Instalación de protección contra incendios de un establecimiento industrial dedicado a la fabricación de harinas.

Rubén Hermosilla García
Paqui Alcántara Granadal
Adrián Luis García Leonés
Andrés Martínez Buendía
Pedro Luis Soto Elvira

TABLA DE CONTENIDO

1. Planteamiento del problema. 5
2. Resumen de la Normativa. 6
2.1. CTE. Documento base seguridad contra incendio. 6
Sección SI 1. Propagación interior. 6
Sección SI 2 – Propagación Exterior 9
Sección SI 3 – Evacuación de ocupantes 9
Sección SI 4 - Instalaciones de protección contra incendios 10
Sección SI 5 – Intervención de los bomberos 11
Sección SI 6 – Intervención de los bomberos 12
2.2. Reglamento de instalaciones de protección contra incendio (RIPCI). . 12
Capítulo I. Objeto y ámbito de aplicación 12
Capítulo IV. Instalación, puesta en servicio y mantenimiento 12
Apéndice I. Características e instalación de los aparatos, equipos y sistemas de protección contra incendios 12
2.3. Guía técnica de aplicación: Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales. 16
Artículo 1. Objeto. 16
Artículo 2. Ámbito de aplicación. 16
Artículo 3. Compatibilidad reglamentaria. 17
Condiciones y requisitos que deben satisfacer los establecimientos industriales en relación con su seguridad contra incendios 18
ANEXO I: Caracterización de los establecimientos industriales en relación con la seguridad contra incendios 18
ANEXO II: Requisitos constructivos de los establecimientos industriales según su configuración, ubicación y nivel de riesgo intrínseco 21
3. Distribución en planta del establecimiento industrial. 22
4. Compartimentación en sectores de incendio. 25
4.1. Características del establecimiento industrial por su ubicación y con relación a su entorno. 25
4.2. Caracterización del establecimiento por su nivel de riesgo intrínseco. 25
Sector de descarga y limpieza 28
Sector de secado. 29
Sector de transporte y molienda 29
Sector altillo de oficinas. 29
Establecimiento industrial completo. 29
5. Diseño y cálculo de las instalaciones de pci. 31

5.1. Instalación de hidrantes exteriores. 31
1.- Tipos de hidrantes: 31
2.- Elección de hidrantes: 34
3.- Caudal y reserva de agua necesarios: 36
4.- Posicionamiento de los hidrantes: 37
5.2. Instalación de la red de BIEs. 39
A.- componentes de las BIEs. 39
B.- elección de diámetro de bies 43
C.- Presión (RT2-BIE CEPREVEN) 44
D.- Caudal (RT2-BIE CEPREVEN) 44
E.- Emplazamiento y distribución de las BIEs: 44
F.- Caracterización hidráulica 50
5.3. Instalación de extintores. 59
5.4. Sistemas de detección de incendios y alarma. 64
Sistemas automáticos de detección de incendio. 64
Sistemas manuales de alarma de incendio. 64
Sistemas de comunicación de alarma. 64
5.5. Depósito y Sistema de bombeo. 73
Depósito 73
Selección de la bomba de BIES 75
Bomba de la red de hidrantes 76
6. Diseño final de la instalación de protección contra incendios. 79
Red de BIEs: 79
Red de hidrantes exteriores. 79
Sistemas de detección, alarma y extintores. 80
Sistema de bombeo y depósito. 80
7. Presupuesto 81
7.1. Red de BIEs. 81
7.2. Extintores. 82
7.3. Detección. 82
7.4. Alarma. 82
7.5. Hidrantes exteriores. 82
7.6. Bombeo. 83
7.7. Depósito. 83
7.8. Precio total de la instalación 83
8. Bibliografía. 84

Índice de figuras

Figura 1: Esquema tipo de establecimiento C 25
Figura 2: Hidrante de columna seca de 3" 32
Figura 3: Hidrante de columna seca de 4" 32
Figura 4:Hidrante de columna húmeda, modelo California 33
Figura 5: Hidrante de arqueta 33
Figura 6: Componentes de un hidrante de arqueta 34
Figura 7: Plano de situación de los hidrantes exteriores 38
Figura 8: Radios de acción de los hidrantes exteriores 39
Figura 9: Lanza de una BIe 40
Figura 10: Elementos de un armario terminal de red de BIEs 40
Figura 11: DISTINTAS posibilidades de terminaciones de red de BIEs . 41
Figura 12: Instalación de bombeo 42
Figura 13: DISTRIBUCIÓN esquemática de la red de BIEs 45
Figura 14: Alzado de la distribución en planta 46
Figura 15: Distribución de la Red de BIEs en la planta baja 47
Figura 16: Distribución propuesta en el altillo 48
Figura 17: Distribución propuesta en el sótano 49
Figura 18: Visión global de la red de BIEs 50
Figura 19: Esquema red de BIEs 52
Figura 20: Tramo Altillo de la red de BIEs 53
Figura 21: Tramo Sótano de la red de BIEs 53
Figura 22: Modelo de extintores del fabricante ZAP 62
Figura 23: Distribución de extintores 63
Figura 24: Distribución de extintores en zona de descarga y altillo 63
Figura 25: Detector térmico-óptico 66
Figura 26: Pulsador manual 69
Figura 27: Centralita 70
Figura 28: Alarma Sonora 72
Figura 29: Situación del depósito 74
Figura 30: Instalación de la red de hidrantes 78

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Un empresario local necesita proyectar las instalaciones de protección contra incendios de un establecimiento industrial de su propiedad que piensa modernizar y que está destinado a la fabricación de harinas a partir de diferentes materias primas cereales como maíz, traigo… Solicita nuestros servicios para que le propongamos una solución técnica al problema y una valoración económica apropiada.

El establecimiento industrial es una construcción de un único edificio cubierto de 7 m de altura. En la zona de la nave de proceso de 1500 m^2 se tienen las siguientes zonas:

- Zona de recogida y limpieza del cereal con ventilación general de 30 x 20 m. los vehículos de transporte vierten la carga en tolvas a nivel de suelo con rejillas y sistema de impulsión de aire de limpieza.
- Sala de secado de 10 x 10 m con acondicionamiento térmico y de humedad (el grano llega mediante cintas transportadoras).
- Sala de molturación / molienda de 50 x 10 m. Está formada por tipos de molinos, un molino que muele el grano y un segundo molino en serie que muele la harina resultante del molino anterior. Tendremos cuatro sistemas molino grueso – molino fino trabajando en paralelo. Estos molinos estarán separados entre sí 5 metros y dispondrán de un sistema de extracción localizada.
- El envasado y carga se llevará a cabo mediante un sistema automatizado que recogerá la harina al salir del molino fino y la confinará en sacos, mediante un suelo de rodillos o cintas transportadoras estos sacos se trasladarán hasta el muelle de carga.
- Zona de administración y oficinas (en altillo). Contendrá:
- Dos despachos de 25 m2.
- Una sala de juntas de 50 m2.
- Una zona diáfana de trabajo de 250 m2.
- Aseos de 50 m2.
- Almacén de material de oficina de 50 m2.

Adicionalmente, se aporta los requisitos mínimos del proyecto de dicha instalación de protección contra incendios:

- Compartimentación en sectores de incendio.
- Evaluación del nivel de riesgo mediante la evaluación de la densidad de carga de fuego ponderada y corregida del establecimiento industrial.
- Definición de la dotación mínima de instalaciones de protección contra incendios según la normativa.
- Extintores, sistema de detección y alarma.
- Red de BIEs.
- Red de hidrantes exteriores y sistema de bombeo.

2. RESUMEN DE LA NORMATIVA.

2.1. CTE. Documento base seguridad contra incendio.

Este Documento Básico (DB) 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".

Sección SI 1. Propagación interior.

COMPARTIMENTACIÓN EN SECTORES DE INCENDIO

Los edificios se deben compartimentar en *sectores de incendio* según las condiciones que se establecen en la tabla 1.1 de esta Sección. Las superficies máximas indicadas en dicha tabla para los *sectores de incendio* pueden duplicarse cuando estén protegidos con una instalación automática de extinción que no sea exigible conforme a este DB.

A efectos del cómputo de la superficie de un *sector de incendio*, se considera que los locales de riesgo especial y las *escaleras y pasillos protegidos* contenidos en dicho sector no forman parte del mismo.

La *resistencia al fuego* de los elementos separadores de los *sectores de incendio* debe satisfacer las condiciones que se establecen en la tabla 1.2 de esta Sección. Como alternativa, cuando, conforme a lo establecido en la Sección SI 6, se haya adoptado el *tiempo equivalente de exposición al fuego* para los elementos estructurales, podrá adoptarse ese mismo tiempo para la *resistencia al fuego* que deben aportar los elementos separadores de los *sectores de incendio*.

Las escaleras y los ascensores que comuniquen *sectores de incendio* diferentes, o bien zonas de riesgo especial con el resto del edificio, estarán compartimentados conforme a lo que se establece en el punto 3 anterior. Los ascensores dispondrán en cada acceso, o bien de puertas E 30(*1*) o bien de un *vestíbulo de independencia* con una puerta EI230-C5, excepto en las zonas de riesgo especial o de uso *Aparcamiento*, en las que se debe disponer siempre el citado *vestíbulo*. Cuando se opte por disponer en este, tanto la puerta EI230-C5 de acceso a él, como la puerta E 30 de acceso al ascensor, en el sector superior no se precisa ninguna de dichas medidas.

Tabla 1.1 Condiciones de compartimentación en *sectores de incendio*

Uso previsto* del edificio o *establecimiento	**Condiciones**
Aparcamiento	Debe constituir un *sector de incendio* diferenciado cuando esté integrado en un edificio con otros usos. Cualquier comunicación con ellos se debe hacer a través de un *vestíbulo de independencia*. Los *aparcamientos robotizados* situados debajo de otro uso estarán compartimentados en sectores de incendio que no excedan de 10.000 m^3.

Tabla 3.1: Condiciones de compartimentación en sectores de incendio

Tabla 1.2 *Resistencia al fuego* de las paredes, techos y puertas que delimitan *sectores de incendio* (1)(2)

Elemento	*Resistencia al fuego*			
	Plantas *bajo rasante*	Plantas sobre rasante en edificio con *altura de evacuación*:		
		h ≤ 15 m	15 < h ≤ 28 m	h > 28 m
- *Aparcamiento* (6)	EI 120 (7)	EI 120	EI 120	EI 120

(6) *Resistencia al fuego* exigible a las paredes que separan al aparcamiento de zonas de otro uso. En relación con el forjado de separación, ver nota (3).

(7) EI 180 si es un *aparcamiento robotizado*.

Tabla 3.2: Resistencia al fuego de las paredes, techos y puertas

LOCALES Y ZONAS DE RIESGO ESPECIAL

Los locales y zonas de riesgo especial integrados en los edificios se clasifican conforme los grados de riesgo alto, medio y bajo según los criterios que se establecen en la tabla 2.1. Los locales así clasificados deben cumplir las condiciones que se establecen en la tabla 2.2.

Los locales destinados a albergar instalaciones y equipos regulados por reglamentos específicos, tales como transformadores, maquinaria de aparatos elevadores, calderas, depósitos de combustible, contadores de gas o electricidad, etc. se rigen, además, por las condiciones que se establecen en dichos reglamentos. Las condiciones de ventilación de los locales y de los equipos exigidas por dicha reglamentación deberán solucionarse de forma compatible con las de compartimentación establecida en este DB. A los efectos de este DB se excluyen los equipos situados en las cubiertas de los edificios, aunque estén protegidos mediante elementos de cobertura.

Tabla 2.1 Clasificación de los locales y zonas de riesgo especial integrados en edificios

Uso previsto* del edificio o *establecimiento - Uso del local o zona	**Tamaño del local o zona** S = superficie construida V = volumen construido		
	Riesgo bajo	**Riesgo medio**	**Riesgo alto**
En cualquier edificio o *establecimiento*:			
- Talleres de mantenimiento, almacenes de elementos combustibles (p. e.: mobiliario, lencería, limpieza, etc.) archivos de documentos, depósitos de libros, etc.	100<V≤ 200 m^3	200<V≤ 400 m^3	V>400 m^3
- Almacén de residuos	5<S≤15 m^2	15<S ≤30 m^2	S>30 m^2
- Aparcamiento de vehículos de hasta 100 m^2	En todo caso		
- Cocinas según potencia instalada P (1)(2)	20<P≤30 kW	30<P≤50 kW	P>50 kW
- Lavanderías. Vestuarios de personal. Camerinos(3)	20<S≤100 m^2	100<S≤200 m^2	S>200 m^2
- Salas de calderas con potencia útil nominal P	70<P≤200 kW	200<P≤600 kW	P>600 kW
- Salas de máquinas de instalaciones de climatización (según Reglamento de Instalaciones térmicas de los Edificios, RITE, aprobado por RD 1027/2007, de 20 de julio, BOE 2007/08/29)	En todo caso		
- Salas de maquinaria frigorífica: refrigerante amoniaco		En todo caso	
refrigerante halogenado	P≤400 kW	P>400 kW	
- Almacén de combustible sólido para calefacción	S≤3 m^2	S>3 m^2	
- Local de contadores de electricidad y de cuadros generales de distribución.	En todo caso		
- Centro de transformación			
- aparatos con aislamiento dieléctrico seco o líquido con punto de inflamación mayor que 300ºC	En todo caso		
- aparatos con aislamiento dieléctrico con punto de inflamación que no exceda de 300ºC y potencia instalada P: total	P≤2 520 kVA	**2520<P≤4000 kVA**	P>4 000 kVA
en cada transformador	P≤630 kVA	**630 P≤1000 kVA**	P>1 000 kVA
- Sala de maquinaria de ascensores	En todo caso		
- Sala de grupo electrógeno	En todo caso		

Tabla 3.3: Clasificación de los locales y zonas de riesgo especial integrados en edificios

Tabla 2.2 Condiciones de las zonas de riesgo especial integradas en edificios (1)

Característica	Riesgo bajo	Riesgo medio	Riesgo alto
Resistencia al fuego de la estructura portante (2)	R 90	R 120	R 180
Resistencia al fuego de las paredes y techos (3) que separan la zona del resto del edificio (2)(4)	EI 90	EI 120	EI 180
Vestíbulo de independencia en cada comunicación de la zona con el resto del edificio	-	Sí	Sí
(5)	EI_2 45-C5	2 x EI_2 30- C5	2 x EI_2 45 C5
Máximo *recorrido de evacuación* hasta alguna salida del local (6)	≤ 25 m (7)	≤ 25 m (7)	≤ 25 m (7)

Tabla 3.4: Condiciones de las zonas de riesgo especial integradas en edificios

Espacios ocultos. Paso de instalaciones a través de elementos de compartimentación de incendios

La compartimentación contra incendios de los espacios ocupables debe tener continuidad en los espacios ocultos, tales como patinillos, cámaras, falsos techos, suelos elevados, etc., salvo cuando éstos estén compartimentados respecto de los primeros al menos con la misma *resistencia al fuego*, pudiendo reducirse ésta a la mitad en los registros para *mantenimiento*.

Se limita a tres plantas y a 10 m el desarrollo vertical de las cámaras no estancas en las que existan elementos cuya clase de reacción al fuego no sea B-s3-d2, BL-s3-d2 o mejor.

La *resistencia al fuego* requerida a los elementos de compartimentación de incendios se debe mantener en los puntos en los que dichos elementos son atravesados por elementos de las instalaciones, tales como cables, tuberías, conducciones, conductos de ventilación, etc., excluidas las penetraciones cuya sección de paso no exceda de 50 cm^2. Para ello puede optarse por una de las siguientes alternativas:

a) Disponer un elemento que, en caso de incendio, obture automáticamente la sección de paso y garantice en dicho punto una *resistencia al fuego* al menos igual a la del elemento atravesado, por ejemplo, una compuerta cortafuegos automática EI t (i↔o) siendo t el tiempo de *resistencia al fuego* requerida al elemento de compartimentación atravesado, o un dispositivo intumescente de obturación.

b) Elementos pasantes que aporten una resistencia al menos igual a la del elemento atravesado, por ejemplo, conductos de ventilación EI t (i↔o) siendo t el tiempo de *resistencia al fuego* requerida al elemento de compartimentación atravesado.

Reacción al fuego de los elementos constructivos, decorativos y de mobiliario

Los elementos constructivos deben cumplir las condiciones de *reacción al fuego* que se establecen en la tabla 4.1.

Las condiciones de *reacción al fuego* de los componentes de las instalaciones eléctricas (cables, tubos, bandejas, regletas, armarios, etc.) se regulan en su reglamentación específica.

Tabla 4.1 Clases de *reacción al fuego* de los elementos constructivos

Situación del elemento	Revestimientos [1]	
	De techos y paredes [2] [3]	De suelos [2]
Zonas ocupables [4]	C-s2,d0	E_{FL}
Pasillos y escaleras protegidos	B-s1,d0	C_{FL}-s1
Aparcamientos y Recintos de riesgo especial [5]	B-s1,d0	B_{FL}-s1
Espacios ocultos no estancos: patinillos, falsos techos (excepto los existentes dentro de viviendas), suelos elevados, etc.	B-s3,d0	B_{FL}-s2[6]

Tabla 3.5: Clases de reacción al fuego de los elementos constructivos

Sección SI 2 – Propagación Exterior

En esta sección se analizan las condiciones que deben tener para una correcta protección ante incendios las fachadas, las medianeras y las cubiertas.

Sección SI 3 – Evacuación de ocupantes

COMPATIBILIDAD DE LOS ELEMENTOS DE EVACUACIÓN

Los *establecimientos* de *uso Comercial* o *Pública Concurrencia* de cualquier superficie y los de *uso Docente, Hospitalario, Residencial Público o Administrativo* cuya superficie construida sea mayor que 1.500 m^2, si están integrados en un edificio cuyo *uso previsto* principal sea distinto del suyo, deben cumplir las siguientes condiciones:

a) sus salidas de uso habitual y los recorridos hasta el *espacio exterior seguro* estarán situados en elementos independientes de las zonas comunes del edificio y compartimentados respecto de éste de igual forma que deba estarlo el *establecimiento* en cuestión, según lo establecido en el capítulo 1 de la Sección 1 de este DB. No obstante, dichos elementos podrán servir como *salida de emergencia* de otras zonas del edificio;

b) sus *salidas de emergencia* podrán comunicar con un elemento común de evacuación del edificio a través de un *vestíbulo de independencia*, siempre que dicho elemento de evacuación esté dimensionado teniendo en cuenta dicha circunstancia.

Como excepción, los *establecimientos* de *uso Pública Concurrencia* cuya superficie construida total no exceda de 500 m^2 y estén integrados en centros comerciales podrán tener salidas de uso habitual o *salidas de emergencia* a las zonas comunes de circulación del centro. Cuando su superficie sea mayor que la indicada, al menos las *salidas de emergencia* serán independientes respecto de dichas zonas comunes.

CÁLCULO DE LA OCUPACIÓN

Para calcular la ocupación deben tomarse los valores de densidad de ocupación que se indican en la tabla 2.1 en función de la *superficie útil* de cada zona, salvo cuando sea previsible una ocupación mayor o bien cuando sea exigible una ocupación menor en aplicación de alguna disposición legal de obligado cumplimiento, como puede ser en el caso de establecimientos hoteleros, docentes, hospitales, etc. En aquellos *recintos* o zonas no incluidos en la tabla se deben aplicar los valores correspondientes a los que sean más asimilables.

A efectos de determinar la ocupación, se debe tener en cuenta el carácter simultáneo o alternativo de las diferentes zonas de un edificio, considerando el régimen de actividad y de *uso previsto* para el mismo.

Tabla 2.1. Densidades de ocupación [1]

Uso previsto	Zona, tipo de actividad	Ocupación (m^2/persona)
Cualquiera	Zonas de ocupación ocasional y accesibles únicamente a efectos de mantenimiento: salas de máquinas, locales para material de limpieza, etc.	*Ocupación nula*
Aparcamiento [2]	Vinculado a una actividad sujeta a horarios: comercial, espectáculos, oficina, etc.	15
	En otros casos	40

[2] En los aparcamientos robotizados se consideran que no existe ocupación. No obstante, dispondrán de los medios de escape en caso de emergencia para el personal de mantenimiento que en cada caso particular considere necesarios la autoridad de control.

Tabla 3.6: Densidades de ocupación

El resto de apartados de esta sección no son de gran interés en nuestro proyecto.

Sección SI 4 - Instalaciones de protección contra incendios

DOTACIÓN DE INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Los edificios deben disponer de los equipos e instalaciones de protección contra incendios que se indican en la tabla 1.1, de dicha tabla hemos extraído el caso específico de aparcamiento. El diseño, la ejecución, la puesta en funcionamiento y el *mantenimiento* de dichas instalaciones, así como sus materiales, componentes y equipos, deben cumplir lo establecido, tanto en el artículo 3.1 de este CTE, como en el “Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios”, en sus disposiciones complementarias y en cualquier otra reglamentación específica que le sea de aplicación. La puesta en funcionamiento de las instalaciones requiere la presentación, ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma, del certificado de la empresa instaladora al que se refiere el artículo 18 del citado reglamento.

Aparcamiento	
Bocas de incendio	Si la superficie construida excede de 500 m^2. (8) Se excluyen los *aparcamientos robotizados*.
Columna seca (8)	Si existen más de tres plantas bajo rasante o más de cuatro sobre rasante, con tomas en todas sus plantas.
Sistema de detección de incendio	Si la superficie construida excede de 500 m^2.(8) Los *aparcamientos robotizados* dispondrán de pulsadores de alarma en todo caso.
Hidrantes exteriores	Uno si la superficie construida está comprendida entre 1.000 y 10.000 m^2 y uno más cada 10.000 m^2 más o fracción. (4)
Instalación automática de extinción	En todo *aparcamiento robotizado*.

Tabla 3.7: Dotación de las instalaciones de protección contra incendios

2. SEÑALIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES MANUALES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Los medios de protección contra incendios de utilización manual (extintores, bocas de incendio, hidrantes exteriores, pulsadores manuales de alarma y dispositivos de disparo de sistemas de extinción) se deben señalizar mediante señales definidas en la norma UNE 23033-1 cuyo tamaño sea:

a) 210 x 210mm cuando la distancia de observación de la señal no exceda de 10 m

b) 420 x 420mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20 m

c) 594 x 594mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 20 y 30 m.

Las señales deben ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Cuando sean fotoluminiscentes, sus características de emisión luminosa debe cumplir lo establecido en la norma UNE 23035-4:2003.

Sección SI 5 – Intervención de los bomberos

Esta sección no se tratará en el proyecto ya que no está entre los requisitos definidos en este.

Sección SI 6 – Intervención de los bomberos

Esta sección tampoco será tratada en nuestro proyecto, en resumen dice que "*La estructura portante mantendrá su resistencia al fuego durante el tiempo necesario para que puedan cumplirse las anteriores exigencias básicas*"

2.2. Reglamento de instalaciones de protección contra incendio (RIPCI).

Capítulo I. Objeto y ámbito de aplicación

ARTÍCULO 1.

Es objeto del presente Reglamento establecer y definir las condiciones que deben cumplir los aparatos, equipos y sistemas, así como su instalación y mantenimiento empleados en la protección contra incendios

Capítulo IV. Instalación, puesta en servicio y mantenimiento

ARTÍCULO 17.

. La instalación en los establecimientos y zonas de uso industrial de los aparatos, equipos y sistemas incluidos en este Reglamento requerirá, cuando así se especifique, la presentación de un proyecto o documentación, ante los servicios competentes en materia de industria de la Comunidad Autónoma. El citado proyecto o documentación será redactado y firmado por técnico titulado competente, debiendo indicar los aparatos, equipos, sistemas o sus componentes sujetos a marca de conformidad. El procedimiento que deberá seguirse, salvo que específicamente se disponga otra cosa, será el establecido en el Real Decreto 2135/1980, de 26 de septiembre, sobre liberalización industrial y en la Orden de 19 de diciembre de 1980, que establece las normas de procedimiento y desarrollo de dicho Real Decreto. . En los edificios a los que sea de aplicación la Norma Básica de la Edificación <Condiciones de protección contra incendios en los edificios>, NBE-CPI-91, las instalaciones de protección contra incendios, en los aspectos contemplados en el apartado 1 anterior, se atendrán a lo dispuesto en la misma.

Apéndice I. Características e instalación de los aparatos, equipos y sistemas de protección contra incendios

Los aparatos, equipos y sistemas, así como sus partes o componentes, y la instalación de los mismos, deben reunir las características que se especifican a continuación:

1. SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE DETECCIÓN DE INCENDIO.

Los sistemas automáticos de detección de incendio y sus características y especificaciones se ajustarán a la norma UNE 23.007.

Los detectores de incendio necesitarán, antes de su fabricación o importación, ser aprobados de acuerdo con lo indicado en el artículo 2 de este Reglamento, justificándose el cumplimiento de lo establecido en la norma UNE

23.007.

