entre estos edificios se encuentran los almacenamientos industriales.

7.3 Reglamento de las Instalaciones de Protección Contra Incendios (RIPCI)

El RIPCI es el reglamento encargado de establecer y definir las condiciones que deben cumplir los sistemas, equipos y aparatos utilizados en la instalación de protección contra incendios, así como su mantenimiento. Es el Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios. Corregido por el Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo, por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio y corrección de errores publicada en el BOE nº 149 de fecha 19 de junio de 2010.

Esta reglamentación va en conjunto con diversas normas UNE que se determinan para que los aparatos y equipos tengan que disponer de marca de conformidad y ser ensayados.

7.4 Normas UNE

Las normas UNE son un conjunto de normas creadas por comités técnicos de normalización. No son de obligado cumplimiento a no ser que la administración competente las haga obligatorias mediante leyes, decretos o reglamentos, o que un particular exija su cumplimiento en un proyecto privado.

Mediante una Orden Ministerial que desarrollaba el Real Decreto 1614/1985, AENOR fue reconocida como la única entidad aprobada para desarrollar las tareas de normalización y certificación en nuestro país, y por el Real Decreto 2200/1995 de 28 de diciembre que aprobaba el Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y la Seguridad Industrial en España, pasó a ser responsable de la elaboración de las normas UNE.

AENOR es una empresa española sin ánimo de lucro que contribuye a la mejora de la tecnología que producen las empresas, creando de esta forma un mayor bienestar de la sociedad.

A continuación se pueden ver las normas UNE utilizadas en el presente proyecto para la realización de una instalación de protección contra incendios.

UNE 23.007-14: Sistemas de detección y alarmas de incendio.

UNE 23.500: Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios.

UNE-EN 12.845-2005+A2: Sistemas fijos de lucha contra incendios. Sistemas de rociadores automáticos. Diseño, instalación y mantenimiento.

UNE-en 15.004-1: Sistemas fijos de lucha contra incendios. Sistemas de extinción mediante agentes gaseosos. Diseño, instalación y mantenimiento.

Aunque se han consultado más normas UNE, no era necesaria su utilización en este caso para la instalación de protección contra incendios, porque no se han instalado equipos a los que hacían referencia.

7.5 Normativa para el edificio, equipos y sistemas de la instalación

En este apartado se van describir los requisitos que deben cumplir los sistemas y equipos que van a ser instalados para la protección contra incendios, en base a las normas citadas en los apartados anteriores de este punto.

El edificio consta de una zona de almacenaje y otra de oficinas, las cuales pueden tener una diferente reglamentación. En el artículo 3.2 del RSCIEI se dan conocer las compatibilidades reglamentarias en caso de que en un edificio coexistan diversas actividades y es aquí donde se puede ver que todo el edificio va a tener que cumplir los requisitos de la misma reglamentación.

“Cuando en un establecimiento industrial coexistan con la actividad industrial otros usos con la misma titularidad, para los que sea de aplicación la Norma básica de la edificación: condiciones de protección contra incendios, o una normativa equivalente, los requisitos que deben satisfacer los espacios de uso no industrial serán los exigidos por dicha normativa cuando superen los límites indicados a continuación:

- a) Zona comercial: superficie construida superior a 250 m².*
- b) Zona administrativa: superficie construida superior a 250 m².*
- c) Salas de reuniones, conferencias, proyecciones: capacidad superior a 100 personas sentadas.*
- d) Archivos: superficie construida superior a 250 m² o volumen superior a 750 m³.*
- e) Bar, cafetería, comedor de personal y cocina: superficie construida superior a 150 m² o capacidad para servir a más de 100 comensales simultáneamente.*
- f) Biblioteca: superficie construida superior a 250 m².*
- g) Zonas de alojamiento de personal: capacidad superior a 15 camas.*

Las zonas a las que por su superficie sean de aplicación las prescripciones de las referidas normativas deberán constituir un sector de incendios independiente.”

7.5.1 Caracterización del edificio

Para comenzar a definir las características del edificio se acudirá al anexo 1 del RISCEI.

En dicho anexo, en el punto 2, aparecen las características de los establecimientos industriales por su configuración y ubicación con relación a su entorno.

En el caso del almacén de calzado es un edificio de tipo C.

“Tipo C: El establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio, o varios, en su caso, que está a una distancia mayor de tres metros del edificio más próximo de otros establecimientos. Dicha distancia deberá estar libre de mercancías combustibles o elementos intermedios susceptibles de propagar el incendio”.

7.5.2 Extintores de incendio

Como se determina en el artículo 8 del RSCIEI.

“Se instalarán extintores de incendio portátiles en todos los sectores de incendio de los establecimientos”

En este establecimiento se almacena calzado, los cuales son un combustibles de tipo sólido que son clasificados como combustibles de clase A. En la tabla 3.1 se puede ver la eficacia mínima que debe tener el extintor y el área máxima que puede proteger, mientras que en la tabla I-1 se pueden ver los agentes extintores y su adecuación a las distintas clases de fuego.

Como se especifica en el apartado 8.4, el emplazamiento de los extintores portátiles debe permitir que sean fácilmente visibles y accesibles y deben situarse en los lugares próximos a los puntos donde se estime mayor probabilidad de iniciarse el incendio. Su distribución será tal que el recorrido máximo en horizontal, desde cualquier punto del sector de incendio hasta el extintor, no supere los 15 metros.

Según se puede leer en el artículo 6 del RIPCI.

“El emplazamiento de los extintores permitirá que sean fácilmente visibles y accesibles, estarán situados próximos a los puntos donde se estime mayor probabilidad de iniciarse el incendio, a ser posible próximos a las salidas de evacuación y preferentemente sobre soportes fijados a paramentos verticales, de modo que la parte superior del extintor quede, como máximo, a 1,70 metros sobre el suelo”.

7.5.3 Bocas de Incendio Equipadas (BIE)

Es obligatorio realizar una instalación de BIE según el artículo 9 del RSCIEI.

“edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 1000 m² o superior”.

Para saber los requisitos de las BIE en el artículo 7 del RIPCI especifica lo siguiente.

“Las BIE deberán montarse sobre un soporte rígido de forma que la altura de su centro quede como máximo a 1,50 m sobre el nivel del suelo o a más altura si se trata de BIE de 25 mm, siempre que la boquilla y la válvula de apertura manual si existen, estén situadas a la altura citada.

Las BIE se situarán, siempre que sea posible, a una distancia máxima de 5 m de las salidas de cada sector de incendio, sin que constituyan obstáculo para su utilización”.

También indica que la separación máxima entre BIE no puede ser superior 50 metros, y la mayor distancia desde cualquier punto del local hasta la BIE más cercana no debe superar los 25 metros.

La presión dinámica en el orificio de salida tiene que ser de 2 bares como mínimo en cualquier BIE.

7.5.4 Sistemas de hidrantes exteriores

Se hará una instalación de sistemas de hidrantes exteriores puesto que así lo dice el artículo 7 del RSCIEI.

El número de hidrantes que se deben instalar, se determina respecto a las siguientes condiciones:

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

Al menos uno de los hidrantes debe tener una salida de 100 milímetros.

La distancia entre el emplazamiento de cada hidrante y el límite exterior del edificio o zonas protegidas, medida perpendicularmente a la fachada, debe ser al menos de 5 metros.

En la tabla del punto 7.3 se especifica el caudal y la autonomía que debe tener cada hidrante, en este caso 1500 l/min y tener una autonomía de 60 minutos.

7.5.5 Sistemas de detección automáticos

Tal y como aparece en el RSCIEI.

“Se instalarán sistemas automáticos de detección de incendios en los sectores de incendio de los establecimientos industriales cuando en ellos se desarrollen actividades de almacenamiento y están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 1.500 m² o superior”.

Las características y especificaciones de los sistemas de detección automáticos se deben ajustar al artículo 2 de la norma UNE 23.007 tal y como aparece en el artículo 1 del RIPCI.

7.5.6 Sistemas manuales de alarma de incendio

Los sistemas manuales de alarma de incendio están formados por un conjunto de pulsadores que permitan activar voluntariamente una alarma y enviar una señal a una central de control y señalización permanentemente vigilada, de forma que sea fácilmente detectable la zona donde se ha activado el pulsador.

En el artículo 4 del RSCIEI se especifica que se deben instalar sistemas manuales de incendios en un edificio con actividades de almacenamiento, si su superficie total construida es mayor de 800m².

Tienen que estar instalados, al menos uno por cada salida de evacuación del sector de incendio, y la distancia máxima a recorrer desde cualquier punto hasta un pulsador no debe superar los 25 metros.

7.5.7 Sistemas de comunicación de alarma

En consecuencia de tener sistemas de detección automáticos y sistemas manuales de alarma de incendio, hay que instalar sistemas de comunicación de alarma.

Según el artículo 5 del RSCIEI es preferente el uso de un sistema de megafonía y permita diferenciar si es una alarma por emergencia parcial o emergencia general.

Como se puede ver en el artículo 3 del RIPCII el sistema de comunicación de alarma debe permitir la transmisión de una señal diferenciada, generada de manera voluntaria desde un puesto de control y la alarma debe ser audible, además de tener que ser visible en zonas donde el ruido supere los 60 dB.

7.5.8 Sistema de rociadores automáticos de agua

El almacén constara de un sistema de rociadores de agua tal y como viene recogido en el artículo 11 del RSCIEI.

“Se instalarán sistemas de rociadores automáticos de agua en los sectores de incendio de los establecimientos industriales cuando en ellos se desarrollen actividades de almacenamiento si están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 2000 m² o superior”.

Las características, especificaciones y condiciones de instalación de los rociadores automáticos de agua se ajustaran a la norma UNE-EN 12.845.

7.5.9 Sistema de abastecimiento de agua contra incendios

Según el artículo 4 del RIPCI.

“Cuando se exija sistema de abastecimiento de agua contra incendios, sus características y especificaciones se ajustarán a lo establecido en la norma UNE 23.500”.

En el artículo 6 del RSCIEI se especifica que hay que instalar un sistema de abastecimiento de agua en caso de que sea necesario para dar servicio, en las condiciones de caudal, presión y reserva calculados, a uno o varios sistemas de lucha contra incendios tales como:

Red de bocas de incendios equipadas (BIE)

Red de hidrantes exteriores

Rociadores automáticos

Agua pulverizada

Espuma

En este caso se dispone tanto de bocas de incendios equipadas como de red de hidrantes exteriores y rociadores automáticos, con lo que es necesaria la instalación de un sistema de abastecimiento de agua, exclusivo para la instalación de contra incendios.

7.5.10 Sistemas de señalización

Para los sistemas de señalización hay que acudir al artículo 17 del RSCIEI, donde dice que se deben señalar las salidas de emergencia o de uso habitual, así como los medios de protección de contra incendios de uso manual, cuando no sean fácilmente localizables o visibles desde algún punto de la zona protegida.

En este caso los medios de protección manuales de este sistema son los extintores, las bocas de incendio equipadas, los pulsadores manuales de alarma y las alarmas acústicas.

Como se ha mencionado anteriormente no se va a realizar el diseño y la instalación de los sistemas de evacuación.

8. CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES

8.1 Cálculo del nivel de riesgo intrínseco del edificio

En el artículo 3 del RCIEI aparecen los diferentes pasos a seguir para el cálculo del riesgo intrínseco de un edificio.

$$Q_s = \frac{\sum_1^i q_{vi} C_i h_i S_i}{A} \times R_a \quad (1)$$

Dónde

Q_s es la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector o área de incendio, en MJ/m³ o Mcal/m³.

q_{vi} es la carga de fuego, aportada por cada m³ de cada zona con diferente tipo de almacenamiento (i) existente en el sector de incendio, en MJ/m² o Mcal/m².

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

h_i es la altura de almacenamiento de cada uno de los combustibles, (i), en m.

S_i es la superficie ocupada en planta por cada zona con diferente tipo de almacenamiento (i) existente en el sector de incendio en m².

A es la superficie construida del sector de incendio o superficie ocupada del área de incendio, en m².

R_a es el coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación) inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio, producción, montaje, transformación, reparación, almacenamiento, etc.

Cuando existan varias actividades en el mismo sector, se tomará como factor de riesgo de activación el inherente a la actividad de mayor riesgo de activación, siempre que dicha actividad ocupe al menos el 10 por ciento de la superficie del sector o del área de incendio.

El valor de C_i aparece en la tabla 1.1 en la cual se indica el grado de peligrosidad de los combustibles. Se considera que tiene un valor de 1,3 puesto que el material que se almacena es calzado y comienza su ignición en una temperatura comprendida de 100° C a 200° C.

La carga de fuego y el valor de R_a vienen dados en la tabla 1.2, donde aparecen valores de diversos procesos industriales, almacenamiento de productos y riesgos de activación asociados. El valor de la carga de fuego para calzado son de 400 MJ/m³ y el valor de R_a es de 1.0.

En el caso de R_a solo se toma el valor del calzado porque según especifica el RSCIEI, *“Cuando existan varias actividades en el mismo sector, se tomará como factor de riesgo de activación el inherente a la actividad de mayor riesgo de activación, siempre que dicha actividad ocupe al menos el 10 por ciento de la superficie del sector o del área de incendio”*.

8.1.1 Carga de fuego

Para saber la carga de fuego total hay que tener en cuenta el porcentaje que ocupan los pallets de madera y el plástico de embalaje en el bulto total. La máxima altura a la que se puede almacenar en el tipo de pallets de los cuales se dispone es de 1,5m con lo que sumando la altura del pallet, se tiene una altura de almacenamiento en cada pallet de 1,645m.

Para saber el porcentaje del pallet en el bulto total, primero hay que conocer los volúmenes de ambos.

El volumen del pallet (ecuación 2).

$$1,2 \text{ metros} \times 0,8 \text{ metros} \times 0,145 \text{ metros} = 0,1392 \text{ m}^3 \quad (2)$$

El volumen total del bulto.

$$1,2 \text{ metros} \times 0,8 \text{ metros} \times 1,645 \text{ metros} = 1,5792 \text{ m}^3 \quad (3)$$

Una vez obtenida el volumen total (ecuación 3), se puede calcular el porcentaje que corresponde al pallet en el bulto total tal y como se ve en la siguiente ecuación.

$$\% \text{ Pallet en bulto total} = \frac{0,1392 \times 100}{1,5792} = 8,81 \% \quad (4)$$

En el caso del embalaje teniendo un espesor de 5mm, aumenta el volumen total del bulto.

$$1,21 \text{ metros} \times 0,81 \text{ metros} \times 1,645 \text{ metros} = 1,6122 \text{ metros}^3 \quad (5)$$

Para calcular el volumen solo del embalaje se resta el volumen total con embalaje y el volumen total sin él (ecuación 6).

$$1,6122 \text{ metros}^3 - 1,5792 \text{ metros}^3 = 0,033 \text{ metros}^3 \quad (6)$$

Conocidos los volúmenes del bulto total con el embalaje y el volumen solo del embalaje (ecuaciones 5 y 6), se puede saber el porcentaje de embalaje que hay en cada bulto.

$$\% \text{ Embalaje en bulto total} = \frac{0,033 \times 100}{1,6122} = 2,04 \% \quad (7)$$

Una vez obtenidos los porcentajes que ocupan el pallet y el embalaje de plástico (ecuaciones 4 y 7), se puede conocer el del calzado como se ve en la ecuación 8.

$$100\% - 8,81\% - 2,04\% = 89,15\% \quad (8)$$

Para el cálculo de la carga de fuego real del bulto, primero hay que saber las cargas de fuego unitarias de cada material. Para el calzado es 400 MJ/m^3 , 1300 MJ/m^3 en el caso del pallet de madera y 1300 MJ/m^3 para el embalaje de plástico, según la tabla 1.2.

Para obtener la carga de fuego real del bulto, hay que relacionar las cargas de fuego unitarias con el porcentaje que ocupa cada material en el bulto total.

$$\text{Calzado} = \frac{400 \times 89,15}{100} = 356,6 \text{ MJ/m}^3 \quad (9)$$

$$\text{Paletas de madera} = \frac{1300 \times 8,81}{100} = 114,53 \text{ MJ/m}^3 \quad (10)$$

$$\text{Embalaje de plástico} = \frac{1300 \times 2,04}{100} = 26,5 \text{ MJ/m}^3 \quad (11)$$

La carga de fuego real es la suma de las tres cargas unitarias (ecuación 12).

$$\text{Carga fuego total } (q_{vi}) = 356,6 + 114,53 + 26,52 = 497,65 \text{ MJ/m} \quad (12)$$

8.1.2 Superficie ocupada en planta del almacenamiento

Para conocer la superficie de almacenamiento en planta, se calcula la superficie de cada balda y la total de cada zona (ecuaciones 13, 14 y 15). En las zonas 1 y 3 las estanterías tienen 2,8m de largo, 1m de ancho, cada fila está compuesta por un total de 15 estanterías y hay un total de 19 filas.

$$2,8\text{m de largo} \times 1\text{m de ancho} = 2,8\text{m}^2/\text{balda} \quad (13)$$

$$2,8\text{m}^2/\text{balda} \times 15\text{baldas/fila} = 42\text{m}^2/\text{fila} \quad (14)$$

$$42\text{m}^2/\text{fila} \times 19 \text{ filas} = 798\text{m}^2 \quad (15)$$

En el caso de la zona 2 hay una fila menos y por consiguiente menos superficie de almacenamiento (ecuación 16).

$$42\text{m}^2/\text{fila} \times 18 \text{ filas} = 756\text{m}^2 \quad (16)$$

8.1.3 Superficies totales de cada zona

Por ultimo para el cálculo del nivel de riesgo intrínseco solo falta por saber la superficie construida de cada zona de incendio (Planos 1, 2, 3 y 4):

$$\text{Zona 1: } 2971,5\text{m}^2$$

$$\text{Zona 2: } 2971,5\text{m}^2$$

$$\text{Zona 3: } 2971,57\text{m}^2$$

8.1.4 Densidad de la carga de fuego total de la zona de almacenamiento y oficinas

Para conocer de la densidad de la carga de fuego de la zona de almacenamiento, se divide en dos partes. Primero se calcula en las zonas 1 y 3 (ecuación 17) puesto que tienen la misma superficie de almacenamiento (punto A.1.2).

Zonas 1 y 3

$$Q_s = \frac{497,65 \times 1,3 \times 6 \times 798}{2971,5} \times 1 = 1042,42 \text{ MJ/m}^2 \quad (17)$$

En segundo lugar se calcula la densidad de la carga de fuego en la zona 2 (ecuación 18).

Zona 2

$$Q_s = \frac{497,65 \times 1,3 \times 6 \times 756}{2971,5} \times 1 = 987,56 \text{ MJ/m}^2 \quad (18)$$

La densidad de la carga de fuego en la zona 2 (ecuación 18) es algo menor que en las zonas 1 y 3 (ecuación 17) puesto que como se ha mencionado anteriormente tiene una superficie en planta de almacenamiento ligeramente menor.

En la zona de oficinas hay que hacer un cálculo diferente puesto que no es una zona de almacenamiento y no se tiene en cuenta la altura de almacenamiento.

$$Q_s = \frac{\sum_1^i q_{si} \times C_i \times S_i}{A} \times R_a \quad (19)$$

Dónde

Q_s , C_i , R_a y A tienen la misma significación que en la fórmula 1.

q_{si} es la densidad de carga de fuego de cada zona con proceso diferente según los distintos procesos que se realizan en el sector de incendio (i), en MJ/m^2 o $Mcal/m^2$.

S_i es la superficie de cada zona con proceso diferente y densidad de carga de fuego, q_{si} diferente, en m^2 .

Los datos de q_{si} y R_a se seleccionan en la misma tabla 1.2 donde se han seleccionado para la zona de almacenaje, de dicha tabla se pueden deducir los valores de $600MJ/m^3$ para q_{si} y de 1,0 para R_a . El valor de C_i es de 1,0 porque los sólidos comienzan su ignición a una temperatura superior a 200° .

En el caso de las oficinas la S_i y la A es la misma puesto que la superficie de almacenaje es igual a la superficie del establecimiento.

$$Q_s = \frac{\sum_1^i q_{si} \times C_i \times S_i}{A} \times R_a = \frac{600 \times 1 \times 182,25}{182,25} \times 1 = 600 \text{ MJ}/m^2 \quad (20)$$

Como se ve en la ecuación anterior la densidad de la carga de fuego es menor que la de la zona de almacenaje.

