

Caso práctico: Notre Dame

<https://www.youtube.com/embed/aVL5kIp1Tug?start=2&end=40&showinfo=0&rel=0>

El fuego en Notre Dame

El 15 de abril de **2019 un devastador incendio arrasó** una parte importante de la histórica **Catedral de Notre-Dame en París**, el monumento más visitado de Europa. Alrededor de 30 000 personas lo visitaban cada día. No hubo muertos. Se destruyó la torre de la catedral, que pesaba unas 750 toneladas, y provocó el derrumbe del techo. Según los informes, el incendio se inició en el campanario, que estaba siendo objeto de una reforma.

La alarma de incendios sonó por primera vez alrededor de las 18:30 h. El empleado de seguridad que vigilaba el panel de alarma de humo en la catedral de Notre-Dame llevaba solo tres días en el trabajo cuando la luz roja con la advertencia de "FUEGO" parpadeó en la tarde del 15 de abril. Además, este sistema, no notificó al departamento de bomberos de París la alarma; en su lugar, alertó solo a este empleado, el cual contactó con un vigilante que fue al lugar equivocado para buscar el incendio. Todavía no está claro cómo ocurrió ese error, pero pasaron casi 30 minutos cruciales antes de que se dieran cuenta del error. Por si fuera poco, el empleado que controlaba el sistema de alarmas y que solo llevaba tres días en este puesto, debía ser relevado por otro trabajador que no se presentó a la hora, por lo que estaba en la segunda etapa de un doble turno y las reacciones no son las mismas.

Vemos, entonces, un **problema de organización y un posible error humano**. Pero **también hay errores en el diseño del sistema**. El sistema de seguridad contra incendios en Notre-Dame priorizó la prevención y detección pero se basó en una **suposición clave errónea**: que si ocurriera un incendio en el ático de la torre, sus antiguas maderas de roble se quemarían lentamente, dejando tiempo suficiente para combatir las llamas y **no se estimó necesaria la instalación de rociadores y sistemas de extinción**.

El hecho de que la torre de madera y plomo de la catedral de Notre-Dame no tuviera un sistema de rociadores, o extintores secos automáticos, parece sorprendente, pero **en cada instalación histórica debe decidirse cuál debe ser el equilibrio entre las medidas de prevención del riesgo y el impacto que tienen en la preservación histórica del edificio**. Un sistema de aspersores en la torre tendrían una cierta influencia en la estética y un cierto riesgo si se producía una rotura en la tubería de agua.

Finalmente, **debería haber sido obligatorio el realizar una verificación doble después de una alarma**. Cuando sonó la primera alarma de incendio en Notre-Dame y no se detectó inicialmente ningún incendio, debieron haberse realizado investigaciones adicionales de inmediato. El tiempo que

transcurre entre una alarma de incendio y su actuación es esencial. Por ello, los sistemas de detección y de actuación automática son tan importantes. En los edificios nuevos son obligatorios, pero en los históricos no existen disposiciones legales equivalentes.

En esta unidad vas a estudiar los sistemas contra incendios y más específicamente los sistemas de rociadores automáticos. Estas instalaciones están concebidos para detectar un conato de incendio y apagarlo o controlarlo.

Leonardo da Vinci diseñó un sistema de rociadores en el siglo XV. Leonardo automatizó la cocina de su patrón con un super horno y un sistema de cintas transportadoras. En una concañetación de errores, como en una comedia, todo salió mal durante un gran banquete y se produjo un incendio, pero también había automatizado un **sistema contra incendios** que funcionó muy bien, aunque causó una inundación que arrasó con toda la comida y buena parte de la cocina.

El primer sistema moderno de protección contra incendios “**automático**”, fue realizado en Inglaterra en el año 1723 y consistía en un barril con agua, conteniendo en su interior una cámara con pólvora conectado a su vez a un sistema de ignición (fusibles térmicos) que abría el circuito de distribución del agua. Estos primeros rociadores se utilizaban en los barcos que zarpaban hacia América. El primer rociador que se instaló en un recinto, fue en Inglaterra, en el año 1812, en el Theatre Royal, Drury Lane. El sistema consistía en 400 cubas herméticas, con una capacidad total de agua de 95 000 litros. De una tubería de conducción principal salían conducciones a todos los sectores del teatro. Las tuberías tenían pequeños orificios para la salida de agua. Posteriormente, Henry S. Parmalee, instaló en 1874 su primer sistema de rociadores en una fábrica de pianos de su propiedad. En 1890 se inventa el primer rociador con sellado de disco de cristal, esencialmente este rociador es el empleado hoy en día y es el que vemos en la imagen. Es un rociador con bulbo de vidrio hermético que, en este caso, contiene alcohol y, cuando alcanza suficiente temperatura se rompe y deja pasar el agua con la que rociará la habitación en la que esté instalado. Los aspersores funcionan individualmente.