2. Sistemas manuales de alarma de incendios.

Los sistemas manuales de alarma de incendio estarán constituidos por un conjunto de pulsadores que permitirán provocar voluntariamente y transmitir una señal a una central de control y señalización permanentemente vigilada, de tal forma que sea fácilmente identificable la zona en que ha sido activado el pulsador. Las fuentes de alimentación del sistema manual de pulsadores de alarma, sus características y especificaciones deberán cumplir idénticos requisitos que las fuentes de alimentación de los sistemas automáticos de detección, pudiendo ser la fuente secundaria común a ambos sistemas. Los pulsadores de alarma se situarán de modo que la distancia máxima a recorrer, desde cualquier punto hasta alcanzar un pulsador, no supere los 25 metros.

3. Sistemas de comunicación de alarma.

El sistema de comunicación de la alarma permitirá transmitir una señal diferenciada, generada voluntariamente desde un puesto de control. La señal será, en todo caso, audible, debiendo ser, además, visible cuando el nivel de ruido donde deba ser percibida supere los 60 dB (A). El nivel sonoro de la señal y el óptico, en su caso, permitirán que sea percibida en el ámbito de cada sector de incendio donde esté instalada. El sistema de comunicación de la alarma dispondrá de dos fuentes de alimentación, con las mismas condiciones que las establecidas para los sistemas manuales de alarma, pudiendo ser la fuente secundaria común con la del sistema automático de detección y del sistema manual de alarma o de ambos.

4. Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios.

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. El abastecimiento de agua podrá alimentar a varios sistemas de protección si es capaz de asegurar, en el caso más desfavorable de utilización simultánea, los caudales y presiones de cada uno.

5. Sistemas de hidrantes exteriores.

Los sistemas de hidrantes exteriores estarán compuestos por una fuente de abastecimiento de agua, una red de tuberías para agua de alimentación y los hidrantes exteriores necesarios. Los hidrantes exteriores serán del tipo de columna hidrante al exterior (CHE) o hidrante en arqueta (boca hidrante). Modificado por la Orden de 16 de abril de 1994: "Los hidrantes exteriores se incluyen entre los equipos comprendidos en el artículo 2, por lo que se les exigirá la Marca de Conformidad a la que se hace referencia en el mismo."

Las CHE se ajustarán a lo establecido en las normas UNE 23.405 y UNE 23.406. Cuando se prevean riesgos de heladas, las columnas hidrantes serán del tipo de columna seca. Los racores y mangueras utilizados en las CHE necesitarán, antes de su fabricación o importación, ser aprobados de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 2 de este Reglamento, justificándose el cumplimiento de lo establecido en las normas UNE 23.400 y UNE 23.091.

Los hidrantes de arqueta se ajustarán a lo establecido en la norma UNE 23.407, salvo que existan especificaciones particulares de los servicios de

extinción de incendios de los municipios en donde se instalen.

6. EXTINTORES DE INCENDIO.

Los extintores de incendio, sus características y especificaciones se ajustarán al Reglamento de aparatos a presión y a su Instrucción técnica complementaria MIEAP5.

Los extintores de incendio necesitarán, antes de su fabricación o importación, con independencia de lo establecido por la ITC-MIE-AP5, ser aprobados de acuerdo con lo establecido en el artículo 2 de este Reglamento, a efectos de justificar el cumplimiento de lo dispuesto en la norma UNE 23.110.

. 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.

. Se considerarán adecuados, para cada una de las clases de fuego (según UNE 23.010), los agentes extintores, utilizados en extintores, que figuran en la tabla I-1.

7. SISTEMAS DE BOCAS DE INCENDIO EQUIPADAS.

Los sistemas de bocas de incendio equipadas estarán compuestos por una fuente de abastecimiento de agua, una red de tuberías para la alimentación de agua y las bocas de incendio equipadas (BIE) necesarias. Las bocas de incendio equipadas (BIE) pueden ser de los tipos BIE de 45 mm y BIE de 25 mm.

Las bocas de incendio equipadas deberán, antes de su fabricación o importación, ser aprobadas de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 2 de este Reglamento, justificándose el cumplimiento de lo establecido en las normas UNE-EN 671-1 y UNE-EN 671-2 (...) De los diámetros de mangueras contemplados en las normas UNE-EN 671-1 y UNE-EN 671- 2 para las bocas de incendios equipadas, sólo se admitirán las equipadas con mangueras semirrígidas de 25 milímetros y con mangueras planas de 45 milímetros, que son los únicos aceptados en el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios, manteniendo los mismos niveles de seguridad (caudal, presión y reserva de agua) establecidos en el mismo.

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. El número y distribución de las BIE en un sector de incendio, en espacio diáfano, será tal que la totalidad de la superficie del sector de incendio en que estén instaladas quede cubierta por una BIE, considerando como radio de acción de ésta la longitud de su manguera incrementada en 5 m. La separación máxima entre cada BIE y su más cercana será de 50 m. La distancia desde cualquier punto del local protegido hasta la BIE más próxima no deberá exceder de 25 m.

Se deberá mantener alrededor de cada BIE una zona libre de obstáculos que permita el acceso a ella y su maniobra sin dificultad. La red de tuberías deberá proporcionar, durante una hora, como mínimo, en la hipótesis de funcionamiento simultáneo de las dos BIE hidráulicamente más desfavorables, una presión dinámica mínima de 2 bar en el orificio de salida de cualquier BIE.

Las condiciones establecidas de presión, caudal y reserva de agua deberán estar adecuadamente garantizadas. El sistema de BIE se someterá, antes de su puesta en servicio, a una prueba de estanquidad y resistencia mecánica, sometiendo a la red a una presión estática igual a la máxima de servicio y como mínimo a 980 kPa (10 kg/cm2), manteniendo dicha presión de prueba durante dos horas, como mínimo, no debiendo aparecer fugas en ningún punto de la instalación.

8. Sistemas de columna seca.

El sistema de columna seca estará compuesto por toma de agua en fachada o en zona fácilmente accesible al servicio contra incendios, con la indicación de uso exclusivo de los bomberos, provista de conexión siamesa, con llaves incorporadas y racores de 70 mm con tapa y llave de purga de 25 mm, columna ascendente de tubería de acero galvanizado y diámetro nominal de 80 mm, salidas en las plantas pares hasta la octava y en todas a partir de ésta, provistas de conexión siamesa, con llaves incorporadas y racores de 45 mm con tapa; cada cuatro plantas se instalará una llave de seccionamiento por encima de la salida de planta correspondiente. La toma de fachada y las salidas en las plantas tendrán el centro de sus bocas a 0,90 m sobre el nivel del suelo.

Las llaves serán de bola, con palanca de accionamiento incorporada. El sistema de columna seca se someterá, antes de su puesta en servicio, a una prueba de estanquidad y resistencia mecánica, sometiéndole a una presión estática de 1.470 kPa (15 kg/cm) durante dos horas, como mínimo, no debiendo aparecer fugas en ningún punto de la instalación. Los racores antes de su fabricación o importación deberán ser aprobados de acuerdo con este Reglamento, ajustándose a lo establecido en la norma UNE 23.400.

9. Sistemas de extinción por rociadores automáticos de agua.

Los sistemas de rociadores automáticos de agua, sus características y especificaciones, así como las condiciones de su instalación, se ajustarán a las normas UNE 23590 y UNE 23595.

10. Sistemas de extinción por agua pulverizada.

Los sistemas de agua pulverizada, sus características y especificaciones, así como las condiciones de su instalación se ajustarán a las normas UNE 23.501, UNE 23.502, UNE 23.503, UNE 23.504, UNE 23.505, UNE 23.506 y UNE 23.507.

11. Sistemas de extinción por espuma física de baja expansión.

Los sistemas de espuma física de baja expansión, sus características y especificaciones, así como las condiciones de su instalación, se ajustarán a las normas UNE 23.521, UNE 23.522, UNE 23.523, UNE 23.524, UNE 23.525 y UNE 23.526.

12. SISTEMAS DE EXTINCIÓN POR POLVO.

Los sistemas de extinción por polvo, sus características y especificaciones, así como las condiciones de su instalación, se ajustarán a las normas UNE 23.541, UNE 23.542, UNE 23.543 y UNE 23.544.

13. SISTEMAS DE EXTINCIÓN POR AGENTES EXTINTORES GASEOSOS.

Los sistemas por agentes extintores gaseosos estarán compuestos, como mínimo, por los siguientes elementos:

- . Mecanismo de disparo.
- . Equipos de control de funcionamiento eléctrico o neumático.
- . Recipientes para gas a presión.
- . Conductos para el agente extintor.
- . Difusores de descarga.

Los mecanismos de disparo serán por medio de detectores de humo, elementos fusibles, termómetro de contacto o termostatos o disparo manual en lugar accesible. La capacidad de los recipientes de gas a presión deberá ser suficiente para asegurar la extinción del incendio y las concentraciones de aplicación se definirán en función del riego, debiendo quedar justificados ambos requisitos.

Estos sistemas sólo serán utilizables cuando quede garantizada la seguridad o la evacuación del personal. Además, el mecanismo de disparo incluirá un retardo en su acción y un sistema de prealarma de forma que permita la evacuación de dichos ocupantes antes de la descarga del agente extintor.

2.3. Guía técnica de aplicación: Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.

Artículo 1. Objeto.

Este reglamento tiene por objeto establecer y definir los requisitos que deben satisfacer y las condiciones que deben cumplir los establecimientos e instalaciones de uso industrial para su seguridad en caso de incendio, 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.

Artículo 2. Ámbito de aplicación.

1. El ámbito de aplicación de este reglamento son los establecimientos industriales. Se entenderán como tales:

a) Las industrias, tal como se definen en el artículo 3.1 de la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria.

La definición de industria en dicho artículo es la siguiente: Se consideran industrias, a los efectos de la presente Ley, las actividades dirigidas a la obtención, reparación, mantenimiento, transformación o reutilización de productos industriales, el envasado y

embalaje, así como el aprovechamiento, recuperación y eliminación de residuos o subproductos, cualquiera que sea la naturaleza de los recursos y procesos técnicos utilizados.

b) Los almacenamientos industriales.

Se define como almacenamiento industrial a cualquier recinto, cubierto o no, que de forma fija o temporal, se dedique exclusivamente a albergar productos de cualquier tipo. También será de aplicación este reglamento a aquellos almacenamientos que estén situados dentro de otro uso, no industrial, con una Carga de Fuego igual o superior a tres millones de MJ (720.000 Mcal), tal como se establece en el apartado 2 que sigue.

c) Los talleres de reparación y los estacionamientos de vehículos destinados al servicio de transporte de personas y transporte de mercancías.

En relación a los segundos debe entenderse como tales las zonas de un edificio o zonas exteriores, en los que los vehículos están almacenados como cualquier otra mercancía, o pertenecen a la flota de alguna actividad comercial o industrial. Como pudieran ser, por ejemplo: los estacionamientos de vehículos de una empresa de rent-car, los camiones de distribución de cualquier industria, el estacionamiento de vehículos terminados de una factoría de automóviles, etc.

d) Los servicios auxiliares o complementarios de las actividades comprendidas en los párrafos anteriores.

Equipos e instalaciones que están implicados en el funcionamiento de un proceso productivo o de un almacenamiento, estén o no en el mismo sector.

2. Se aplicará, además, a todos los almacenamientos de cualquier tipo de establecimiento cuando su carga de fuego total, calculada según el anexo I, sea igual o superior a tres millones de Mega julios (MJ).

Artículo 3. Compatibilidad reglamentaria.

Cuando en un mismo edificio coexistan con la actividad industrial otros usos con distinta titularidad, para los que sea de aplicación la Norma básica de la edificación: condiciones de protección contra incendios, NBE/CPI96, o una normativa equivalente, los requisitos que deben satisfacer los espacios de uso no industrial serán los exigidos por dicha normativa.

2. 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 m_2.

b) Zona administrativa: superficie construida superior a 250 m_2.

c) Salas de reuniones, conferencias, proyecciones: capacidad superior a 100 personas sentadas.

d) Archivos: superficie construida superior a 250 m_2 o volumen superior a 750 m_3.

e) Bar, cafetería, comedor de personal y cocina: superficie construida superior a 150 m_2 o capacidad para servir a más de 100 comensales simultáneamente.

f) Biblioteca: superficie construida superior a 250 m_2.

g) Zonas de alojamiento de personal: capacidad superior a 15 camas.

Condiciones y requisitos que deben satisfacer los establecimientos industriales en relación con su seguridad contra incendios

Artículo 12. Caracterización.

Las condiciones y requisitos que deben satisfacer los establecimientos industriales, en relación con su seguridad contra incendios, estarán determinados por su configuración y ubicación con relación a su entorno y su nivel de riesgo intrínseco, fijados según se establece en el anexo I.

Artículo 14. Requisitos de las instalaciones

1. Todos los aparatos, equipos, sistemas y componentes de las instalaciones de protección contra incendios de los establecimientos industriales, así como el diseño, la ejecución, la puesta en funcionamiento y el mantenimiento de sus instalaciones, cumplirán lo preceptuado en el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, aprobado por el Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, y en la Orden de 16 de abril de 1998, sobre normas de procedimiento y desarrollo de aquel.

ANEXO I: Caracterización de los establecimientos industriales en relación con la seguridad contra incendios

1. Establecimiento

Se entiende por establecimiento el conjunto de edificios, edificio, zona de éste, instalación o espacio abierto de uso industrial o almacén, según lo establecido en el artículo 2, destinado a ser utilizado bajo una titularidad diferenciada y cuyo proyecto de construcción o reforma, así como el inicio de la actividad prevista, sea objeto de control administrativo.

Los establecimientos industriales se caracterizarán por:

a) Su configuración y ubicación con relación a su entorno.

b) Su nivel de riesgo intrínseco.

2. Características de los establecimientos industriales por su configuración y ubicación con relación a su entorno.

Las muy diversas configuraciones y ubicaciones que pueden tener los establecimientos industriales se consideran reducidas a:

2.1 Establecimientos industriales ubicados en un edificio:

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

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

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.

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

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

3. Caracterización de los establecimientos industriales por su nivel de riesgo intrínseco.

Los establecimientos industriales se clasifican, según su grado de riesgo intrínseco, atendiendo a los criterios simplificados y según los procedimientos que se indican a continuación.

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

1. Para los tipos A, B y C se considera "sector de incendio" el espacio del edificio cerrado por elementos resistentes al fuego durante el tiempo que se establezca en cada caso.

2. Para los tipos D y E se considera que la superficie que ocupan constituye un "área de incendio" abierta, definida solamente por su perímetro.

TABLA 1.2
VALORES DE DENSIDAD DE CARGA DE FUEGO MEDIA DE DIVERSOS PROCESOS INDUSTRIALES, DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS Y RIESGO DE ACTIVACIÓN ASOCIADO, Ra

ACTIVIDAD	Fabricación y venta			Almacenamiento		
	q_s		Ra	q_v		Ra
	MJ/m²	Mcal/m²		MJ/m³	Mcal/m³	
Abonos químicos	200	48	1,5	200	48	1,0
Aceites comestibles	1.000	240	2,0	18.900	4.543	2,0
Aceites comestibles, expedición	900	216	1,5	18.900	4.543	2,0
Aceites: mineral, vegetal y animal	1.000	240	2,0	18.900	4.543	2,0
Acero	40	10	1,0			
Acero, agujas de	200	48	1,0			
Acetileno, llenado de botellas	700	168	1,5			
Ácido carbónico	40	10	1,0			
Ácidos inorgánicos	80	19	1,0			
Acumuladores	400	96	1,5	800	192	1,5
Acumuladores, expedición	800	192	1,5			
Agua oxigenada	Especial	Especial	Especial			
Alambre metálico aislado	300	72	1,0	1.000	240	2,0
Alambre metálico no aislado	80	19	1,0			
Alfarería	200	48	1,0			
Algodón en rama, guata	300	72	1,5	1.100	264	2,0
Algodón, almacén de				1.300	313	2,0
Alimentación, embalaje	800	192	1,5	800	192	1,5
Alimentación, expedición	1.000	240	2,0			
Alimentación, materias primas				3.400	817	2,0
Alimentación, platos precocinados	200	48	1,0			
Almacenes de talleres, etc.	1.200	288	2,0			
Almidón	2.000	481	2,0			
Alquitrán				3.400	817	2,0
Alquitrán, productos de	800	192	1,5	3.400	817	2,0
Altos hornos	40	10	1,0			

Continúa….

TABLA 1.3

Nivel de riesgo intrínseco		Densidad de carga de fuego ponderada y corregida	
		Mcal/m²	MJ/m²
BAJO	1	$Q_S \leq 100$	$Q_S \leq 425$
	2	$100 < Q_S \leq 200$	$425 < Q_S \leq 850$
MEDIO	3	$200 < Q_S \leq 300$	$850 < Q_S \leq 1275$
	4	$300 < Q_S \leq 400$	$1275 < Q_S \leq 1700$
	5	$400 < Q_S \leq 800$	$1700 < Q_S \leq 3400$
ALTO	6	$800 < Q_S \leq 1600$	$3400 < Q_S \leq 6800$
	7	$1600 < Q_S \leq 3200$	$6800 < Q_S \leq 13600$
	8	$3200 < Q_S$	$13600 < Q_S$

De esta tabla se deduce el nivel de riesgo intrínseco del sector o área de incendio, del edificio industrial o del conjunto del establecimiento industrial.

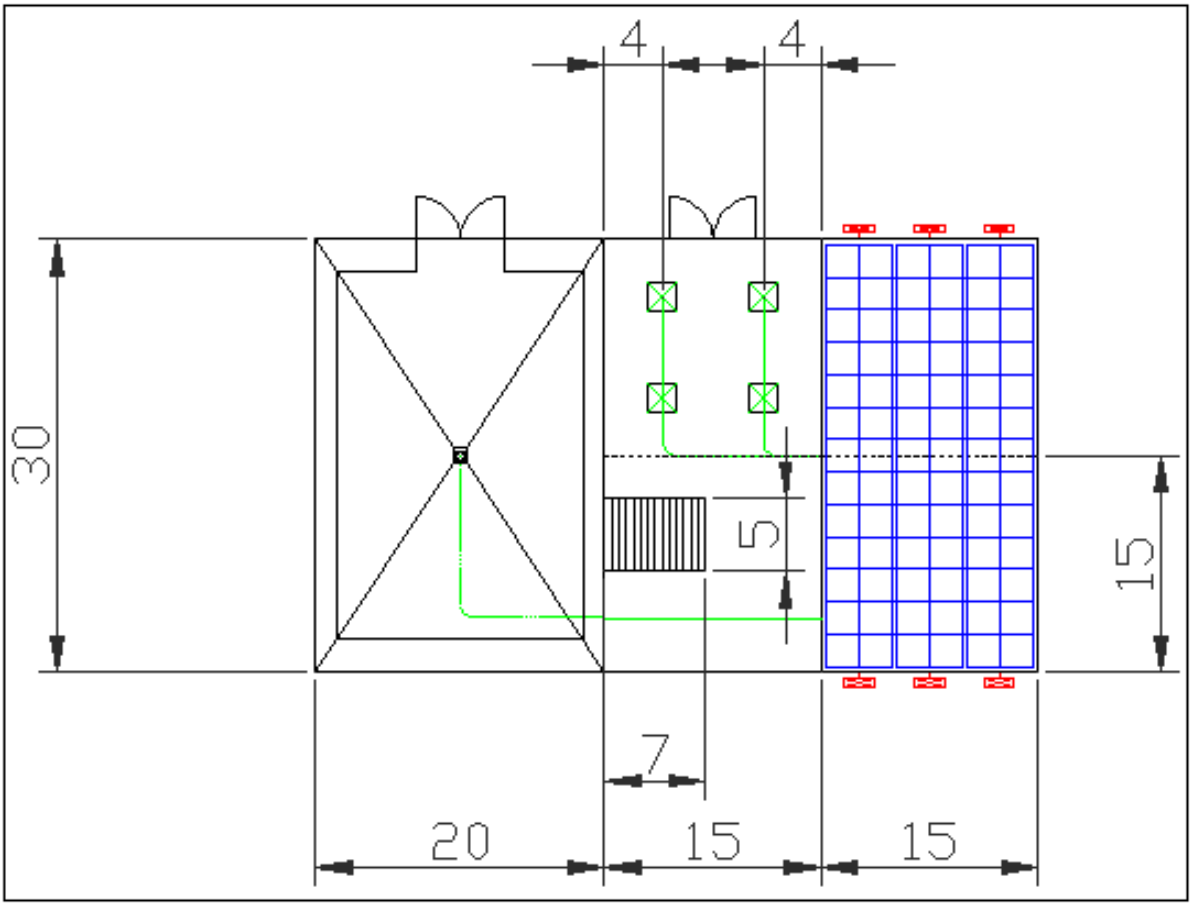
ANEXO II: Requisitos constructivos de los establecimientos industriales según su configuración, ubicación y nivel de riesgo intrínseco

No trataremos los requisitos constructivos ya que no es de aplicación en nuestro proyecto al estar ya construido y en funcionamiento el establecimiento industrial

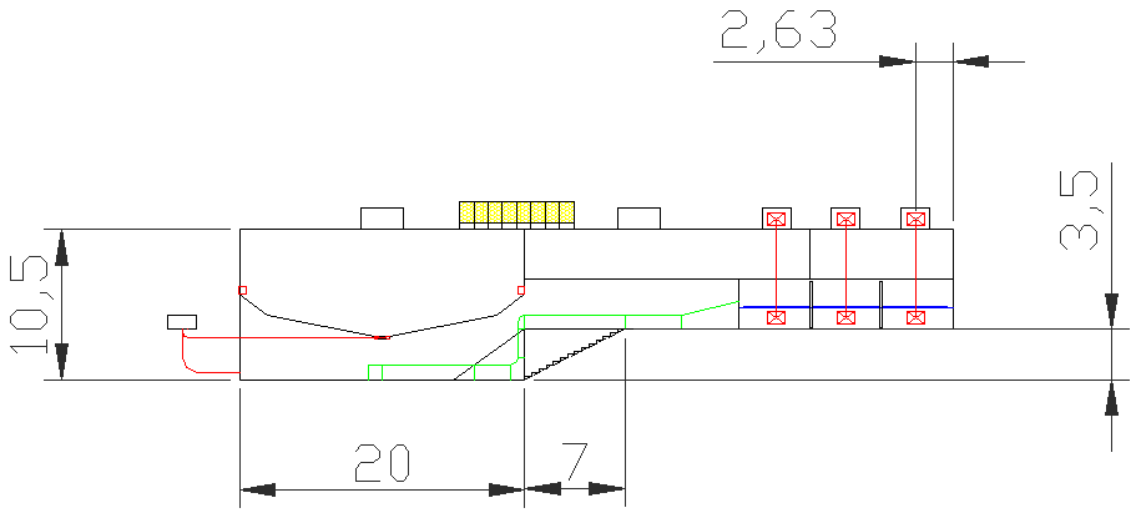
3. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL.

La solución en planta propuesta para la planta baja es la que se observa en la figura. El grano descargará en la zona de descarga y limpieza, el suelo de esta zona tendrá forma de tolva. En el centro estará ubicada una rejilla, con impulsión de aire a contracorriente para la limpieza del grano. A través de la rejilla caerá a la línea de distribución situada en sótano.

A través de la línea de distribución, el grano llegará a la zona de secado, más adelante se detallarán las condiciones de secado. Tras el secado, el grano se dirigirá hacia los molinos. Tenemos dos líneas de molinos, cada una formada por cuatro molinos. El grano ascenderá hasta la altura del molino superior mediante transporte neumático. El primer molino conseguirá una molienda gruesa, y su producto caerá al segundo molino que conseguirá el tamaño deseado para la harina.



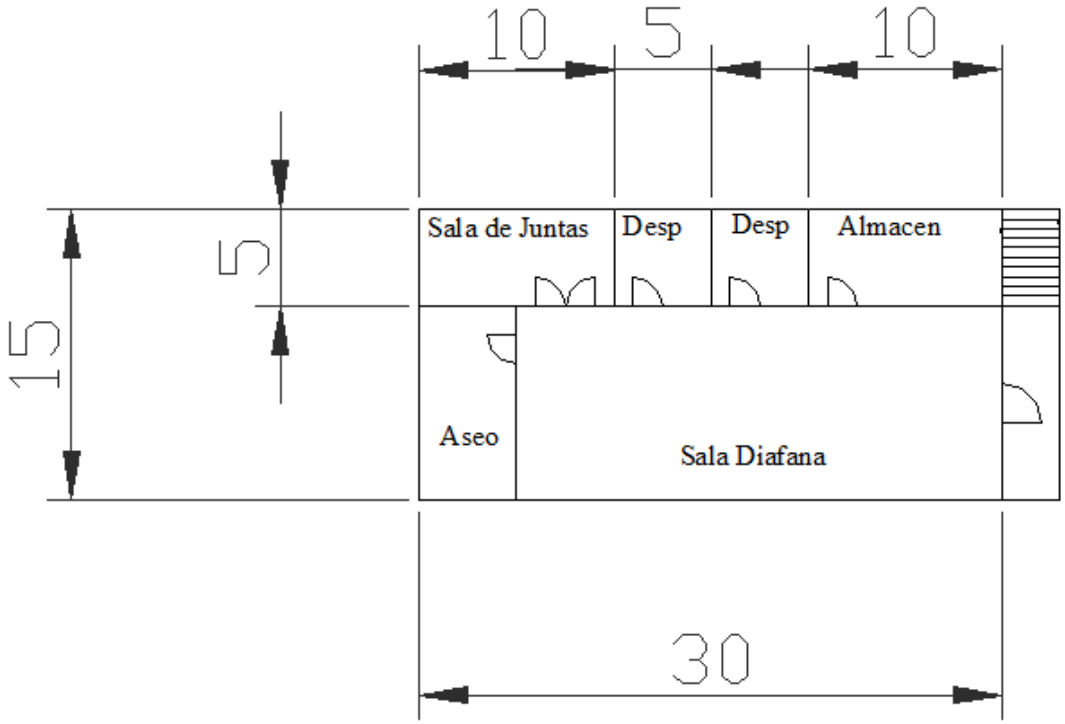
Bajo el segundo molino tendremos un sistema de recogida en sacos automatizado. Con este sistema se coloca en la boca de llenado el saco, se llena, se cierra y cae para ser arrastrado mediante cinta transportadora hacia el muelle de carga.