8.1.5 Densidad de fuego total en el edificio industrial

Una vez halladas en el punto anterior las densidades de fuego de la zona de almacenamiento y las oficinas, se puede deducir la densidad de fuego total del edificio industrial.

$$Q_E = \frac{\sum_1^i Q_{ei} \times A_{ei}}{\sum_1^i A_{ei}} \quad (21)$$

Dónde

Q_E es la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del establecimiento industrial, en MJ/m^2 o $Mcal/m^2$.

Q_{ei} es la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, de cada uno de los edificios industriales, (i), que componen el establecimiento industrial en MJ/m^2 o $Mcal/m^2$.

A_{ei} es la superficie construida de cada uno de los edificios industriales, (i) que componen el establecimiento industrial, en m^2 .

$$Q_E = \frac{9238986,6}{9176,75} = 1006,68 \text{ MJ}/m^2 \quad (22)$$

Como se puede observar en la ecuación anterior, la densidad de fuego total para el edificio industrial no es muy alta con lo que el nivel de riesgo intrínseco no será muy alto.

8.1.6 Nivel de riesgo intrínseco del edificio industrial

Una vez se saben las densidades parciales de la zona de almacenamiento y las oficinas así como la total del edificio, en la tabla 1.3 del RSCIEI se obtienen los diferentes niveles de riesgo intrínseco.

Tabla 6. Nivel de riesgo intrínseco total y por zonas

Zonas	Riesgo intrínseco (MJ/m ²)	Nivel de riesgo
Almacén zona 1	1042,42	Nivel medio 3
Almacén zona 2	987,56	Nivel medio 3
Almacén zona 3	1042,42	Nivel medio 3
Oficinas	600	Nivel bajo 2
Total	1006,68	Nivel medio 3

Como se puede observar en la tabla 1 el nivel de riesgo intrínseco total del edificio industrial es un nivel medio 3.

8.2 Cálculo de los diferentes sistemas de la instalación

En este punto se va a realizar el cálculo de los diferentes sistemas de la instalación de protección contra incendios cumpliendo siempre los requisitos y necesidades marcados por el RIPCI, RSCIEI y las normas UNE.

8.2.1 Extintores de incendio

En el punto 5.5.2 del presente proyecto, se ha visto los requisitos que deben cumplir los extintores de incendio. En este caso tienen que tener una eficacia mínima de 21A y una distancia máxima de 15m en horizontal desde cualquier punto del almacén hasta el extintor más cercano. La altura es de 1,5m desde el suelo, tanto en el almacén como en las oficinas, para cumplir así con los requisitos marcados por la reglamentación vista anteriormente.

8.2.1.1 Distribución de los extintores en la zona de almacenaje

En la zona de almacenaje, en primer lugar, se colocan extintores próximos a todas las salidas de cada zona, tanto de personal como de emergencia, y uno más cada 15 metros a lo largo y ancho del almacén a partir de la colocación de los primeros. Otro de los condicionantes a la hora de elegir la ubicación de los extintores, es que no sean un obstáculo para la realización normal de la actividad en el almacén.

Para la zona 1, la cual es similar a la zona 3, se tienen un total de 29 extintores (plano 2), con lo que la longitud en horizontal desde cualquier ubicación del almacén hasta el extintor más próximo es de 14,15m.

En la zona 2 hay 30 extintores porque al haber una puerta de acceso más, hay que colocar un extintor más, aunque por cercanía no sea necesario.

En la zona 3 al tener las mismas características constructivas que la zona 1, se colocan la misma cantidad de extintores.

En la zona de almacenaje hay por lo tanto un total de 88 extintores.

8.2.1.2 Distribución de los extintores en la zona de oficinas

En las oficinas se tiene un total de 6 extintores. Se coloca uno en cada despacho, uno más en el pasillo y tres en la habitación más grande. En los baños y duchas no hace falta poner puesto que no tienen riesgo de incendio.

8.2.2 Sistemas de bocas de incendio equipadas (BIE)

En el artículo 9 punto 2 del RSCIEI, hay una tabla en la que se puede ver que el diámetro nominal (DN), la simultaneidad y el tiempo de autonomía que deben tener. En este caso el DN es de 45mm y el tiempo de autonomía es de 60 min con una simultaneidad de dos.

Se sitúan a una altura de 1,4 metros desde el suelo hasta su centro, próximos a los extintores que están en las salidas de personal y las de emergencia. También se colocan por las diferentes zonas del almacén y siempre próximo a un extintor, pero nunca con una distancia entre ellas mayor de 25 metros, puesto que las mangueras miden 20 metros y el radio de acción de cada una de las BIE es la longitud de su manguera incrementada en 5.

8.2.2.1 Distribución de las BIE en la zona de almacenaje

En el plano 2 del presente trabajo fin de grado, se puede ver la distribución de las BIE a lo largo y ancho del edificio.

En la zona 1 se instalan un total de 14 bocas de incendio equipadas, colocadas respecto a las condiciones mencionadas en el anterior punto.

En la zona 2 hay un total de 16 bocas de incendio equipadas. En esta zona hay más accesos de personal que en las zonas 1 y 2, por lo que hay que colocar un mayor número de bocas de incendio equipadas.

En la zona 3, se colocan un total de 15 bocas de incendio. Aunque la zona 3 es similar a la zona 1, uno de los accesos de personal está más centrado con lo que hay que poner otra boca adicional en una de las esquinas para poder cumplir con la reglamentación.

Se instalan en la zona de almacenaje un total de 45 BIE.

8.2.2.2 Distribución de las bocas de incendio equipadas en la zona de oficinas

En las oficinas solo se instalan 2 bocas de incendio equipadas. En la parte exterior, junto a uno de los accesos de la zona 2 a las oficinas, ya se tiene una instalada una BIE con lo que no hace falta instalar otra en la parte interior.

Una de ellas se pone en el pasillo y la otra en la recepción que es la sala de mayor tamaño, para dar cobertura a esta sala y a los despachos de menor tamaño.

8.2.2.3 Diámetro de tuberías para las BIE

El caudal de las BIE es de 1500 l/min y la velocidad máxima que se puede alcanzar en cualquier sistema de la instalación de BIE, hidrantes o rociadores es de 10 m/s (UNE-EN 12845, punto 13.2.3), con estos datos se puede calcular el diámetro de la tubería del anillo de hidrantes para la velocidad máxima que se puede alcanzar en este sistema.

$$v = 21,22 \times \frac{Q}{d^2} \quad (23)$$

Dónde

v es la velocidad del agua, en m/s.

Q es el caudal que circula por la tubería, en l/min.

d es el diámetro interior de la tubería, en mm.

La tubería desde el colector de la sala de bombas a la distribución de las BIE es en forma de anillo. Este mismo anillo es el que alimenta también a los rociadores de agua.

$$\text{Diametro tubería anillo BIE} = d = \sqrt{21,22 \times \frac{1500}{10}} = 56,41 \text{ mm} \quad (24)$$

Al no existir tubería del diámetro deseado, se selecciona una tubería de diámetro nominal (DN) 65 mm con un diámetro equivalente de 2 1/2", que es la que está inmediatamente por encima del resultado obtenido en la ecuación 24.

8.2.3 Sistema de hidrantes exteriores

Los hidrantes exteriores deben estar situados a más de 5 metros de distancia de la fachada exterior del edificio y las características de caudal y autonomía es la misma que para las BIE.

8.2.3.1 Distribución de los hidrantes en la zona exterior del edificio

En la parte delantera del edificio, donde se realizan las operaciones de carga y descarga, se han instalado un total de 5 hidrantes, todos ellos a 5m de distancia de la fachada. Se ha colocado un hidrante en cada esquina de la zona de almacenaje y otros tres distribuidos entre las rampas de carga y descarga (plano 2).

En la fachada sur se instalan 4 hidrantes a diferentes distancias de la fachada pero ninguno a menos de 6m. Al tener la vía de acceso para los bomberos, se ha tenido que poner más distancia entre los hidrantes y la fachada para que no quedasen en mitad de la carretera.

En el caso de los hidrantes instalados en la zona de carga y descarga se han tenido que amoldar a las rampas para que no molesten a la hora de realizar dichas operaciones.

8.2.3.2 Diámetro de tuberías para hidrantes

En el punto 7.2 de la norma UNE 23.500-2012, se indica que en caso de tener más de 6 hidrantes la instalación de las tuberías, al igual que para los rociadores y las BIE, tiene que ser en modo anillo.

El caudal y la velocidad para los hidrantes son de 1500 l/min y 10 m/s respectivamente y con estos datos se puede saber el diámetro del anillo para los hidrantes (ecuación 25).

$$\text{Diametro tuberia anillo hidrantes} = d = \sqrt{21,22 \times \frac{1500}{10}} = 56,41 \text{ mm} \quad (25)$$

Al igual que para las BIE se selecciona la tubería de diámetro nominal (DN) 65 mm con un diámetro equivalente de 2 1/2".

Como se podrá ver posteriormente en el punto A.2.4, hay que aumentar los diámetros de los anillos tanto para BIE y rociadores como para los hidrantes, puesto que la presión en el hidrante más desfavorables hidráulicamente es demasiado alta.

8.2.4 Sistemas de detección automáticos

Para la elección de los sistemas de detección de humos se acude a la norma UNE 23.007.

Se ha decidido instalar detectores de haz ópticos puesto que para la altura del local y la altura de almacenamiento que se tiene son muy idóneos. Los detectores lineales de humo por reflexión funcionan utilizando un haz de luz infrarrojo, basándose en el principio de oscurecimiento. Son particularmente adecuados para la protección de grandes áreas, por ejemplo: naves industriales, teatros, edificios con techos muy altos, donde la instalación de detectores puntuales no es fácil.

Como se puede observar en la tabla A.3 del punto 6.5.2.1 de la norma UNE nombrada anteriormente, la distribución para la altura que tenemos en el local tiene que ser de una distancia máxima de barreras de 13 metros, una superficie máxima de 1600 m² y una distancia vertical desde el eje del haz hasta el techo de 0,4m a 0,6m, puesto que la cubierta del almacén tiene una pendiente inferior a 20°.

8.2.4.1 Distribución de los detectores automáticos en el almacén

Las tres zonas del almacén tienen la misma superficie con lo que el número de detectores lineales de haz óptico será el mismo.

Cada zona tiene una superficie de 2971,5m², y la superficie máxima cubierta por cada detector es de 1600m², con lo que para cubrir toda la zona en principio solo harían falta dos detectores.

Sin embargo, la tabla A.3 también dice que la distancia entre dos barreras contiguas no debe ser superior a 13m (ecuación 26).

$$\text{Número de detectores teóricos} = \frac{56,6 \text{ m}}{13 \text{ m}} = 4,3538 \text{ detectores} \quad (26)$$

Para que los detectores más próximos a las paredes no queden muy pegados a ellas se coge 1m de distancia desde la pared hasta el primer detector y lo mismo para el último, con lo que la distancia del almacén serán 54,6m.

$$\text{Nº de detectores con distancia de pared} = \frac{54,6 \text{ m}}{13 \text{ m}} = 4,2 \text{ detectores} \quad (27)$$

Al no ser posible la ubicación de 4,2 detectores (ecuación 27), se instalan un total de 5 detectores, con lo que quedara entre ellos una distancia menor que la requerida por la reglamentación (ecuación 28).

$$\text{Distancia entre detectores} = \frac{54,6 \text{ m}}{5} = 10,92 \text{ m} \quad (28)$$

En total en las tres zonas de almacenaje hay un total de 15 detectores a una altura del techo de 0,5m.

8.2.4.2 Distribución del sistema de detección automático en la zona de oficinas

En la zona de las oficinas se sitúa un detector en cada despacho, otro en el pasillo y un último en la sala de recepción. Estos detectores se ubican en la zona central de una de las paredes.

8.2.5 Sistemas manuales de alarma de incendios

Los sistemas manuales de alarma de incendio deben ser colocados a lado de todas las salidas de evacuación y accesos del almacén. La distancia máxima entre ellos no debe superar los 25m en horizontal desde cualquier punto del almacén.

Al tener los mismos requisitos que las BIE se colocan en el mismo lugar que estas en toda la zona de almacén (con alguna excepción), sin embargo en la zona de oficinas se distribuirán de otra manera.

8.2.5.1 Distribución de las alarmas manuales en el almacén

En la zona 2 del almacén se instalan el mismo número de pulsadores y de BIE, puesto que cumplen los mismos requisitos. Esta distribución se ha trasladado a las zonas 1 y 3 con lo que en estas zonas hay más pulsadores que BIE.

Se ha decidido hacer esto porque el pulsador de alarma alerta a la gente de la existencia de un incendio, con lo que es conveniente tener instalados un gran número de ellos para poder realizar una evacuación rápida y sin víctimas.

En total hay 48 pulsadores manuales en la zona de almacenaje.

8.2.5.2 Distribución de los sistemas de alarma manuales en la zona de oficinas

En las oficinas se tiene un total de 7 pulsadores manuales, se coloca un pulsador al lado de la entrada principal a las oficinas, otro en el pasillo y uno más en cada despacho.

En la sala principal de las oficinas se ponen otros dos pulsadores adicionales, uno al lado de la puerta de acceso desde el pasillo y otro al lado del extintor y la boca de incendio equipada, para que en caso de incendio la persona que abandone las instalaciones por las puertas, accione el pulsador.

8.2.6 Sistemas de comunicación de alarma

El sistema de comunicación de alarma tiene que ser audible y visible en caso de que se tenga un ruido superior a 60 dB en el establecimiento. En este caso puede que en momentos dados de operaciones de carga y descarga se supere dicho valor, con lo que se procederá a instalar un sistema acústico y otro visible.

Se procede a instalar varias alarmas a lo largo del almacén, puesto que se tienen tres zonas diferentes muy amplias y de una gran superficie y otra zona más de oficinas.

Aunque en esta última no es necesario hacer una instalación de sistema de alarma, puesto que se escucharan las señales acústicas del almacén, se realiza una instalación tanto acústica como luminosa en la sala de recepción.

8.2.6.1 Distribución de sistemas de comunicación de alarma en la zona de almacenaje

Como se puede ver en el plano 3, se han instalado dos conjuntos de sistemas de comunicación de alarma en cada zona, formados por una alarma acústica y otra visual.

En las tres zonas se ha hecho la misma distribución de los conjuntos de alarma, uno de ellos se ha colocado entre las dos salidas de emergencia mientras que el otro se ha situado en la parte superior de las compuertas de carga y descarga, instalando un total de 6 conjuntos de alarmas.

Se ha pensado que esta distribución es la más correcta puesto que el almacenaje no impediría observar de manera clara la señal visual. En caso de colocar las señales visuales de manera transversal a las baldas de almacenaje, puede que tenga una altura tal que no deje ver bien la señal visual.

8.2.6.2 Distribución de sistemas de comunicación en oficinas

Como se ha mencionado anteriormente, aunque en la zona de oficinas las señales acústicas del almacén se vayan a escuchar por su alto nivel de sonoridad, es conveniente instalar un sistema de comunicación de alarma puesto que su coste no es excesivamente alto y podemos prevenir que por algún caso la gente que trabaja en esa zona no se percate de la situación de peligro.

.

8.2.7 Sistemas de rociadores automáticos

Para la instalación de los rociadores automáticos se debe acudir a la norma UNE-12.845, en donde aparecerán todas las especificaciones para el cálculo de la instalación del sistema de rociadores automáticos que se presenta a continuación

8.2.7.1 Rociadores automáticos en las zonas de almacenamiento

Como se puede observar en la tabla 1 del artículo 6, la altura de almacenamiento supera los valores que aparecen en dicha tabla con lo que se puede descartar que sea un riesgo ligero u ordinario. En el punto 6.2.3.2 aparece lo que se denomina riesgo extra de almacenamiento (REA), que en el caso del almacén de calzado es el tipo de riesgo que se tiene.

Una vez decidido el nivel de riesgo se realiza la elección del tipo de configuración de almacenamiento, al estar el calzado en pallets, y estos en filas sencillas, se puede deducir que el tipo de configuración de almacenamiento es del tipo ST2 (punto 6.3.2 de la norma UNE-EN 12.845).

En la tabla 2 del artículo 6 se puede observar como no es necesario ningún tipo de protección adicional más que los rociadores de techo.

Para conocer la categoría del material almacenado se debe acudir al Anexo C, donde en la tabla C.1 aparecen los diferentes productos que pueden almacenarse, ordenados alfabéticamente. En el caso de los zapatos almacenados están hechos de piel y tienen menos de un 5% en masa de materia plástica, con lo que según dicha tabla, tendrán una categoría II.

Para los criterios de diseño hidráulico, en la tabla 4 del artículo 7, se especifica que con una configuración de almacenamiento (ST2), una altura de almacenamiento de 6 m y una categoría II, la densidad de diseño es de 17,5 mm/min ($17,5 \text{ l/m}^2 \text{ min}$) y el área de operación son 260 m².

Todos los cálculos que se harán a continuación servirán para las tres zonas de almacenamiento puesto que son iguales entre ellas.

8.2.7.1.1 Elección del tipo de rociador

Hay diferentes tipos de rociadores automáticos según la temperatura a la que se accionen. Para saber en esta instalación cual es el más apropiado, en el punto 14.4 de la norma UNE, aparecen los diferentes colores de las ampollas.

El edificio industrial de este proyecto está construido en la localidad de Getxo, observando los datos históricos de la climatología, se ha podido comprobar que no se alcanzarán temperaturas muy excesivas en los días más calurosos del año, por lo que se llega a la conclusión de que nunca se alcanzarán más de 45°C en la parte alta del almacén.

Para conocer el tipo de rociador a la temperatura máxima que puede haber en el almacén hay que sumarle 30°C, con lo que se queda una temperatura total de 75°C, y a esta temperatura le corresponde un rociador automático con ampolla de color amarillo (punto 14.4).

8.2.7.1.2 Cálculo de número de ramales y rociadores

Para realizar el cálculo del número de rociadores y su distribución en el almacén, hay que acudir al punto 12.2 de la norma UNE.

En la tabla 19 se puede observar que para una clase de riesgo REA la máxima superficie por rociador tiene que ser de 9 m² y deben tener separación máxima de 3,7 m para una configuración normal.

Para saber el número total de rociadores teóricos se divide la superficie total de la zona con la superficie máxima de cada rociador (ecuación 29).

$$\text{N}^{\circ} \text{ total de rociadores}_{\text{teórico}} = \frac{\text{Superficie total}}{\text{superficie de rociador}} = \frac{2971,5 \text{ m}^2}{9\text{m}^2} = 330,16 \text{ roci} \quad (29)$$

Al no poder instalar 330,16 rociadores, se toma una cantidad siempre por encima del resultado y número par, con lo que se puede decir que se tienen un total de 332 rociadores.

La separación máxima entre rociadores no debe ser superior a 3,7 m y se ha decidido poner los ramales paralelos a las estanterías, con lo que para saber el número total de ramales se dividirá la anchura la zona con la distancia máxima entre rociadores (ecuación 30).

$$\text{Numero total de ramales} = \frac{52,2 \text{ m}}{3,7 \text{ m}} = 14,10 \text{ ramales} \quad (30)$$

Al no poder instalarse tal cantidad de ramales, como se ha hecho en casos anteriores, se coge el número entero más próximo y siempre por encima del resultado, en este caso 15 ramales.

Teniendo el número entero de ramales y al ser mayor que el resultado, se vuelve a dividir la anchura de la zona con el nuevo número de ramales para saber de esta forma la distancia real entre ramales (ecuación 31).

$$\text{Distancia entre ramales real} = \frac{52,5 \text{ m}}{15 \text{ ramales}} = 3,5 \text{ m} \quad (31)$$

Una vez conocidos la distancia real entre rociadores y la superficie máxima de este se puede saber la distancia entre ellos a lo largo del ramal (ecuación 32).

$$\text{Distancia entre rociadores} = \frac{9 \text{ m}^2}{3,5 \text{ m}} = 2,5 \text{ m} \quad (32)$$

El número de rociadores se obtiene dividiendo la distancia del local con la distancia entre rociadores.

$$\text{Numero de rociadores por ramal} = \frac{56,6 \text{ m}}{2,5 \text{ m}} = 22,6 \text{ rociadores} \quad (33)$$

Como se ha visto en casos anteriores se coge el número entero más próximo al resultado con lo que se tienen un total 23 rociadores por ramal.