[Brandon Leon - Flickr](#). *Rociador de techo* (CC BY-SA)



Materiales formativos de FP Online propiedad del Ministerio de Educación y Formación Profesional
[Aviso Legal](#)

1.- Instalaciones de protección contra incendios

Caso práctico: el incendio del Windsor

A las 23:08 horas del sábado 12 de febrero de 2005 se detectó fuego en la Torre Windsor de Madrid, a la altura de la planta 21 del edificio de 30 plantas. Veinte minutos después las llamas envolvían la parte superior del emblemático rascacielos. El fuego no se extinguió hasta pasados dos días y lo más sorprendente es que nunca se culpó a nadie del suceso. También es el único rascacielos que se ha quemado en España.

El Windsor se construyó en los años setenta y llevaba meses **cambiando su sistema de extinción de incendios para adaptarlo a la normativa** y en aquel momento no estaba completado el trabajo. La alarma saltó, pero fue lo único que funcionó aquella noche. Cuando el edificio se convirtió en una tea se estaba construyendo una segunda escalera de emergencia, pero el mayor problema estaba dentro: **los aspersores no se activaron automáticamente al saltar la alarma** de humos.

El informe de la aseguradora, sin embargo, dijo que los sistemas contraincendios funcionaron bien y que fueron revisados un mes antes. La responsabilidad la achacaron a los bomberos, que no actuaron con suficiente diligencia, y al fallo de las **columnas secas**, que no tenía suficiente presión, además de a otros motivos.

Los miembros de seguridad llegaron hasta el despacho de la planta 21 de la que salían las llamas de 50 centímetros de altura, pegadas a una pared. Con un simple extintor podrían haber acabado con el fuego, pero la puerta estaba atrancada y los bomberos sólo consiguieron abrir una pequeña rendija. Al cabo de unos minutos, el humo era ya tan denso que la situación empezó a complicarse y un techo se desplomó sobre los primeros bomberos. Ante esa situación, se llamó a una segunda dotación con mejor equipamiento para atacar el fuego, pero la presión del agua era insuficiente y recibieron la orden de evacuación, al ser el fuego "incontrolable".



[a_marga -Flickr](#). Edificio Windsor después del incendio (CC BY-SA)

Como puedes ver, la normativa en materia de incendios está presente. Existen normas que regulan las medidas de protección frente a incendios en los edificios. Estas normas evolucionan a través del tiempo e incluyen disposiciones que tienen en cuenta la experiencia adquirida con los años y las tecnologías disponibles para detectarlos, controlarlos y extinguirlos. En este apartado vamos a ver la legislación aplicable y los distintos sistemas contraincendios empleados.

¿Sabías que el 60 % de los incendios en edificios se producen en los meses de noviembre a febrero? ¿Sabías que el Castillo de Windsor, a orillas del Támesis, ardió el 20 de noviembre de 1992, además de otras veces a lo largo de la historia? ¿Y sabías que también este Castillo estaba ante un plan de remodelación para defenderlo de los incendios? Una agencia del Gobierno Británico llevó a cabo un estudio detallado del Castillo de Windsor para identificar las **obras de mejora para la prevención de incendios**, incluyendo nuevo **cableado eléctrico** de los edificios principales del Castillo, sistemas de **detección automática**, instalación de **puertas resistentes al fuego**, mejora de la **compartimentación** contra incendios, **tratamiento ignífugo** de las maderas y **separación entre elementos de calefacción y materiales combustibles**. El problema de instalar o no **rociadores automáticos**, llegó hasta el Parlamento Británico, pero este tema está sujeto a

controversia en edificios históricos. Si hubieran sido instalados, las llamas originadas en una capilla no habrían pasado de allí.