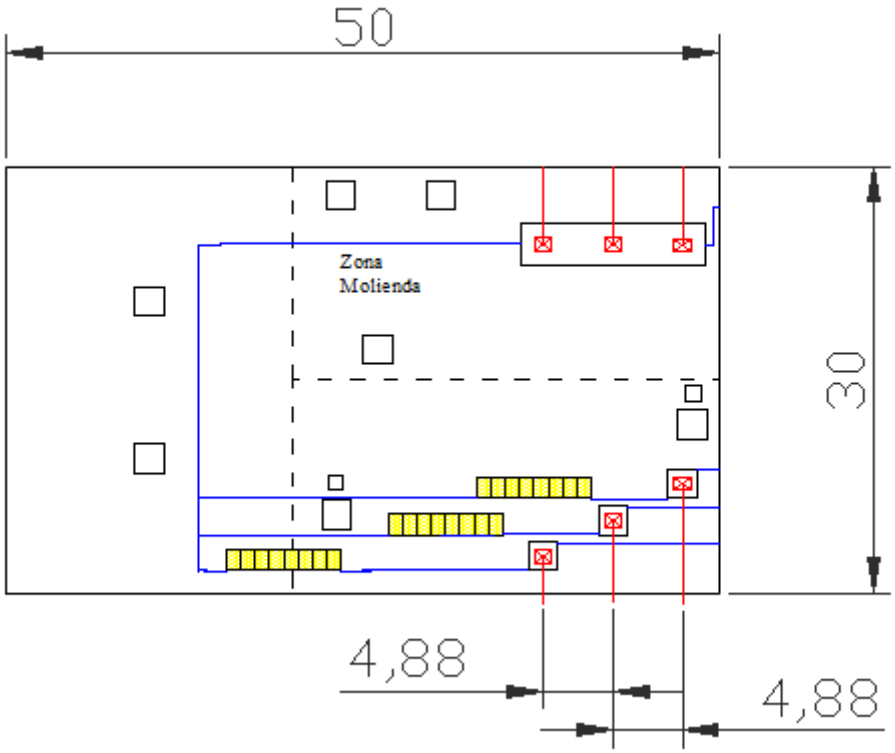
Los molinos están en altura así que será necesario dotarlos de una estructura que asegure su estabilidad y rigidez. Esta estructura deberá soportar las solicitaciones por peso y vibración de los molinos y por el peso del encapsulamiento de los molinos.

Cada molino estará encapsulado que consistirá en un cerramiento transparente con una campana que aspirará y renovará la atmosfera que se produce en la cabina tomando aire de unas rejillas colocadas en la esquina opuesta para un correcto arrastre.

En altillo tenemos la zona de oficinas, hemos alineado sala de juntas, almacén y los despachos para tener así la zona diáfana y de trabajo en la entrada y toda la zona central.



A la hora de hacer la distribución del techo tenemos que tener en cuenta a la hora de colocar las placas solares los ventiladores de techo colocados para la ventilación general de la zona de descarga y limpieza, aseo de la oficina, y ventilación general de la zona de transporte y molino.



4. COMPARTIMENTACIÓN EN SECTORES DE INCENDIO.

En este punto se va a caracterizar el establecimiento industrial en relación con la seguridad contra incendio.

Tenemos que caracterizar el establecimiento industrial según su configuración y ubicación con relación a su entorno y según su nivel de riesgo intrínseco.

4.1. Características del establecimiento industrial por su ubicación y con relación a su entorno.

Nuestro establecimiento para la fabricación de harina está ubicado en un solo edificio.

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

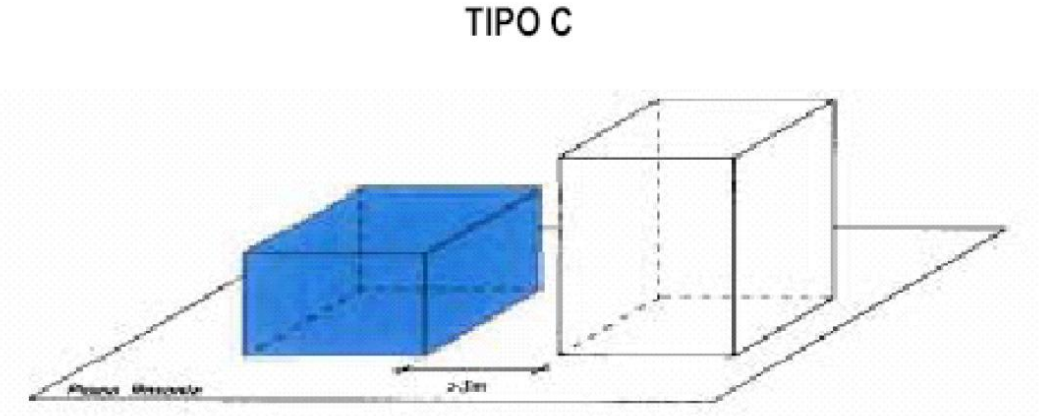


FIGURA 1: ESQUEMA TIPO DE ESTABLECIMIENTO C

4.2. Caracterización del establecimiento por su nivel de riesgo intrínseco.

Los establecimientos industriales se clasifican, según su grado de riesgo intrínseco, atendiendo a los criterios simplificados y según los procedimientos que se indican a continuación.

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

1. Para los tipos A, B y C se considera "sector de incendio" el espacio del edificio cerrado por elementos resistentes al fuego durante el tiempo que se establezca en cada caso.

2. Para los tipos D y E se considera que la superficie que ocupan

constituye un "área de incendio" abierta, definida solamente por su perímetro.

En nuestro caso, el establecimiento es tipo C. Dentro del establecimiento podemos definir distintos sectores de incendios:

- Zona de oficinas en altillo.
- Zona de descarga y limpieza.
- Zona de secado.
- Zona de transporte y molienda.

Las medidas de Protección Pasiva (Anexo II) y Protección Activa (Anexo III) se determinarán para cada sector o área de incendio dependiendo de su Nivel de Riesgo Intrínseco, de su superficie y de la configuración del edificio donde se encuentra el sector.

El nivel de riesgo intrínseco de cada sector o área de incendio se evaluará:

- Calculando la siguiente expresión, que determina la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, de dicho sector o área de incendio:

$$Q_s = \frac{\sum_1^i G_i \cdot q_i \cdot C_i}{A} \cdot R_a \quad en \ MJ/m^2$$

Donde:

Q_S =densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector o área de incendio, en MJ/m$_2$ o Mcal/m$_2$.

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

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

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

Ra =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 existen varias actividades en el mismo sector, se tomará como factor de riesgo de activación (Ra) 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 área de incendio.

A = superficie construida del sector de incendio o superficie ocupada del área de incendio, en m$_2$.

Los valores del coeficiente de peligrosidad por combustibilidad, C_i, de cada combustible pueden deducirse de la tabla 1.1, del Catálogo CEA de productos y mercancías,

El catálogo CEA realiza una clasificación de materias y mercancías según su riesgo de incendio. El coeficiente GG del listado de productos de dicho catálogo es el que se asimila al coeficiente de peligrosidad por

combustibilidad, C_i, de este reglamento. Así, los valores 1 y 2 del coeficiente GG equivalen a C_i=1,60, los valores 3 y 4 equivalen a C_i=1,30 y los valores 5 y 6 equivalen a C_i=1,00.

Tenemos que comenzar a calcular los coeficientes de la fórmula anterior, comenzaremos con el coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad de la siguiente tabla.

TABLA 1.1
GRADO DE PELIGROSIDAD DE LOS COMBUSTIBLES

VALORES DEL COEFICIENTE DE PELIGROSIDAD POR COMBUSTIBILIDAD, C_i		
ALTA	**MEDIA**	**BAJA**
- Líquidos clasificados como clase A en la ITC MIE-APQ1 - Líquidos clasificados como subclase B_1, en la ITC MIE-APQ1. - Sólidos capaces de iniciar su combustión a una temperatura inferior a 100 ºC. - Productos que pueden formar mezclas explosivas con el aire a temperatura ambiente. - Productos que pueden iniciar combustión espontánea en el aire a temperatura ambiente.	- Líquidos clasificados como subclase B_2 en la ITC MIE-APQ1. - Líquidos clasificados como clase C en la ITC MIE-APQ1. - Sólidos que comienzan su ignición a una temperatura comprendida entre 100 ºC y 200 ºC. - Sólidos que emiten gases inflamables.	- Líquidos clasificados como clase D en la ITC MIE-APQ1. - Sólidos que comienzan su ignición a una temperatura superior a 200 ºC.
C_i = 1,60	C_i = 1,30	C_i = 1,00

En bibliografía encontramos que la temperatura de autoignición de la harina de trigo es de 200 ºC por tanto

$$C_i = 1.30$$

Los valores del coeficiente de peligrosidad por activación, Ra, pueden deducirse de la tabla I

Como en nuestro caso no conocemos exactamente la masa exacta de cada uno de los combustibles en cada uno de los sectores el reglamento propone las siguientes expresiones tanto para procesado como para almacenamiento:

- Para Producción o transformación:

$$Q_s = \frac{\sum_1^i S_i \cdot q_{si} \cdot C_i}{A} \cdot R_a \quad en\ MJ/m^2$$

Donde:
Q_s, C_i , Ra y A tienen la misma significación que en el apartado anterior.

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

- Para almacenamiento:
- $Q_s = \frac{\sum_1^i h_i \cdot s_i \cdot q_{vi} \cdot C_i}{A} \cdot R_a \quad en\ MJ/m^2$

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

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

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

Los valores de la carga de fuego tanto para almacenamiento como para producción, transformación… los obtenemos de la tabla I.2 del reglamento de seguridad contra incendios en edificios industriales.

Los materiales que a nosotros nos interesan son:

Actividad	***Fabricación y venta***			***Almacenamiento***		
	q_s		R_a	q_v		R_a
	MJ/m2	Mcal/m2		MJ/m3	Mcal/m3	
Granos	600	144	1,5	800	192	1,5
Harina a sacos	2000	481	2	8400	2019	2
Harina, fábrica o comercio sin almacén	1700	409	2	13000	3125	2
Oficinas comerciales	800	192	1,5			
Oficinas técnicas	600	144	1			

Nuestros sectores de incendio van a ser:

- La zona de descarga y limpieza del grano: Será considerada como almacenamiento.
- La zona de secado del grano: Será considerada de almacenamiento ya que llevamos a cabo un secado estático en bandejas.
- La zona de transporte y molienda: Será considerada como zona de producción.
- El altillo de oficinas: Será considerado como zona de oficinas comerciales.

El procedimiento a seguir será el descrito en el reglamento, se calculará, Q_s para cada sector y posteriormente la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del establecimiento industrial.

Sector de descarga y limpieza

Lo hemos considerado una zona de almacenamiento, supondremos que la altura media de almacenamiento será de 0,50 m ya que en la zona de la rejilla al existir una corriente de aire en sentido contrario no se almacenará grano pero sí en las zonas adyacentes. El material que estamos almacenando

es grano, así que usamos los valores dados en la tabla para granos. Sustituimos los valores en la expresión antes descrita:

- $Q_s = \frac{\sum_1^i h_i \cdot s_i \cdot q_{vi} \cdot C_i}{A} \cdot R_a = \frac{q_v \cdot C \cdot h \cdot s}{A} \cdot R_a = q_v \cdot C \cdot h \cdot R_a = 800 \cdot 1.3 \cdot 0{,}5 \cdot 1.5 = 780\, MJ/m^2$

Como solo tenemos un combustible en el sector de incendios, s=A.

Sector de secado.

Lo hemos considerado una zona de almacenamiento, supondremos que la altura media de almacenamiento será de 0,10 m ya que el grano está en bandejas estáticas y esa es la altura de las bandejas. Sustituimos los valores en la expresión antes descrita:

- $Q_s = \frac{\sum_1^i h_i \cdot s_i \cdot q_{vi} \cdot C_i}{A} \cdot R_a = \frac{q_v \cdot C \cdot h \cdot s}{A} \cdot R_a = q_v \cdot C \cdot h \cdot R_a = 800 \cdot 1.3 \cdot 0{,}1 \cdot 1.5 = 156\, MJ/m^2$

Como solo tenemos un combustible en el sector de incendios, s=A.

Sector de transporte y molienda

Esta zona la hemos considerado de procesado de material, sin embargo, a diferencia de las zonas anteriores, en esta si se combinan dos tipos de combustible. En la parte de transporte, se mueve grano mientras que en la zona de molienda lo que se trasiega ya es harina. La superficie total del sector es 1050 m^2. La superficie en la que aplicaremos densidad de carga de fuego del grano es de 825 m^2 mientras que en la que aplicaremos la de la harina de trigo es de 225 m^2. En resumen:

$$A = 1050\, m^2$$
$$S_{grano} = 825\, m^2$$
$$S_{harina} = 225\, m^2$$

El R_a es común para ambos combustibles, R_a=2. Con lo que tenemos:

$$Q_s = \frac{\sum_1^i S_i \cdot q_{si} \cdot C_i}{A} \cdot R_a = \frac{1.2 \cdot 2 \cdot 825 \cdot 600 + 1.3 \cdot 225 \cdot 2000}{1050} = 2340\, MJ/m^2$$

Sector altillo de oficinas.

Consideraremos las oficinas como oficinas comerciales, y como es lógico no es un sector de almacenamiento, por tanto:

$$Q_s = \frac{\sum_1^i S_i \cdot q_{si} \cdot C_i}{A} \cdot R_a = \frac{450 \cdot 1.3 \cdot 800 \cdot 1.5}{450} = 1560\, MJ/m^2$$

Hemos elegido un criterio conservador de mantener C=1.3 considerando que los materiales de la oficina siguen siendo de peligrosidad media.

Establecimiento industrial completo.

Calcularemos ahora la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del establecimiento industrial completo. Utilizaremos la expresión:

$$Q_E = \frac{\sum_1^i Q_{si} \cdot A_i}{\sum_1^i A_i}$$

En nuestro establecimiento:

$$Q_E = \frac{Q_{s_{desc}} \cdot A_{desc} + Q_{s_{sec}} \cdot A_{sec} + Q_{s_{tran\ s,mol}} \cdot A_{trans,mol} + Q_{s_{ofic}} \cdot A_{ofic}}{A_{desc} + A_{sec} + A_{trans,mol} + A_{ofic}}$$

$$= \frac{780 \cdot 600 + 156 \cdot 450 + 2340 \cdot 1050 + 1560 \cdot 450}{600 + 450 + 1050 + 450} = 1449.88$$

$$\approx 1450\ {}^{MJ}/_{m^2}$$

Entramos con este valor a la tabla I.3 del reglamento:

Nivel de riesgo intrínseco		Densidad de carga de fuego ponderada y corregida	
		Mcal/m²	MJ/m²
BAJO	1	$Q_s \leq 100$	$Q_s \leq 425$
	2	$100 < Q_s \leq 200$	$425 < Q_s \leq 850$
MEDIO	3	$200 < Q_s \leq 300$	$850 < Q_s \leq 1275$
	4	$300 < Q_s \leq 400$	$1275 < Q_s \leq 1700$
	5	$400 < Q_s \leq 800$	$1700 < Q_s \leq 3400$
ALTO	6	$800 < Q_s \leq 1600$	$3400 < Q_s \leq 6800$
	7	$1600 < Q_s \leq 3200$	$6800 < Q_s \leq 13600$
	8	$3200 < Q_s$	$13600 < Q_s$

Observamos que en nuestro establecimiento industrial el nivel de riesgo intrínseco es ***MEDIO 4.***

5. DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PCI.

5.1. Instalación de hidrantes exteriores.

Los hidrantes exteriores son de instalación fija exterior de protección contra incendios para uso de personal especializado, compuesta por un conjunto de válvulas, columna y racores cuya finalidad es el suministro de agua a mangueras, monitores para extinción manual en edificios o establecimientos industriales y/o vehículos auto-bomba de los servicios de extinción.

Un hidrante es un dispositivo conectado a una red de abastecimiento utilizado para extinción de incendios mediante lanzas o mangueras conectadas a sus racores, o suministrar agua a los vehículos auto-bomba.

Una instalación de hidrantes está compuesta por uno o varios hidrantes alimentados por una red específica siempre en carga y el equipo auxiliar necesario.

Pueden ser hidrantes de columna o en arqueta bajo nivel de tierra. Suministran agua a mangueras o monitores acoplados directamente al hidrante (ataque directo, 7 bar) como medio de extinción o refrigeración de instalaciones, o bien a las bombas de los Servicios Municipales o vehículos autobomba (10 m.c.a).

Los hidrantes están conectados a una red de incendios (red específica) o a la red de abastecimiento de agua potable.

Los hidrantes se pueden clasificar según:

- Su construcción (húmedos y secos)
- Su implantación (superficie, columna o arqueta)
- Sus dimensiones (80 mm, 100 mm y 150 mm)
- Su función (ataque directo, 7 bar, de alimentación a vehículos autobomba, 10 m.c.a)

1.- Tipos de hidrantes:

A.- HIDRANTE DE COLUMNA:

Es un hidrante en forma de columna que sobresale del nivel del suelo (puede ser seco o húmedo).

Hidrante de columna seca:

- Presión nominal de 16 bar.
- Ensayo de estanqueidad 20 bar.
- Componentes interiores altamente resistentes a la corrosión y al envejecimiento (latón y acero inoxidable).
- Están diseñados para instalaciones con riesgo de heladas y peligro de rotura por impacto.
- Tienen un sistema antihelada.
- También usan un sistema de protección contra daños mecánicos.
- Tipos de hidrantes de columna seca:
- Tipo 80 mm: 2 de DN 45 mm y 1 de DN 70 mm para extinción directa de incendios.
- Tipo 100 mm: 2 de DN 70 mm y 1 de DN 100 mm ataque directo o

autobombas.
- Tipo 150 mm: 2 de DN 70 mm y 1 de DN 100 mm ataque directo o autobombas.

FIGURA 2: HIDRANTE DE COLUMNA SECA DE 3''

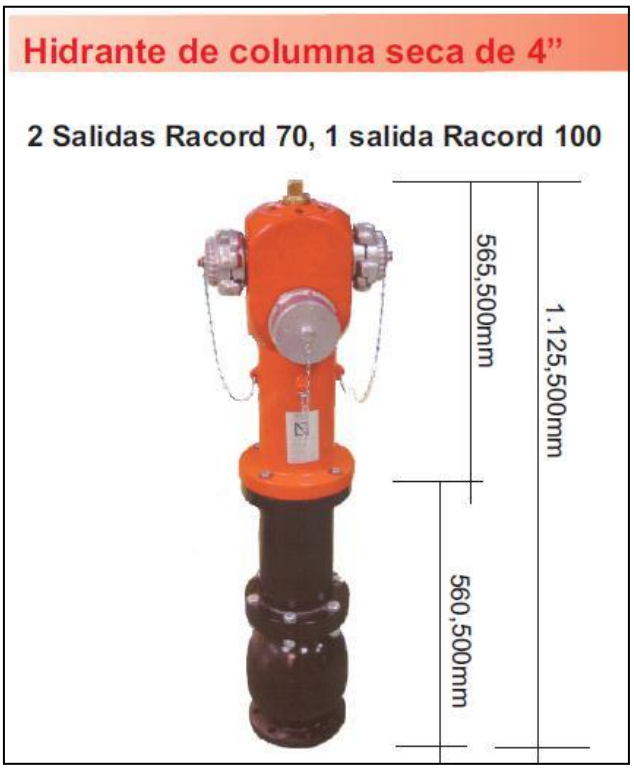


FIGURA 3: HIDRANTE DE COLUMNA SECA DE 4''

Hidrante de columna húmeda:

- El hidrante de columna húmeda está diseñado para instalaciones sin peligro de heladas.
- En este hidrante, el agua permanece siempre en el interior del hidrante.
- Dispone de válvulas de asiento, con apertura y cierre independiente para cada boca, incorporados en el interior del cuerpo del hidrante.
- Los ejes y los mecanismos de accionamiento y cierre, en contacto permanente con el agua, están construidos en materiales altamente resistentes a la corrosión y al envejecimiento.
- El sistema de cierre protege la integridad de la tubería en toda la red de hidrantes. Incorpora un dispositivo de guía antiariete en cada una de sus válvulas, que evita la vibración producida por el aire que permanece inevitablemente en las tuberías.
- Carecen de válvula principal pero llevan válvula de apertura y cierre en cada boca de salida.
- Cuerpo normalmente en fundición dúctil.
- Tipos de hidrantes de columna húmeda:
- Tipo 80 mm: 2 de 70 mm para extinción directa de incendios.
- Tipo 100 mm: 2 de 70 mm y 1 de 100 mm ataque directo y abastecimiento de autobombas.

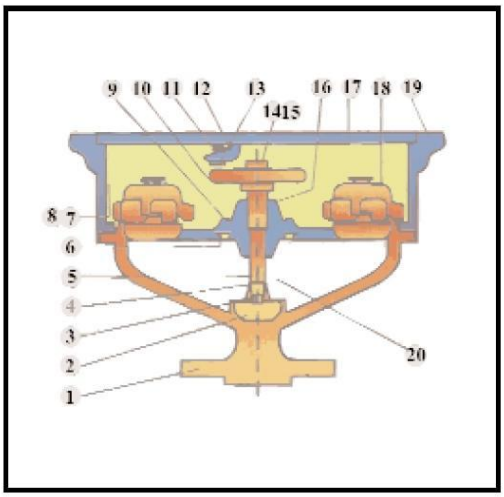
FIGURA 4:HIDRANTE DE COLUMNA HÚMEDA, MODELO CALIFORNIA

B.- HIDRANTE DE ARQUETA: BAJO EL NIVEL DE TIERRA (SECO O HÚMEDO).

Características principales:

- Instalados bajo el nivel del suelo en arqueta con tapa.
- Cuerpo normalmente de fundición dúctil.
- Válvulas de apertura y cierre en cada boca de salida.
- Tipos de hidrante de arqueta:
- Tipo 100 mm: 2 de 100 mm ó 1 de 100 mm para extinción directa de incendios.

FIGURA 5: HIDRANTE DE ARQUETA



1. Cuerpo
2. Cierre
3. Arandela seccionada
4. Tornillo sujeta cierre
5. Eje
6. Junta tórica
7. Tuerca
8. Tornillo
9. Tapa cuerpo
10. Volante
11. Resorte
12. Gatillo-cerradura
13. Tornillo para cerradura
14. Arandela
15. Tornillo
16. Junta tórica
17. Tapa registro
18. Racor. Tapon de 70
19. Registro
20. Valvula de vaciado

FIGURA 6: COMPONENTES DE UN HIDRANTE DE ARQUETA

2.- Elección de hidrantes:

El número de hidrantes exteriores que deben instalarse se determinará haciendo que se cumplan las condiciones siguientes:

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

b) Al menos uno de los hidrantes (situado, a ser posible, en la entrada) deberá tener una salida de 100 mm.

c) La distancia entre el emplazamiento de cada hidrante y el límite exterior del edificio o zona protegidos, medida perpendicularmente a la fachada, debe ser al menos de cinco m. Si existen viales que dificulten cumplir con estas distancias, se justificarán las realmente adoptadas.

d) Cuando, por razones de ubicación, las condiciones locales no permitan la realización de la instalación de hidrantes exteriores deberá justificarse razonada y fehacientemente.

Por otra parte tenemos que para saber determinar si es necesaria la instalación de hidrantes externos en nuestro establecimiento, y para saberlo hemos de fijarnos en la siguiente tabla:

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

Como ya habíamos indicado antes, nuestra configuración de la zona de incendio es del tipo C y nuestro riesgo intrínseco es medio, con lo que llegamos a la conclusión de que no hemos de instalar hidrantes externos por norma, ya que nuestro edificio tiene una superficie de 1500 metros cuadrados. Pero para aumentar la seguridad en nuestro edificio y para ilustrar el diseño de una red de hidrantes decidimos colocar finalmente dos hidrantes.