Al ser un número mayor de rociadores la nueva distancia real entre ellos va a cambiar.

$$\text{Distancia real entre rociadores} = \frac{56,6 \text{ m}}{23 \text{ rociadores}} = 2,4 \text{ m} \quad (34)$$

Una vez conocidos el número de ramales, de rociadores y las distancias entre ellos, hay que saber la mínima distancia que deben tener respecto a las paredes. Para ellos se deben mirar las exigencias que aparecen en la tabla 19 del artículo 12. Dicha tabla dice que la separación tanto del primer y último ramal como del primer y último rociador debe ser la mitad de la distancia entre ramales y rociadores.

La distancia del primer y último ramal a la pared es por lo tanto de 1,75m y la distancia del primer y último rociador a la pared 1,2m.

Una vez conocidos el número de ramales de cada zona y la cantidad de rociadores que hay en cada ramal, se puede hacer el cálculo real del número de rociadores total en las zonas (ecuación 35).

$$N^{\circ} \text{ de rociadores total}_{real} = 15 \text{ ramales} \times 23 \text{ rociadores/ramal} = 345 \quad (35)$$

Como se ve en el resultado de la ecuación anterior hay 345 rociadores en cada zona haciendo un total para la zona de almacenaje de 1062 rociadores.

8.2.7.1.3 Cálculo de caudales

Para el cálculo del caudal total teórico ($Q_{\text{total teórico}}$) de la instalación, se multiplica la densidad de diseño con el área de operación (ecuación 36).

$$Q_{\text{total teórico}} = 17,5 \text{ l/m}^2 \text{ min} \times 260 \text{ m}^2 = 4550 \text{ l/min} \quad (36)$$

El caudal real de la instalación, es el teórico incrementado en un 10%.

$$Q_{\text{total real}} = 4550 \text{ l/min} \times 1,1 = 5005 \text{ l/min} \quad (37)$$

Para el cálculo del caudal unitario primero hay que saber cuántos rociadores están dentro del área de operación. El área de operación son 260 m^2 y se toma como área un cuadrado perfecto.

$$\text{Lado de área de operación} = \sqrt{260 \text{ m}^2} = 16 \text{ m} \quad (38)$$

Las estanterías están colocadas en forma longitudinal con lo que el incendio tenderá a propagarse de forma esta forma, por este motivo en vez de tomar el área de operación de forma cuadrada debe tomarse de forma rectangular. Para estos casos siempre se toma la longitud del rectángulo un 20% más largo que la anchura.

$$\text{Longitud rectangulo} = 16 \text{ m} \times 1,2 = 19,2 \text{ m} \quad (39)$$

Como se puede ver en la ecuación anterior la medida de la longitud del rectángulo son 19,2m pero para facilitarlos cálculos se toma una longitud de 19 m.

$$\text{Anchura rectángulo} = \frac{260 \text{ m}^2}{19 \text{ m}} = 13,68 \text{ m} \quad (40)$$

Como en los casos anteriores es preferible tomar números así que se tomaran 14m de anchura.

A continuación se calcula el número de ramales que entran en funcionamiento en el área de operación.

$$\text{Ramales dentro del área de operación} = \frac{16 \text{ m}}{3,5 \text{ m}} = 4,57 \text{ ramales} \quad (41)$$

En este caso hay que tomar siempre el número entero por debajo del valor dado en la ecuación, para este caso 4 ramales.

El número de rociadores que entran en funcionamiento de cada ramal en el área de operación es la longitud (ecuación 39) dividido con la distancia entre rociadores (ecuación 34).

$$\text{Ramales dentro del área de operación} = \frac{16 \text{ m}}{3,5 \text{ m}} = 4,57 \text{ ramales} \quad (42)$$

Como se ha hecho en el caso de los ramales se toma el numero entero que este por debajo del resultado, es decir, 7 rociadores por ramal.

Una vez obtenidos el número de ramales y la cantidad de rociadores por ramal dentro del área de operación se procede a calcular el número de rociadores total dentro del área de operación.

$$N^{\circ} \text{ total de roci en área op.} = 4 \text{ ramales} \times 7 \text{ rociadores/ramal} = 28 \text{ roci} \quad (43)$$

Conocidos el número de rociadores que se abren en el área de operación, se calcula el caudal unitario dividiendo el caudal total con el número de rociadores obtenidos en la ecuación 43.

$$Q_{\text{unitario}} = \frac{Q_{\text{total}}}{N^{\circ} \text{ roci en área de operación}} = \frac{5005 \text{ l/min}}{28 \text{ roci}} = 178,75 \text{ l/min} \quad (44)$$

También es importante saber la cantidad de caudal que va por cada lado del ramal, como puede verse en el plano 1 se ha decidido hacer una instalación formada por un colector principal y uno secundario y ambos unidos por los ramales, con lo que por cada lado del ramal llegara el mismo caudal (ecuación 45)

$$Q_{\text{lado de ramal}} = 178,75 \text{ l/min} \times 4 \text{ ramales} = 715 \text{ l/min lado ramal} \quad (45)$$

Por último se calcula el caudal que circula tanto por el colector principal como por el secundario (ecuación 46).

$$Q_{\text{colector}} = \frac{Q_{\text{total}}}{2} = \frac{5005 \text{ l/min}}{2} = 2502,5 \text{ l/min} \quad (46)$$

8.2.7.1.4 Cálculo de presión

Para el cálculo de la presión del sistema, primero hay que acudir al artículo 14 en donde aparecen los usos y características de diseño de los rociadores.

Sabiendo que en este caso es un riesgo extra de almacenamiento (REA) y que la densidad de diseño es mayor de 10 mm/min, la tabla 37 indica que el factor K es de 115, y que el tipo de rociador puede ser de tipo convencional o pulverizador.

En el punto 14.3 aparece como calcular el caudal unitario de la instalación, pero como ya se ha hecho dicho cálculo, se puede obtener con este valor y el valor del factor K, la presión de diseño del sistema de rociadores (ecuación 47).

$$Q_{\text{unitario}} = K \times \sqrt{P} \rightarrow 178,75 \text{ l/min} = 115 \times \sqrt{P} = 2,41 \text{ bares} \quad (47)$$

Dónde

K es el coeficiente adimensional (Factor d descarga)

P es la presión en el rociador, en bares

Como se puede ver en la ecuación anterior en cada rociador se tendrá una presión de 2,41 bares.

8.2.7.1.5 Diámetro de tuberías

Para realizar el cálculo del diámetro de las tuberías tanto de los ramales como de los colectores, se debe acudir a la norma UNE 23.500 de sistemas de abastecimiento de agua.

En el artículo 6 aparece la ecuación para saber la velocidad en las tuberías. En el caso de los rociadores hay que tomar una velocidad de 10 m/s en tuberías y 5 m/s en las válvulas.

$$v = 21,22 \times \frac{Q}{d^2} \quad (48)$$

Dónde

v = Velocidad del agua, en m/s.

Q = Caudal que circula por la tubería, en l/min.

d = Diámetro interior de la tubería, en mm.

De la anterior ecuación se pueden hallar los diámetros interiores de las tuberías.

$$\text{Diametro interior de ramales} = d = \sqrt{21,22 \times \frac{715}{10}} = 38,95 \text{ mm} \quad (49)$$

Como se puede ver en la ecuación 49 el diámetro interior de los ramales será de 38,95 mm pero los suministradores no tienen tuberías de dicho diámetro, con lo que hay que irse al diámetro más próximo siempre por encima de ese valor. En este caso una tubería de diámetro nominal (DN) 40 mm que es equivalente a 1 1/2".

El colector principal y el secundario poseen el mismo diámetro interior. Para realizar el cálculo se procede de la misma forma que en el caso de los ramales.

$$\text{Diametro int. de colectores} = D = \sqrt{21,22 \times \frac{2502,5}{10}} = 72,87 \text{ mm} \quad (50)$$

El diámetro interior de los colectores es de 72,87 mm, pero al igual que en el caso anterior no existen tuberías de tal diámetro con lo que habrá elegir una tubería de diámetro mayor que si exista. Mirando en las tablas de los proveedores de tuberías se puede observar como el DN más próximo por encima del valor de la ecuación 50 es de 80 mm de diámetro que equivalen a 3".

También hay que calcular el diámetro de la tubería desde las bombas hasta los puestos de control de cada zona, a la que llamaremos tubería principal. En este caso como ya se ha mencionado la velocidad máxima es de 5m/s.

$$\text{Diametro int. de tubería principal} = D = \sqrt{21,22 \times \frac{5005}{5}} = 145,74 \text{ mm} \quad (51)$$

De la misma manera que sucede en los casos anteriores, al no existir tuberías de 145,74 mm se selecciona una tubería de DN 150mm que equivalen a 4 1/2".

La tubería principal hacia el puesto de control para hidrantes en este caso es mayor que

Aunque de la zona 2 se coge el abastecimiento de agua para los rociadores de las oficinas del colector principal de los rociadores destinados a la zona de almacenaje, no es necesario sumar caudales y elegir un nuevo diámetro de tubería porque son riesgos diferentes que no se consideran en funcionamiento simultáneo.

8.2.7.2 Rociadores automáticos en la zona de oficinas

La zona de oficinas no puede considerarse de la misma forma a la hora de la instalación de los rociadores automáticos que las zonas de almacenaje. En este caso la clase de riesgo no será la misma puesto que al no existir almacenamiento, no puede ser un riesgo extra de almacenaje.

Para la instalación de rociadores automáticos en las oficinas se utiliza la misma norma UNE-12.845, en la que aparecen todas las especificaciones para realizar la instalación.

En primer lugar, como en el caso de las zonas visto anteriormente, hay que determinar el tipo de riesgo de las oficinas. Para ello, se acude al anexo A, tabla A.2 en donde aparecen todas las actividades de riesgo ordinario. En dicha tabla se puede ver que para las oficinas se considera un riesgo ordinario de nivel 1 (RO1).

En esta tabla también indica que se revise el punto 6.2.1, en el cual se especifica que las oficinas pueden ser de riesgo ligero en caso de que no superen los 126 m², sin embargo en este caso las oficinas tienen una superficie de 182,25 m².

Una vez conocido la clase de riesgo, mediante la tabla 3 que aparece en el artículo 7, se puede deducir la densidad de diseño y el área de operación. Para el caso de riesgo ordinario de nivel 1 la densidad de diseño es de 5 mm/min y el área de operación son 72 m².

El área de operación, en este caso y en el caso de las zonas, es de tipo mojada puesto que la tubería está permanentemente presurizada con agua.

8.2.7.2.1 Elección del tipo de rociador

Como se ha visto en el punto A.2.7.1.1 para seleccionar el tipo de rociador a instalar hay que dirigirse al punto 14.4 de la norma UNE.

En este caso se utilizarán el mismo tipo de rociadores que en las zonas del almacén, puesto que la temperatura de las oficinas será parecida a las de los almacenes.

Se decide la instalaciones de rociadores que tengan la ampolla de color amarilla, es decir, se romperá a temperaturas superiores a 79°C.

8.2.7.2.2 Cálculo de número de ramales y rociadores

Para realizar el cálculo del número de ramales y rociadores por ramal, se acude al artículo 12. En la tabla 19 se indica que la superficie máxima por rociador debe ser de 12 m².

En el caso de las oficinas al igual que en las zonas de almacén, se procede a hacer la instalación en una forma mallada, es decir, un colector principal, un secundario y ramales que los unen entre sí.

En este caso la separación máxima tanto entre ramales como entre rociadores no debe ser superior a 4 m.

$$\text{N}^{\circ} \text{ total de roci}_{\text{teórico}} = \frac{\text{Superficie total}}{\text{Superficie de roci}} = \frac{182,25 \text{ m}^2}{12 \text{ m}^2} = 15,18 \text{ roci} \quad (52)$$

Como se puede ver en la ecuación anterior, para la zona de oficinas, salen un total de 15,18 rociadores teóricos. Como se ha hecho en casos anteriores se toma el número entero más próximo que esté por encima del resultado, en este caso, 16 rociadores.

El colector principal y el secundario se van a instalar de forma paralela a los de las zonas de almacenamiento.

Las oficinas tiene una forma cuadrada de 13,5 m de lado, con lo que para el cálculo de los ramales hay que dividir la longitud de las oficinas entre la distancia máxima entre ramales (ecuación 53).

$$\text{Numero total de ramales} = \frac{13,5 \text{ m}}{4 \text{ m}} = 3,37 \text{ ramales} \quad (53)$$

Como ya se ha hecho en casos anteriores se coge el numero entro más próximo al resultado y siempre superior a él, 4 ramales.

Para conocer entonces la nueva separación entre ramales se divide la longitud de la sala con el número de ramales.

$$\text{Distancia entre ramales real} = \frac{13,5 \text{ m}}{4 \text{ ramales}} = 3,37 \text{ m} \quad (54)$$

Conociendo la distancia real entre ramales y la superficie máxima de rociador, se puede calcular la distancia entre rociadores.

$$\text{Distancia entre rociadores} = \frac{12 \text{ m}^2}{3,37 \text{ m}} = 3,56 \text{ m} \quad (55)$$

El número de rociadores de cada ramal se puede calcular dividiendo la distancia de la oficina con la distancia entre rociadores de la ecuación 55.

$$\text{Numero de rociadores por ramal} = \frac{13,5 \text{ m}}{3,56 \text{ m}} = 3,79 \text{ rociadores} \quad (56)$$

Como se ve en la ecuación anterior sale un número teórico de 3,79 rociadores por ramal. Al no poder instalar esa cantidad de rociadores, se van a proceder a colocar 4 rociadores por ramal.

$$\text{Distancia real entre rociadores} = \frac{13,5 \text{ m}}{4 \text{ rociadores}} = 3,37 \text{ m} \quad (57)$$

Como se puede observar en la ecuación anterior, la distancia entre rociadores y ramales es la misma puesto que como se ha mencionado anteriormente, la forma de las oficinas es cuadrada y las cuatro paredes tienen la misma longitud.

Una vez conocidos el número de ramales y de rociadores y sus respectivas distancias, hay que tener en cuenta la mínima distancia que deben tener respecto a las paredes.

Para ellos se deben mirar las exigencias en la tabla 19 del apartado 12.2 de la norma UNE. Como se ha hecho en el caso del almacén, en las oficinas se sigue el mismo procedimiento, siendo en ambos casos la mitad de la distancia.

Por lo tanto la distancia entre el primer y último ramal respecto a la pared es de 1,68 m y de primer y último rociador respecto a la pared de 1,68m también.

Una vez conocidos tanto el número de ramales como de rociadores se calcula el número total real de los rociadores en las oficinas (ecuación 58).

$$N^{\circ} \text{ de rociadores total}_{\text{real}} = 4 \text{ rama} \times 4 \text{ rociadores/rama} = 16 \text{ roci} \quad (58)$$

En este caso la cantidad teórica y real de los rociadores coinciden.

8.2.7.2.3 Cálculo de caudales

Para realizar el cálculo de los caudales de la zona de oficinas se va a seguir el mismo criterio que en las zonas de almacenamiento.

En primer lugar se va a calcular un caudal teórico con la densidad de diseño y el área de operación como se puede ver en la ecuación 59.

$$Q_{\text{total teórico}} = 5 \text{ l/m}^2 \text{ min} \times 72 \text{ m}^2 = 360 \text{ l/min} \quad (59)$$

Para el cálculo real del caudal se suma un 10% más a la cantidad teórica dada en la ecuación anterior.

$$Q_{\text{total real}} = 360 \text{ l/min} \times 1,1 = 396 \text{ l/min} \quad (60)$$

Una vez conocido el caudal real de la instalación de las oficinas, se puede calcular el caudal unitario. Para ello se calcula cuantos rociadores se van a abrir en el área de operación, que es la más desfavorable de la instalación.

En este caso a diferencia que en las zonas de almacenamiento, el área de operación se tomara como un cuadrado, puesto que el incendio va a tender a expandirse hacia todos los lados por igual.

$$\text{Lado de área de operación} = \sqrt{72 \text{ m}^2} = 8,49 \text{ m} \quad (61)$$

Sabiendo que los lados del área de operación miden 8,49 m se calcula cuantos ramales entran dentro de dicha área.

$$\text{Ramales dentro del área de operación} = \frac{8,49 \text{ m}}{3,37 \text{ m}} = 2,51 \text{ ramales} \quad (62)$$

En este caso el resultado son 2,51 ramales, pero como se ha mencionado en el apartado A.2.7.1.3, para saber tanto el número de ramales como de rociadores que se abren dentro del área de operación, se coge el número entero más cercano y siempre por debajo del resultado obtenido tanto en la ecuación anterior como en la siguiente.

$$\text{Rociadores en ramal dentro de área} = \frac{8,49 \text{ m}}{3,37 \text{ m}} = 2,51 \text{ rociadores} \quad (63)$$

Observando los resultados de las dos ecuaciones anteriores, se puede saber que dentro del área de operación se abrirán 2 rociadores por ramal y 2 ramales, con lo que se abren un total de 4 rociadores.

Con el número total de rociadores que se abren en el área de operación ya se tienen los datos necesarios para poder calcular el caudal unitario.

$$Q_{\text{unitario}} = \frac{Q_{\text{total}}}{N^{\circ} \text{ rociadores en área de operación}} = \frac{396 \text{ l/min}}{4 \text{ rociadores}} = 99 \text{ l/min} \quad (64)$$

Como se ven en la ecuación anterior, en las oficinas hay un caudal de 396 l/min y en el área de operación un total de 4 rociadores, con lo que se obtiene un caudal unitario de 99 l/min.

También hay que calcular el caudal que va por cada lado de cada ramal (ecuación 65).

$$Q_{\text{lado de ramal}} = 99 \text{ l/min} \times 2 \text{ ramales} = 198 \text{ l/min} \text{ lado ramal} \quad (65)$$

Por último como se ha hecho en el caso de las zonas de almacenaje, se calcula el caudal que circula por cada uno de los colectores tanto primario como por el secundario. Para ello basta con dividir entre 2 el caudal total de la instalación en las oficinas.

$$Q_{\text{colector}} = \frac{Q_{\text{total}}}{2} = \frac{396 \text{ l/min}}{2} = 198 \text{ l/min} \quad (66)$$

En este caso tanto el diámetro interior de los ramales como el de los colectores es el mismo, como se puede observar en las ecuaciones anteriores.

8.2.7.2.4 Cálculo de presión

Para el cálculo de la presión se acude al artículo 14 de la norma UNE citada a lo largo del cálculo de rociadores. En este punto aparece la tabla 37 en la que entrando con el tipo de riego que se tiene en la instalación, en este caso riesgo ordinario, se puede conocer el factor K y el tipo de rociador que se puede utilizar.

Para las oficinas se pueden usar rociadores convencionales, semiempotrados, pulverizadores planos y empotrados.

En esta misma tabla también se ha dicho que aparece el factor K que en este caso es de 80.

$$Q_{\text{unitario}} = K \times \sqrt{P} \rightarrow 99 \text{ l/min} = 80 \times \sqrt{P} \rightarrow P = 1,53 \text{ bares} \quad (67)$$

En la ecuación anterior se puede ver como se tiene una presión de 1,53 bares, la cual es inferior a la presión para las zonas de almacenamiento.

8.2.7.2.5.- Diámetro de tuberías

Una vez conocidos los caudales y las presiones se pueden calcular los diámetros tanto de los ramales como de los colectores. Para ello al igual que en el punto A.2.7.2.5 se acude a la norma UNE 23.550 de sistemas de abastecimiento de agua.