Para saber más

El incendio de la Torre Windsor está rodeado de misterios. Una de las grandes incógnitas del incendio, que dejó perplejos a los investigadores, fue la virulencia de las llamas y **su color azulado**, lo que podía ser un indicio del uso de aceleradores de fuego, pues las llamas tienen ese color (recuerda lo que vimos en la Unidad 7 sobre la combustión). Si deseas saber algo más, accede al siguiente enlace de un artículo periodístico:

[LOS MISTERIOS SIN RESOLVER DEL INCENDIO DEL WINDSOR](#)

1.1.- Legislación sobre instalaciones de protección contra incendios

La protección contra incendios ha experimentado un gran desarrollo legislativo en los últimos tiempos. Los documentos legislativos más importantes que les afectan son:

- ✓ **Código técnico de la edificación. (CTE)**
- ✓ **Reglamento de instalaciones de protección contra incendios (RIPCI)**
- ✓ **Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (RSCIEI)**

[Código Técnico de la Edificación](#)

[Reglamento de instalaciones de protección contra incendios](#)

[Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales](#)

Código Técnico de la Edificación

Contiene un **Documento Básico (DB)** de exigencias básicas de seguridad en caso de incendio (SI). Uno de los apartados, la exigencia básica **SI 4 trata de las instalaciones de protección contra incendios**. Se excluyen los edificios, establecimientos y zonas de uso industrial a los que les sea de aplicación el “Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales”

En el DB-SI4 se establece que los edificios deberán disponer de los equipos e instalaciones adecuados para hacer posible la detección, el control y la extinción del incendio, así como la transmisión de la alarma a los ocupantes. Los equipos e instalaciones de protección contra incendios con que debe contar cada edificio se presentan en una tabla en función del uso del edificio o establecimiento y sus condiciones. En esta norma se plantean las condiciones exigidas para los distintos **tipos de edificios** en materia de instalaciones:

- ✓ **Extintores portátiles**
- ✓ **Bocas de incendio**
- ✓ **Ascensor de emergencia**
- ✓ **Hidrantes exteriores**
- ✓ **Instalación automática de extinción**
- ✓ **Sistema de detección y de alarma de incendio**
- ✓ **Columna seca**

Los edificios se clasifican en las tipologías siguientes: vivienda, administrativo, comercial, residencial, hospitalario, docente, pública concurrencia y aparcamiento. Tanto el diseño, la ejecución, la puesta en funcionamiento y el mantenimiento, así como los respectivos materiales y componentes de los equipos, deben cumplir con el **RIPCI** y con el resto de reglamentación que le compete.

Reglamento de instalaciones de protección contra incendios

Establece y define las condiciones que deben cumplir los aparatos, equipos y sistemas, así como su instalación y mantenimiento empleados en la protección contra incendios. Es un marco regulador que aporta en una situación anteriormente no regulada, la necesidad de que las instalaciones y su mantenimiento se realicen por instaladores o mantenedores autorizados, de acuerdo a un conjunto de normas UNE, que determinados aparatos y equipos sean ensayados y dispongan de marca de conformidad, y que las operaciones de mantenimiento comprendan unas mínimas rutinas que explicita el RIPCI.

UNE-EN 12845 Sistemas fijos de lucha contra incendios. Sistemas de rociadores automáticos. Diseño, instalación y mantenimiento.

Esta norma especifica los requisitos y da recomendaciones para el diseño, instalación y mantenimiento de sistemas fijos de rociadores contra incendios en edificios y plantas industriales, e incluye requisitos particulares para sistemas de rociadores que forman parte integrante de medidas para la protección de la vida.

Incluye la clasificación de riesgos, la dotación de abastecimientos de agua, los componentes a emplear, la instalación y prueba del sistema, su mantenimiento y la ampliación de sistemas existentes. Identifica los detalles de la construcción que son críticos para el funcionamiento satisfactorio de sistemas de rociadores de acuerdo con esta norma.

Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales

El objetivo de este Reglamento es 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, así como prevenir su aparición y dar la respuesta adecuada al mismo, caso de producirse, limitando su propagación y posibilitando su extinción.