El caudal y la autonomía mínimos para dos hidrantes y con un nivel de riesgo medio nos lo dará la siguiente tabla regida por la norma:

NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO									
TIPO	BAJO			MEDIO			ALTO		
	Caudal (l/min)	Auton (min)	Nº de hidrantes simult.	Caudal (l/min)	Auton (min)	Nº de hidrantes simult.	Caudal (l/min)	Auton (min)	Nº de hidrantes simult.
A	500	30	1	1.000	60	2	-	-	-
B	500	30	1	1.000	60	2	1.000	90	2
C	500	30	1	1.500	60	3	2.000	90	4
D y E	1.000	30	2	2.000	60	4	3.000	90	6

Con un nivel de riesgo medio y edificio tipo B (ya que sería el caso para instalar dos hidrantes) la tabla nos indica que hemos de tener para 2 hidrantes simultáneos con un caudal de Q=1000 l/min. y una autonomía mínima de 60 minutos.

Finalmente decidimos instalar 2 hidrantes exteriores de columna húmeda, al no existir riesgo de heladas. Los tipos de hidrante de columna húmeda que instalamos serán 2 de 100 mm con 2 salidas de 70 mm y 1 de 100 mm para ataque directo y abastecimiento de autobombas.

Con esto podemos llegar a la conclusión de que necesitaremos una tubería de 200 mm de diámetro mínimo.

3.- Caudal y reserva de agua necesarios:

Ahora procederemos al cálculo del caudal que vamos a tener, por lo que suponemos la utilización de las lanzas-boquillas del tipo 70/20 de triple efecto (chorro, pulverización y cortina con dispositivo de apertura y cierre):

Tipo de lanza	Caudal de agua l/min		Alcance horizontal m	
	7 bar	3,5 bar	7 bar	3,5 bar
19/5	25	18	15	10
25/5	25	18	15	10
25/7	80	57	17	12
25/9	140	100	20	15
45/12	280	200	26	18
45/14	350	250	32	22
70/16	440	312	34	25
70/20	600	425	35	27

Observando la tabla tenemos que para tener 7 bares en punta de lanza, que es lo que la norma exige, es necesario un caudal de 600 l/min. por cada salida de 70 mm.

El caudal de agua necesario para los hidrantes será:

$$C = Cm \times Nº$$

Siendo:

C; Caudal de agua necesaria en l/min.

Cm; Caudal mínimo por salida de 70 mm en l/min.

Nº; Número de salidas de 70 mm.

Por lo tanto tendríamos que:

$$C = 600 \times 4$$

$$C = 2400 \text{ l/min.}$$

Reserva de agua para los hidrantes:

$$RCH = C \times Ta.$$

Siendo:

- RCH; la reserva total de agua en litros.
- C; caudal de agua necesaria en l/min.
- Ta; Tiempo de autonomía en minutos.

Así se tiene que:

RCH = 2400 x 60 = 144000 litros.

RCH = 144 m3 de agua.

Las pérdidas de presión máximas en un hidrante son:

- 1 toma de 45 mm k > 550.
- 2 tomas de 45 mm k >1100.
- 1 toma de 70 mm k > 1300.
- 2 tomas de 70 mm k > 2500.
- 1 toma de 100 mm k > 3000.

En nuestro caso tenemos para la peor de las situaciones y usando la siguiente fórmula:

$$Q = k \sqrt{P};$$

Para cada toma de 70 tendríamos por tanto:

$$Q = 1300 \sqrt{7}$$

Q = 3439,48 l/min.

Por lo que podemos decir que el caudal mínimo estará asegurado.

4.- Posicionamiento de los hidrantes:

La norma nos dice lo siguiente con respecto al posicionamiento de los hidrantes:

- La distancia entre un hidrante y el límite de la zona a proteger en dirección normal será entre 5 y 15 m en dirección perpendicular a la fachada.
- La zona protegida por cada hidrante en el ámbito industrial es un círculo de radio 40 m. Al menos uno de los hidrantes tiene que tener una salida de 100 mm, generalmente el que está situado a la entrada del establecimiento industrial.
- La separación mínima es de 50 m para ámbito industrial y de 100 m para el ámbito urbano.
- Los hidrantes se instalarán en zonas de fácil acceso y con su correcta señalización para facilitar su visualización, según norma

UNE 23033.

- La distancia máxima entre hidrantes será de 80 m.

Con toda esta información procedemos al posicionamiento de los hidrantes. Aquí podemos observar cual sería la posición de los hidrantes con respecto al edificio:

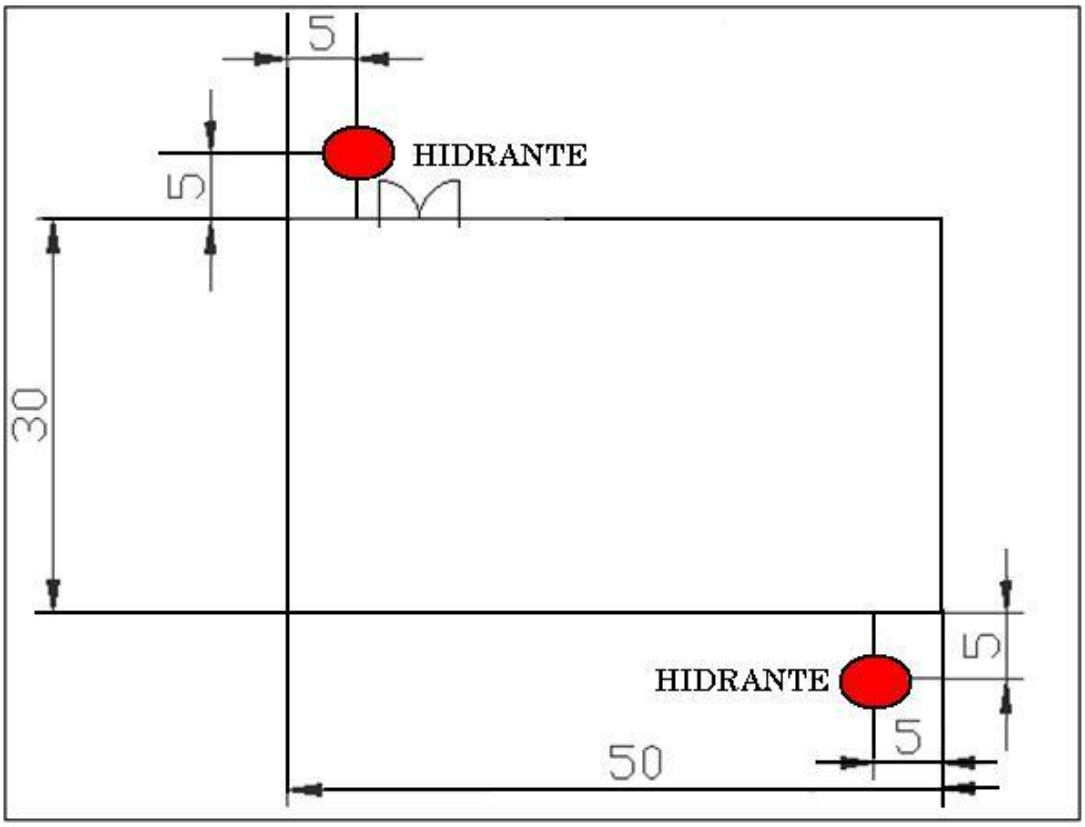


FIGURA 7: PLANO DE SITUACIÓN DE LOS HIDRANTES EXTERIORES

Podemos ver que cumple con los requisitos de la normativa. En la siguiente gráfica se representan además los supuestos radios de acción de los hidrantes:

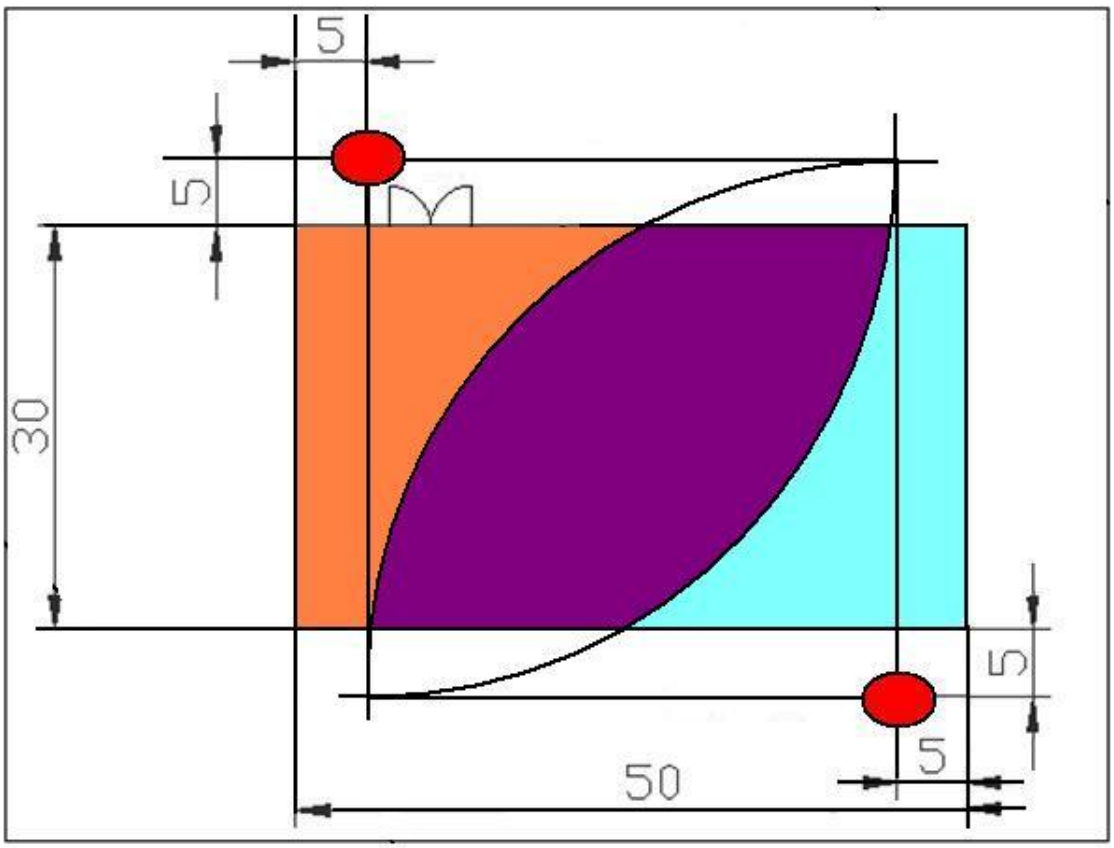


FIGURA 8: RADIOS DE ACCIÓN DE LOS HIDRANTES EXTERIORES

Observamos como estaría cubierta toda la superficie por alguno de los dos hidrantes (colores marrón y turquesa) o por ambos (color violeta).

5.2. Instalación de la red de BIEs.

Una red de BIEs es el conjunto de elementos necesarios para transportar agua desde un punto fijo de abastecimiento de agua (usualmente un depósito, aunque si el caudal es suficiente, bastaría la conexión directa a la red pública) hasta uno o más puntos interiores o exteriores de la instalación a proteger.

A.- componentes de las BIEs.

Las terminaciones de la red de BIEs, es decir, los puntos en los que el usuario o el equipo especializado de protección contra incendios acceden al agua son un armario (opcional si el punto de instalación es interior, pero obligatorio si está situada en un punto exterior), un soporte de manguera, una válvula de seccionamiento, una manguera flexible plana o semirrígida, racores, lanza, boquilla y manómetro.

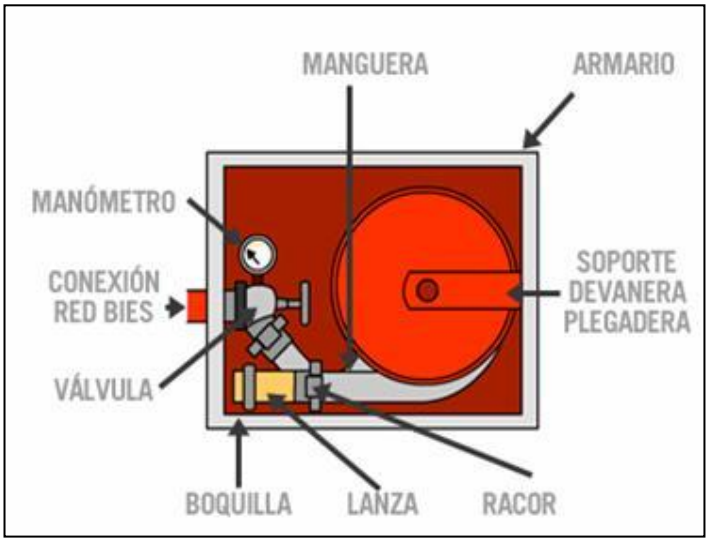


FIGURA 10: ELEMENTOS DE UN ARMARIO TERMINAL DE RED DE BIES

FIGURA 9: LANZA DE UNA BIE

Un elemento de importancia es la lanza, que es el elemento cilíndrico-cónico que une la boquilla con el racor o la manguera. Este elemento estará desmontado y colocado al lado de la manguera mientras la BIE no entre en servicio. Cuando se utiliza, se procederá al rápido ensamblaje de las piezas.

Por último, queda hablar de la boquilla que es el elemento de salida del agua. La boquilla será regulable, pudiendo generar un chorro compacto o un cono de agua.

A continuación, se adjunta una imagen de diferentes posibilidades en lo que a red de BIEs se refiere. Podemos observar unas mangueras sin armario, que por lo dicho anteriormente limitan su utilización a puntos interiores de la instalación a proteger, y dos tamaños diferentes de mangueras empotradas, de lo que se hablará más adelante.

FIGURA 11: DISTINTAS POSIBILIDADES DE TERMINACIONES DE RED DE BIES

Hasta ahora se ha definido brevemente lo referente a las terminaciones de la red. Ahora se realizará una pequeña introducción sobre el sistema de abastecimiento de agua. Una instalación de BIEs está compuesta por varias BIEs alimentadas por una red específica siempre en carga de agua. Esto se conseguirá mediante una instalación de bombeo adaptada a las necesidades que estará constituida, en el caso más general, por dos bombas en paralelo (por razones de seguridad se duplica el número de bombas, ya que si una de

las bombas falla, seguiremos teniendo la otra) adaptadas a nuestras necesidades (sobre las necesidades se hablará conforme avancemos mas en el texto) y una bomba adicional, también llamada bomba jockey, cuya función consistirá en detectar con ayuda de manómetros variaciones de presión en la red de abastecimiento y, mediante un sistema de arranque-parada, reponer la presión perdida hasta alcanzar los niveles exigidos por ley.

FIGURA 12: INSTALACIÓN DE BOMBEO

Cuando sea posible las redes de BIEs estarán dispuestas en anillo en la planta baja, del que derivarán columnas ascendentes o descendentes a cada una de las plantas. Con objeto de aislar por zonas se colocarán válvulas de seccionamiento en cada columna. Para nuestro caso concreto colocaremos:

- En planta baja instalaremos un anillo cerrado para la protección de zona de descarga de grano, zona de distribución y zona de molienda
- Línea descendente hasta el sótano, donde se instalarán una o dos

BIEs
- Línea ascendente hasta la zona de oficinas
- La zona de secado no se va a proteger con red de bies, ya que en principio, no será de acceso al personal, nada más que para mantenimiento. Es esta zona se dispondrá otro tipo de protección.
- En la azotea no se instalará red de BIEs, ya que no se considera en el proyecto. En un caso más realista si tendría que instalarse.

En cuanto al sistema de abastecimiento de agua, tendrá que ser tal que asegure el abastecimiento de agua de la red de BIEs durante una hora funcionando simultáneamente dos BIEs. En principio se puede alimentar la red de BIEs con la red de uso público. Si no fuese suficiente para mantener la autonomía de una hora sería necesario disponer un depósito. Nosotros trabajaremos bajo este último supuesto.

B.- elección de diámetro de bies

Las BIEs se clasifican según sus diámetros normalizados. Podemos encontrar dos diámetros estándar: 45 mm y 25 mm. Los materiales y componentes de ambos tipos de BIEs son:

- Válvula. Válvula de asiento y volante de 1 ½ ″ (Bronce y Latón PN 16).
- Mangueras. Servicio ligero y servicio duro. Su longitud será de 15 m.
- Lanza-Boquilla. Triple efecto (chorro-pulverización-cortina) con dispositivo de apertura y cierre.
- Toma de entrada de 1 ½ ″

B.1.-CARACTERISTICAS DE BIE 25 MM HOMOLOGADO

- - Armario opcional.
- - Válvula de globo de 1″ de Latón PN 16 y dispositivo de corte.
- - Manómetro opcional (diámetro esfera 50 mm 0-16 kg/cm2).
- - Manguera semirrígida de 25 m.
- - Lanza-Boquilla de triple efecto DN 1″.

B.2.-CARACTERISTICAS DE BIE 45 MM HOMOLOGADO

- - Situadas a menos de 5 m de las salidas de cada sector de incendios.
- - Radio de acción igual a la longitud de la manguera más 5 m que debe cubrir todo el sector.
- - Manguera flexible plana de 45 mm.
- - Lanza-Boquilla con dispositivo de corte. Toma de entrada de 1 ½ “(el orificio de salida debe proporcionar 200 l/min. a la presión residual en punta de lanza de 3,5 bar).
- - La pérdida de carga en la válvula con el caudal indicado debe ser inferior a 0,3 bares.
- - El caudal en posición chorro compacto y presión de 3,5 bar debe ser de entre 4 y 3,3 l/s.

Entre las dos existen diferencias en cuanto a utilización se refiere ya que una BIE de 45 necesita dos personas para su manejo, necesita del previo desenrollado de toda la manguera y puede provocar daños derivados de su utilización, mientras que una BIE de 25 puede ser manejada por un solo operario y no necesita ser completamente desenrollada antes de su utilización. Este criterio de facilidad en la utilización, unido a que nuestra instalación no posee un riesgo intrínseco alto, nos hace decantarnos por la utilización de BIEs de 25 mm, De esta manera, nuestros propios operarios, aleccionados con cursos previos de protección contra incendios, serán capaces de manejar las BIEs instaladas.

Sin embargo, por ley se nos exige que las instalaciones industriales con riesgo intrínseco medio, como es nuestro caso, se instalen BIEs de 45 mm.

Nivel de riesgo intrinseco del establecimiento industrial	Tipo de BIE	Simultaneidad	Tiempo de autonomía
Bajo	DN25 mm	2	60 min
Medio	DN 45 mm*	2	60 min
Alto	DN 45 mm*	3	90 min

Conocida la clase de BIE a colocar, ya disponemos de más datos sobre la instalación a diseñar, ya que las tuberías están estandarizadas debiendo ser de acero estirado sin soldadura DIN 2440 Acero St 37.0 DIN 1629 Clase negra. Los diámetros nominales mínimos de las tuberías de alimentación para que la velocidad máxima no supere los 3 m/s, utilizando las BIEs de 25 mm son de una pulgada y media (40 mm) funcionamiento simultáneo 2 BIEs de 25 mm, que es lo que por ley tiene que asegurarse. La distancia entre soportes es de 4 m para este tipo de redes.

C.- Presión (RT2-BIE CEPREVEN)

En lo referente a presión, se debe asegurar que sea de 3.5 bares en el orificio de salida de la boquilla, considerando una pérdida de carga máxima en la manguera de un bar (para la de 25 mm).

Además, según las normas UNE, con las 2 BIEs hidráulicamente más desfavorables funcionando simultáneamente se debe mantener durante 1 hora la presión de 2 bar en punta de lanza.

D.- Caudal (RT2-BIE CEPREVEN)

Se debe asegurar que en chorro lleno a la presión de 3,5 bar en el orificio de salida de la boquilla y con 2 BIEs funcionando simultáneamente, el caudal debe ser de 100 l/min. En cada BIE de 25 mm para una presión de 5,5 bar. El alcance será superior a 15 m.

En el caso de utilizar depósito, el volumen mínimo de almacenamiento será del orden de 12 m3. No obstante, una vez calculadas nuestras verdaderas necesidades hídricas, habrá que calcular adecuadamente este valor

E.- Emplazamiento y distribución de las BIEs:

En lo referente al emplazamiento, las BIEs se instalarán en el interior de los edificios, cerca de las puertas de los recintos o zonas de riesgo de incendios, en los recorridos de evacuación pero sin obstaculizar, a una altura de 1,5 m. Deben señalizarse y mantener libres los alrededores.

Se exige que haya al menos 1 BIE por planta. La totalidad de la superficie a proteger debe tener 1 BIE considerando un alcance nominal de 6 m. Además, la distancia de cualquier punto a la BIE no debe superar los 25 m. La separación entre BIEs no debe exceder nunca los 50 m.

Tomando en cuenta estas consideraciones y aplicándolas a nuestra distribución en planta, se ha realizado la siguiente distribución esquemática de la red de BIEs:

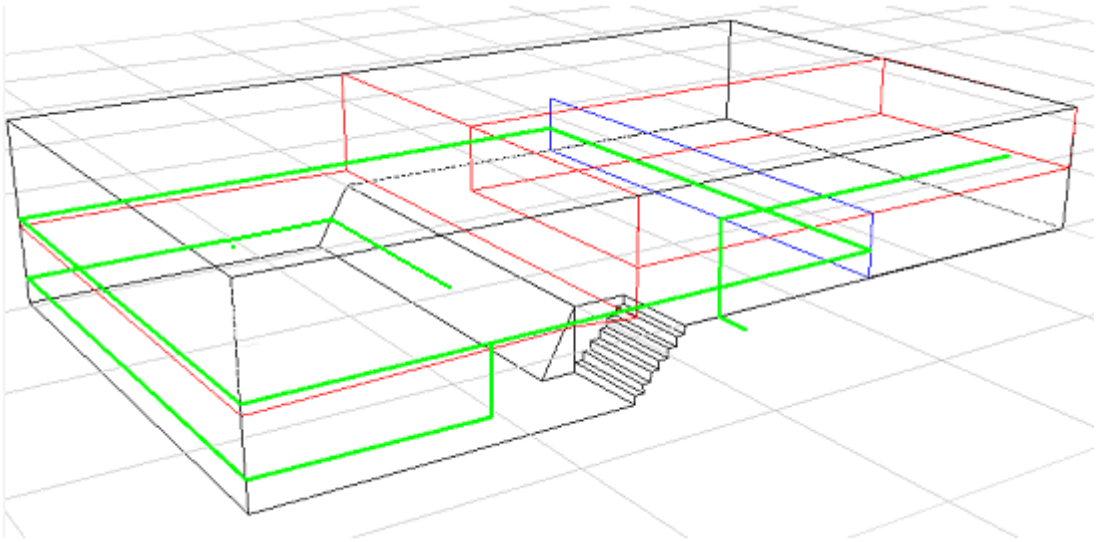


FIGURA 13: DISTRIBUCIÓN ESQUEMÁTICA DE LA RED DE BIES

Se puede observar en el plano como la planta baja está protegida por una red de BIEs en anillo cerrado. Este anillo protege únicamente la zona de descarga (donde la altura del armario donde se coloca la BIE hasta el suelo no se respeta del todo, ya que debería ser de un metro y medio y es de un metro, debido a la pendiente propia de esta sala; no obstante esto se remedia fácilmente dotando a la línea de un doble codo de 90 que haga subir ese medio metro que resta para cumplir la legislación), a la zona de transporte y zona de molinos. Como se dijo anteriormente, no se va a proteger la zona de secado (situada detrás de la pared representada con color azul) con sistema de BIEs.

A parte de este anillo cerrado, vemos una línea ascendente hacia la zona de oficinas. En este caso se ha optado por la colocación de una línea a lo largo de la sala diáfana, ya que el resto de habitáculos del altillo son de uso muy específico y pequeño tamaño, por lo que se puede optar por protecciones alternativas tales como difusores en el techo y/o extintores.

Por último, puede observarse una línea descendente a la zona sótano, en lazo abierto.

A continuación se realizará un estudio pormenorizado de cada una de las plantas, determinando de forma concreta donde se colocarán los diferentes terminales de las BIEs de acuerdo a lo expuesto con anterioridad.