En el punto 6.4.3.2.1 de la norma citada anteriormente aparece la formula con la que se puede hacer el cálculo de la velocidad en las tuberías. En este caso las velocidades al igual que en los colectores y ramales de las zonas de almacenamiento, será de 10m/s en las tuberías y 5m/s en las válvulas.

$$v = 21,22 \times \frac{Q}{d^2} \quad (68)$$

De la ecuación 68, teniendo los datos de los caudales y las velocidades se pueden hallar los diámetros interiores de las tuberías.

$$\text{Diametro interior de ramales} = d = \sqrt{21,22 \times \frac{198}{10}} = 20,49 \text{ mm} \quad (69)$$

El diámetro interior de los ramales debe ser de 20,49 mm de diámetro, pero los proveedores no tienen tubería de esa medida exacta con lo que se irá a la más cercana a la obtenida en la ecuación anterior, pero siempre por encima de ese valor. En este caso la medida más cercana es una tubería con diámetro interior de 25 mm que es equivalente a una tubería de 1".

Para realizar el cálculo del diámetro de los colectores se procederá de la misma manera.

$$\text{Diametro interior de colectores} = D = \sqrt{21,22 \times \frac{198}{10}} = 20,49 \text{ mm} \quad (70)$$

En el caso de los colectores, como se ve en la ecuación anterior, se obtiene un diámetro interior de 20,49mm. Como en casos anteriores al no existir dicha medida se accede a la siguiente que son las de 25 mm que en pulgadas es una medida de 1".

8.2.7.3 Rociadores en la sala de Bombas.

En la sala de bombas también hay que poner una protección con rociadores automáticos de agua, para ellos se siguen pautas que en las oficinas.

Al ser un riesgo ordinario, la superficie por rociador se considera igual que el de las oficinas, 12m².

La sala de bombas consta de 32m², por lo cual solo es necesaria la instalación de 2 rociadores en un único ramal.

La separación de los rociadores y el ramal a las paredes es de 2m y la separación entre rociadores 4m.

El caudal, el diámetro del ramal y la presión que sale por los rociadores es exactamente la misma que en las oficinas.

Los rociadores tienen un caudal de 99 l/min a una presión de 153 bares.

El ramal para alimentar estos rociadores tiene un diámetro nominal de 25mm que es equivalente a 1".

8.2.7.4 Accesorios de la instalación de rociadores

En las instalaciones de rociadores automáticos además de las tuberías y los rociadores se tienen otro tipo de elementos.

Al haber confeccionado un sistema mallado compuesto por un colector principal y otro secundario, en los extremos de dichos colectores se deben colocar bridas ciegas así como una válvula de limpieza en cada colector principal y otra en el colector secundario. Estas válvulas de limpieza son de tipo bola.

En las zonas más desfavorables que son en las que se han hecho el cálculo para los caudales unitarios, llamada área de operación, hay que poner una válvula de prueba del mismo diámetro que los rociadores.

Otro de los elementos y quizás el más importante es poner un puesto de control antes de la entrada del agua al colector principal. En total se tendrán 3 puestos de control uno para cada zona.

En el caso de las oficinas no hay que poner puesto de control, puesto que la tubería del colector principal de las oficinas, viene desde el colector principal de la zona 2.

8.2.8 Sistema de abastecimiento de agua contra incendios

Para el cálculo del abastecimiento de agua hay que acudir a la norma UNE 23.500 de sistemas de abastecimiento de agua contra incendios.

En el punto 4.2 de dicha norma, en la tabla 2, se selecciona el tipo de categoría del abastecimiento de agua. En el caso del almacén de calzado, como se ha visto anteriormente, se tiene tanto un sistema de BIE, como hidrantes y rociadores de riesgo extra, con lo que el abastecimiento de agua es de categoría 1.

En la tabla 3 del punto 4.3, se selecciona el tipo de abastecimiento que se va a instalar según su categoría. Se selecciona un abastecimiento superior, con depósito del tipo A o B con dos o más equipos de bombeo.

En el punto 4.3.1 aparecen los esquemas de las diferentes instalaciones de abastecimiento. La figura 7 de dicho punto es la que se corresponde con el tipo de abastecimiento seleccionado para el almacén de calzado.

8.2.8.1 Depósito de agua para sistemas de rociadores, hidrantes y BIE.

La capacidad de los depósitos de agua, como se puede ver en el punto 6 del RSCIEI, tiene que ser de la totalidad del caudal del sistema de rociadores y sumarle la mitad del caudal del sistema de hidrantes.

Los hidrantes tienen un caudal de 1500 l/min, mientras que en el apartado A.2.7 se han visto los diferentes caudales para el sistema de rociadores.

$$\text{Vol. total de agua rociadores} = 5005 \frac{\text{l}}{\text{min}} \times 90 \text{ min} = 450,450 \text{ m}^3 \quad (71)$$

$$\text{Vol. total de agua de hidrantes} = \frac{1500 \frac{\text{l}}{\text{min}} \times 90 \text{ min}}{2} = 67,5 \text{ m}^3 \quad (72)$$

Con lo cual para calcular el volumen total del depósito, basta con hacer la suma de los dos resultados de las ecuaciones 71 y 72.

$$\text{Vol. total depósito de agua} = 450,50 \text{ m}^3 + 67,5 \text{ m}^3 = 517,95 \text{ m}^3 \quad (73)$$

Como se puede ver en la ecuación anterior es un depósito de grandes dimensiones, con que se hace instala en la parte exterior del almacén lo más próximo posible al edificio como se ve en el plano 4.

El depósito puede ser de forma rectangular o cilíndrica, en este caso se instala uno de forma cilíndrica. Se sabe el volumen que debe tener el depósito con lo que seleccionando una altura se puede saber el radio.

$$\text{Volumen del deposito} = h \times r^2 \times \pi \quad (74)$$

Donde

h es la altura del depósito, en metros

r es el radio del depósito, en metros

8.2.8.2 Sistemas de bombeo para el abastecimiento de agua

Para la elección del sistema de bombeo hay que saber el caudal máximo simultáneo que deben proporcionar las bombas y las pérdidas de carga por fricción de las tuberías, en el punto hidráulicamente más desfavorable de la instalación de BIE, hidrantes y rociadores. En esta instalación el punto más desfavorable es el hidrante más alejado del sistema de bombeo.

8.2.8.2.1 Caudal de la bomba

Como se ha visto en el punto anterior el caudal máximo que se va a tener que proporcionar, es la suma del caudal de los rociadores y la mitad del caudal para los hidrantes.

$$Q_{\text{max. bomba}} = 5005 \text{ l/min} + \frac{1500 \text{ l/min}}{2} = 5755 \text{ l/min} \quad (75)$$

8.2.8.2.2 Pérdidas de carga por fricción en tuberías

Para conocer las pérdidas de carga, en primer lugar hay que conocer la longitud desde el sistema de bombeo hasta el hidrante hidráulicamente más desfavorable (Plano 4).

En primer lugar se van a calcular las longitudes equivalentes de los accesorios hasta el hidrante más alejado que es el que se sitúa en la esquina sudeste del almacén.

En el punto 6.4.3.2.1 de la norma UNE 23.500, aparece la tabla 15 en la que se especifican las longitudes equivalentes de tubería para accesorios y válvulas. Esta tabla es para tuberías de acero, que para este tipo de instalaciones son las más recomendadas.

La longitud desde la salida del grupo de bombeo hasta el hidrante hidráulicamente más desfavorable es de 223,16 m. A ésta longitud hay que sumarle las longitudes equivalentes de los accesorios. Desde la salida del grupo de bombeo hasta el hidrante hay 2 te roscadas normal, 5 codos de 90° roscado y una válvula de compuerta roscada.

$$\text{Longitudes equivalentes de accesorios} = (3,8 \text{ m} \times 2) + (1,9 \text{ m} \times 5) + 1,1 \text{ m} \quad (76)$$

Se suman las longitudes equivalentes de la ecuación anterior a la longitud de línea para saber la longitud total (ecuación 77).

$$\text{Longitud equivalente total de línea} = 18,2 \text{ m} + 223,16 \text{ m} = 241,36 \text{ m} \quad (77)$$

8.2.8.2.3 Presión total del grupo de bombeo

La presión en el sitio más desfavorable hidráulicamente, la presión tiene que ser de al menos 7,5 bares. A esta presión mínima hay que sumarle las pérdidas de carga y para ellos se utiliza la fórmula de Hazen-Williams.

$$p = \frac{6,05 \times 10^5}{C^{1,85} \times d^{4,87}} \times L \times Q^{1,85} \quad (78)$$

Donde

p es la pérdida de carga en el tubo, en bares;

Q es el caudal que pasa por el tubo, en litros por minuto;

d es el diámetro interior medio del tubo, en milímetros;

L es la longitud equivalente de tubos y accesorios, en metros;

C es una constante para el tipo y condición del tubo (véase tabla 22, norma UNE-EN 12.845)

$$p = \frac{6,05 \times 10^5}{120^{1,85} \times 65^{4,87}} \times 241,36 \times 1500^{1,85} = 23,16 \text{ bares} \quad (79)$$

A la pérdida de carga de la ecuación anterior hay que sumarle la presión mínima que debe salir por rociadores.

$$\text{Presión total grupo de bombeo} = 23,16 \text{ bares} + 7,5 \text{ bares} = 30,66 \text{ bar} \quad (80)$$

Se obtiene una presión muy alta para el grupo de bombeo. La norma UNE 23.500 dice que la presión máxima de impulsión del grupo de bombeo no debe ser superior a 15 bares.

Para poder rebajar la presión, se aumenta el diámetro de la tubería. Al aumentar el diámetro normal de la tubería, la velocidad en su interior también disminuye.

Se realiza el mismo cálculo de presión para una tubería de DN 100.

$$p = \frac{6,05 \times 10^5}{120^{1,85} \times 100^{4,87}} \times 234,42 \times 1500^{1,85} = 2,76\text{bar} \quad (81)$$

Al aumentar el diámetro nominal de la tubería de 65mm a 100mm, baja la presión considerablemente como se puede ver en la ecuación 81.

Ahora se suma la presión mínima que debe tener el hidrante a la salida.

$$\text{Presión total grupo de bombeo} = 2,76 \text{ bares} + 7,5 \text{ bares} = 10,26 \text{ bar} \quad (82)$$

En este caso si se cumple la norma con una presión de 10,26 bares como se puede ver en la ecuación anterior.

8.2.9 Sistema de señalización

El sistema de señalización está compuesto por carteles luminosos para diferentes sistemas de la instalación.

En este caso tanto los extintores, como las BIE y los pulsadores manuales deben tener un cartel en su parte superior para dar a conocer su existencia y ubicación.

Para los extintores se instalan un total de 94 carteles en un lugar cercano a ellos donde se puedan ver fácilmente.

En el caso de las BIE se colocan un total de 47 carteles los cuales se pueden colocar en la puerta de la caja de la BIE o en un lugar visible cerca de ellas.

Para los pulsadores manuales de alarma hay un total de 55 carteles, de igual manera que en los casos anteriores se ubican en un lugar visible.

En los planos no se representan los carteles puesto que como ya se ha visto se instalan en el mismo lugar que los extintores, BIE's y pulsadores.

9 BIBLIOGRAFÍA

- [1] Bayón, R. 1978, *La protección contra incendios en la construcción*, Reverte.
- [2] <http://www.tecnifuego-aespi.org/index2.php>
- [3] http://www.bomberosdenavarra.com/documentos/ficheros_documentos/fuego.pdf
- [4] <http://lema.rae.es/drae/srv/search?id=Nm2kT72hADXX2wc1Cs3W>
- [5] <https://firestation.wordpress.com/2010/10/30/clases-de-fuego-segun-une-en-2-1994a1-de-2005/>
- [6] https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=9Hw2ETh8QTEC&oi=fnd&pg=PA1&dq=sistemas+contra+incendios&ots=0-V2Od7m5I&sig=XrBk8_HTr4Z09V3VuCKjXVNLHQ0#v=onepage&q=sistemas%20contra%20incendios&f=false
- [7] <http://www.misextintores.com/lci/clases-de-fuegos>
- [8] <http://brigada19.es.tl/Tipos-de-Propagaci%F3n.htm>
- [9] <https://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/4778/2/Anexo%20A.pdf>
- [10] <http://www.seguridadproteccioncontraincendios.es/quimica-del-fuego-tipos-de-combustion/>
- [11] <http://www.seguridadproteccioncontraincendios.es/quimica-del-fuego-tipos-de-combustion/>
- [12] http://www.istas.ccoo.es/descargas/gverde/INCENDIO_EXPLOSION.pdf
- [13] <http://www.monografias.com/trabajos13/univpen/univpen.shtml>
- [14] <http://www.proteccioncivil.es/documents/11803/22691/Manual+de+Primera+Intervencion+fuego+uso+extintores>
- [15] [http://prevencion.asepeyo.es/apr/apr0301.nsf/ficheros/PPI0708012%20Bocas%20de%20incendio%20equipadas.pdf/\\$file/PPI0708012%20Bocas%20de%20incendio%20equipadas.pdf](http://prevencion.asepeyo.es/apr/apr0301.nsf/ficheros/PPI0708012%20Bocas%20de%20incendio%20equipadas.pdf/$file/PPI0708012%20Bocas%20de%20incendio%20equipadas.pdf)
- [16] http://www.redproteger.com.ar/editorialredproteger/serieelfuego/20_Los_Agentes_Extintores_La_Espuma_1a_edicion_Junio2011.pdf
- [17] http://www.grupoisastur.com/manual_isastur/data/es/1/1_6_2_1.htm
- [18] http://www.redproteger.com.ar/editorialredproteger/serieelfuego/23_Los_Agentes_Extintores_Los_PQS_1a_edicion_Junio2010.pdf
- [19] http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/501a600/ntp_536.pdf

- [20] <http://accsac.com/intranet/images/stories/Seguridad/simulacro/ExtintoresCartilla.pdf>
- [21] <http://www.misextintores.com/lci/tipo-y-clasificacion-de-los-extintores>
- [22] http://www.hezkuntza.ejgv.euskadi.eus/r43-sprlcont/es/contenidos/informacion/emergencias/es_sprl/adjuntos/implantacion/fuego_2013_c.pdf
- [23] <http://cursoemergencias.blogspot.com.es/2011/12/manual-de-usomanejo-de-extintores.html>
- [24] <http://www.mantenencies.com/bies-boca-de-incendios-equipada-manguera-de-incendios/>
- [25] <http://www.prefire.es/proteccion-contra-incendios/deteccion-incendio-gases-4.php>
- [26] http://www.construmatica.com/construpedia/C%C3%B3mo_Funciona_el_Detector_de_Incendio
- [27] <http://ipatagonicos.es.tl/Tipos-de-detectores.htm>
- [28] <http://alarmas.quotatis.es/tipos-de-alarmas>
- [29] <http://www.seguridadproteccioncontraincendios.es/hidrantes-contra-incendios-que-son-y-como-actuan-frente-a-incendios/>
- [30] <http://www.expower.es/hidrante-incendios.htm>
- [31] <http://contraincendio.com/hidrantes.html>
- [32] <http://www.prefire.es/proteccion-contra-incendios/rociadores-1.php>
- [33] http://www.construmatica.com/construpedia/C%C3%B3mo_Funcionan_los_Sistemas_de_Rociadores_Autom%C3%A1ticos
- [34] <http://www.fundacionfuego.es/autoproteccion/04-Sistemas-fijos-automaticos-extincion-incendios-PROSEGUR.pdf>
- [35] <http://www.tankeros.com/productos/aplicaciones/>
- [36] <http://www.prefire.es/qds/QDS-Bombajockey.pdf>
- [37] <http://teoriayquimicadelfuego.wikispaces.com/trianguloytetraedrodelfuego>
- [38] <http://www.expower.es/calor-temperatura.htm>
- [39] <http://www.pinstopin.com/clasificacion-de-extintores/>
- [40] <http://cemssaseguridad.es/productos/proteccion-contra-incendios/extintores/>
- [41] <http://www.revistaseguridadminera.com/emergencias/plan-deemergencia-explotaciones-mineras/>
- [42] <http://integradorespetra.com/redes-exteriores-de-hidrantes-y-monitores/>
- [43] <http://www.hidrantes.com/hidrante-llobregat-100-70-70/>

- [44] <http://blog.prefire.es/2012/02/grupos-de-presion-para-instalaciones-contraincendios/>
- [45] <http://www.bloquesautocad.com/senal-vertical-extintor/>

10 ANEXOS

ANEXO A. INFORMACIÓN ADICIONAL SOBRE LOS EQUIPOS

A.1 Información teórica para la mejor comprensión del proyecto

A.1.1 Concepto del fuego

El fuego se crea a partir de una reacción con un combustible en estado sólido, líquido o gas y un comburente (normalmente oxígeno). Para que se cree el fuego dicha reacción necesita una energía de activación (calor) durante un tiempo determinado. Al final no deja de ser una oxidación rápida en la que el oxígeno es el agente oxidante.

Un autor definió el fuego como *“una combustión viva que se manifiesta mediante llamas, emisión de humos y gases, y desprendimiento de calor; estos tres elementos tienen como carácter común el de elevarse en la atmósfera.*

Las llamas son la parte espectacular y visible del fuego, iluminan y atraen.

El humo, por el contrario, impide la visibilidad y provoca el pánico; los gases que le acompañan pueden ser tóxicos, invisibles y su difusión provoca la propagación del fuego. El humo corroe los objetos frágiles y obstaculiza el acercarse o alejarse del fuego.

El calor sobrecalienta el aire. La temperatura alcanza fácilmente los 250° en fuego doméstico; 800° en un incendio importante; 1100° en un gran desastre. El calor provoca la combustión espontánea en ciertos materiales, la deformación y la pérdida de resistencia de otros (dilatación, fusión, vaporización, explosión, etc.).

La combustión consume oxígeno y enrarece el aire ambiente hasta convertirlo en irrespirable.”

(Bayón, R. 1978, *La protección contra incendios en la construcción*, Reverte.)

A.1.1.1 Triángulo y tetraedro del fuego.

La mecánica de fluidos, la transferencia de calor y materia y la cinética química ayudan a entender el fuego y de la misma forma cuales pueden ser sus formas de extinción.

Habitualmente para describir el proceso de combustión se usa lo que se conoce como el triángulo del fuego.



Figura 1. Triangulo del fuego [37]

Como se observa en la imagen 1 el fuego no puede producirse sin que existan los tres factores: combustible, comburente y calor (energía de activación), que se pueden definir brevemente de la siguiente manera [2].

Combustible: Materia puede sufrir una rápida oxidación o arder en determinadas condiciones.

Comburente: El más común es el oxígeno. Es la sustancia que oxida el combustible en una reacción de combustión.

Energía de activación (calor): Para que el combustible y el comburente reaccionen es necesario aportar una cantidad de energía durante un tiempo determinado.

Durante muchos años la teoría del triángulo del fuego ha sido aceptada sin embargo en los últimos años se ha tenido en cuenta otro factor que no aparece que es la reacción en cadena. Dicha reacción desprende calor el cual es transmitido al combustible y lo

realimenta continuando de esta manera con la combustión. Teniendo en cuenta este último factor se crea lo que se denomina el tetraedro del fuego.

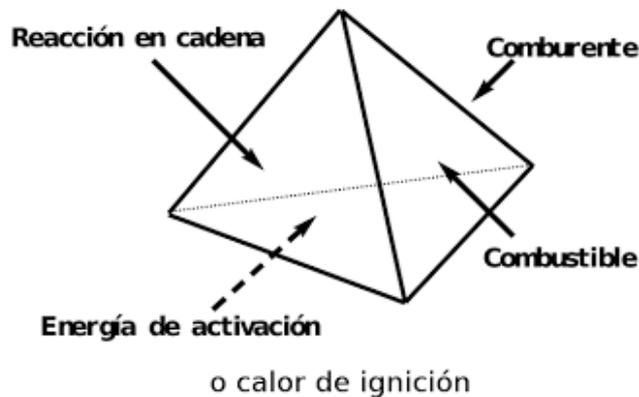


Figura 2. Tetraedro del fuego. [2]

Como se puede ver en la figura 2, cada cara del tetraedro corresponde a uno de los elementos básicos para la combustión. Si se elimina cualquiera de los cuatro elementos que componen el tetraedro se rompe el equilibrio y así se puede extinguir el fuego.

A.1.1.2 Clases de fuego.