Su ámbito de aplicación es:

- ✓ Las industrias.
- ✓ Los almacenamientos industriales.
- ✓ Los talleres de reparación y los estacionamientos de vehículos destinados al servicio de transporte de personas y transporte de mercancías.

Además, se aplica a todos los almacenamientos de cualquier tipo de establecimiento cuando su **carga de fuego** total, calculada según el anexo I del Reglamento, sea igual o superior a tres millones de MegaJulios (MJ).

Quedan excluidas de su cumplimiento las actividades industriales y los talleres artesanales con densidad de carga de fuego menor que 42 MJ/m^2 , siempre que su

superficie útil sea inferior ó igual a 60 m^2 , excepto en lo concerniente a los extintores de incendio y los sistemas de alumbrado de emergencia.

Debes conocer

Es importante que conozcas las distintas normas que regulan las instalaciones de protección frente a incendios. Las más importantes son:

- ✓ **Código técnico de la edificación.** Puedes acceder al documento **DB-SI4** en el siguiente enlace:

[SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO \(CTE-SI\)](#)

- ✓ **Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.** El Real Decreto que aprueba este Reglamento lo puedes encontrar en el enlace:

[REGLAMENTO DE INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS \(RIPCI\)](#)

- ✓ **Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales**

[REGLAMENTO DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS EN LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES \(RSCIEI\)](#)

Autoevaluación

1.- El número de ocupantes en las aulas de Educación Infantil, a efectos de la protección contra incendios regulada en el documento DBSI3 del Código Técnico de la Edificación, es de 2 alumnos/m²

Verdadero Falso

Falso

En el apartado 2 de la Sección SI3, vemos que lo que se indica es el valor inverso. Es decir: $2 \text{ m}^2/\text{alumno}$, que equivale a $0,5 \text{ alumnos/m}^2$

2.- En el CTE (DB SI Anejo B5) El valor característico, de referencia, para las cargas al fuego de un uso administrativo es de 520 MJ/m^2

Verdadero Falso

Verdadero

3.- El factor Kv de una válvula, hidrante o dispositivo hidráulico es el coeficiente de caudal en unidades métricas. Se define como el caudal en metros cúbicos por hora [m³/h] de agua a una temperatura de 16° Celsius con una caída de presión a través de la válvula de 1 bar.

Verdadero Falso

Verdadero

Este valor es importante, por ejemplo, en el diseño de hidrantes.

4.- En el Anexo I del Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios se indica que un hidrante con una salida DN 70 no puede tener un valor Kv inferior a 80 m³/h

Verdadero Falso

Verdadero

Salidas: nº y DN	Kv mínimo	
	Hidrante de columna	Hidrante bajo tierra
1 de 45	33	33
2 de 45	66	66
1 de 70	80	80
2 de 70	150	150
1 de 90/100	180	150

1.2.- Tipos de protección contra incendios

Protección pasiva

Son los medios y las **condiciones integradas en el diseño del edificio y en su construcción**. La protección pasiva incluye todos aquellos aspectos de la protección que van incorporados en el diseño del edificio y en los materiales y elementos constructivos que se emplean y/o aplican en su construcción. El objetivo de su desarrollo es reducir la “carga combustible inmobiliaria” y el riesgo de propagación por la utilización de materiales y diseños inadecuados. Al incorporarse estas condiciones en el proyecto constructivo, proporcionan un alto nivel de seguridad que no siempre se valora suficientemente. Se comprende fácilmente, no obstante, que un edificio construido con materiales adecuados, con una distribución interior que evite la propagación de humos y gases de combustión, con unas condiciones de salida que garantice la seguridad de las personas y una estructura a prueba de fuego, es un edificio seguro en sí mismo, en su construcción y en su diseño.

Más concretamente, la protección pasiva hace referencia a:

Materiales y elementos constructivos. Para expresar la peligrosidad inherente a los materiales se utiliza una nomenclatura y un criterio de clasificación que permite la interpretación de los resultados. Para expresar la **combustibilidad** se utilizan letras mayúsculas de la A – F, y el criterio de clasificación es:

- ✓ A₁: No combustible. Sin contribución al fuego en grado máximo.
- A₂: No combustible. Sin contribución en grado menor al fuego.
- ✓ B: Combustible. Contribución muy limitada al fuego.
- ✓ C: Combustible. Contribución limitada al fuego.
- ✓ D: Combustible. Contribución media al fuego.
- ✓ E: Combustible. Contribución alta al fuego.
- ✓ F: Sin clasificar.