E.1.- PLANTA BAJA

Tenemos tres zonas bien diferenciadas:

- Zona secadero: la situada más a la derecha y para la que no se ha dispuesto protección de este tipo (téngase en cuenta que no es de fácil acceso y además, por sus características de funcionamiento es sencilla y rápida de aislar para aplicarle otros tipos de protección).
- Zona transporte y molienda: se corresponde con la zona central del plano. Es una zona de unos 30 m de largo y 15 de ancho. En principio, no tiene muro de separación con la zona de descarga (estarán separados por una chapa metálica que hará las veces de embudo para el "colado" de grano en la zona de descarga hacia la rejilla de limpieza como se indica en la siguiente imagen), por los que los terminales de BIEs se distribuirán a lo largo de la pared del secadero y de los muros exteriores, teniendo especial cuidado con el muro norte, por la presencia de la puerta de salida de la harina manufacturada

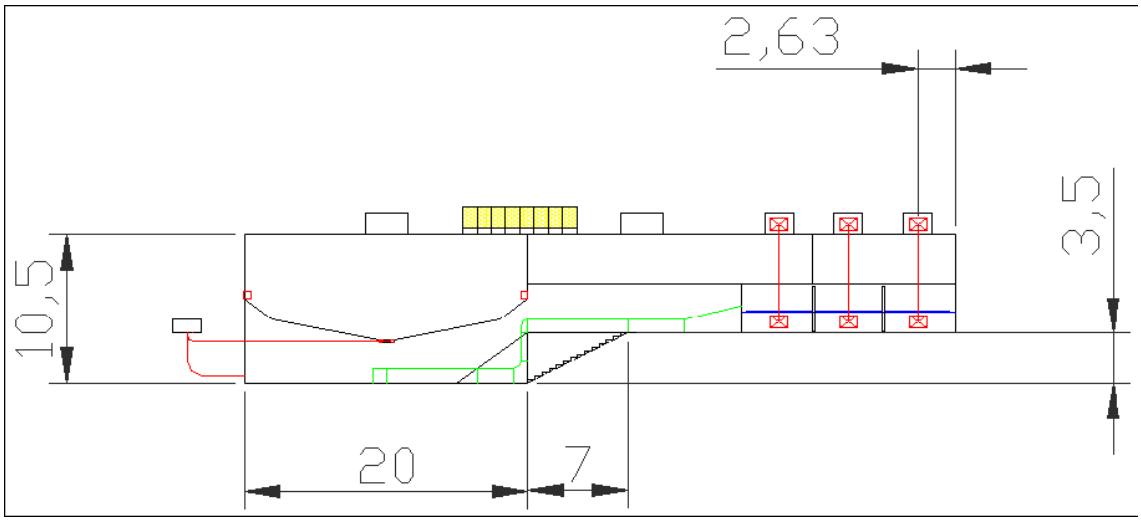


FIGURA 14: ALZADO DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

- Zona de descarga: en este caso, nos encontramos con un habitáculo de 30 metros de largo por 20 de ancho. Como nos pasaba en el caso anterior, la pared izquierda es chapa metálica (la que separa esta zona de la de transporte y descarga), por lo los terminales de BIEs se podrán colocar en las paredes norte, sur y oeste, teniendo especial cuidado con el terminal de la pared norte, donde se sitúa la puerta de descarga de grano.

Teniendo en cuenta todo lo anterior y considerando un alcance de chorro de 6 metros, que unidos a los 20 metros de longitud de manguera (la longitud oscilará entre 20 y 30 m pero las homologadas serán las de 20 m), hacen que cada terminal de BIEs tenga una zona de influencia de 26 metros con respecto al punto donde se sitúa el armario. Tomando una zona de influencia de 25 metros para dar cierto margen, se ha propuesto la siguiente distribución en lazo cerrado para la planta baja:

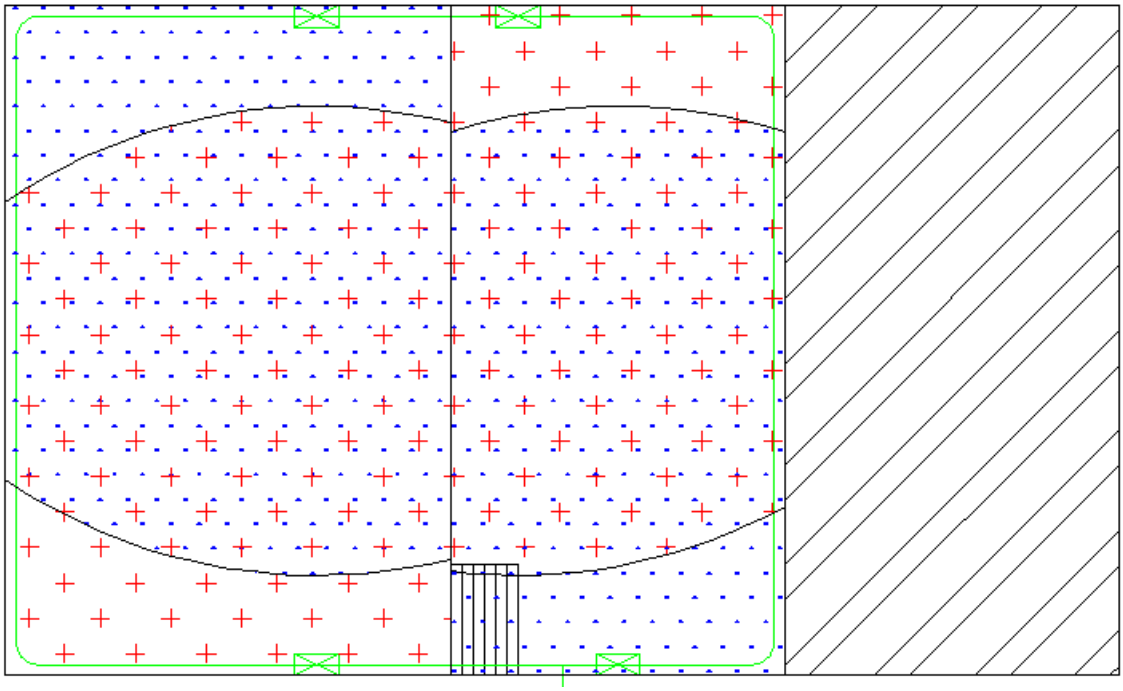


FIGURA 15: DISTRIBUCIÓN DE LA RED DE BIES EN LA PLANTA BAJA

Como podemos observar, no se quedan zonas muertas en ninguna de las salas.

E.2.- ALTILLO

Como ya se dijo con anterioridad, solo se va a instalar red de BIEs para la protección del altillo en la zona diáfana, dejando en resto de habitáculos con protecciones adicionales como extintores o rociadores. La distribución propuesta es la siguiente:

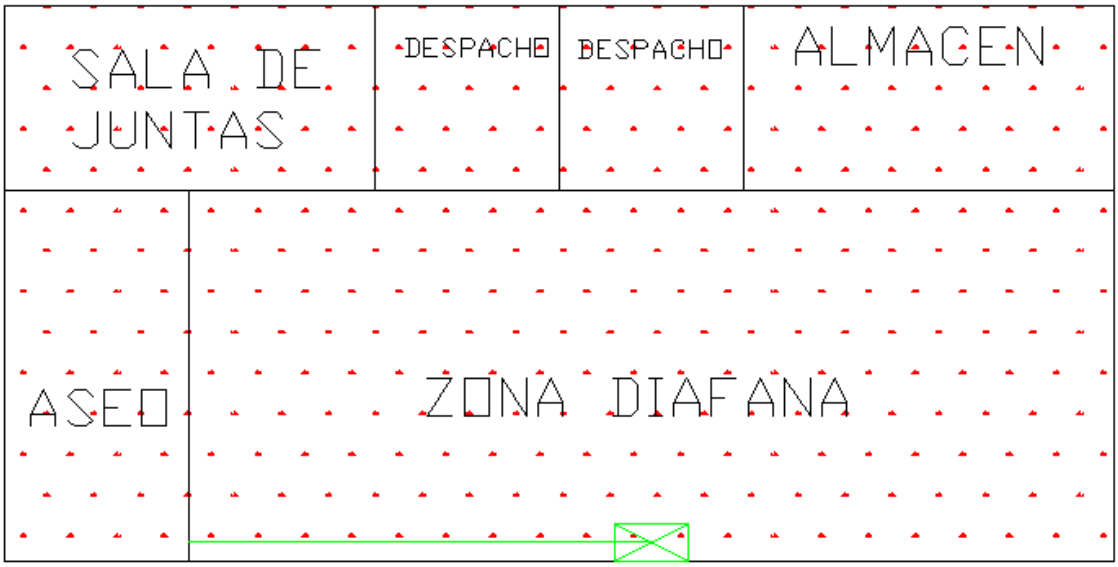


FIGURA 16: DISTRIBUCIÓN PROPUESTA EN EL ALTILLO

Como se ve, con una sola BIE se protege, en teoría todo el altillo. Sin embargo, la presencia de paredes no garantiza la protección de los despachos, almacén y sala de juntas con este dispositivo, por lo que tendrán que disponerse medidas de seguridad adicionales

E.3.- SOTANO

Esta zona es de idénticas dimensiones a la de la zona de descarga. Es este caso, haciendo una adaptación en la rampa habilitada para facilitar la ventilación del sótano (para evitar el choque del aire con un muro vertical y evitar así recirculaciones que vicien al aire) podríamos colocar en la zona media un terminal de BIEs, pero en principio, con dos terminales colocados en las paredes norte y sur sería suficiente. Por tanto, y con todas las consideraciones ya expuestas se propone la siguiente solución:

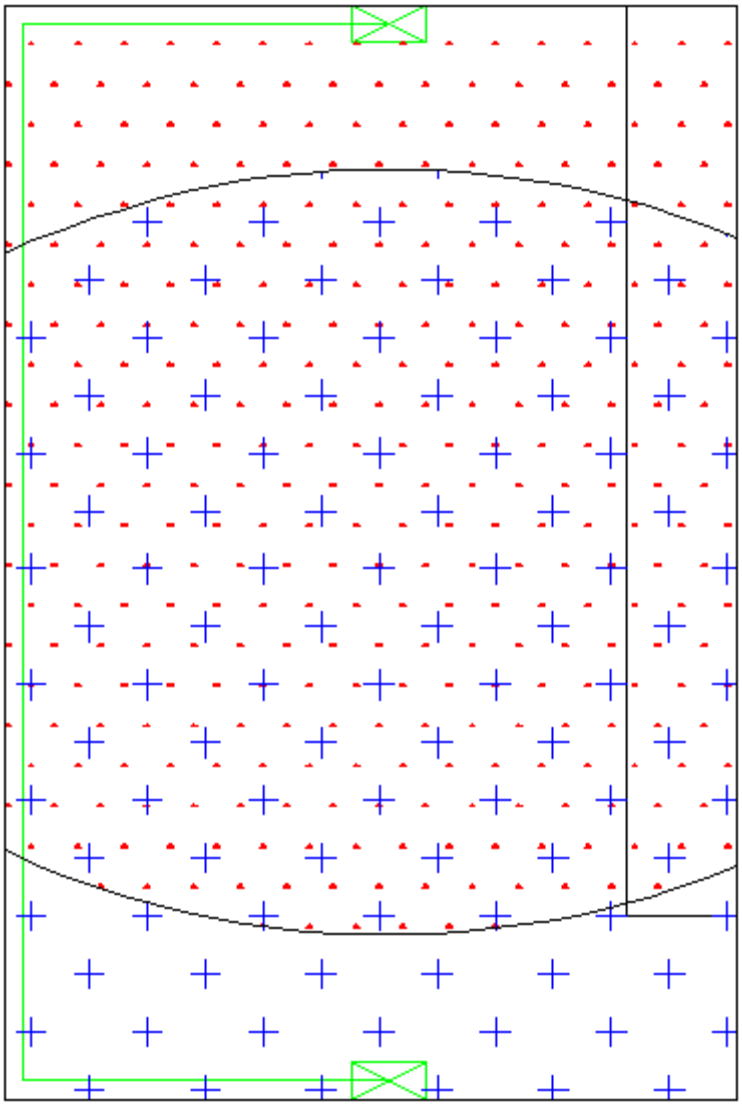


FIGURA 17: DISTRIBUCIÓN PROPUESTA EN EL SÓTANO

Con todo esto, ya queda perfectamente definida la red de BIEs a instalar. A continuación, se adjunta un último plano donde se representa de manera esquemática esta red y la situación de los diferentes terminales, el cual es necesario para los cálculos que se realizarán más adelante.

Tenemos que considerar que esta distribución se ha realizando dando un cierto margen, ya que hemos tomado un alcance nominal de 5 metros, cuando sabemos que dicho alcance nunca será inferior a 6 metros.

Otras consideraciones de importancia a tener en cuenta es que cada terminal irá precedido de una válvula (cuyas pérdidas están estandarizadas) y también tenemos que considerar perdidas propias de la manguera. Además, perdidas singulares tales como codos, bifurcaciones, estrechamientos… también serán tenidos en cuenta en cálculos posteriores

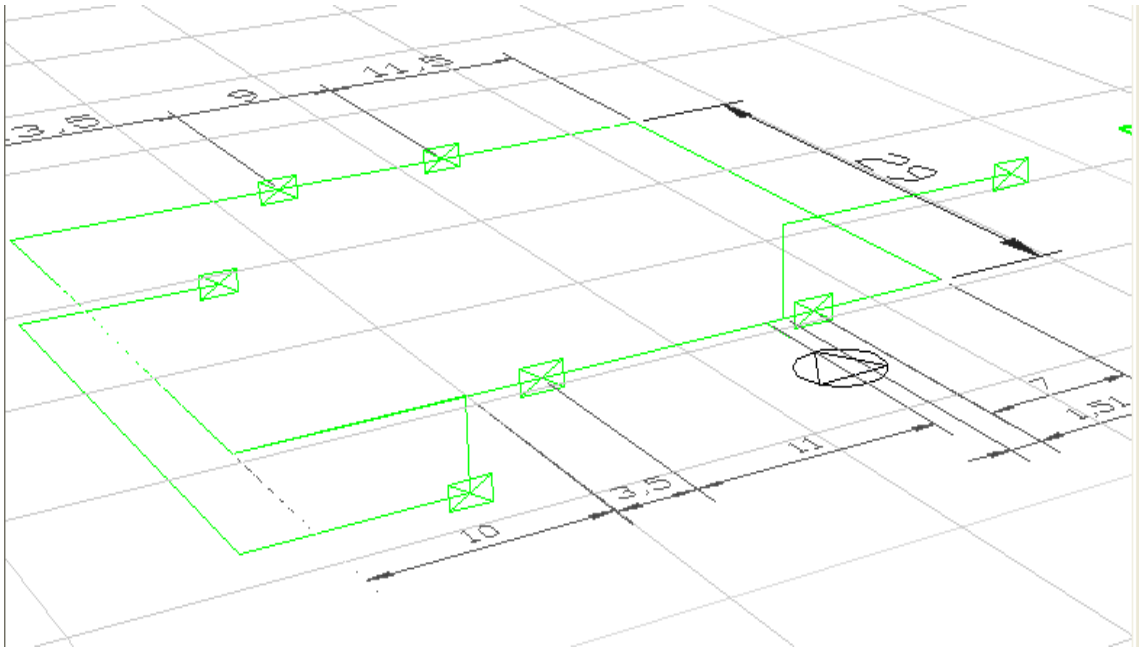


FIGURA 18: VISIÓN GLOBAL DE LA RED DE BIES

F.- Caracterización hidráulica

Las normas CEPREVEN especifican un caudal de 200 l/min. Con 35 m.c.a en punta de lanza.

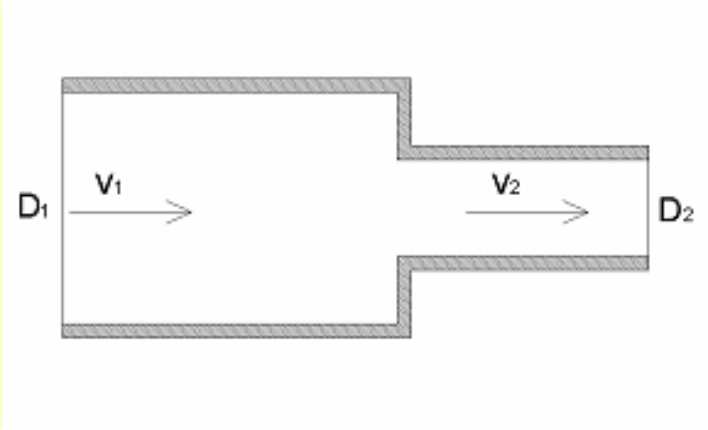
Entre las pérdidas más importantes consideraremos:

- Una pérdida máxima en la manguera de 5 m.c.a (45 m.c.a en el manómetro, teniendo en cuenta 5 m.c.a de pérdidas en la válvula aproximadamente),

$$H_{manómetro} = 3{,}68Q^2$$

Con Q, en l/s y ΔH, en m.c.a

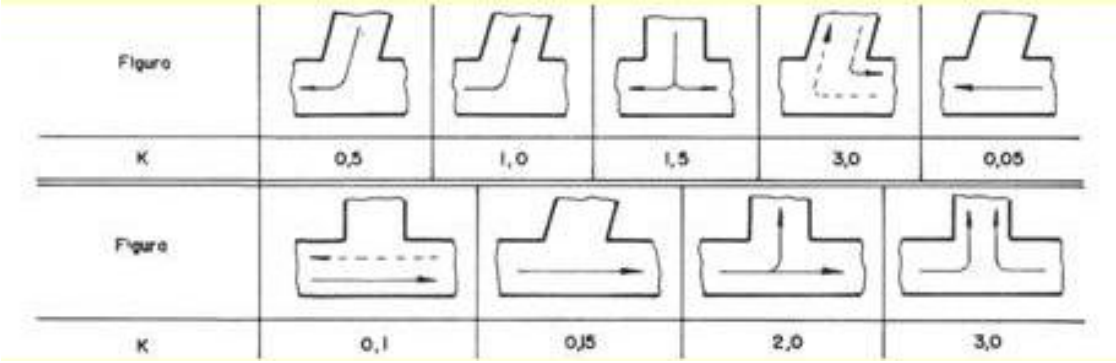
- Tomaremos la red de tuberías de acero galvanizado, donde podemos considerar que la rugosidad es del orden de 0.15 mm (consultando diversas tablas de características de materiales). Las desviaciones a las BIEs de 25 mm de 1". Se suele considerar una rugosidad de 0,4 mm por envejecimiento. Tomaremos este valor, ya que siempre tenemos que considerar el caso más desfavorable.
- Perdidas localizadas por estrechamiento brusco: se calculará en función de los diámetros relativos antes y después del estrechamiento.



Vienen dados por la tabla:

D_1/D_2	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0
K	0,08	0,17	0,26	0,34	0,37	0,41	0,43	0,45	0,46

– Ramificación en T: seguirá la siguiente tabla:



Para la ramificación desde las bombas al lazo cerrado de la planta baja tomaremos K=1.5

Para las ramificaciones desde el lazo cerrado de la planta baja al altillo y al sótano, tomaremos K=2

– Codos: considerando que todos los codos son de 90º y en función del radio de la tubería frente al radio de curvatura del codo encontramos la tabla:

$\frac{r}{\rho}$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
K	0,131	0,138	0,158	0,206	0,294	0,440	0,661	0,977	1,408	1,979

Tomaremos un valor para las perdidas en lo codos de 0.3

– Salida del depósito: en este caso consideraremos un valor fijo K=0.5

El siguiente paso es determinar los dos terminales de BIEs más desfavorables (en lo que a perdida de presión se refiere). Vamos a aplicar un proceso de descarte, donde tenemos que tener claro que los posibles candidatos serán los terminales situados en las líneas de altillo y sótano.

Para ello debemos hacer en primer lugar un prediseño de la red. Hay que tener en cuenta que las exigencias constructivas nos especifican que no hay que dimensionar la red de tuberías como si todas las BIEs fuesen a trabajar simultáneamente, sino se dimensionará con un máximo de dos BIEs trabajando a la vez. Con esto, se analizará por tramos:

- Lazo cerrado de la plana baja: en principio, si no existiesen las derivaciones de sótano y altillo, bastaría con dimensionar toda la red para transportar el caudal equivalente a un solo terminal, es decir, preparar la tubería para transportar 200l/min., ya que si trabajasen dos terminales en este lazo, se alimentarían por ambos sentidos y no tendríamos deficiencia alguna (por ejemplo, imaginemos que funcionan los dos terminales de la pared norte de la planta baja: uno se alimentaría con el agua que entra por el lazo hacia la izquierda y el otro por el agua que circularía por la parte derecha del lazo). Sin embargo, la existencia de la ramificación hacia el sótano, tan cerca de la entrada desde las bombas, y que puede necesitar alimentar a dos terminales, hace recomendable preparar el tramo del lazo principal que va desde la entrada de bombas hasta la ramificación del sótano para que transporte el doble de caudal (es decir, el suficiente como para satisfacer dos BIEs, por si en sótano tienen que trabajar dos BIEs simultáneamente).

Todas las cotas están ya determinadas en el dibujo de la red general

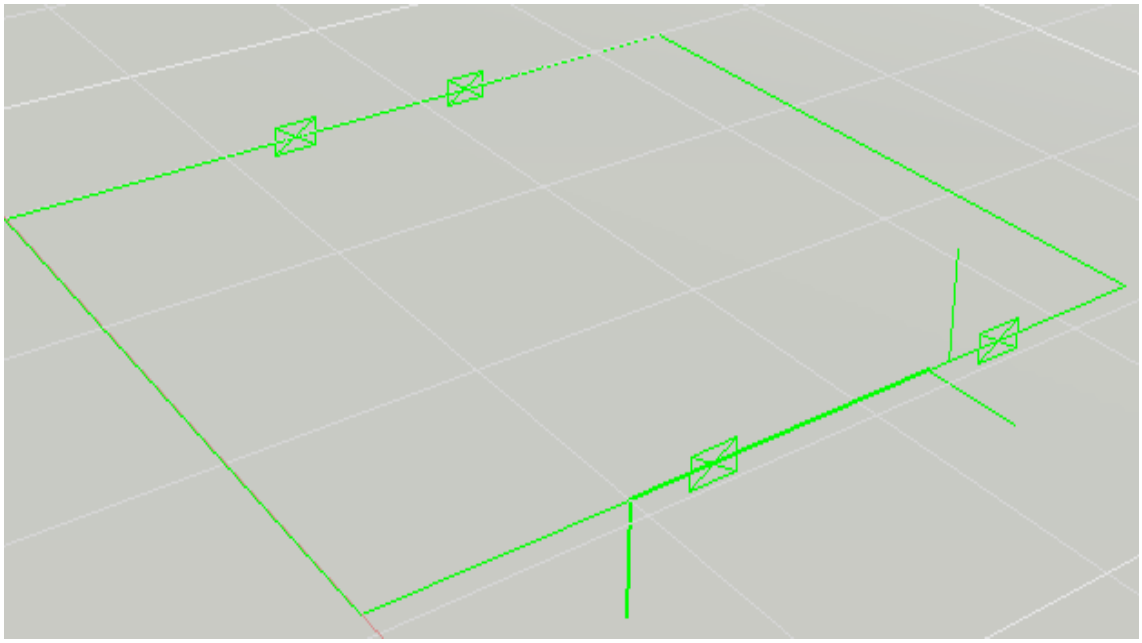


FIGURA 19: ESQUEMA RED DE BIES

- Altillo: En este caso, como solo va a funcionar un terminal simultáneamente, se dimensionará para 200l/min.

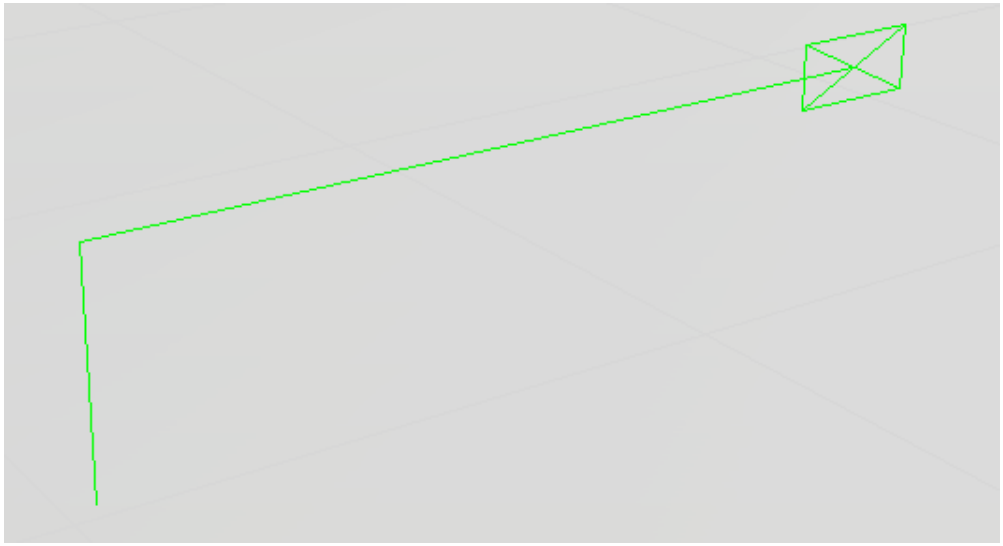


FIGURA 20: TRAMO ALTILLO DE LA RED DE BIES

Longitud tramo ascendente = 3.5 m

Longitud horizontal hasta BIE = 12.5 m

- Sótano: en este caso se dimensionará el tramo descendente para 400l/min. donde se abastece la primera BIE. El resto de la línea, dado que solo queda por alimentar otro terminal, bastará con dimensionarlo para 200l/min.