Según la norma UNE-EN-2-1994/A1 de 2005 hay cinco clases de fuego [1] [4]:

Clase A: Esta clase de fuegos correspondes a materiales sólidos, principalmente de naturaleza orgánica, en los que pueden formarse brasas, como por ejemplo: madera, papel, cartón, plásticos termoestables, etc. El principal agente extintor para esta clase de fuegos suele ser el agua (figura 3).



Figura 3. Clase de fuego A [7]

Clase B: Son fuegos de líquidos inflamables y sólidos fácilmente fundibles a causa del calor, que son los denominados sólidos licuables, como ejemplo tenemos: gasolina, petróleo, alcohol, gasóleo, etc. Para su extinción se usan polvos secos comunes, agua, polvos secos multiusos, anhídrido carbónico, espuma e hidrocarburos halogenados (figura 4).



Figura 4. Clase de fuego B [7]

Clase C: Los fuegos de este grupo son los que pueden darse en los equipos eléctricos, electrodomésticos, interruptores, cajas de fusibles, herramientas eléctricas, etc. Como agente extintor deben utilizar una sustancia que no sea buena conductora de la electricidad como el bióxido de carbono (figura 5).



Figura 5. Clase de fuego C [7]

Clase D: Son los fuegos en materiales metálicos y polvos de metal como por ejemplo: magnesio, sodio, potasio, circonio, etc. En este tipo de fuegos se crea una combustión muy violenta así como una llama muy intensa, también desarrollan temperaturas muy altas y una fuerte radiación calórica. No se deben tratar de extinguir con agua puesto que crea una reacción muy violenta, como agente extintor es conveniente utilizar el cloruro de sodio y el grafito granulado (figura 6).



Figura 6. Clase de fuego D [7]

Clase E: También conocidos como fuegos de clase K. Se crea esta nueva clase de fuegos en consecuencia de haberse observado una gran dificultad para la extinción de freidoras industriales, dentro de este grupo también quedan incluidos los combustibles que arden en presencia de equipos eléctricos de baja tensión o cables (figura 7).

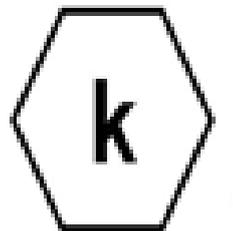


Figura 7. Clase de fuego K [7]

A.1.1.3 Clasificación de la combustión.

Existen cuatro tipos de combustión que dependen de la velocidad de la reacción [2]:

Combustión lenta u oxidación: Se produce con una lenta inflamación del combustible con lo que se desprende poco calor y sin emisión de luz.

Combustión rápida o fuego: Es una combustión instantánea que se produce a una velocidad de propagación rápida. En este caso se produce una fuerte emisión de luz y calor en forma de llamas. Cuando la velocidad de propagación es alta se crea una explosión, dentro de las cuales podemos encontrar dos subgrupos [10]:

Deflagración: En este tipo de combustión la velocidad de reacción es menor que la del sonido.

Detonación: La velocidad de reacción es la más alta, es mayor que la velocidad del sonido que son 340 m/s [11].

A.1.1.4 Formas de propagación del fuego.

La propagación del fuego es un factor muy importante a tener en cuenta a la hora de tomar medidas preventivas, este puede propagarse de tres maneras diferentes (figura 8) [6]:

Conducción: Esta forma de propagación es cuando dos objetos están en contacto directo, el calor del objeto más caliente pasa al objeto más frío.

Convección: El aire caliente al ser menos denso tiende a ir hacia arriba ocupando ese hueco una masa de aire frío, de esta forma se genera una corriente ascendente que transporta el calor hacia arriba.

Radiación: El calor se transmite mediante ondas calóricas que viajan a través del aire sin que exista ningún tipo de movimiento, este tipo de propagación se da en distancias cortas [8].

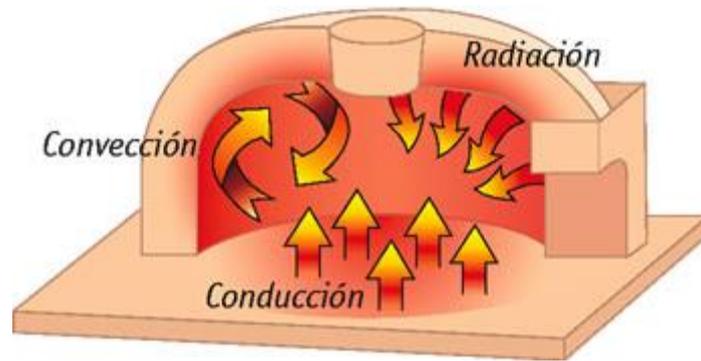


Figura 8. Formas de propagación del fuego [38]

A.1.2 Causas de los incendios

Se puede decir que los incendios se crean a causa de una fuente de calor lo suficientemente alta la cual puede crear una combustión. Según varias estadísticas el 90% de los incendios tanto en industria como en local comercial y vivienda, son ocasionados por las siguientes causas [12] [22]:

Incendios eléctricos	19%
Roces y fricciones	14%
Chispas mecánicas	12%
Fumar y fósforos	8%
Ignición espontanea	7%
Superficies calientes	7%
Chispas de combustión	6%
Llamas abiertas	5%
Soldadura y corte	4%
Materiales recalentados	3%
Electricidad estática	2%

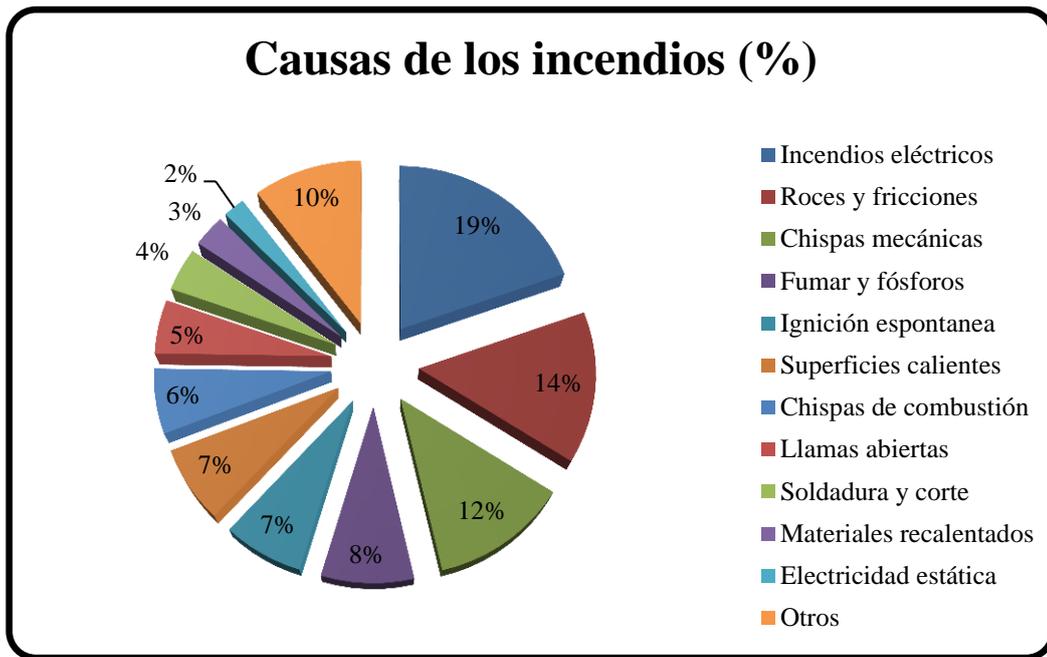


Grafico 1. Porcentaje de las diferentes causas de los incendios.

A.1.3 Métodos de extinción

Como se ha mencionado anteriormente un fuego dejara de existir si actuamos en cualquiera de los elementos representados en la figura 2.

Dependiendo de que elemento de los cuatro se elimine se tendrá un tipo de extinción u otro. Al tener cuatro elementos (combustible, comburente, energía de activación y reacción en cadena), tendremos cuatro métodos de extinción:

Dilución: Consiste en eliminar el elemento de combustión. Es el método más eficaz de extinción pero a su vez el más difícil de realizar (figura 9).



Figura 9. Extinción por dilución [13]

Sofocación: Tiene como misión eliminar el oxígeno de la combustión. Esto se consigue desplazando el oxígeno con un gas inerte o cubriendo el fuego con un elemento incombustible (figura 10).



Figura 10. Extinción por sofocación [13]

Enfriamiento: Se reduce la temperatura del combustible. Al enfriar la superficie del material en llamas, no deja escapar suficientes vapores para mantener el rango de combustión en la zona de fuego (figura 11).



Figura 11. Extinción por enfriamiento [13]

Rotura de la reacción en cadena: Impide la transmisión de calor de unas partículas a otras del combustible. Esto se logra interponiendo elementos catalizadores entre dichas partículas (figura 12).



Figura 12. Extinción por rotura de la reacción en cadena [13]

A.1.4 Equipos de sistemas contra incendios

En las instalaciones de los sistemas contra incendios hay que tener en cuenta varios aspectos para que sea eficiente, sin sobredimensionamientos y eficaz. Para ello es muy importante conocer las características de los equipos que se van a montar.

Una instalación de contra incendios está compuesta por varios elementos, entre los que se encuentran:

Extintores portátiles

Bocas de incendio equipadas (BIE)

Hidrantes

Detectores automáticos de incendios

Sistemas manuales de alarma

Sistemas de comunicación de alarmas

Abastecimiento de agua

Rociadores automáticos

Señalización e iluminación

A parte de estos equipos y sistemas contra incendios hay más como los sistemas de columna seca, sistemas de extinción por agua pulverizada, sistemas de extinción por espuma física de baja expansión, sistemas de extinción por polvos y sistemas de extinción por agentes extintores gaseosos.

Estos últimos sistemas y equipos se resumirán muy brevemente puesto que no es necesaria su instalación para este almacén de zapatos.

A.1.4.1 Extintores portátiles

Los extintores son equipos normalmente cilíndricos, los cuales contienen un agente extintor en su interior. Es el primer elemento que se utiliza en el inicio del fuego y muchas veces de ellos depende que el fuego se propague o no, por eso es muy importante que se adecuen a la clase de fuego que se pueda crear, que tengan un buen mantenimiento y formar a los empleados para su correcto uso.

La acción del agente extintor que contiene actúa sobre unos de los cuatro elementos del tetraedro del fuego y realiza la extinción por eliminación de oxígeno y combustible, reducción de la temperatura e inhibición de la reacción en cadena [12].

Normalmente un extintor está formado por los componentes que aparecen en la figura 13 [20].

Gatillo: Esta situado en la parte superior del extintor. Se presiona para permitir la salida del agente extintor.

Asa de transporte: Es la parte inferior del gatillo y no es móvil sino fija. Para poder transportar el extintor se tendrá que agarrar de dicha asa.

Seguro: Es una medida de seguridad que se pone en la palanca de accionamiento para impedir que se pueda pulsar. Hay que extraer el pasador para poder accionar el extintor.

Cilindro costurado: Recipiente metálico normalmente de forma cilíndrica el cual alberga en el interior el agente extintor.

Manguera: Va acoplada al cuerpo y con ella podemos dirigir el chorro en una dirección u otra.

Tobera: Se coloca en el extremo de la manguera por donde va a salir el agente extintor al exterior y sirve para difuminar dicho agente y que no salga un chorro muy basto.

Manómetro: Indica la presión del agente impulsor en el interior del extintor

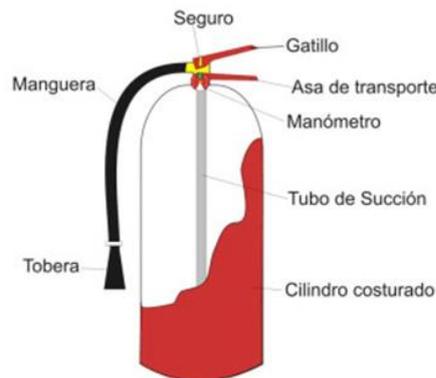


Figura 13. Componentes de un extintor [39]

A parte de estos elementos un también dispone de un agente extintor el cual será el encargado de extinguir el fuego, un agente impulsor que suele ser nitrógeno y un etiquetado del que se hablara más en profundidad posteriormente [13].

A.1.4.1.1 Clasificación de los extintores

Los extintores se pueden clasificar según su movilidad, según su sistema de presurización y según el agente extintor que contiene. Las dos primeras propiedades no darán limitaciones a la hora de extinguir un fuego, pero dependiendo del agente extintor que contenga en su interior servirá para un tipo de fuego u otro, en la figura 14 se pueden ver varios tipos de extintores [14].

Según su movilidad se clasificaran en tres grupos [21]:

Portátiles: Son los extintores más utilizados y conocidos. Se pueden llevar a mano de un lado a otro con lo que para poder manipularlos fácilmente su peso no deberá ser superior a 20 kg.

Móviles: Al igual que los portátiles se pueden transportar de un lugar a otro con la diferencia de que los móviles llevan ruedas instaladas con lo que también pueden pesar más de 20 kg.

Fijos: Son complementos a los sistemas de detección automáticos, los cuales se describirán posteriormente. Son parte de la estructura del edificio y funcionan automáticamente.



Figura 14. Diferentes tipos de extintores [40]

Según su sistema de presurización [17]:

Extintores permanentemente presurizados (figura 15): Son los que el cuerpo del extintor está presurizado en todo momento. Este tipo de extintores a la vez se dividen en dos grupos.

Los de presión propia.

Los de presión incorporada.



Figura 15. Extintor permanentemente presurizado [14]

Extintores no presurizados permanentemente o de presión adosada (figura 16): El agente extintor no se encuentra presurizado con lo que habrá que presurizarlo en el momento de su utilización. El gas impulsor, a diferencia de los extintores de presión incorporada, va metido en un botellín independiente ya sea en el interior o adosado al cuerpo. Este tipo de extintores no necesitan manómetro y suelen ser de tipo agua o polvo químico.



Figura 16. Extintor no presurizado permanentemente [14]

Según su agente extintor [17] [16]:

El agente extintor se seleccionara acorde al tipo de fuego que se tenga y de la manera que se crea más conveniente realizar la extinción.

Agua: Es el agente extintor más antiguo y el más económico. El agua extingue principalmente por enfriamiento bajando la temperatura del combustible, en forma de chorro o finamente pulverizada.

También puede hacerlo por sofocación puesto que los vapores del combustible juntos con el oxígeno del agua generan una atmosfera inerte. En forma de chorro solo es posible utilizarla para la extinción de fuegos de clase A.

Cuando esta finamente pulverizada o nebulizada puede extinguir fuegos de clase A y clase B siempre que estos últimos se traten de combustibles líquidos no solubles en el agua, denominados líquidos pesados. Sin embargo nunca se utilizara el agua para la extinción de fuegos de clase E puesto que hay peligro de electrocución [17].

Anhídrido carbónico (CO₂): También conocido como nieve carbónica, se consigue su estado sólido gracias a la compresión. Normalmente se utiliza mediante extintores de los cuales suele salir a una temperatura más o menos de -90°, al ser más pesado que el aire desciende y extingue el fuego por enfriamiento y sofocación.

Se usa en fuegos de clase B pero su mayor aplicación es para fuegos de clase E puesto que el anhídrido carbónico, al no ser un conductor, es muy eficaz contra fuegos eléctricos.

Hay que tener cuidado con el CO₂ porque al tener una concentración muy baja de oxígeno es asfixiante. Hay que tener cuidado y no utilizarlo en locales muy pequeños y cerrado, y donde haya gente trabajando. También hay que tener en consideración que al salir a temperaturas muy bajas puede producir quemaduras y abrasiones en la piel [16].

Espuma física: La espuma física son burbujas llenas de aire unidas entre sí gracias a un estabilizador. Este agente extintor crea una manta que recubre el líquido en combustión, apagándolo por sofocación.

La espuma se debe romper siempre contra paredes o estructuras verticales y no echarlo directamente al líquido. También hay que tener en cuenta en no utilizarlo conjuntamente con agua porque rompe y disuelve la manta de espuma.

La espuma física es muy conveniente para fuegos de clase A y clase B a no ser que los combustibles líquidos de estos últimos, sean solubles en agua, puesto que como se ha mencionado anteriormente se disuelve y desaparece la manta de espuma [16].

Polvo: El polvo seco es una mezcla de polvos que se aplica mediante extintores, mangueras o sistemas fijos. Hay diferentes tipos de polvos formados por diversos compuestos químicos [18]:

Bicarbonato sódico

Cloruro sódico

Bicarbonato potásico

Cloruro potásico

Sulfato potásico

Fosfato mono amónico

Urea + Bicarbonato potásico

Estos polvos forman entre el aire y el líquido combustible una pantalla, impidiendo que el oxígeno alimente el fuego, es decir, extingue el fuego por medio de la sofocación. Este tipo de agente extintor se utiliza para fuegos de clase B, clase C y clase E.

También puede utilizarse en fuegos de clase A pero inmediatamente habrá que utilizar agua para que las llamas no se reaviven. Hay extintores de polvo de tipo BC, esto es porque son eficaces contra fuegos de clase B y clase C, mientras que los ABC solo para fuegos de clase A, clase B y clase C. Estos últimos son los más utilizados puesto que sirven prácticamente para toda clase de fuegos.

Con el polvo seco hay que tener cuidado a la hora de utilizarlo puesto que aunque no es tóxico, si limita la visibilidad inmediatamente después de la descarga, pudiendo dificultar de esta forma a la persona que está extinguiendo las llamas [17].

Sustitutos de los compuestos halogenados: En un principio los compuestos halogenados eran unos agentes extintores muy buenos, sin embargo se descubrió que poseían una elevada toxicidad, perjudicaban a la capa de ozono y al contener bromo también contribuían a la reducción del ozono en la atmosfera.

A consecuencia de lo mencionado anteriormente se decidió sustituir estos compuestos halogenados por unos productos que no se descompusieran conocidos como clorofluorocarbonos (CFC). Aunque hay muchos tipos, los más utilizados a nivel estatal son:

FM 200

Fe 13

ARGON

INERGEN

Estos últimos tiene la misma eficacia extintora pero son más respetuosos con el medio ambiente y menos tóxicos.

Los CFC son muy eficaces contra fuegos de tipo eléctrico aunque también son aceptables para fuegos de clase A y clase B [16].

A.1.4.1.2 Clasificación de los extintores respecto de la clase de fuego

En la siguiente figura se muestra los diferentes tipos de extintores a utilizar respecto a las diferentes clases de fuego.

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

Siendo: ***Muy adecuado ; **Adecuado ; *Aceptable

Notas:

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

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

Figura 17. Agentes extintores para diferentes tipos de fuegos [41]

A.1.4.1.3 Eficacia extintora

La eficacia extintora es el poder de extinción que tienen los diferentes agentes extintores para las diferentes clases de fuego. Dicha eficacia se tiene puesta en el cuerpo del extintor, en un lugar visible para la fácil identificación de la clase de fuego que puede extinguir.

Mediante letras y números se determina la eficacia, haciendo referencia la letra a la clase de fuego y el número a la cantidad de combustible que es capaz de extinguir.

Por ejemplo si se tiene un extintor de tipo 113 B, significa que es capaz de extinguir fuegos de clase B y de 113 litros de un combustible líquido [19].

A.1.4.1.4 Inscripciones del extintor

Como se ha comentado anteriormente los extintores dispondrán de unas inscripciones en el cuerpo (figura 18). Sirven para que el usuario tenga un conocimiento de las prestaciones, limitaciones y estado del extintor.

Todos los extintores deben ir provistos de una etiqueta de instrucciones y características y otra de diseño.

Dichas placas o etiquetas deberán ir en un lugar visible para poder leerse rápidamente en caso de tener que hacer uso del extintor, y de manera que no puedan ser borradas manualmente o a causa del paso del tiempo.

En la placa timbre deberá aparecer el número de registro, la presión de timbrado, la fecha del primer timbrado y casillas vacías para futuros timbrados. El timbrado de un extintor se debe hacer cada 5 años siendo el número máximo de timbrados 3, es decir, teniendo una vida útil el extintor de 20 años. Éste timbrado debe hacerse por el fabricante o el responsable mantenedor del extintor. En el caso de los extintores de CO₂ no debe hacerse debido a que no tienen fecha de caducidad.

En la placa de características se tendrán datos como, el modo de empleo del extintor, la eficacia extintora, la carga nominal en kg o litros, el agente extintor que contiene y la clase de fuego que puede extinguir.