Además de esta clasificación base de la reacción al fuego, suelen emplearse otros parámetros como clasificación adicional de los productos. Así, para expresar la **producción de humos**, su opacidad y su velocidad de propagación se utiliza el parámetro “s” (smoke) y el siguiente criterio de clasificación:

- ✓ s₁: baja
- ✓ s₂: media
- ✓ s₃: alta

Para expresar la caída de gotas o partículas inflamadas se utiliza el parámetro d (drop) y el siguiente criterio:

- ✓ d₀: nula
- ✓ d₁: media
- ✓ d₂: alta

Compartimentación y Sectorización. Los elementos de sectorización y compartimentación, tales como tabiques, muros, mamparas, etc., resistentes al

fuego, impiden la propagación de un incendio a otras zonas o sectores. Un sector de incendios es aquella superficie construida que está delimitada por elementos resistentes al fuego para que, en caso de incendio, éste quede confinado en su interior y no trascienda a áreas colindantes o adyacentes, o que afecte al resto del edificio. Es, por tanto, un aspecto de la protección contra incendios que tiene por objetivo evitar la propagación del incendio y minimizar las consecuencias derivadas del mismo.

Para delimitar adecuadamente un sector de incendios es necesario que los elementos que lo configuran sean suficientemente resistentes al fuego. Según su comportamiento frente al fuego, se distinguen dos categorías de materiales y elementos constructivos:

- Estables al fuego (R), son aquellos que sólo cumplen la condición por la que el material, sometido a elevadas temperaturas durante un tiempo, conserva sus propiedades soportando las cargas. La percepción visual de pérdida de resistencia o estabilidad se efectúa mediante el reconocimiento de grietas, flechas en sus superficies o destrucción manifiesta del elemento. Se aplica fundamentalmente a los elementos estructurales, a los cuales se le exige sólo la condición de estabilidad en caso de incendio
- Resistentes al fuego (EI), son aquellos que, además de ser estables al fuego, son estancos y aíslan térmicamente. La propiedad de aislamiento térmico no se reconoce cuando en la cara no expuesta se alcanzan temperaturas superiores a 140 °C.

Condiciones de evacuación. Las condiciones de evacuación en un centro de trabajo o edificio en general son un medio de seguridad para las personas. La Ley de Prevención de Riesgos Laborales establece la obligatoriedad de que todo centro de trabajo cuente con un plan de lucha contra incendios y evacuación. Los parámetros que fundamentalmente intervienen en la evaluación de las condiciones de evacuación son:

- a. Nivel de ocupación.
- b. El número de salidas.
- c. El dimensionamiento de los medios de paso o salida.
- d. Los recorridos de salida.
- e. Las condiciones generales que deben cumplir pasillos, escaleras y salidas.

A la hora de evaluar, no obstante, hay que diferenciar los edificios de los establecimientos industriales por tener un criterio de aplicación diferente. En el primer caso, el CTE establece los distintos tipos de edificios y sistemas de evacuación. En el segundo caso, los requisitos a considerar en establecimientos industriales los establece el RSIEI.

Protección estructural. La protección estructural se refiere a la estabilidad al fuego de los elementos que componen la estructura, fundamentalmente de los elementos portantes, y establece las necesidades de protección para que no se vean afectados por el incendio. El objetivo que persigue la protección estructural, por tanto, es el de garantizar la seguridad del edificio en caso de incendio, para que no se derrumbe a consecuencia del debilitamiento de los elementos estructurales por el efecto de la temperatura a que se ven sometidos.

Las estructuras de hormigón armado poseen una estabilidad al fuego propia de su naturaleza y características, que varía en función del espesor de la capa de recubrimiento de la armadura principal. A mayor espesor de recubrimiento más estabilidad al fuego. Las estructuras metálicas tienen una reducida estabilidad al

fuego. El acero a los 500 °C pierde un 50% de su capacidad portante, y requiere, por tanto, de un recubrimiento que le proteja del calor.