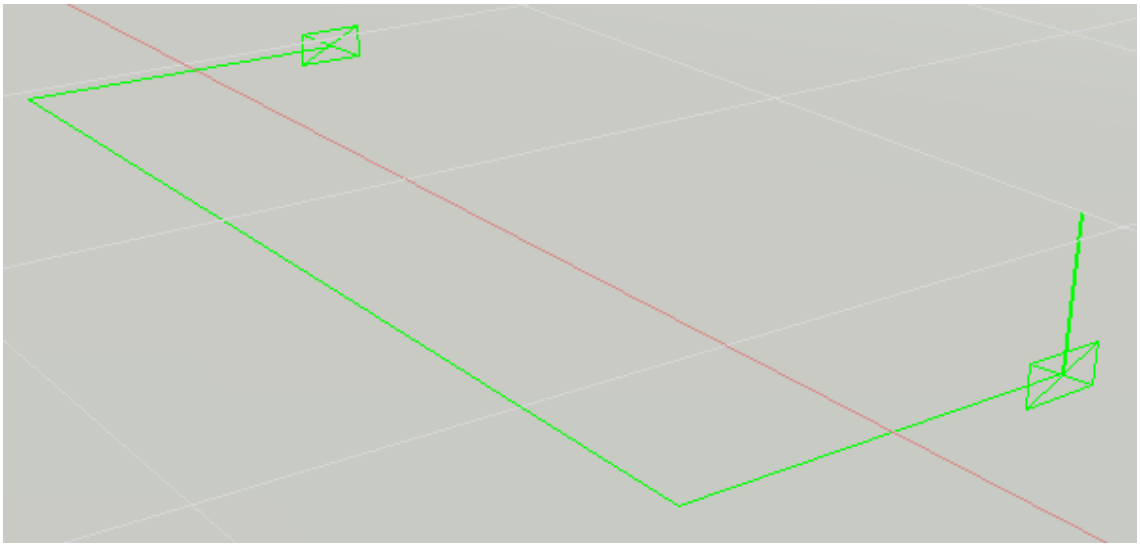


FIGURA 21: TRAMO SÓTANO DE LA RED DE BIES

Longitud tramo descendente = 3.5 m

Longitud del primer BIE al segundo BIE = 49 m

En lo referente a los terminales más desfavorables desde el punto de vista de las pérdidas de presión, consideraremos como seguro el más alejado

de la bifurcación de la línea sótano. Los otros dos candidatos, entre los que tenemos que seleccionar uno, serán el terminal del altillo y el otro terminal del sótano.

– CÁLCULO DE PÉRDIDAS DEL ÚLTIMO BIE DEL SOTANO

La longitud total desde la entrada hasta este terminal es de 67 m. Las perdidas por elementos singulares durante todo el camino son:

2 X K_{CODO} = 0.3

$K_{T,entrada}$ = 1.5

$K_{T,derivación}$ = 2

$K_{valvula\ antirretorno}$ = 1.2

Sabiendo que la rugosidad es de 0.4 mm (tomamos la rugosidad con envejecimiento de la instalación), las pérdidas en esta BIE serán:

$$H = \frac{v^2}{2 \cdot g} \cdot \left(\lambda \cdot \frac{L}{D} + \sum K \right)$$

No conocemos la velocidad, pero si el caudal:

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2}$$

Sustituyendo:

$$H = \frac{8 \cdot Q^2}{g \cdot \pi^2 \cdot D^4} \cdot \left(\lambda \cdot \frac{L}{D} + \sum K \right)$$

En principio, nos encontraríamos con la problemática de desconocer tanto la pérdida de carga total como el diámetro de las tuberías. Sin embargo, conocemos por las normas la relación del caudal a transportar y diámetros estandarizados. Estas relaciones quedan reflejadas en la siguiente tabla:

DIAMETRO	DN 40	DN 50	DN 65	DN 80
CAUDAL (l/mim)	100	200	400	600

Por tanto, el tramo indicado que puede tener que alimentar 2 BIEs será un DN 65, mientras que el resto serán de DN 50. Conocido esto, podríamos utilizar, en vez de las K de pérdidas localizadas, longitudes equivalentes, que vendrán dadas por la tabla:

Clase de resistencia aislada / Diámetros nominales de las tuberías		3/8 10	1/2 15	3/4 20	1 25	1 1/4 32	1 1/2 40	2 50	2 1/2 65	3 80	4 100
	manguito de unión	0,00	0,00	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,09	0,12	0,15
	cono de reducción	0,20	0,30	0,50	0,65	0,85	1,00	1,30	2,00	2,30	3,00
	codo o curva de 45°	0,20	0,34	0,43	0,47	0,56	0,70	0,83	1,00	1,18	1,25
	curva de 90°	0,18	0,33	0,45	0,60	0,84	0,96	1,27	1,48	1,54	1,97
	codo de 90°	0,38	0,50	0,63	0,76	1,01	1,32	1,71	1,94	2,01	2,21
	"te" de 45°	1,02	0,84	0,90	0,96	1,20	1,50	1,80	2,10	2,40	2,70
	"te" arqueada o de curvas ("pantalones")	1,50	1,68	1,80	1,92	2,40	3,00	3,60	4,20	4,80	5,40
	"te" confluencia de ramal (paso recto)	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90
	"te" derivación a ramal	1,80	2,50	3,00	3,60	4,10	4,60	5,00	5,50	6,20	6,90
	válvula retención de batiente de pistón	0,20 1,33	0,30 1,70	0,55 2,32	0,75 2,85	1,15 3,72	1,50 4,67	1,90 5,75	2,65 6,91	3,40 8,40	4,85 11,1
	válvula retención paso de escuadra	5,10	5,40	6,50	8,50	11,50	13,0	16,5	21,0	25,0	36,0
	válvula de compuerta abierta	0,14	0,18	0,21	0,26	0,36	0,44	0,55	0,69	0,81	1,09
	válvula de paso recto y asiento inclinado	1,10	1,34	1,74	2,28	2,89	3,46	4,53	5,51	6,69	8,80
	válvula de globo	4,05	4,95	6,25	8,25	10,8	13,0	17,0	21,0	25,0	33,0
	válvula de escuadra o ángulo (abierta)	1,90	2,55	3,35	4,30	5,60	6,85	8,60	11,1	13,7	17,1
	válvula de asiento de paso recto	–	3,40	3,60	4,50	5,65	8,10	9,00	–	–	–
	intercambiador	–	–	–	2,1	5	12,5	13,2	14,2	25	–
	radiador	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,75	6,50	7,00	7,50
	radiador con valvulería	3,75	4,40	5,25	6,00	6,75	7,50	8,80	10,10	11,40	12,70
	caldera	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,75	6,50	7,00	7,50
	caldera con valvulería	3,00	4,20	4,90	5,60	6,30	7,00	8,00	8,75	9,50	10,00
	contador general individual o divisionario	4,5 m c.a. 10 m c.a.									

Sin embargo, nos mantendremos coherentes con nuestro planteamiento y aplicaremos los K expuestas en las páginas precedentes.

Las características dimensionales de las tuberías planteadas vienen recogidas en la siguiente tabla:

TUBERIA DE ACERO										
Series Normal y Reforzada			UNE 19.040/93				UNE 19.041/93			
DIAMETRO NOMINAL mm	"	DIAMETRO EXTERIOR	ESPESOR mm	D. INTERIOR mm	CONT. AGUA l/m	PESO kg/m	ESPESOR mm	D. INTERIOR mm	CONT. AGUA l/m	PESO kg/m
DN 6	1/8	10,2	2,0	6,20	0,03	0,40	2,6	5,00	0,02	0,49
DN 8	1/4	13,5	2,3	8,90	0,06	0,64	2,9	7,70	0,05	0,76
DN 10	3/8	17,2	2,3	12,60	0,12	0,85	2,9	11,40	0,10	1,02
DN 15	1/2	21,3	2,6	16,10	0,20	1,20	3,2	14,90	0,17	1,43
DN 20	3/4	26,9	2,6	21,70	0,37	1,56	3,2	20,50	0,33	1,87
DN 25	1	33,7	3,2	27,30	0,59	2,41	4,0	25,70	0,52	2,93
DN 32	1·1/4	42,4	3,2	36,00	1,02	3,09	4,0	34,40	0,93	3,79
DN 40	1·1/2	48,3	3,2	41,90	1,38	3,56	4,0	40,30	1,28	4,37
DN 50	2	60,3	3,6	53,10	2,21	5,03	4,5	51,30	2,07	6,19
DN 65	2·1/2	76,1	3,6	68,90	3,73	6,44	4,5	67,10	3,54	7,95
DN 80	3	88,9	4,0	80,90	5,14	8,38	5,0	78,90	4,89	10,35
DN 100	4	114,3	4,5	105,30	8,71	12,19	5,4	103,50	8,41	14,50
DN 125	5	139,7	5,0	129,70	13,21	16,61	5,4	128,90	13,05	17,89
DN 150	6	165,1	5,0	155,10	18,89	19,74	5,4	154,30	18,70	21,27

Por tanto, a la DN 50 le corresponde un diámetro interior de 53.1 mm y a la DN 65 un diámetro interior de 68.9 mm.

Conocemos el caudal y el diámetro de la tubería, por lo que podemos calcular λ a partir del diagrama de Moody. Para ello tenemos que conocer:

Para las tuberías DN 50, trasegando un caudal de 200 l/min.

$$\frac{K}{D} = \frac{0.0004}{0.0531} = 0.0075$$

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2} = \frac{0.013333}{0.00886} = 1.5 \text{ m/s}$$

$$\text{Re} = \frac{v \cdot D}{\nu} = \frac{1.5 \cdot 0.0513}{1.004 \cdot 10^{-6}} = 76643$$

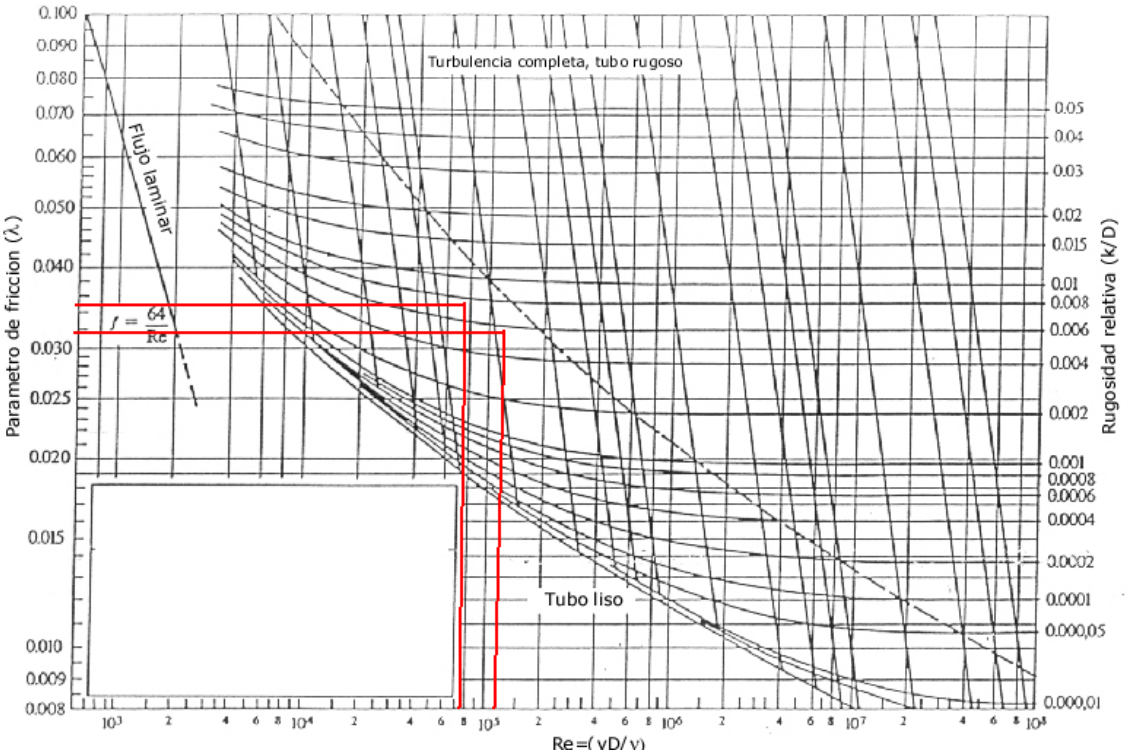
Para las tuberías DN 65, trasegando un caudal de 200 l/min.

$$\frac{K}{D} = \frac{0.0004}{0.0689} = 0.0058$$

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2} = \frac{0.02667}{0.015} = 1.8 \text{ m/s}$$

$$\text{Re} = \frac{v \cdot D}{\nu} = \frac{1.8 \cdot 0.0689}{1.004 \cdot 10^{-6}} = 123526$$

Si nos vamos al diagrama con estos datos obtendremos:



Así: λ (DN 50)= 0.0345

λ (DN 65)= 0.032

Ya tenemos todo lo necesario para calcular las perdidas hasta la última BIE del sótano (téngase en cuenta que de los 67m de recorrido hasta la BIE, son 18 metros con tubería DN 65 y el resto, 49m, con tubería DN 50; además, las dos derivaciones y la válvula antirretorno que se dan en el tramo de DN 65 y los dos codos y otra válvula antirretorno en el de DN 50).

$H = H_{TRAMO\ DN\ 50} + H_{TRAMO\ DN\ 65} = 3.85 + 2.16 =$ **6 m.c.a = 0.6 bares**

- CALCULO DE PERDIDAS EN PRIMERA BIE DEL SOTANO

El razonamiento para este caso es análogo, con la salvedad de que ahora la longitud a recorrer es de 18m, todos ellos por tubería DN 65. Por tanto, nos encontramos directamente que las perdidas hasta esta BIE son las calculadas en el apartado anterior para $H_{TRAMO\ DN\ 65}$

H = **2.16 m.c.a = 0.216 bares**

- CALCULO PERDIDAS EN BIE DEL ALTILLO

En este caso, la longitud de la línea hasta este terminal es de 17.5m, todas por tubería DN 50, de los cuales 3.5 metros son ascendentes (incrementaremos 0.35 bares al resultado que obtengamos para compensar la diferencia de cota). Las perdidas por elementos singulares que encontramos en el trayecto serán:

$K_{CODO} = 0.3$

$K_{T,entrada} = 1.5$

$K_{T,derivación} = 2$

$K_{valvula\ antirretorno} = 1.2$

Repitiendo los cálculos realizados en apartados anteriores:

H = 1.87 + 3.5 = **5.37 m.c.a = 0.537 bares**

Con todo esto queda claro que las dos BIEs más desfavorables serán la última del sótano y la del altillo. Las bombas que instalemos tienen que vencer por tanto unas pérdidas de 0.6 y 0.537 bares respectivamente y asegurar además 3.5 en punta de lanza de las BIEs, aunque como vimos con anterioridad, lo que se tiene que asegurar es la presión en el manómetro, por lo que al la presión en punta de lanza le añadiremos los 0.5 bares de perdidas en manguera y los 0.5 bares de perdidas en la válvula, haciendo un total de presión en el manómetro de 4.5 bares

Otras BIEs con situación menos desfavorable (véase las bies del lazo cerrado y especialmente las mas cercanas a la salida de las bombas) tendrán una presión superior en punta de lanza, teniendo un máximo por ley de 7 bares en punta de lanza.

En lo que al dimensionado del grupo de bombeo se refiere, tenemos que tener en cuenta que las dos líneas se pueden tomar como líneas en paralelo y por tanto, las pérdidas a compensar por la bomba se calcularán:

Definimos unas ecuaciones para presión del tipo: H = E + F, donde: E = es la presión fija que tenemos que suministrar en el manómetro

F = pérdidas propias de la línea

$H_{Línea\ sotano} = E + F = 4.5 + 0.6 = 5.1$ bares

$H_{Línea\ altillo} = 4.5 + 0.537 = 5.037$ bares

Las presiones en la bomba también se definirán con una ecuación del tipo H = E + F, donde E sigue siendo el aporte de presión fijo, igual a 4.5 bares. El cálculo de F se realizará teniendo en cuenta que las líneas de sótano y altillo están en paralelo, por lo que:

$$F_{BOMBA} = \frac{1}{\left(\frac{1}{\sqrt{F_{ALTILLO}}} + \frac{1}{\sqrt{F_{SOTANO}}}\right)^2} = \frac{1}{\left(\frac{1}{\sqrt{0.537}} + \frac{1}{\sqrt{0.6}}\right)^2} = 0.142$$

Por tanto:

ΔH_{BOMBA} = 4.5 + 0.142 = 4.642 bares

5.3. Instalación de extintores.

Según el anexo III del Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales atendiendo al tipo de combustible, los fuegos se clasifican según la norma UNE 23010:

-Tipo A: Fuegos de materiales sólidos comunes, generalmente de tipo orgánico, cuya combustión tiene lugar normalmente con formación de brasas. Combustible: madera, carbón, cartón, etc.

-Tipo B: Fuegos de líquidos y sólidos de bajo punto de fusión. Combustible: gasolinas, grasas, aceites, etc.

-Tipo C: Fuegos de gases. Combustible: butano, propano, gas natural, etc.

-Tipo D: Fuego de metales y compuestos químicos reactivos. Combustible: aluminio (polvo), magnesio, sodio, etc.

-Tipo E: Fuego de origen eléctrico y en presencia de cables o equipos eléctricos bajo tensión.

En nuestro establecimiento tendremos fuego ***tipo A.***

Se instalarán extintores de incendio portátiles en todos los sectores de incendio de los establecimientos industriales. En las zonas de los almacenamientos operados automáticamente, en los que la actividad impide el acceso de personas, podrá justificarse la no instalación de extintores.

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

TABLA I-1
Agentes extintores y su adecuación a las distintas clases de fuego

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

Siendo:

xxx	Muy adecuado.
xx	Adecuado.
x	Aceptable.

Notas:

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

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

De esta tabla obtenemos que para nuestro tipo de fuego, el agua pulverizada es el agente extintor más adecuado.

Cuando en el sector de incendio coexistan combustibles de la clase A y de la clase B, se considerará que la clase de fuego del sector de incendio es A o B cuando la carga de fuego aportada por los combustibles de clase A o de clase B, respectivamente, sea, al menos, el 90% de la carga de fuego del sector. En otro caso, la clase de fuego del sector de incendio se considerará A-B.

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

TABLA 3.1

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

GRADO DE RIESGO INTRÍNSECO DEL SECTOR DE INCENDIO	EFICACIA MÍNIMA DEL EXTINTOR	ÁREA MÁXIMA PROTEGIDA DEL SECTOR DE INCENDIO
BAJO	21 A	Hasta 600 m^2 (un extintor más por cada 200 m^2, o fracción, en exceso)
MEDIO	21 A	Hasta 400 m^2 (un extintor más por cada 200 m^2, o fracción, en exceso)
ALTO	34 A	Hasta 300 m^2 (un extintor más por cada 200 m^2, o fracción, en exceso)

TABLA 3.2

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

	VOLUMEN MÁXIMO, V (1), DE COMBUSTIBLES LÍQUIDOS EN EL SECTOR DE INCENDIO (1) (2)			
	$V \leq 20$	$20 < V \leq 50$	$50 < V \leq 100$	$100 < V \leq 200$
EFICACIA MÍNIMA DEL EXTINTOR	113 B	113 B	144 B	233 B

En nuestro caso como es tipo A usamos la tabla 3.1. Nuestros sectores de incendios tienen grado de riesgo intrínseco:

- Zona de descarga y limpieza→ bajo 2 con lo que la eficacia mínima del extintor es 21 A y el área máxima protegida del sector de incendios es de 600 m^2, justo lo que nos mide nuestro sector.
- Zona de secado → bajo 1 con lo que la eficacia mínima es 21 A y el área máxima protegida de sector de incendios es de 600 m^2, superior a los 100 m^2 que ocupa nuestro sector.
- Zona de transporte y molienda → medio 5 con lo que la eficacia mínima es 21 A y el área máxima protegida de sector de incendios es de 400 m^2 menor a los 500 m^2 que mide nuestro sector pero nos dice la tabla que pongamos un extintor más por cada 200 m^2 o fracción en exceso, con lo que en este sector tendremos dos extintores.
- Zona de oficinas→ medio 4 con lo que al igual que antes 21 A y 400 m^2 de área máxima protegida. Nosotros tenemos 450 m^2 con lo que al igual que en el sector anterior necesitaremos dos extintores.

También podemos considerar que nuestro nivel de riesgo intrínseco global es MEDIO 4 y por lo tanto todos los extintores a usar serán 21 A. El número de extintores a colocar en cada sector será el adecuado para cumplir la condición más restrictiva entre las anteriores nombradas y la de que no puede haber más de 15 m sin un extintor al alcance, como se cita a continuación.

Respecto a la eficacia, el número hace referencia a la cantidad de combustible utilizada en el hogar y la letra a la clase de fuego.

El emplazamiento de los extintores portátiles de incendio permitirá que sean fácilmente visibles y accesibles, estarán situados próximos a los puntos donde se estime mayor probabilidad de iniciarse el incendio y su distribución será tal que el recorrido máximo horizontal, desde cualquier punto del sector de incendio hasta el extintor, no supere 15 m.

Hay muchos fabricantes de extintores, nosotros hemos elegido Zenith modelo ZAP 6 litros, eficacia 21 A- 183 B. Posee un recipiente de alta calidad con recubrimiento anti-corrosión, filtro de impurezas con tubo de sonda y maneta de disparo ergonómica. Apto para uso en tensiones eléctricas de hasta 35.000 V.

FIGURA 22: MODELO DE EXTINTORES DEL FABRICANTE ZAP

Su disposición se verá en el plano adjunto junto con el resto de elementos de la instalación.

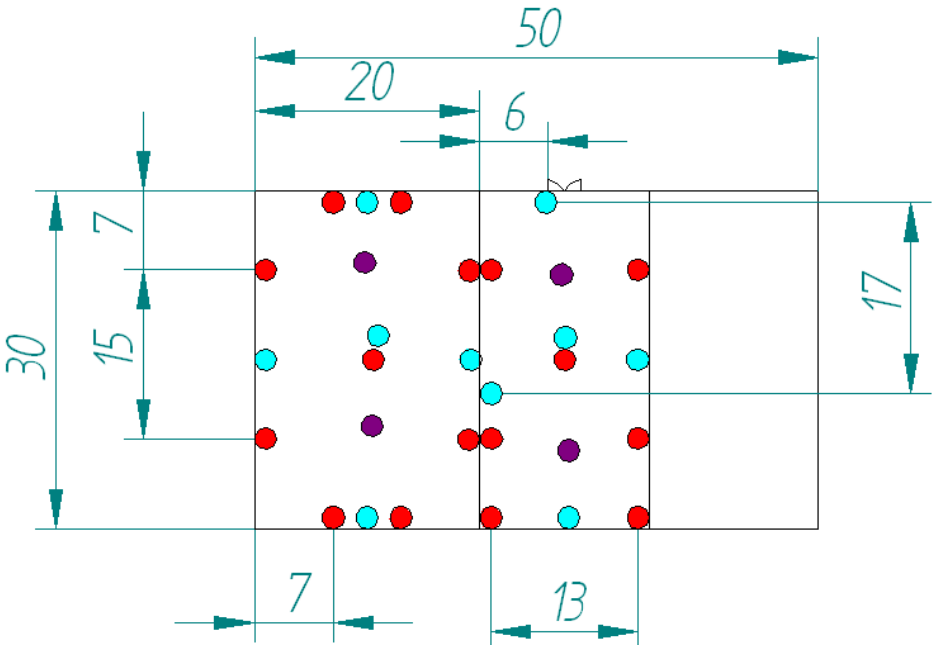


FIGURA 23: DISTRIBUCIÓN DE EXTINTORES

Aquí tenemos representados el sótano y la planta baja de la parte derecha de nuestra industria.

En los dos planos representamos como:

-punto rojo: extintor

-punto azul: pulsador

-punto morado: alarma

No se han representado los detectores porque puesto que conocemos todas las distancias entre unos y otros y el número de ellos que vamos a instalar no es necesario hacerlo.

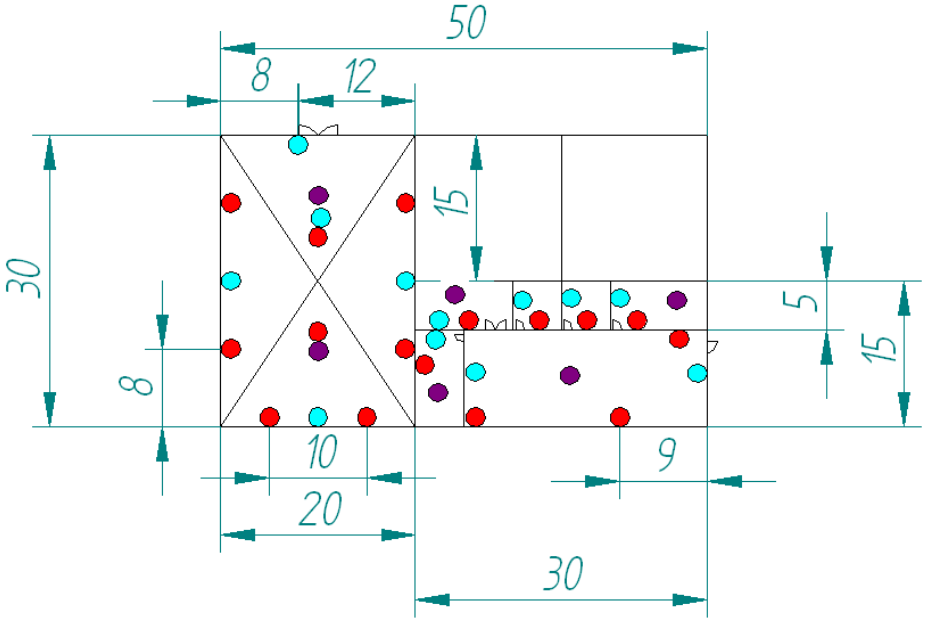


FIGURA 24: DISTRIBUCIÓN DE EXTINTORES EN ZONA DE DESCARGA Y ALTILLO

Aquí representamos la zona de descarga a la izquierda, y a la derecha el altillo donde se encuentra las oficinas. En el plano se ve el número de elementos a instalar y su distribución. El código de colores es igual que el del plano anterior.