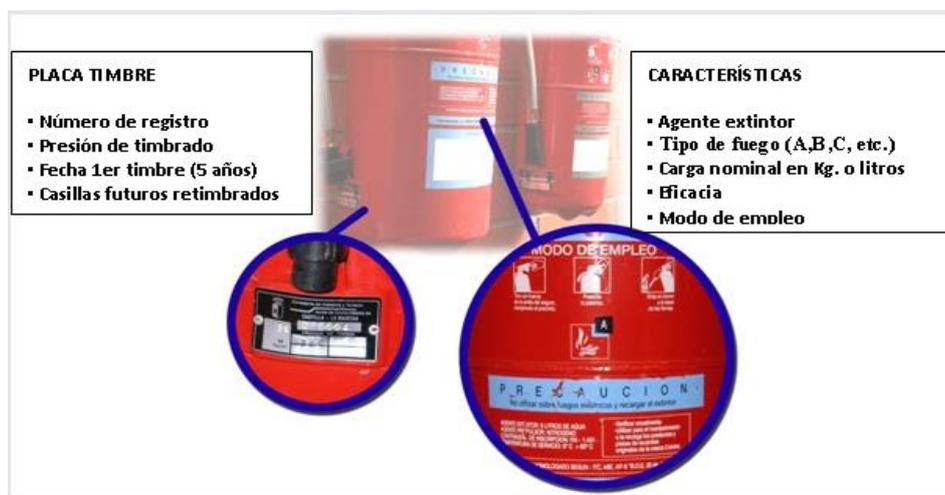


Figura 18. Placa timbre y características del extintor [23]

A.1.4.2 Boca de incendio equipada (BIE)

Una boca de incendios equipada o BIE es otro de los sistemas de contra incendios, junto con los extintores, para la extinción del fuego en su fase inicial.

Está formado por un conjunto de elementos (figura 19), los cuales transportan el agua desde el punto de abastecimiento hasta el fuego para luego proyectarlo sobre él [25].

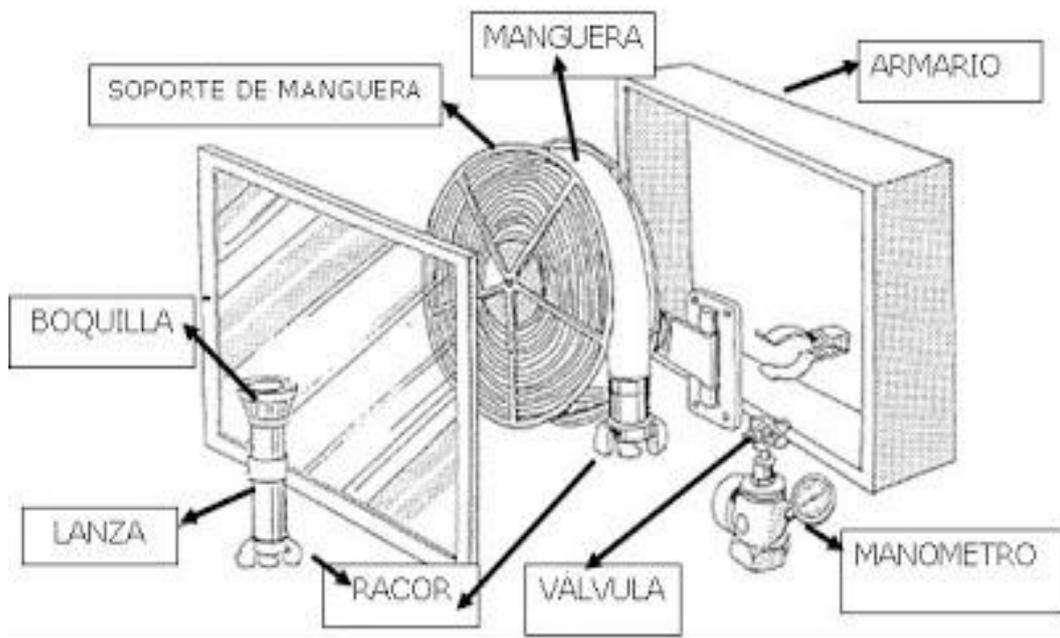


Figura 19. Elementos de una boca de incendio equipada [23]

Como se puede ver en la imagen anterior son varios los elementos que componen una BIE, el armario, manómetro, manguera, válvula, racor, lanza, boquilla y soporte de la manguera. Estos elementos estarán debidamente acoplados entre si y como se ha mencionado anteriormente permanentemente conectados a una red de abastecimiento de agua [23].

A.1.4.2.1 Descripción de los elementos

A continuación se describirán brevemente los diferentes componentes que forman una BIE vistos en el apartado anterior [14].

Armario: Es el elemento que debe albergar todos los componentes que forman la BIE en su interior. Este elemento es opcional puesto que en algunos casos será necesario y en otros no, pero en caso de que sea necesario, debe garantizar un rápido y correcto despliegue de la manguera. Estará compuesto por una puerta frontal con un dispositivo de apertura y cierre manual, o un cristal que se pueda romper de manera sencilla con un rotulo que diga “rómpase en caso de incendio”. El armario debe disponer de aberturas de ventilación.

Manómetro: Este elemento mide la presión de agua que existe en la red. Estará situado antes de la válvula de apertura y cierre general de la BIE y su lectura deberá ser de entre 3,5 y 6 Kg/cm².

Manguera: Son tubos flexibles o semirrígidos y transportan el agua desde el racor hasta la lanza. Las mangueras semirrígidas son de 25 milímetros de diámetro interior y con una longitud de entre 20 y 30 metros, mientras que las mangueras flexibles tienen un diámetro interior de 45 milímetros y con una longitud de entre 15 y 20 metros.

Válvula: Como se ha mencionado en el párrafo anterior estará situada después del manómetro. Este elemento permitirá la apertura y cierre del paso del agua desde la red hasta la manguera. Su composición será de un material metálico resistente a la corrosión y a la oxidación.

Racor: Es una pieza metálica la cual ofrece un acoplamiento rápido y sencillo de la manguera con las válvulas y las lanzas. En España el tipo de racor a utilizar está normalizado por el Real Decreto 824/1982, dicho racor será del tipo Barcelona.

Lanza: Se acopla mediante el racor a la manguera y tiene forma cilíndrica o troncocónica, compuesto por un material metálico resistente a la corrosión y a los esfuerzos mecánicos.

Boquilla: Es una parte de la lanza que permite abrir y cerrar el paso del agua. También regula la forma de salida del el agua teniendo tres posiciones, chorro sólido, cono de ataque y pantalla de protección.

Soporte de manguera: Es el elemento en donde se enrosca la manguera para luego desplegarla de una forma rápida y eficaz. Debe ser resistente a los esfuerzos que se puedan crear al desenrollar la manguera y a su peso. En las BIE de 25 mm el soporte debe ser de devanadera giratoria mientras que en las de 45 mm puede ser de devanadera o de tipo plegadora.

A.1.4.3 Pulsadores de alarma

Es un componente del sistema de detección contra incendios. Como se puede ver en la figura 20 consta de un pulsador con un led en el centro y cubierto por un cristal.

En caso de incendio al presionar dicho cristal se rompe y se puede acceder al pulsador, se presiona y manda una señal de incendio a la central para que procese la señal, y se enciende el led que se sitúa en el centro indicando su situación de alarma.

Existen dos tipos de pulsadores de alarma, los que dan la señal a la central solo con romper el cristal, o los que dan la señal a la central presionando el pulsador.



Figura 20. Pulsador manual de alarma [25]

A.1.4.4 Detectores

Son un componente más del sistema de contraincendios. Es la manera más eficaz de detectar un incendio en su fase inicial.

La capacidad que de detectar el incendio en su fase inicial, permite tomar medidas eficaces para la extinción, para la evacuación y para el buen control del incendio.

Dependiendo del tipo de detector, los cuales se explicaran posteriormente, lleva a cabo la función de vigilancia de un área concreta y actúan sin necesidad de la intervención humana [26].

A.1.4.4.1 Secuencia de funcionamiento

Se activan en presencia de humo, llama o aumento de temperatura dependiendo del tipo de detector que se instale.

En caso de propagación del fuego se van activando los sensores que se encuentren en la línea de avance del fuego.

En cuanto se activa, al menos uno, manda una señal a la central de control.

La central es la encargada de recibir la señal del detector y mandársela a los sistemas de extinción, evacuación y alarma del sistema para que actúen.

A.1.4.4.2 Tipos de detectores

Existen tres tipos diferentes de detectores, de humo, de llama y de temperatura.

Detectores de humo: Detectan el fuego en sus primeras etapas puesto que se activan al detectar humo. Existen dos tipos de detección de humos [27]:

De tipo óptico: Son detectores basados en células fotoeléctricas que al oscurecerse por el humo o iluminarse por la reflexión de la luz en las partículas del humo, se activan generando una señal eléctrica. Detectan humos visibles.

Dentro de los detectores de tipo óptico podemos encontrar tres tipos de detectores:

Detectores ópticos puntuales.

Detectores ópticos lineales de haz o barreras lineales.

Detectores ópticos de humo por aspiración.

Estos últimos son el tipo de detector más nuevo y moderno que se puede encontrar, toman muestras constantes de aire aspirándolo y mediante una red de tuberías lo llevan hasta un sensor.

Detectores de llama: Este tipo de detectores se basan en la detección de la radiación de las llamas. Son capaces de detectar la radiación ultravioleta, infrarroja o una combinación de ambas.

Son muy útiles para zonas donde haya riesgo de una rápida propagación del fuego o para zonas exteriores.

Son capaces de dar una respuesta más rápida a la llama que los detectores de humo pero son incapaces de detectar humos con lo que no son de uso general sino que tienen usos muy específicos [25].

Detectores de temperatura o de calor: Son los detectores más sensibles pero tienen una gran resistencia a las condiciones medioambientales. Dentro de estos detectores podemos encontrar tres tipos:

Detectores térmicos: Se activan al alcanzar una temperatura determinada en el ambiente.

Detectores termo velocímetros: Se activan cuando la temperatura aumenta de manera brusca.

Cable sensor de temperatura: Es un cable de fibra óptica el cual da una respuesta rápida a la detección lineal del calor a lo largo de todo el cable.

A.1.4.5 Sistemas de alarma

Son elementos de notificación tanto visual como audible de un incendio [28].

Sirven para alertar a las personas de un posible incendio, y así procedan a la evacuación del edificio.

Las alarmas pueden ser disparadas por las actuaciones del sistema de detección o por los pulsadores.

Los sistemas de alarma visuales pueden ser con una emisión de luz continua o a modo de flash.

Los sistemas de alarma audibles constaran de una sirena de un cierto nivel de decibelios acompañado por una grabación la cual comunicará que hay una emergencia y las pautas a seguir para la correcta evacuación del edificio (figura 21).



Figura 21. Alarma acústica (izquierda) y óptica (derecha) [46]

A.1.4.6 Hidrantes

Son aparatos conectados a un abastecimiento de agua que tienen como objetivo el suministro de agua en caso de incendio a los servicios de emergencia o a los bomberos, para que puedan conectar sus mangueras y equipos de extinción [29].

Normalmente se sitúan en la zona exterior del edificio o construcción, aunque no siempre tiene porque ser de esta manera, y debidamente señalizados.

Existen dos tipos de hidrantes, de columna y bajo tierra.

Hidrantes de columna (figura 22): Son los hidrantes más comunes puesto que son los más utilizados. La columna está vacía y no contiene agua en su interior con lo que son muy apropiados para lugares en donde pueda haber heladas. De esta forma se evita que el agua se hiele y al expandirse poder provocar roturas de tuberías [30].



Figura 22. Hidrante de columna [42]

Hidrantes bajo tierra (figura 23): Se conectan a una red de abastecimiento de agua la cual está soterrada. Al estar bajo tierra también se previene el riesgo de heladas y se puede hacer un ahorro de espacio [31].



Figura 23. Hidrante bajo tierra [43]

A.1.4.7 Rociadores automáticos

Los rociadores automáticos de agua también son conocidos por su nombre en inglés “sprinklers”.

Es un sistema completamente independiente y automático, es decir, no necesita de ningún otro sistema que lo active.

Los rociadores están conectados a una red de agua presurizada, la incidencia de la temperatura actúa sobre una parte de su cuerpo llamada ampolla, y al desprenderse deja libre el paso del agua. Al dejar libre el paso del agua desprenden una gran cantidad de agua.

En primera estancia se activaría un rociador y en caso de que no fuese necesario irían activándose los contiguos para ayudar a la extinción del incendio.



Figura 23. Secuencia de activación de un rociador automático [34]

En la imagen anterior se puede ver como es la secuencia de accionamiento de un rociador automático desde que se encuentra en reposo hasta que la temperatura rompe la ampolla y deja salir el agua.

Los colores de las ampollas varían según la temperatura a la que se rompen tal y como se puede ver en la siguiente imagen (figura 24).



Figura 24. Relación de colores de ampollas y temperaturas a las que explotan [34]

El color de las ampollas también tiene relación con la respuesta del rociador a la temperatura, siendo las ampollas de color rojo las que tienen una respuesta ordinaria y las de color negro una respuesta muy rápida [32].

A.1.4.7.1 Tipos de rociadores automáticos

Existen tres tipos de rociadores automáticos diferentes que se describen brevemente a continuación [33].

Sistemas de tubería mojada: Se trata del sistema más utilizado de los tres. En este caso la red de tuberías se encuentra presurizada con agua y en el momento en que la ampolla se rompe, el agua fluye y sale por el rociador.

Sistemas de tubería seca: La única diferencia de este sistema con el anterior es que la instalación aguas abajo del puesto de control no se encuentra presurizada con agua.

Sistemas de acción previa: Se trata de un sistema de tubería seca, con la peculiaridad de que requiere de la señal de un sistema paralelo de detección de incendios que actúe sobre la válvula de control para liberar el agua y así abastecer con ella los rociadores que han sido afectados por el incendio.

A.1.4.8 Abastecimiento de agua

El abastecimiento de agua de un sistema contra incendios está compuesto por el aljibe en caso de que lo hubiera y los sistemas de bombeo.

A.1.4.8.1 Aljibe

El agua para los rociadores, hidrantes y bocas de incendio equipadas pueden cogerse desde la red directamente, pero para instalaciones muy grandes la presión que dan es muy pequeña con lo que se acumula agua en un aljibe para después bombearla a los sistemas.

Un aljibe es un depósito de grandes dimensiones (figura 25) de agua el cual se abastece por la red pública y luego con un grupo de bombeo, esa agua acumulada, se lleva a los diferentes sistemas de la instalación contra incendios.

El agua almacenada en el aljibe es de uso exclusivo para los diferentes sistemas de una instalación contra incendios.



Imagen 25. Aljibe para sistema contra incendios [35]

A.1.4.8.2 Sistemas de bombeo

Para el sistema de bombeo hay que instalar dos tipos de bombas y un motor diésel opcional, que puede ser sustituido por otra bomba (figura 26) [35].

Bomba jockey: Este tipo de bombas son las primeras en entrar en funcionamiento en caso de que una ampolla de un rociador se rompa, y en consecuencia, haya una pérdida de presión en el circuito. Normalmente se utilizan para compensar las pequeñas pérdidas que tiene la red y mantener el circuito presurizado.

Bomba eléctrica: Como su nombre indica son bombas eléctricas accionadas por un grupo electrógeno exclusivo para ella. En caso de que arranque la bomba jockey y la presión en el circuito siga cayendo, esta bomba se pondrá en funcionamiento.

Motor diésel: Estos motores no se encuentran en todas las instalaciones. En algunos casos no se instala motor diésel para instalar una segunda bomba eléctrica. Es el último sistema de bombeo que se pone en funcionamiento en caso de que la bomba jockey y la eléctrica no sean capaces de elevar la presión del circuito.

Para hacer un resumen de la secuencia de activación, en caso de que una ampolla se rompa entrara en funcionamiento la bomba jockey, puesto que habría una pérdida de presión en el circuito.

En caso de que no sea capaz de aumentar dicha presión, significará que más ampollas se han roto, es decir, que hay más rociadores en funcionamiento, y por consiguiente tendrá que arrancar la bomba eléctrica.

Como último recurso si hay muchos rociadores en funcionamiento y en consecuencia una caída de presión muy grande, entrará el motor diésel o una segunda bomba eléctrica en funcionamiento.



Figura 26. Grupo de bombeo para instalación PCI [44]

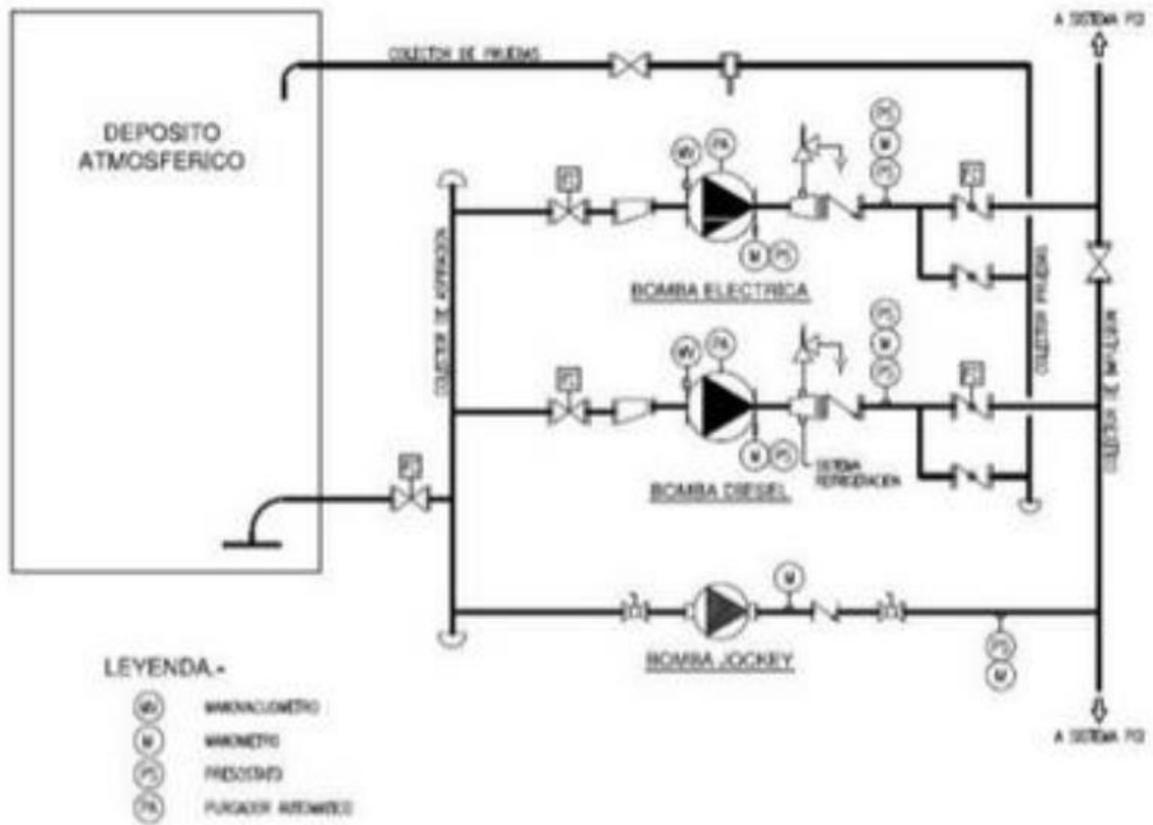


Figura 27. Esquema de instalación grupo de bombeo [44]

A.1.4.9 Señalización

En el caso de las señales de sistemas de contra incendios están hechos de PVC rígido, metal o aluminio.

Son capaces de verse en la oscuridad, para ello se pintan con una pintura especial la cual se recarga con la luz solar para luego, en ausencia de luz poder iluminar.

En la siguiente figura se ven los algunos tipos de carteles de señalización para diferentes equipos de la instalación.



Figura 27. Señales para sistemas de PCI [45]

ANEXO B. NORMATIVA

B.1 NORMATIVA UTILIZADA PARA REALIZAR EL DISEÑO DE LA INSTALACIÓN

Toda la normativa que se ha utilizado para este trabajo fin de grado está reflejada en la página web de creación propia:

<https://naikecg.wix.com/une-tfg>

ANEXO C. CARACTERÍSTICAS

C.1 HOJAS CARACTERÍSTICAS

LPB-700

Detector de humo lineal IR



Barrera analógica de detección de humo por reflexión de haz de luz infrarroja para centrales de la serie ID50/60 e ID3000. Compuesta por emisor y receptor montados en la misma unidad y un elemento reflector. Se conecta directamente al lazo de comunicaciones analógico y se alimenta del propio lazo, direccionamiento de 01 a 99. Fácil alineación, indicándose el valor de la señal recibida en dos displays de 7 segmentos. Incorpora compensación por suciedad, tres leds de estado y aislador de cortocircuito. Se incluye un reflector de 200 x 230 mm para distancias de 10 a 70 m, siendo necesario un complemento adicional para distancias superiores (6500-LRK). Ideal para la protección de naves de gran superficie y espacios con techos muy altos. Incluye filtros de prueba.

Características

• Consumo:	2mA en reposo; 3mA en avería; 11,2mA en alarma y 20mA en alineación
• Valores contacto de relé:	0,5A a 30Vcc
• Humedad relativa:	10% a 93% sin condensación
• Alcance:	de 5m a 100m, hasta 1400m ² de cobertura
• Peso:	1,7Kg
• Dimensiones en mm:	175 (ancho) x 225 (alto) x 50 (fondo)
• Aprobada según los requisitos de:	EN54-12.
• Certificado CPD:	0832-CPD-0330

Boca de agua 2 1/2" bajo nivel de tierra



Boca de Agua

	solo hidrante con racor UNE	c/ arqueta completa	c/ cerco y tapa rectangular uso ligero
1 boca de 1 1/2"	334,16 □ HBHE25145U	437,03 □ HBHE25145AU	473,10 □ HBHE25145RU
1 boca de 2 1/2"	300,58 □ HBHE25165U	423,82 □ HBHE25165AU	439,52 □ HBHE25165RU

Señalización óptica y acústica



AB360

39,57 €

Campana de alarma de acero de 6" de bajo consumo a 24 Vcc / 20 mA para interior, color rojo. Potencia acústica máxima de 95 dB. IP21C. Dimensiones: Ø150x64mm. Temperatura de trabajo: -10°C a 55°C. Certificado CPD según norma EN54 parte 3.



AS363

36,28 €

Sirena de alarma de policarbonato a 24Vcc / 4-41mA para interior, color rojo. 32 tonos. Potencia acústica de 94 a 106dB. IP21. Dimensiones: 100Øx81mm. Temperatura de trabajo: -25°C a 70°C. Certificado CPD según norma EN54 parte 3.

Señalización óptica y acústica y rótulo luminoso



PA25/3L

8,68 €

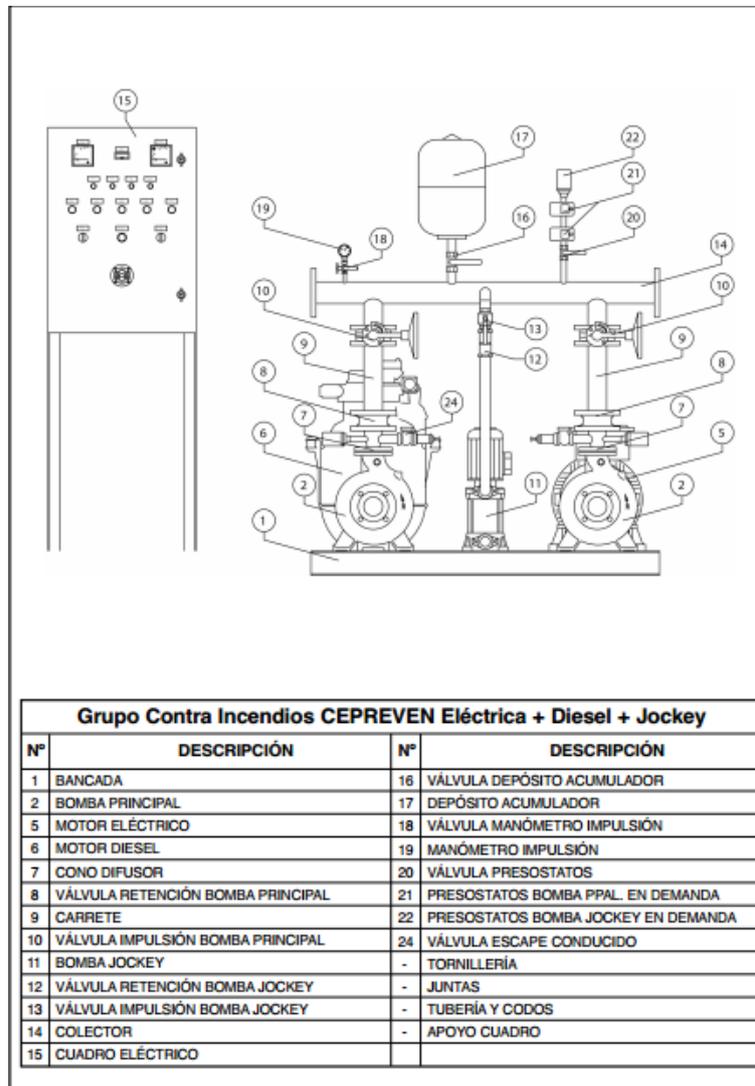
Piloto indicador de acción, de muy bajo consumo y gran luminosidad, para conexión directa a detector de incendios con tres leds de señalización. Dimensiones: 80x80x42mm. Temperatura de trabajo: -10°C a 60°C.

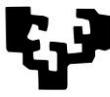


FA350

36,95 €

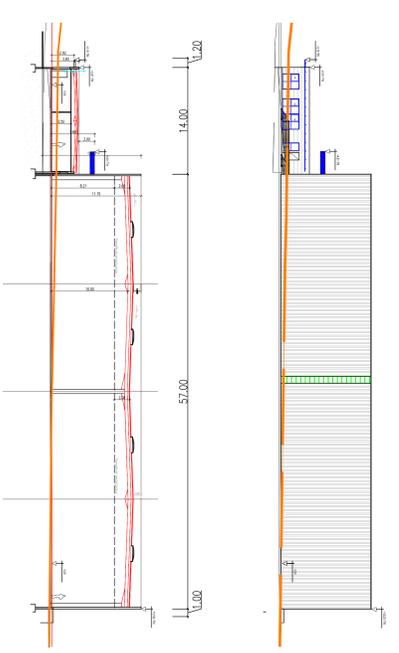
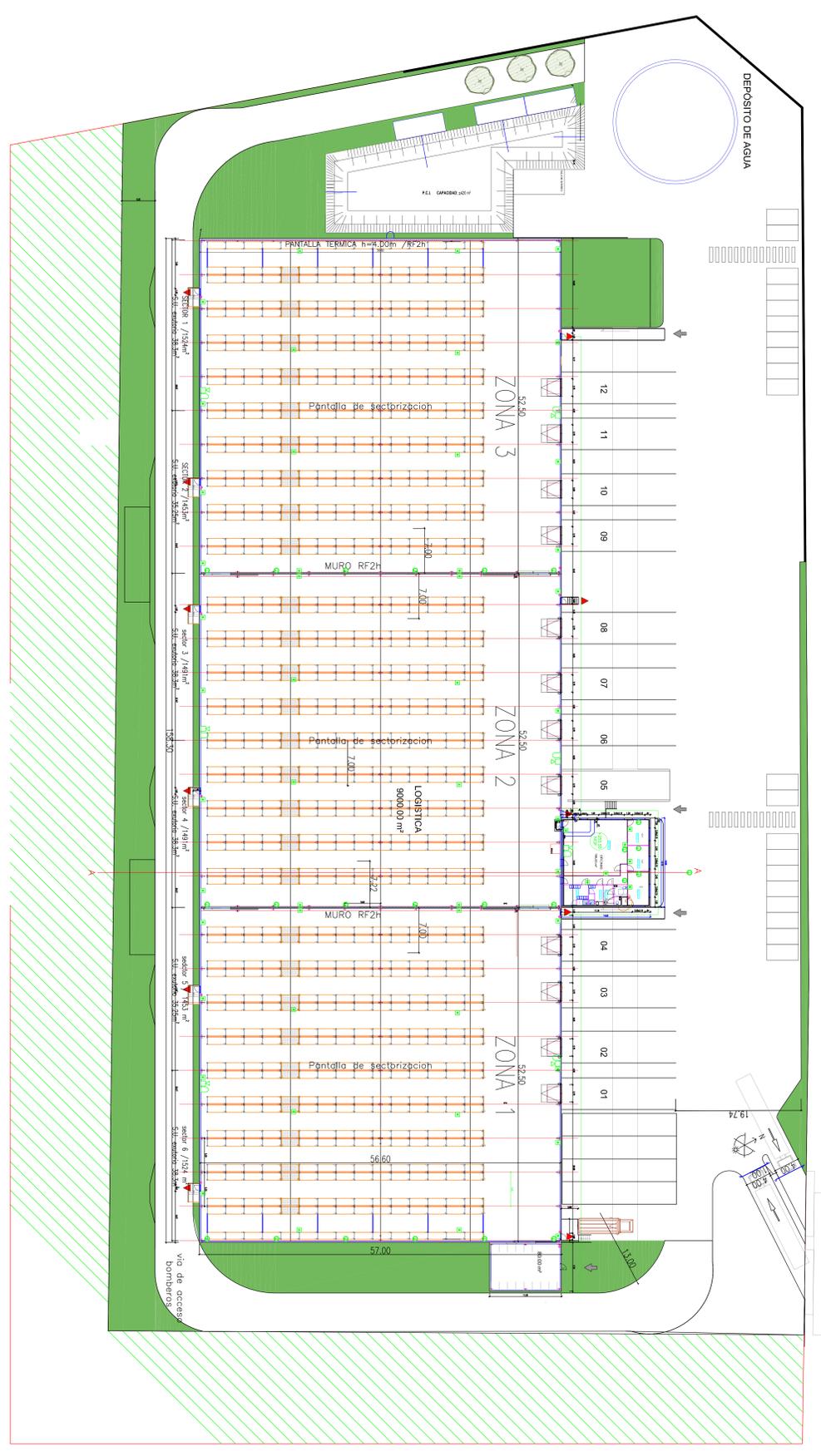
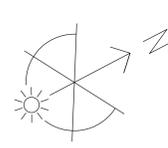
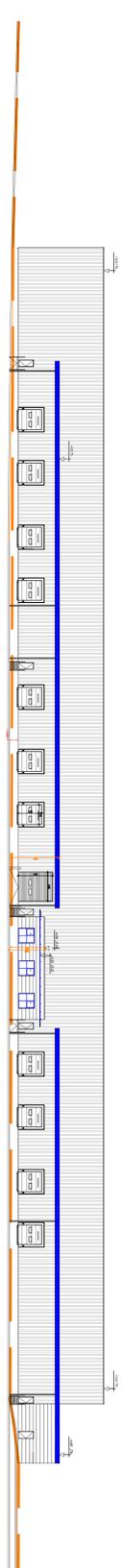
Piloto estroboscópico de policarbonato a 24 Vcc / 5mA para interior. Cristal rojo y base roja. 60 destellos por minuto. IP21. Dimensiones 100Øx81mm. Temperatura de trabajo: -25°C a 70°C.





DOCUMENTO N°2

PLANOS

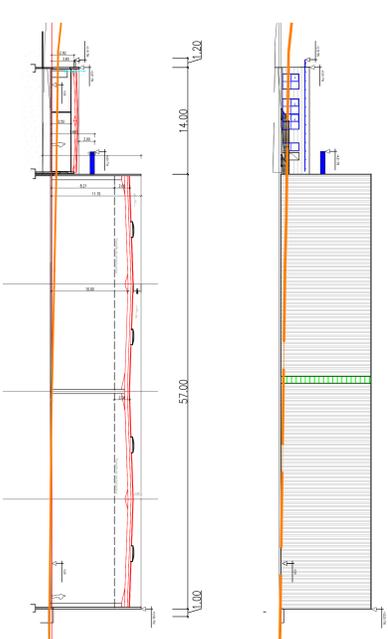
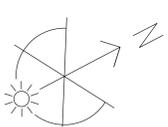
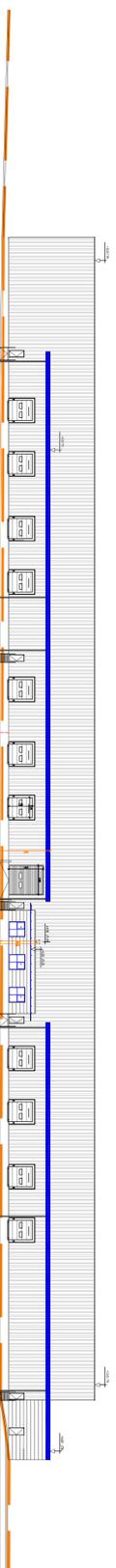


- LEYENDA**
- LÍNEA DE CORTA
 - LÍNEA DE CORTA
 - LÍNEA DE CORTA
 - LÍNEA DE CORTA

Referencia	Fecha	Realizó	Dibujó	Aprobó	Escala
Estado	-	-	-	-	-
Proyecto	-	-	-	-	-
Título Plano:	ALMACÉN DE LOGÍSTICA				1:300

Autosm CAD - INGENIERIA, ARQUITECTURA Y DISEÑO

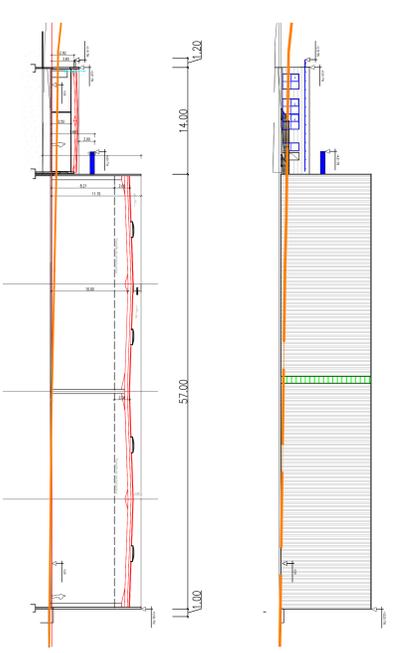
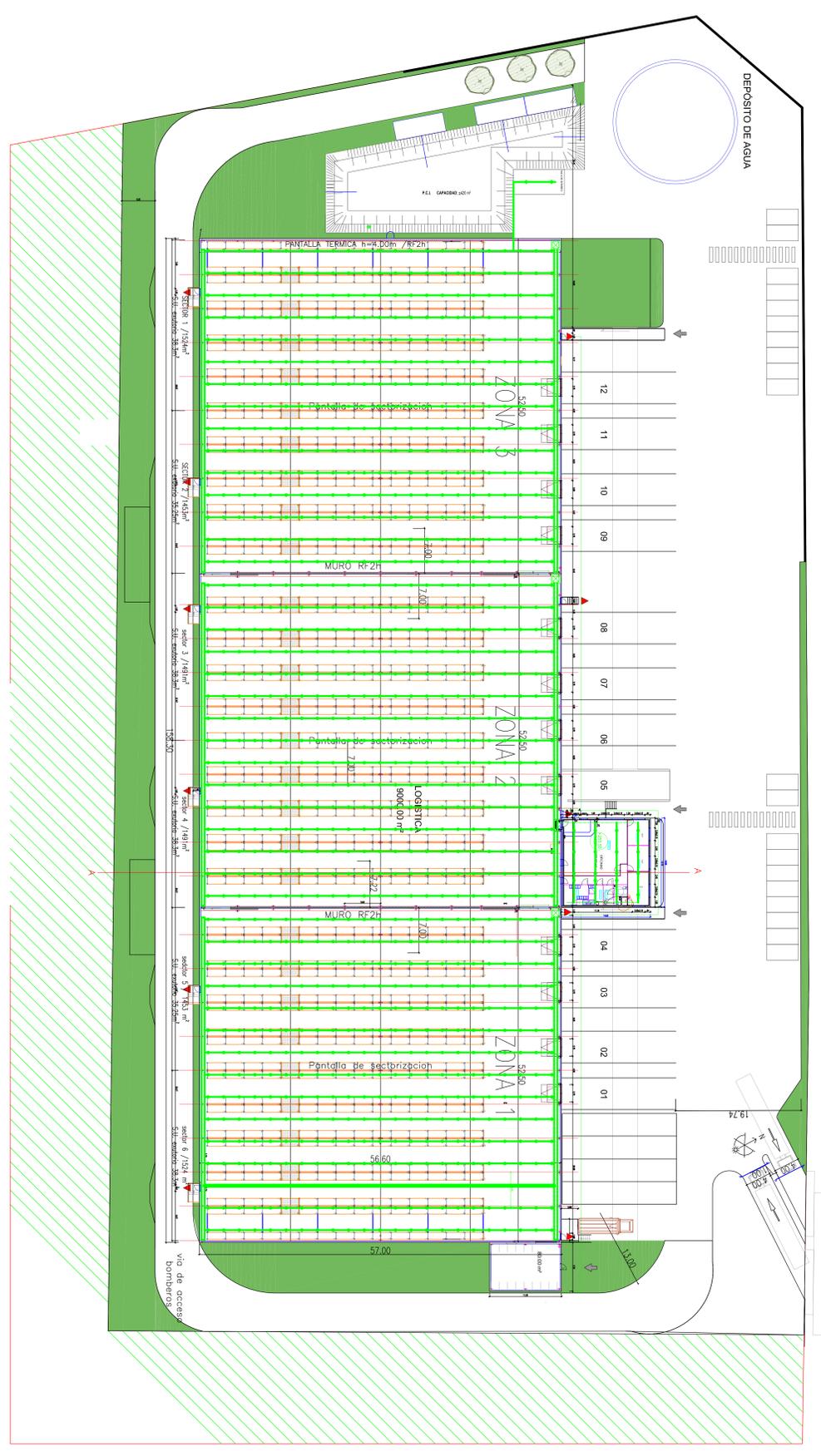
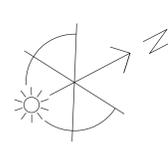
NAIKE CAMINO



LEYENDA
 -> SILL. DISTRIBUCION DE CABLES
 -> CABLES
 -> CABLES DE ALIMENTACION
 -> CABLES DE TIERRA

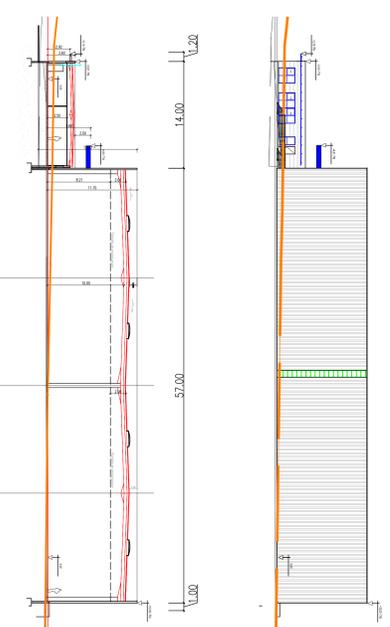
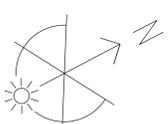
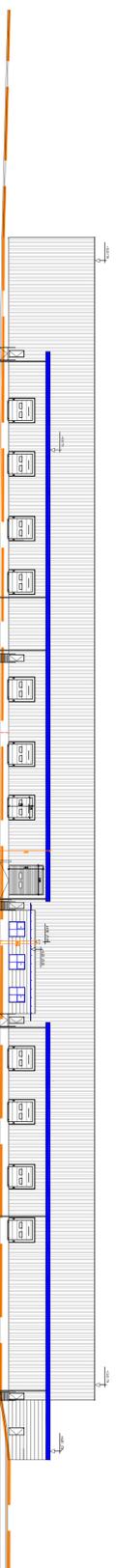
Referencia	Fecha	Formato	Dibujado	Aprobado	Escala	Estado
01
02

Título Plano: ALMACEN DE LOGISTICA
 Autores: NAIKE CAMINO
 2. AREA, ESTRUCTURA E INSUMOS



Referencia	Fecha	Realizado	Dibujado	Aprobado	Escala	Notas
Estado	-	-	-	-	-	-
Proyecto	-	-	-	-	-	-
Título Plano:	ALMACEN DE LOGISTICA				1:300	-

Autor: CMC
 3.10.2023.15.45
NAIKE CAMINO



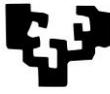
LEYENDA

(Red line)	LINEA DE SECTORIZACION
(Blue line)	MURO DE RF2H
(Green line)	MURO EXTERNO DE CONCRETO

Referencia	Fecha	Proyecto	Dibujado	Aprobado	Escala	Observaciones
Estado	-	-	-	-	-	-
Proyecto	-	-	-	-	-	-
Título Plano:	ALMACEN DE LOGISTICA				1:300	-

Autosys CAD 4.4801 DE ADMINISTRACION

NAIKE CAMINO



DOCUMENTO N°3 PLIEGO DE CONDICIONES

PLIEGO DE CONDICIONES

El pliego de condiciones técnicas particulares de este trabajo fin de grado, tiene como objetivo definir las características de los materiales y sistemas que van a ser utilizados en la instalación de protección contra incendios

1.1 Extintores de incendio

Se instalará uno en cada salida de evacuación.