5.4. Sistemas de detección de incendios y alarma.

Según el anexo III del Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales:

Sistemas automáticos de detección de incendio.

Se instalarán en los sectores de incendio de los establecimientos industriales cuando en ellos se desarrollen:

- -Actividades de producción, montaje, transformación, reparación u otras distintas al almacenamiento si están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 3000 m^2 o superior.
- -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 1500 m^2 o superior.

En nuestro establecimiento no se cumple ninguno de los dos puntos con lo que no hará falta este sistema pero puesto que se nos exige en las peticiones dadas a la instalación lo pondremos.

Sistemas manuales de alarma de incendio.

Se instalarán en los sectores de incendio de los establecimientos industriales cuando en ellos se desarrollen:

- -Actividades de producción, montaje, transformación, reparación u otras distintas al almacenamiento si su superficie total construida es de 1000 m^2 o superior o no se requiere la instalación de sistemas automáticos de detección de incendios.
- -Actividades de almacenamiento si su superficie total construida es de 800 m^2 o superior o no se requiere la instalación de sistemas automáticos de detección de incendios.

En nuestro establecimiento se cumplen ambos puntos con lo que debemos instalar dicho sistema.

Sistemas de comunicación de alarma.

Se instalaran sistemas de comunicación de alarma en todos los sectores de incendio de los establecimientos industriales, si la suma de la superficie construida de todos los sectores de incendio del establecimiento industrial es de 10.000 m^2 o superior.

La señal acústica transmitida por el sistema de comunicación de alarma de incendio permitirá diferenciar si se trata de una alarma por emergencia

parcial o por emergencia general y será preferente el uso de un sistema de megafonía.

En nuestro establecimiento no será necesario este sistema pero puesto que se nos pide en las exigencias de la instalación también lo pondremos.

Debe de constar de una serie de elementos que permitan, en cada caso, transmitir la señal de alarma, procesarla y por ultimo genera las señales de aviso y actuaciones correspondientes en base al tipo de señal y/o alarma recibida.

En concreto, un sistema de detección automático de incendios se puede componer de los siguientes elementos:

-Equipos que sean capaces de detectar un incendio de forma automática y sin necesidad de intervención humana, dichos equipos serían los detectores.

-Equipos que permitan que una persona pueda, en un momento determinado, comunicar una alarma de incendio al sistema, estos elementos serian los pulsadores (pueden formar parte o no del sistema automático de detección, lo normal es que se así).

Los **detectores automáticos** de incendios son los elementos principales de un sistema de detección. Son de distintos tipos y cada uno de ellos puede actuar, en función de sus características, en una de las etapas, que se producen en el caso de un incendio. A la hora de elegir el tipo de detector a instalar, conviene tener en cuenta una serie de factores que condicionaran cual es el tipo de detector más adecuado a utilizar en cada caso. Estos factores son:

- Desarrollo del incendio: Cuando la actividad ejercida en la zona a vigilar haga prever un incendio de desarrollo lento en su fase inicial (gran desprendimiento de humo, débil desprendimiento de calor y llamas escasas o nulas) son más apropiados los detectores de humos. Si el incendio es de desarrollo rápido desde su inicio (gran desprendimiento de calor, llamas intensas y producción importante de humo) podrían ser utilizados detectores de humo térmicos, de llamas o combinaciones de diferentes tipos de detectores.
- Altura del local: Nuestro local tiene 7 m de altura para la cual cualquier detector es adecuado.
- Temperatura ambiente: Los detectores de humo y de llamas pueden usarse para temperaturas ambientes inferiores o iguales a 50 ºC. En el caso de elegir detectores térmicos, la temperatura debe superar entre 10 y 35 ºC la ambiente. En nuestra ciudad no tendremos restricciones por tener temperaturas inferiores a 0 ºC.
- Humo, polvo y aerosoles similares: Estos factores como consecuencia de la actividad ejercida pueden ser causa de alarmas intempestivas si se utilizan detectores de humo. Es necesario en estos casos utilizar detectores térmicos.
- Los demás factores no son importantes en nuestro caso.

Puesto que tenemos grano de trigo, sacos con harina y oficinas, suponemos que el incendio va a ser de desarrollo rápido con llamas intensas

con lo que elegiríamos el detector de llamas, sin embargo, según la norma UNE_23007-14 (1996), debido a su incapacidad para detectar fuegos de combustión lenta no deben considerarse como detectores de uso general, sino en combinación con los de calor o humo. Los primeros son más lentos que los segundos pero los de humo pueden generar falsas alarmas. Por todo esto usaremos detectores térmico-ópticos. Usamos el siguiente detector encontrado en el catálogo de Guardal, S.A: Detectores óptico-térmicos analógicos Hochiki.

FIGURA 25: DETECTOR TÉRMICO-ÓPTICO

Características:

Disponibles en color blanco y marfil. Modos de usuario seleccionables. Incorpora elemento óptico y térmico. Cámara desmontable de última generación. Umbral de alarma programable. Dos leds indicadores que permiten una visión de 360°. Encendido de led programable en chequeo de lazo. Mecanismo de bloqueo del detector a la base. Direccionamiento electrónico. Homologado por LPCB y VDS.

Características Técnicas Generales

- **Código de producto:** ACA-E (color marfil).
  ACA-E WHT (color blanco)
- **Voltaje de funcionamiento:** 17 V a 41 Vdc.
- **Modo de bajo consumo:** 120 µA.
- **Corriente en reposo (típica):** 450 µA.
- **Corriente en alarma (controlada por la central):** 19 mA.
- **Método de transmisión:** Comunicación digital protocolo ESP.
- **Temperatura de funcionamiento:** -10°C a 50°C.
- **Temperatura de almacenaje:** -30°C a 60°C.
- **Humedad máxima:** 95% HR no condensada a 40°C.
- **Grado de protección:** IP 42.
- **Color / Material de la carcasa:** Marfil ó Blanco / ABS.
- **Peso (gr):** 100.
- **Bases compatibles:** YBN-R/3.
  YBN-R/3 WHT
  YBO-R/SCI
  YBO-R/SCI WHT

• **Altura de la base (mm):** 8 (bases YBN) 13 (bases YBO).
• **Puntos de fijación de la base (mm):** 48-74.
• **Homologaciones:** LPCB EN54 Partes 5 & 7 y VDS EN54 Partes 5 & 7 (G200120).

Puesto que en el secadero vamos a tener una temperatura que rondará los 45-50 ºC, deberemos usar otro modelo de detector cuya temperatura de funcionamiento ronde los 70 ºC.

Según la norma UNE_23007-14 (1996), en las instalaciones protegidas por un detector automático de detección de incendios, la división de las instalaciones en zonas de detección deberá de cumplir con todos los requisitos siguientes:

a) La superficie en planta de una sola zona no deberá exceder de 2000 m^2.

b) La distancia de búsqueda no deberá exceder de 30 m.

c) Cuando una zona se extienda más allá de un solo compartimento de incendios, los límites de la zona deberán ser los límites de los compartimentos de incendios y la superficie en planta de la zona no deberá exceder de 300 m^2.

d) Cada zona deberá limitarse a una sola planta del edificio, salvo que:

-la zona consista en una caja de escalera, patio de luz, caja de ascensor u otra estructura similar que se extienda más allá de una planta pero dentro de un compartimento de incendios, o

-la superficie total en planta del edificio sea inferior a 300 m^2.

La distribución de los detectores de calor debe de estar de acuerdo con la siguiente tabla según la norma.

Superficie del local (S_L)	**Altura del local (h)**	**Superficie máxima de vigilancia (S_V) y Distancia máxima entre detectores ($S_{máx.}$)**					
		INCLINACIÓN DEL TECHO					
		i < 15°		**15° < i < 30°**		**i > 30°**	
		PENDIENTE DEL TECHO					
		p ≤ 0,2679		**0,2679 < p ≤ 0,5774**		**p > 0,5774**	
m^2	m	S_V (m^2)	$S_{máx.}$ (m)	S_V (m^2)	$S_{máx.}$ (m)	S_V (m^2)	$S_{máx.}$ (m)
$S_L \leq 30$	Cat. 1 → 7,5 Cat. 2 → 6,0 Cat. 3 → 4,5	30	7,90	30	9,20	30	10,60
$S_L > 30$	Cat. 1 → 7,5 Cat. 2 → 6,0 Cat. 3 → 4,5	20	6,50	30	9,20	40	12,20

En la primera planta, nuestra superficie es mayor de 30 m^2 y p≤0.2679, entonces la superficie máxima de vigilancia será de 20 m^2. La distancia máxima entre detectores será de 6.50 m en una dirección, en la otra será:

$$D_{max} = \frac{S_v}{S_{max}} = \frac{20}{6.5} \approx 3\ m$$

El número de detectores a colocar será el siguiente:

$$Nº_{detectores} = \frac{Superficie\ total}{Area\ de\ cobertura} = \frac{1500}{20} = 75$$

En la planta baja diferenciamos dos zonas dependiendo de la inclinación del techo, la que se encuentra debajo de la zona de descarga que tiene una pequeña inclinación su techo y la que se encuentra debajo de las oficinas, cuyo techo es recto. En ambos casos, aunque tenga el techo inclinación distinta se cumplen las condiciones superficie mayor de 30 m^2 y p≤0.2679, con lo que para las dos zonas la superficie máxima de vigilancia será de 20 m^2. La distancia máxima entre detectores será de 6.50 m en una dirección, en la otra será:

$$D_{max} = \frac{S_v}{S_{max}} = \frac{20}{6.5} \approx 3\ m$$

El número de detectores a colocar será el siguiente:

$$Nº_{detectores} = \frac{Superficie\ total}{Area\ de\ cobertura} = \frac{1050}{20} = 53$$

A la superficie total hemos tenido que quitarle la zona de la derecha donde no se encuentran las oficinas, ya que hay no tenemos más que el suelo y el techo, no hay plantas ni sótanos por medio.

La **red de pulsadores** es un sistema manual de alarma de incendio que permite transmitir una señal de alarma a una central de control y señalización permanentemente vigilada, de tal forma que sea fácilmente identificable la zona en que ha sido activado el pulsador.

Siempre va incorporada en el sistema la detección de incendios pero puede ser una instalación independiente y autónoma. En algunos casos se establece la obligatoriedad de la red de pulsadores y no la del sistema de detección automática.

Los pulsadores de alarma se situaran de modo que la distancia máxima a recorrer, desde cualquier punto hasta alcanzar un pulsador, no supere los 25

m.

Los pulsadores manuales elegidos son los siguientes, del catalogo de Notifier modelo MCP1A-R470SF

FIGURA 26: PULSADOR MANUAL

Características:

Pulsador de alarma rearmable de color rojo para sistemas convencionales. Diseñado para uso exclusivo en interiores y montaje en superficie con un grado de protección IP24D. Incorpora caja para montaje en superficie SR1T, llave para rearme y resistencia de alarma. No incluye tapa protectora de plástico PS200. Diseñado conforme a la norma EN54-11:2001. Homologados por Lloyd's Register para Marina.

Dimensiones en mm: 87 (ancho) x 87 (alto) x 52 (fondo).

Tendremos 22 pulsadores instalados y su distribución se ve en el plano adjunto. En la zona de secado no aparecen porque es una zona en la que no habrá personas, inaccesible, con lo que de poco serviría ponerlos.

El **sistema central** que se encargaría de recibir las señales de los diferentes equipos de campo, procesarlas y generar las correspondientes alarmas y/o actuaciones es la Central de Detección de Incendios. Hemos elegido la siguiente centralita del catálogo de GUARDAL, S.A: Central analógica ADVANCED de 8 lazos protocolo ESP de HOCHIKI

FIGURA 27: CENTRALITA

Características:

Central de 8 lazos no ampliable. Dispone de hasta 1.000 zonas. Puerto serie RS232 para conexión de PC, módem o impresora externa. Microprocesador de tecnología dual a tiempo real. Potente programación de funciones causa/efecto con función de zonas "Dynamix". Modos programables de sensibilidad variable (día/noche) con múltiples calendarios semanales.

Características Técnicas Generales

• Sencillo manejo para el usuario gracias al display LCD de gráficos de última generación y a las teclas de navegación de los menús
del sistema.
• Dispone de hasta 1.000 zonas, lo que le permite cumplir plenamente con la norma EN54 sin necesidad de añadir hardware
adicional.
• Tarjeta de leds adicionales disponible.
• Robusto chasis con conectores plug-in que facilitan el cableado.
• 2 fuentes de alimentación integrales separadas de 5 Amperios con cargador de baterías homologada segœn EN54 Parte 4
(1 fuente de alimentación por cada chasis de 4 lazos).
• Puerto serie RS232 para conexión de PC, módem o impresora externa (la central puede incorporar su propia impresora integrada).
• Función de reconocimiento automático que permite una rápida y fiable puesta en marcha del sistema.
• Programación a través del teclado alfanumérico de la central o con software de configuración por PC.
• Potente software de configuración bajo Windows PC-NET que incluye una a aplicación de central virtual para realizar
diagnósticos del sistema de forma remota.
• La flexible programación de funciones causa/efecto, junto con la función de zonas "Dynamix", permiten que estos sistemas
se adapten perfectamente a cualquier tipo de necesidad, incluyendo los más complejos sistemas multi-área con centrales en red.
• Cuando se conecta a una red de centrales AD-NET, la central funciona como un interface punto a punto, con hasta 1.000 zonas

compartidas, pleno reporte de eventos entre centrales y total funcionalidad de los parámetros causa/efecto.
• Modos de sensibilidad variable (día/noche) programables con calendarios semanales
• Función de aviso y compensación por contaminación y de selección de banda de sensibilidad.
• Supervisión constante y a tiempo real de los lazos y sus elementos de detección y salidas auxiliares gracias a la función TRACE.

MX-4202 Especificaciones y características

• **Tecnología**: Procesadores duales basados en memoria flash a tiempo real, diagnósticos TRACE y comunicaciones PULSE.
• **Display**: LCD gráfico retroiluminado de 240 x 64.
• **Leds**: 3 de color rojo (2 para Fuego y 1 para Alarma), 1 de color verde (Alimentación) y 12 de color naranja (Sistema y Fallos).
• **Teclas de control**: Teclado alfanumérico, teclas de navegación y de sistema para: Reset, Silenciar zumbador, Silenciar/reactivar sirenas y Evacuación.
• **Nº de lazos / zonas**: 8 / 1.000 zonas "Dynamix" en red (200 por central).
• **Dispositivos por lazo**: 126 dispositivos protocolo ESP de HOCHIKI.
• **Corriente en el lazo**: 500 mA.
• **Corriente total de salida**: 2 x 5 Amperios.
• **Corriente de carga**: 2 x 2,4 Amperios supervisada DPP, temperatura compensada y cargador interno.
• **Salidas de sirena**: 8 programables (1 Amperio cada una).
• **Salidas de relé**: 4 programables (1 Amperio 30V AC/DC cada una).
• **Salidas open collector**: 16 programables (con módulo adicional).
• **Alimentación**: 220-240V (+/- 15%), 50/60 Hz AC (máximo 1 A).
• **Alimentación auxiliar**: 2 x 24v, 300 mA.
• **Puerto serie**: 2 puertos RS232 para PC, módem o impresora externa.
• **Memoria de eventos**: 1.000 alarmas y eventos + diagnósticos.
• **Conexión en red**: Mediante módulo adicional MXP-003 ó MXP-009.
• **Caja**: Fabricada en acero IP30 color beige. Dispone de 9 entradas de cable en la parte posterior, otros 36 en la parte superior y 2 en la parte inferior (20 mm cada uno).
• **Baterías**: 2 baterías de 4 Ah mínimo y 17 Ah máximo.
• **Medidas (Alto/ Ancho/ Fondo)**: 950 mm x 450 mm x 188 mm. 475 mm x 450 mm x 170 mm (montaje empotrado).
• **Peso**: 23 Kilos.
• **Homologaciones**: BS EN54 Parte 2 (1.998), BS EN54 Parte 4 (1.998).

Este será el equipo que nos permitirá comunicarnos con todos los detectores y pulsadores instalados. La hemos elegido analógica porque así podemos controlar en cada momento el detector o pulsador que nos está dando la alarma y también evitamos falsas alarmas por ensuciamiento u otra causa que provoque un mal funcionamiento del detector.

El **sistema de alarma general** permite poner en conocimiento de todos los ocupantes de un edificio o establecimiento industrial el estado de emergencia o situación de alarma general que en un momento determinado pueda presentarse y transmitir la orden de evacuación o desalojo que corresponde iniciar para salvaguardar la vida de las personas y su integridad física.

La señal puede ser acústica y transmitida por el sistema de comunicación de alarma del sistema de detección de incendios o bien puede ser un sistema de megafonía, con mensajes grabados y previstos en el plan de emergencia.

Esta instalación hace posible la transmisión de una señal de alarma a los ocupantes del edificio, activándose desde lugares de acceso restringido, para que únicamente puedan ponerla en funcionamiento las personas que tengan esta responsabilidad.

El sistema de comunicación de alarma permitirá transmitir una señal diferenciada, generada voluntariamente desde un puesto de control. La señal será, en todo caso, audible, debiendo ser, además, visible cuando el nivel de ruido donde deba ser percibida supere los 60 dB. El nivel sonoro de la señal y el óptico, en su caso, permitirán que sea percibida en el ámbito de cada sector de incendio donde esté instalada.

La sirena elegida del catálogo de Guardal, S.A. es el modelo YBO-BSB:

FIGURA 28: ALARMA SONORA

Características:

Sirena con flash integral direccionable, alimentada directamente desde el lazo. Permite su direccionamiento automático por la central o bien manualmente a través del programador TCH-B100. Se puede instalar tanto con la base estándar YBN-R/3 o con la base con aislador YBO-R/SCI (ambas disponibles en color marfil o blanco) y es compatible con cualquier detector analógico HOCHIKI protocolo ESP.

Características Técnicas Generales

• **Código de producto**: YBO-BSB (color marfil).
YBO-BSB WHT (color blanco)
• **Voltaje de funcionamiento**: 17 V a 41 Vdc.
• **Modo de bajo consumo**: 110 µA.
• **Corriente en reposo (típica)**: 250 µA.
• **Corriente en alarma**: 0.8 mA (50 dB @ 1 metro).
16 mA (98 dB @ 1 metro)
• **Salida de sonido (a 1 metro)**: 50-98 dB (+/- 2 dB) @ 24 Vcc o superior (compatible con EN54).
• **Rango de frecuencias de tonos**: 300 Hz-2.850 Hz.
• **Temperatura de funcionamiento**: -10°C a 50°C.
• **Temperatura de almacenaje**: -30°C a 70°C.
• **Humedad máxima**: 95% HR no condensada a 40°C.
• **Grado de protección**: IP 21.
• **Color / Material de la carcasa**: Marfil ó Blanco / PC+PS+GF5.
• **Material de la lente**: Policarbonato translúcido.
• **Peso (gr)**: 160.
• **Bases compatibles**: YBN-R/3 - YBN-R3 WHT.
YBO-R/SCI - YBO-R/SCI WHT
• **Puntos de fijación de la base (mm)**: 48-74.

La norma UNE 23007-14 (1996) no nos da distancias mínimas para su colocación, sólo apunta que se sitúen en sitios visibles y audibles con lo que así lo haremos, como se verá en el plano adjunto. Tenemos instalados 10 de estos sistemas.

5.5. Depósito y Sistema de bombeo

Depósito

CRITERIOS DE DISEÑO

Nos encontramos ante la necesidad de almacenar 168000 litros de agua, esto es 1 metros cúbicos. Recurrimos al diseño de un depósito metálico de chapas de acero galvanizado.

CARACTERÍSTICAS DEL DEPÓSITO

En el proceso de fabricación se somete a las chapas de acero galvanizado a varios tratamientos tanto químicos como físico para su posterior pintado y se curvan y taladran con maquinaria de gran precisión para conseguir que su acoplamiento sea perfecto.

El suelo del depósito de PVC se realiza mediante soldadura de color garantizando su estanquidad y facilidad de colocación en obra, ya que las soldaduras a realizar ”in situ” son mínimas al llegar el suelo ya hecho de fábrica.

Los depósitos están fabricados con chapas de acero corrugadas y galvanizado, laminado en frío y galvanizado que garantiza la resistencia a la corrosión. La economía es un factor a tener en cuenta, la obra civil a realizar es de escasa entidad, siendo preciso efectuar solamente un zuncho perimetral, de

hormigón armado como soporte del depósito.

El tiempo de instalación queda reducido al mínimo y sin dificultades en virtud de la utilización de las chapas de grandes dimensiones de acoplamiento perfecto. Pudiendo así mismo aumentar o disminuir la capacidad a voluntad o bien desmontar y volver a montar en otro lugar. Los depósitos pueden ir recubiertos de resina Epoxy o cloro caucho según el tipo de agua a embalsar o el ambiente que los rodee.

Los tamaños de las placas están estandarizados, con lo que con un rápido vistazo a la tabla de selección vemos que el depósito que más se ajusta a nuestras necesidades sería el de 175 metros cúbicos de capacidad

MODELO	ALTURA (m)	DIÁMETRO (m)	CAPACIDAD (l)
DEPOSITOS DE 100.000 A 200.000 LITROS			
22	4,18	5,660	105.169
30	2,51	7,550	112.290
30	3,35	7,550	149.879
37	2,51	9,434	175.470
30	4,18	7,550	187.013

En el siguiente grafico vemos la ubicación del depósito en un sótano inferior en rojo.

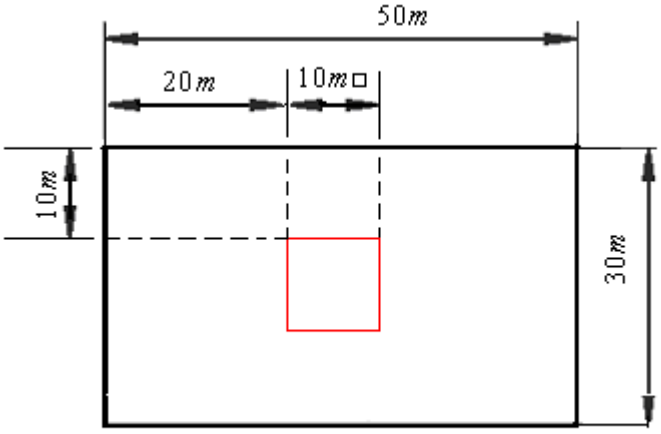


FIGURA 29: SITUACIÓN DEL DEPÓSITO

Como ha sido diseñado por Cepreven, seleccionaremos equipos tipo C.E.D., que incorpora 1 bomba principal eléctrica, 1 principal diesel ,1bomba jockey.

CARACTERISTICAS C.E.D.

BOMBAS PRINCIPALES:

La bomba principal suministra el caudal y presión requeridos por el sistema. Debe ser capaz de impulsar como mínimo el 140% del caudal nominal a una presión no inferior al 70% de la presión nominal. Los motores de las bombas principales deben dimensionarse para la potencia máxima absorbida de la bomba en el punto de sobrecarga más una margen de seguridad.

Las bombas principales según normativa deben arrancar automáticamente pero el paro de las mismas debe ser obligatoriamente manual.

BOMBA AUXILIAR "JOCKEY":

Bomba multicelular vertical u horizontal con motor eléctrico, es la encargada de mantener la red presurizada, compensando las posibles fugas de la instalación y evitando la puesta en marcha de la bomba principal por una pequeña fuga.

La bomba jockey arranca y para automáticamente a través de la señal de un presostato.

Selección de la bomba de BIES

El caudal nominal es de 400 l/min., caudal que debe ser mantenido durante una hora. La presión no deberá ser inferior a 4.64 bares. En m.c.a son 47.3.

400 litros/min. → 24000litros/hora

El 140% será 33600 litros/hora, esto es, 33.6metros cúbicos/hora

De la siguiente tabla del catalogo de SACI:

Tipo	Potencia			CAUDAL NOMINAL m3/h Caudal de sobrecarga en m3/h										
				12 17	18 25	24 34	30 42	36 50	42 59	48 67	60 84	72 101	84 118	96 134
	PRAL. ELEC.	PRAL. DIESEL	JOCKEY C.V.	ALTURA NOMINAL en m.c.a. Altura de sobrecarga en m.c.a.										
C.E.D/316 S 17/ 7.5	7,5	8	2	42 41	41 33	38 32								
C.E.D/320 S 20/10	10	14	2	50 49	48 44	45 38	42 30							
C.E.D/320 S 22/15	15	14	2,5	63 62	62 58	59 54	57 47	53 37						
C.E.D/325 S 23/15	15	14	3	78 76	77 73									
C.E.D/325 S 25/20	20	24	3	89 86	87 84									
C.E.D/325 S 26/25	25	24	4	101 97	98 93	94 78								

Vemos que el modelo C.E.D./320 S 22/15 cumple con los criterios de diseño.

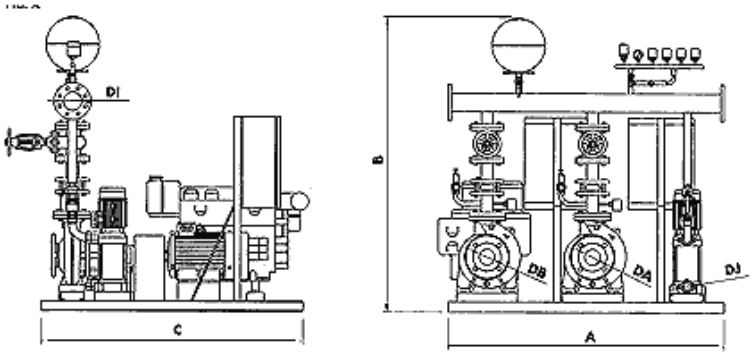
En la siguiente tabla podemos encontrar las dimensiones del conjunto:

o

DIMENSIONES

CONTRAINCENDIOS 1 BOMBA PRINCIPAL ELECTRICA Y 1 PRINCIPAL DIESEL

Fig.A



DIMENSIONES:

MODELO EQUIPO C.E.D.	Ø DI COLECTOR IMP.	MEDIDAS A*	B*	C*	FIG.
C.E.D./316 S 17/ 7.5	DN 80	1.500	1.550	1.400	A
C.E.D./320 S 20/10	DN 80	1.500	1.590	1.400	A
C.E.D./320 S 22/15	DN 80	1.600	1.590	1.400	A
C.E.D./325 S 23/15	DN 80	1.600	1.655	1.400	A
C.E.D./325 S 25/20	DN 80	1.600	1.655	1.400	A
C.E.D./325 S 26/25	DN 80	1.600	1.655	1.400	A
C.E.D./425 S 24/20	DN 80	1.600	1.655	1.400	A

Bomba de la red de hidrantes

Aquí el caudal necesario es de 2400 l/min., es decir, 144000 litros o lo que es lo mismo, 144 metros cúbicos a la hora.

Vamos a suponer que nuestro hidrante puede alimentar directamente una lanza boquilla o que puede ser conectado a un grupo motobomba de los bomberos. El caso más restrictivo es el segundo, pues necesitaré (según UNE) 7 bares en punta de lanza.

Las pérdidas a lo largo de la tubería de 200mm en el recorrido de unos 60 metros son despreciables:

$$\mathrm{Re} = 21.22 * \frac{Q\rho}{d\mu} = 21.22 * \frac{2400 * 998}{200 * 1.1} = 231027$$

K = 0.000225

Yendo al diagrama de Moody:

f = 0.002

$$\Delta p_m = 2,252 \frac{fL\rho Q^2}{d^5} < 1*10^5$$

Despreciable.

Del catalogo de bombas SACI:

Tipo	Potencia			CAUDAL NOMINAL m3/h													
				Caudal de sobrecarga en m3/h													
				108 151	120 168	132 186	144 202	156 218	168 235	180 252	192 269	204 286	216 302	228 319	240 336	252 353	264 370
	PRAL. ELEC.	PRAL. DIESEL	JOCKEY C.V.	ALTURA NOMINAL en m.c.a.													
				Altura de sobrecarga en m.c.a.													
C.E.D/820 S 20/50	50	65	3		50 47	50 45	48 43	48 42	47 37								
C.E.D/820 S 21/60	60	65	3		57 54	56 52	55 49	54 47	53 44								
C.E.D/825 S 23/75	75	87	3		70 64	69 63	68 60	66 56	64 51	62 49							
C.E.D/825 S 24/75	75	87	3		77 72	75 69	74 66	72 63	71 60								
C.E.D/825 S 25/100	100	130	3		85 80	83 78	83 75	81 72	80 68	79 65	77 60						
C.E.D/825 S 27/125	125	130	4	100 95	99 94	97 94	96 90	95 88	94 85	93 82							

Seleccionamos el modelo C.E.D./825 S 27/125

El trazado de las tuberías, en verde, es el siguiente:

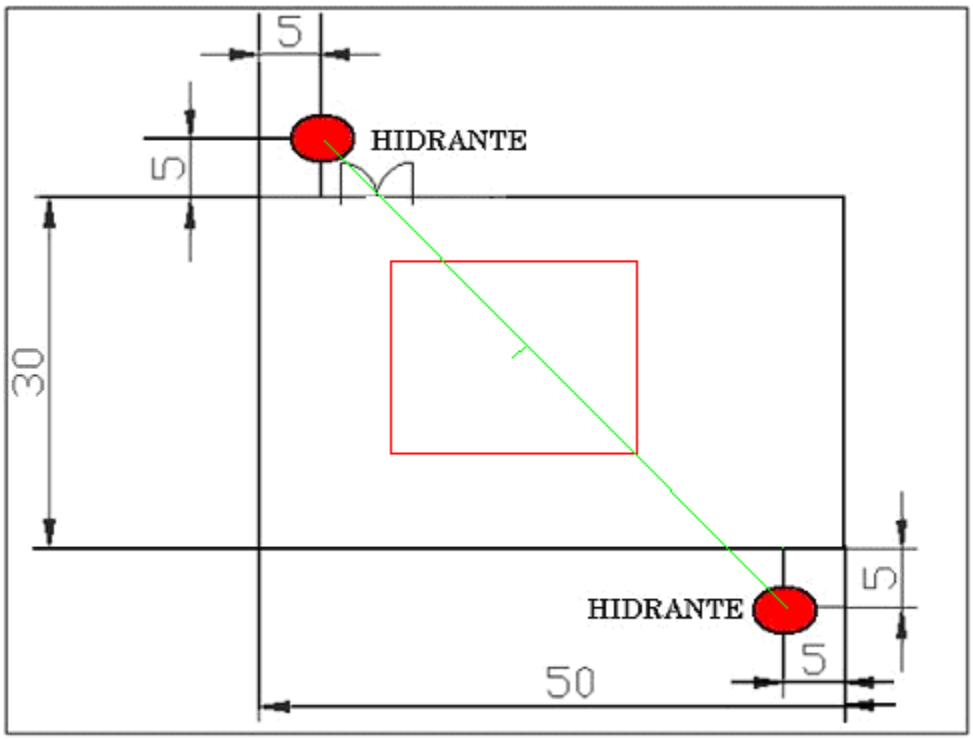
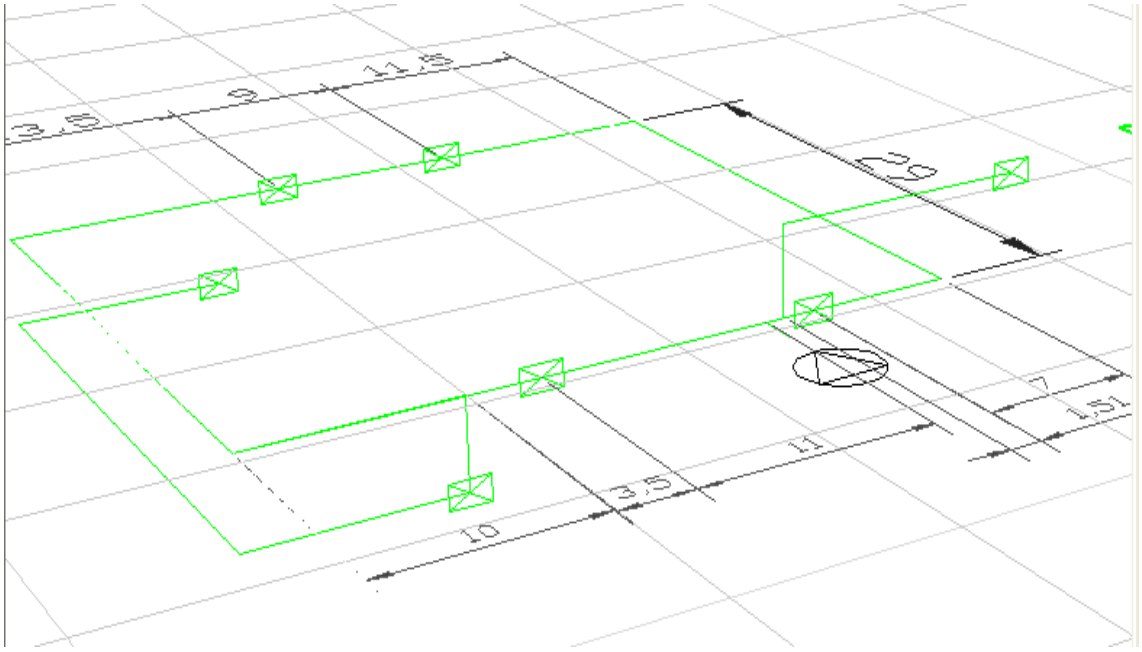


FIGURA 30: INSTALACIÓN DE LA RED DE HIDRANTES

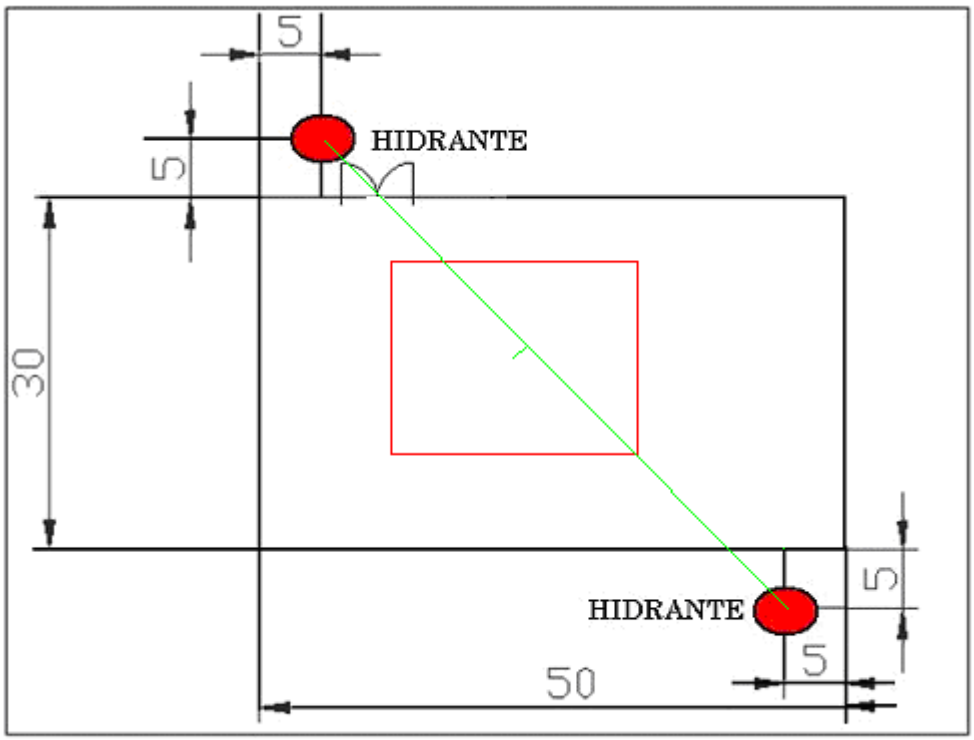
6. DISEÑO FINAL DE LA INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.

La instalación contra incendios constará de:

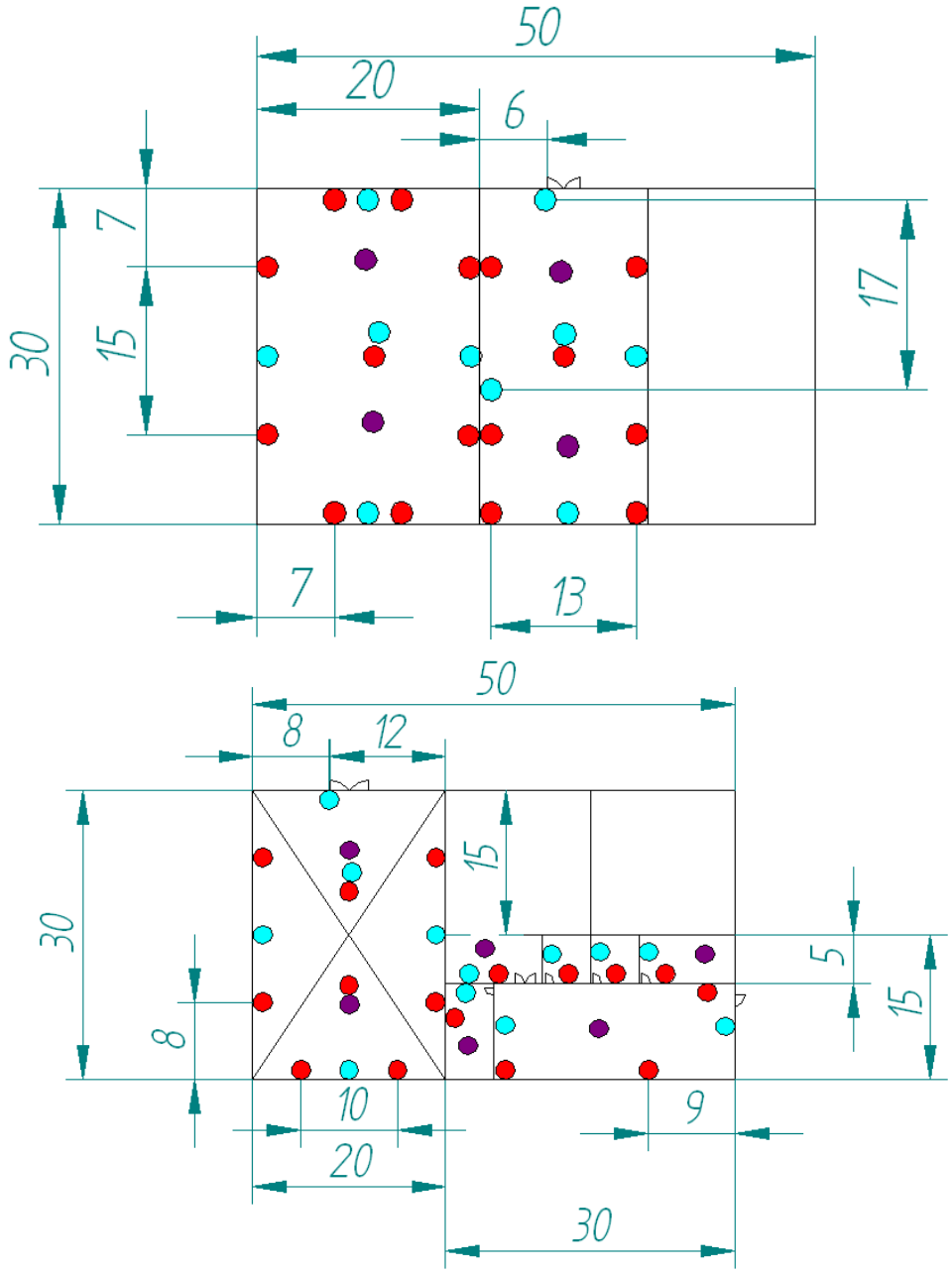
Red de BIEs:



Red de hidrantes exteriores.



Sistemas de detección, alarma y extintores.



Leyenda en el punto correspondiente.

Sistema de bombeo y depósito.

- Modelo C.E.D./320 S 22/15 para la red de BIEs.
- Modelo C.E.D./825 S 25/125

7. PRESUPUESTO.

7.1. Red de BIEs.

Boca de incendio equipada (BIE) **de 45 mm (1 1/2") de superficie, compuesta de: armario de chapa blanca, acabado con pintura color rojo y puerta semiciega de chapa blanca, acabado con pintura color rojo; devanadera metálica giratoria abatible; manguera pla**

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
mt41bae020aaaaaabag	Ud	Boca dBoca de incendio equipada (BIE) de 45 mm (1 1/2") de superficie, de 575x505x152 mm, compuesta de: armario de chapa blanca de 1,2 mm de espesor, acabado con pintura epoxi color rojo RAL 3000 y puerta semiciega con ventana de metacrilato de chapa blanca de 1,2 mm de espesor, acabado con pintura epoxi color rojo RAL 3000; devanadera metálica giratoria abatible 180° permitiendo la extracción de la manguera en cualquier dirección, pintada en rojo epoxi, con alimentación axial; manguera plana de 20 m de longitud; lanza de tres efectos (cierre, pulverización y chorro compacto) construida en plástico ABS y válvula de cierre tipo asiento de 45 mm (1 1/2"), de latón, con manómetro 0-16 bar. Coeficiente de descarga K de 85 (métrico). Certificada por AENOR según UNE-EN 671-2.e incendio equipada (BIE) de 45 mm (1 1/2") de superficie, de 575x505x152 mm, compuesta de: armario de chapa blanca de 1,2 mm de espesor, acabado con pintura epoxi color rojo RAL 3000 y puerta semiciega con ventana de metacrilato de chapa blanca de	1,000	226,30	226,30
mo004	h	Oficial 1ª fontanero.	1,102	17,59	19,38
mo057	h	Ayudante fontanero.	1,102	16,34	18,01
	%	Medios auxiliares	2,000	263,69	5,27
	%	Costes indirectos	3,000	268,96	8,07
Coste de mantenimiento decenal: 581,76 € en los primeros 10 años.				Total:	277,03

Referencia norma UNE y Título de la norma transposición de norma armonizada	Aplicabilidad -1	Obligatoriedad -2	Sistema -3
UNE-EN 671-2:2001	1.2.2002	1.4.2004	
Instalaciones fijas de lucha contra incendios. Sistemas equipados con mangueras. Parte 2: Bocas de incendio equipadas con mangueras planas.			
UNE-EN 671-2:2001/A1:2005	1.3.2007	1.3.2008	1

(1) Fecha de aplicabilidad de la norma armonizada e inicio del período de coexistencia
(2) Fecha final del período de coexistencia / entrada en vigor marcado CE
(3) Sistema de evaluación de la conformidad

Tenemos que añadir el sistema de abastecimiento de agua:

- DN 65:

Red **aérea** de distribución de agua para abastecimiento de los equipos de extinción de incendios, formada por **tubería prefabricada** de **acero negro con soldadura**, de **2 1/2" DN 63 mm** de diámetro, **unión ranurada**.

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
mt08tan330h	Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de acero, de 2 1/2" DN 63 mm.	1,000	1,06	1,06
mt08taa010aeg	m	Tubería prefabricada de acero negro con soldadura longitudinal por resistencia eléctrica, de 2 1/2" DN 63 mm de diámetro, pintada con resina de epoxi/poliéster color rojo RAL 3000 de 60 micras de espesor, según UNE-EN 10255, con el precio incrementado el 30% en concepto de accesorios y piezas especiales.	1,000	16,20	16,20
mt41www030	Ud	Material auxiliar para instalaciones contra incendios.	0,200	1,40	0,28
mo004	h	Oficial 1ª fontanero.	0,661	17,59	11,63
mo057	h	Ayudante fontanero.	0,661	16,34	10,80
	%	Medios auxiliares	2,000	39,97	0,80
	%	Costes indirectos	3,000	40,77	1,22
Coste de mantenimiento decenal: 2,10 € en los primeros 10 años.				Total:	41,99

- DN 50:

Red **aérea** de distribución de agua para abastecimiento de los equipos de extinción de incendios, formada por **tubería prefabricada** de **acero negro con soldadura**, de **2" DN 50 mm** de diámetro, **unión ranurada**.

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
mt08tan330g	Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de acero, de 2" DN 50 mm.	1,000	0,90	0,90
mt08taa010adg	m	Tubería prefabricada de acero negro con soldadura longitudinal por resistencia eléctrica, de 2" DN 50 mm de diámetro, pintada con resina de epoxi/poliéster color rojo RAL 3000 de 60 micras de espesor, según UNE-EN 10255, con el precio incrementado el 30% en concepto de accesorios y piezas especiales.	1,000	13,42	13,42
mt41www030	Ud	Material auxiliar para instalaciones contra incendios.	0,160	1,40	0,22
mo004	h	Oficial 1ª fontanero.	0,551	17,59	9,69
mo057	h	Ayudante fontanero.	0,551	16,34	9,00
	%	Medios auxiliares	2,000	33,23	0,66
	%	Costes indirectos	3,000	33,89	1,02
Coste de mantenimiento decenal: 1,75 € en los primeros 10 años.				Total:	34,91

$$Precio\ total\ red\ de\ BIEs = 277.03 \cdot 7 + 34.91 \cdot 175.5 + 41.99 \cdot 18$$
$$= 1939.21 + 6126.705 + 755.82 = 8881.74\ €$$

7.2. ***Extintores.***

El precio unitario (incluido IVA) de cada extintor es: 30.16 €

$$Precio\ total\ extintores = 30.16 \cdot 32 = 965.12€$$

7.3. ***Detección.***

Los precios del sistema de detección son:

- Detector automático: 46,4 €.
- Pulsador manual: 8,45 €.
- Centralita: 1946 €.

$$Precio\ total\ sistema\ de\ detección = 46.4 \cdot 128 + 8.45 \cdot 22 + 1946$$
$$= 5939.2 + 185.9 + 1946 = 8071.1\ €$$

7.4. ***Alarma.***

Las alarmas sonoras:

$$Precio\ total\ sistema\ de\ alarmas = 72 \cdot 10 = 720€$$

7.5. ***Hidrantes exteriores.***

Hidrante **de columna húmeda de 4" DN 100 mm, con racores y tapones**.

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
mt41hid020aaba	Ud	Hidrante de columna húmeda de 4" DN 100 mm, con una boca de 4" DN 100 mm, dos bocas de 2 1/2" DN 70 mm, racores y tapones.	1,000	1.218,70	1.218,70
mo004	h	Oficial 1ª fontanero.	0,689	17,59	12,12
mo057	h	Ayudante fontanero.	0,689	16,34	11,26
	%	Medios auxiliares	2,000	1.242,08	24,84
	%	Costes indirectos	3,000	1.266,92	38,01
Coste de mantenimiento decenal: 2.740,35 € en los primeros 10 años.				Total:	1.304,93

Tenemos que añadir los metros de tubería,

Red **aérea** de distribución de agua para abastecimiento de los equipos de extinción de incendios, formada por **tubería prefabricada** de **acero negro con soldadura**, de **8" DN 200 mm** de diámetro, **unión ranurada**.

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
mt08tan330o	Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de acero, de 8" DN 200 mm.	1,000	3,85	3,85
mt08taa010ajg	m	Tubería prefabricada de acero negro con soldadura longitudinal por resistencia eléctrica, de 8" DN 200 mm de diámetro, pintada con resina de epoxi/poliéster color rojo RAL 3000 de 60 micras de espesor, según UNE-EN 10255, con el precio incrementado el 30% en concepto de accesorios y piezas especiales.	1,000	74,56	74,56
mt41www030	Ud	Material auxiliar para instalaciones contra incendios.	0,640	1,40	0,90
mo004	h	Oficial 1ª fontanero.	1,029	17,59	18,10
mo057	h	Ayudante fontanero.	1,029	16,34	16,81
	%	Medios auxiliares	2,000	114,22	2,28
	%	Costes indirectos	3,000	116,50	3,50
Coste de mantenimiento decenal: 6,00 € en los primeros 10 años.				Total:	120,00

$$Precio\ total\ red\ de\ Hidrantes = 1304.93 \cdot 2 + 120 \cdot 60 = 2609.86 + 7200 = 9809.86\ €$$

7.6. Bombeo.

$$Precio\ sistema\ de\ bombeo \approx 10000 \cdot 2 = 20000€$$

7.7. Depósito.

No se encontraron precios exactos de los depósitos metálicos, estos rondarán entre los 8000 y 50000 € dependiendo de las dificultades de montaje, diseño y condiciones exteriores.

Tomaremos:

$$Precio\ total\ depósito = 12000\ €$$

7.8. Precio total de la instalación

Mayoraremos un 10 % el precio de la instalación para tener en cuenta los elementos como válvulas, codos, bifurcaciones, albañilería para introducir los tubos….

$$Precio\ total\ de\ la\ instalación \approx 1.1 \cdot (12000 + 20000 + 9809.86 + 720 + 8071.1 + 965.12 + 8881.71) = 66492.6\ €$$

8. BIBLIOGRAFÍA.

- “Apuntes Instalaciones de fluidos, Presentaciones Sistemas de PCI.” Área de Mecánica de Fluidos. Departamento de Ingeniería Térmica y de Fluidos
- Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales.
- Reglamento de instalaciones de protección contraincendios.
- Normativa UNE.
- Normativa CEPREVEN.
- Catálogos:
    - Zenith.
    - Guardal, S.A.
    - Notifier.
    - SACI.
    - ILURCO.
- Generador de precios de CYPE ingenieros S.A.