No se superará la distancia de 15m de un extintor a otro.

El agente extintor utilizado será seleccionado en base los requisitos de la tabla I-1 de apéndice 1 del RIPCI, en este caso serán de polvo ABC.

Los extintores dispondrán de una placa de diseño que llevara grabado:

- Presión de diseño.
- Número de registro
- Fecha del primer timbrado
- Casilla de futuros retimbrados

Además también deberán tener una etiqueta en la que aparecerá:

- Agente extintor
- Tipo de fuego
- Carga nominal en Kilogramos o litros
- Eficacia, conforme con la Norma UNE 23110.
- Modo de empleo

Tanto la placa como la etiqueta estarán escritas en castellano.

La parte superior del extintor no estará a una altura mayor de 1,7m desde el suelo.

1.2 Sistemas de bocas de incendio equipadas (BIE)

Se instalarán bocas de incendio equipadas de un diámetro nominal de 45mm.

La presión en la boquilla no deberá ser menor de 2 bares ni mayor de 5 bares.

Se colocará una en cada salida de evacuación.

En la medida de lo posible no se instalarán a menos de 5m de las salidas de incendio.

Su centro se colocará a una altura máxima de 1,5m desde el suelo.

La distancia desde cualquier punto del edificio industrial hasta la BIE más cercana no será superior a 25m.

Deberá tener una autonomía de 60min con una simultaneidad de 2.

1.3 Sistema de hidrantes exteriores

La zona protegida por cada uno de ellos será la cubierta por un radio de 40 metros medidos horizontalmente desde su emplazamiento.

Al menos uno de ellos tendrá una salida de 100mm.

La distancia entre el hidrante y la fachada exterior del edificio tendrá que ser de un mínimo de 5m.

Deberán tener un caudal mínimo de 1500l/min y una autonomía de 60 min.

1.4 Sistema de detección automáticos

No tendrán una distancia entre barreras mayores de 13 m.

Se instalarán a una altura del techo de entre 0,4m y 0,6m.

El sensor óptico de humos, será una unidad analógica y direccionable. Cumplirá con los requisitos de la norma EN 54 parte 7.

El detector tendrá una cámara óptica de captación compuesta por un fotodiodo emisor y un fotodiodo receptor. En función de la dispersión de la luz producida por el humo se obtendrá una señal analógica proporcional. Dicha señal, a partir de la sensibilidad prefijada dará información exacta del estado del sensor (alarma, suciedad, etc.)

Las características técnicas de los detectores ópticos de humos serán:

- Tensión de operación: 24 V
- Consumo de corriente: 0,2 m A
- Rango de temperatura ambiente: 10 a 60°C
- Límites de humedad relativa: 10 % a 95 %
- Velocidad máxima del aire: 12 m/s

Cada sensor tendrá dos leds para garantizar la visibilidad de la indicación desde cualquier punto. Los leds parpadearan cada vez que se identifiquen con la central. La frecuencia de parpadeo se modificará según indique fuego, pruebas, enmascaramiento, etc.

1.5 Sistema manual de alarma de incendio

Habrá que instalar uno por cada salida de evacuación.

No estarán colocados a una distancia mayor de 25m desde cualquier punto del local.

En la medida de lo posible se ubicarán junto a las bocas de incendios equipadas.

1.6 Sistema de comunicación de alarma

Estarán formados por una alarma acústica y otra visual.

Deberán ser audibles en zonas donde se superen los 60db.

Se instalarán 2 conjuntos en cada zona de almacenaje y otro más en l zona de oficinas.

1.7 Sistema de rociadores automáticos de agua

Serán de tipo montante en todo el edificio.

Cubrirán una zona de 9m² en la zona de almacenaje y 12m² en la zona de oficinas.

El fluido tendrá una velocidad máxima de 10m/s en las tuberías y 5m/s en válvulas.

Deberán estar diseñados para que actúen a temperaturas superiores a 75°C.

La ampolla del rociador deberá ser de color amarillo.

1.7.1 Puestos de Control y Alarma

La válvula de alarma será del tipo adecuado para los sistemas de rociadores de tipo húmedo a instalar.

Estarán equipadas con un trim de control y alarma, incorporando básicamente:

- 1 Válvula de retención y alarma.
- 4 Manómetros 0 ÷ 15 bar, 1/2", Ø 65 mm. En baño de glicerina.
- 1 Presostato para transmisión de alarma a central general.
- 1 Válvula de corte.
- 1 Válvula de vaciado y pruebas.

Se incorporará una placa de características del riesgo y un rótulo de instrucciones de uso.

1.7.2 Rociadores automáticos

Todos los materiales estarán aprobados por FM y listados por UL.

Los rociadores automáticos serán del tipo acorde a cada riesgo, de acuerdo a las condiciones de diseño y cálculo hidráulicos.

Serán del tipo montante en todas las zonas del edificio industrial.

1.7.3 Válvulas de seccionamiento

Las válvulas de seccionamiento de los Puestos de Control serán de mariposa y estarán equipadas con indicador de posición.

Tendrán un mecanismo para apertura/cierre por medio de engranajes y volante para garantizar un cierre suave y lento con el fin de evitar golpes de ariete.

1.7.4 Tubería

Las tuberías estándar utilizadas estarán fabricadas de acuerdo con las siguientes normas europeas:

- EN 10255, serie M en acero estirado sin soldadura (S), y serie M y tipos L y L2 en acero con soldadura (W), para diámetros hasta DN 150.

1.7.5 Métodos de unión

Los manguitos para las uniones serán BRANCH OUTLET RANURADOS, estos están aprobados por la FM.

1.7.6. Uniones ranuradas

Se utilizarán uniones ranuradas mecánicas de la marca VICTAULIC o equivalente. Con su utilización se seguirán las instrucciones del fabricante. Serán aprobadas por FM y listadas por UL.

1.7.7 Condiciones de montaje

La prefabricación de las tuberías, excepto las figuras complejas, se realizará en taller.

Se colocarán uniones (bridas o juntas mecánicas) de forma que pueda modificarse o desmontarse la instalación sin necesidad de cortar la tubería. La distancia máxima entre dos uniones será de 12 m.

Cuando las tuberías deban atravesar paredes o forjados, se instalarán pasamuros de 1 ó 2 diámetros más.

En los sistemas de rociadores se instalará en los puntos finales de los colectores una toma de 1 1/2" DN con válvula y racor con tapa para permitir la limpieza por flujo de agua.

1.7.8 Soportes

Los colectores de la instalación se soportarán con perfiles normalizados y abarcones para tramos horizontales y verticales. La distancia máxima entre dos soportes fijos será de 12 mts.

En tramos horizontales se podrán emplear de forma alternativa, soportes de varilla y abrazadera aprobada por FM. Estos soportes no podrán sustituir a los soportes fijos.

Los ramales se soportarán mediante varillas y abrazaderas aprobadas para soportar el peso de la tubería con agua más 100 Kg. Se utilizarán C-Clamps (perrillos) para soportación en estructuras metálicas, serán siempre aprobados por FM. Todos los elementos estarán galvanizados o cadmiados. Habrá un soporte entre cada dos boquillas.

Todos los elementos de la instalación se soportarán a la estructura existente. Se podrán utilizar otros elementos con capacidad portante suficiente como cerramientos exteriores o interiores, para los soportes intermedios de colectores.

No se utilizarán soportes abiertos ni podrán soldarse éstos a las tuberías.

Los soportes se situarán tan cercanos como sea posible a las uniones y acoplamientos de la red de tuberías.

La distancia entre soportes y puntos fijos estará de acuerdo con las siguientes tablas:

Diámetro tubería (mm)	Distancia máxima entre soportes (m)
< 80	4,00
>= 80	6,00

La distancia máxima entre la última boquilla de un ramal y el soporte más próximo será:

Diámetro tubería (mm)	Distancia máxima (m)
25	0,9
≥ 32	1.2

La distancia mínima entre un soporte y una cabeza rociadora en posición montante será al menos de 0,15 m.

La resistencia mecánica de los soportes se calculará de forma que soporte al menos 5 veces el peso de la tubería llena de agua más 100 Kg.

La sección mínima en mm² de los soportes, así como las dimensiones de los tornillos en función del diámetro de la tubería será:

Diámetro tubería (mm)	Sección mín. (mm ²)	Tornillos
≤ 50	30	M8
$50 < D \leq 100$	50	M10
$100 < D \leq 150$	70	M12
$150 < D \leq 200$	125	M16

1.7.9 Acabado de la tubería

- La tubería galvanizada lo será en caliente con una aplicación de 275 gr de Zinc por m².
- Las tuberías de acero negro pintadas serán tratadas con una imprimación anticorrosiva con silicato inorgánico de Zinc y acabado con dos capas de esmalte poliuretano de color rojo bermellón.
- Las tuberías de Acero Inoxidable no requieren imprimación y pintura de acabado.

Las redes de tubería estarán claramente identificadas bien por el color de la pintura de acabado (RAL 3000) o por etiquetas identificativas adheridas de forma apropiada, en acero inoxidable en la cual figure al menos la siguiente información:

1.7.10 Limpieza

Previamente al montaje, se procederá a la limpieza de las tuberías de acero prefabricadas, tanto soldadas como roscadas.

Todos los sistemas de estarán preparados para su limpieza por flujo de agua. Se montarán conexiones fácilmente accesibles en el extremo de todos los colectores.

1.7.11 Drenaje

Todas las tuberías y conexiones se instalarán de modo que se puedan drenar completamente los sistemas.

El el caso del sistema de cintas, el drenaje se efectuará a través de la válvula de drenaje principal situado en el puesto de control, la válvula de prueba del sistema o las válvulas de vaciado previstos en los extremos de los colectores. En caso necesario se dispondrán puntos auxiliares de vaciado.

1.8 Sistema de abastecimiento de agua contra incendios

El sistema de abastecimiento de agua cumplirá los requisitos conforme a la norma UNE 23.500 = 2012.

Será exclusivo para el del sistema de protección contra incendios.

Estará compuesto por un depósito de agua, una bomba jockey, una eléctrica y un motor diésel.

Se dispondrá una bomba Jockey para mantener el circuito de Protección Contra Incendios a la presión requerida, colocadas en el recinto denominado "Sala de bombas". Este recinto se mantendrá a una temperatura mínima de 10°C.

La bomba eléctrica y el motor diésel serán capaces de suministrar el 100% de los requerimientos hidráulicos.

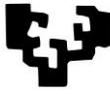
El sistema de bombeo llevará la tubería y accesorios para su correcto funcionamiento y estará de acuerdo con lo especificado en la Norma UNE 12845. Todos los elementos del sistema de bombeo de P.C.I. irán pintados en rojo.

1.9 Sistema de señalización

Los carteles de señalización de medios de protección (extintores, BIE y pulsadores) estarán contruidos en PVC rígido, con pictogramas y textos normalizados conforme a la UNE 23034.

Cuando sean fotoluminiscentes, sus características de emisión luminosa deben cumplir lo establecido en la norma UNE 23035-4:2003.

Se deberán colocar en un lugar fácilmente visible.



DOCUMENTO N°4 PRESUPUESTO

PRESUPUESTO

EXTINTORES DE INCENDIO					
Tipo	Unidad	Cantidad	Concepto	Precio unitario (€)	Importe (€)
Material	Ud	94	Extintor contra incendios TIPSA. Polvo ABC de 6Kg.	37,30	3506,20
Mano de obra	h	8	Peón especializado	15,50	124,00
Mano de obra	h	8	Auxiliar de peón especializado	11,00	88,00
SUBTOTAL					3.718,20 €

BOCAS DE INCENDIOS EQUIPADAS					
Tipo	Unidad	Cantidad	Concepto	Precio unitario (€)	Importe (€)
Material	Ud	47	Boca de incendio equipada KOMTES. Manguera plana de 45mm	247,00	11609,00
Mano de obra	h	24	Oficial 1º. Fontanero/Calefator	15,50	372,00
Mano de obra	h	24	Ayudante-Fontanero/Calefactor	11,00	264,00
SUBTOTAL					12.245,00 €

DETECTORES AUTOMÁTICOS					
Tipo	Unidad	Cantidad	Concepto	Precio unitario (€)	Importe (€)
Material	Ud	20	Detector Notifier. Optico lineal de humo.	747,84	14956,80
Mano de obra	h	8	Oficial 1º Electricista	15,50	124,00
Mano de obra	h	8	Ayudante electricista	11,00	88,00
SUBTOTAL					15.168,80 €

HIDRANTES EXTERIORES					
Tipo	Unidad	Cantidad	Concepto	Precio unitario (€)	Importe (€)
Material	Ud	9	Boca de agua ANBER GLOBE. 2 1/2" bajo nivel de tierra.	423,82	3814,38
Mano de obra	h	24	Oficial 1º. Fontanero/Calefator	15,5	372
Mano de obra	h	24	Ayudante-Fontanero/Calefactor	11	264
SUBTOTAL					4.450,38 €

ALARMAS MANUALES DE INCENDIO					
Tipo	Unidad	Cantidad	Concepto	Precio unitario (€)	Importe (€)
Material	Ud	55	Pulsador BOSCH. Color rojo montado en superficie, rearmable.	28,00	1540,00
Mano de obra	h	8	Oficial 1º Electricista	15,50	124,00
Mano de obra	h	8	Ayudante electricista	11,00	88,00
SUBTOTAL					1.752,00 €

COMUNICACIÓN DE ALARMA					
Tipo	Unidad	Cantidad	Concepto	Precio unitario (€)	Importe (€)
Material	Ud	7	Sirena acústica KILSEN. Convencional roja con 32 tonos de 94 hasta 106db.	36,28	253,96
Material	Ud	7	Sirena óptica KILSEN. Piloto estroboscópico de 60 destellos minuto	36,95	258,65
Mano de obra	h	8	Oficial 1º Electricista	15,5	124
Mano de obra	h	8	Ayudante electricista	11	88
SUBTOTAL					724,61 €

ROCIADORES AUTOMÁTICOS DE AGUA					
Tipo	Unidad	Cantidad	Concepto	Precio unitario (€)	Importe (€)
Material	Ud	1053	Rociador VIKING. Montante 3/4" factor k=115, ampolla amarilla	12,28	12930,84
Material	Ud	3	Puesto de control TIPSA de 6".	1500,00	4500,00
Mano de obra	h	24	Oficial 1º. Fontanero/Calefator	15,50	372,00
Mano de obra	h	24	Ayudante-Fontanero/Calefactor	11,00	264,00
SUBTOTAL					18.066,84 €

Instalación de sistema contra incendios de un almacén de calzado

SEÑALIZACIÓN					
Tipo	Unidad	Cantidad	Concepto	Precio unitario (€)	Importe (€)
Material	Ud	94	Cartel fotoluminiscente extintor IMPLASER. De PVC rígido.	3,63	341,22
Material	Ud	47	Cartel fotoluminiscente BIE IMPLASER. De PVC rígido.	3,63	170,61
Material	Ud	7	Cartel fotoluminiscente alarma acústica IMPLASER. De PVC rígido.	3,63	25,41
Material	Ud	55	Cartel fotoluminiscente pulsador IMPLASER. De PVC rígido.	3,63	199,65
Material	Ud	3	Kit adhesivo doble cara para 100 señales	19	57
Mano de obra	h	5	Peón especializado	15,5	77,5
Mano de obra	h	5	Auxiliar de peón especializado	11	55
SUBTOTAL					926,39 €

ABASTECIMIENTO DE AGUA					
Tipo	Unidad	Cantidad	Concepto	Precio unitario (€)	Importe (€)
Material	Ud	1,0	Depósito de agua J.J.EMERPLAN S.L. De acero de 606m³.	24072,00	24072,00
Material	Ud	1,0	Grupo de bombeo EBARA. Formado por una bomba eléctrica, motor diesel y bomba jockey.	55995,00	55995,00
Material	Ud	1,0	Caudalímetro EBARA. Tipo rotámetro de lectura directa.	1417,00	1417,00
Mano de obra	h	24,0	Ingeniero de obra civil	96,00	2304,00
Mano de obra	h	56,0	Oficial 1º. Fontanero/Calefator	15,50	868,00
Mano de obra	h	56,0	Oficial 1º. Fontanero/Calefator	15,50	868,00
Mano de obra	h	56,0	Ayudante-Fontanero/Calefactor	11,00	616,00
Mano de obra	h	56,0	Ayudante-Fontanero/Calefactor	11,00	616,00
SUBTOTAL					86.756,00 €

TUBERÍAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA					
Tipo	Unidad	Cantidad	Concepto	Precio unitario (€/m)	Importe (€)
Material	m	95,11	Tubería FIRE PIPING. UNE-EN 10.255 ranurada. DN25, espesor 2,6cm.	3,09	293,89
Material	m	2311,26	Tubería FIRE PIPING. UNE-EN 10.255 ranurada. DN40, espesor 2,6cm.	4,38	10123,32
Material	m	152,55	Tubería FIRE PIPING. UNE-EN 10.255 ranurada. DN80, espesor 3,2cm.	9,40	1433,97
Material	m	1553,42	Tubería FIRE PIPING. UNE-EN 10.255 ranurada. DN100, espesor 3,6cm.	13,46	20909,03
Material	m	1,38	Tubería FIRE PIPING. UNE-EN 10.255 ranurada. DN150, espesor 4cm.	22,23	30,68
SUBTOTAL TUBERÍAS					32.790,89 €
Tipo	Unidad	Cantidad	Concepto	Precio unitario (€/m)	Importe (€)
Mano de obra	m	95,1	Tubería FIRE PIPING. UNE-EN 10.255 ranurada. DN25, espesor 2,6cm.	12,00	1141,32
Mano de obra	m	2311,26	Tubería FIRE PIPING. UNE-EN 10.255 ranurada. DN40, espesor 2,6cm.	14,00	32357,64
Mano de obra	m	152,55	Tubería FIRE PIPING. UNE-EN 10.255 ranurada. DN80, espesor 3,2cm.	17,00	2593,35
Mano de obra	m	1553,42	Tubería FIRE PIPING. UNE-EN 10.255 ranurada. DN100, espesor 3,6cm.	18,00	27961,56
Mano de obra	m	1,38	Tubería FIRE PIPING. UNE-EN 10.255 ranurada. DN150, espesor 4cm.	20,00	27,60
SUBTOTAL MANO DE OBRA DE LA INSTALACIÓN					64.081,47 €
Tipo	Cantidad	Concepto	Precio unitario (€)	Importe (€)	
Material	0,20	Incremento del precio del 20% de las tuberías en concepto de soportes.		12816,29	
Material	0,25	Incremento del precio del 25% de las tuberías en concepto de accesorios.		16020,37	
SUBTOTAL TUBERÍAS CON ACCESORIOS Y SOPORTES				28.836,66 €	
PRECIO TOTAL MONTAJE TUBERÍAS					125.709,02 €

PRECIO TOTAL BRUTO	269.517,24 €
BENEFICIO INDUSTRIAL (15%)	40.427,59 €
IVA 21%	65.088,41 €
PRECIO TOTAL NETO	375.033,24 €