Protección activa

La protección activa es aquella que esta desarrollada por los medios y las instalaciones de detección automática, de alarma y de extinción de incendios. Es decir, incluye todo aquello que está previsto para posibilitar la intervención sobre el incendio y conseguir su control. En el extenso campo de la protección activa se pueden distinguir los siguientes grupos de medios, sistemas y/o instalaciones:

1. Sistemas de detección automática
2. Sistemas de alarma
3. Medios e instalaciones de extinción
 - 3.1. Medios portátiles
 - 3.2. Instalaciones fijas
 - 3.3. Instalaciones automáticas de extinción.

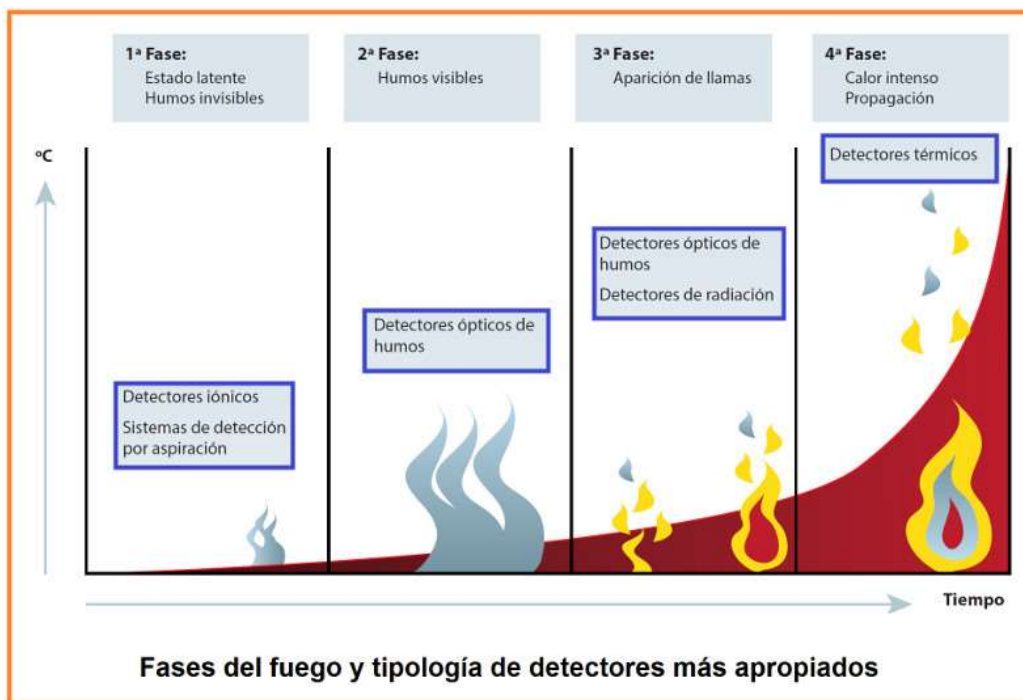
[Sistemas de detección automática](#)

[Sistemas de alarma](#)

[Medios e instalaciones de extinción](#)

Sistemas de detección automática

Son aquellos sistemas o instalaciones que previenen la formación de un incendio mediante la detección precoz, en sus fases iniciales. Durante el desarrollo de un incendio pueden distinguirse, con intervalos de tiempo más o menos largos según las condiciones ambientales y la naturaleza del combustible, las cuatro etapas siguientes, con los detectores más apropiados para cada una de ellas:



[Juanta de Andalucía](#). Guía Técnica de seguridad contra incendios, pag. 90-91 (CC BY)

Sistemas de alarma

Normalmente **van integrados en los sistemas de detección automática** pero en algunos casos son requeridos sin necesidad del sistema de detección. Los sistemas de alarma han de ser considerados como elementos básicos en un plan de emergencia o en un plan de autoprotección. En los sistemas de alarma hay que distinguir dos elementos diferenciados:

- 1.- Los **sistemas manuales de alarma** de incendios o red de pulsadores para posibilitar la transmisión de una señal de alarma. Están constituidos por un **conjunto de pulsadores** que permiten 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. Los pulsadores de alarma se sitúan de modo que la distancia máxima a recorrer, desde cualquier punto hasta alcanzar un pulsador, no supere los 25m.
- 2.- Los **sistemas de comunicación de alarma o de alarma general para evacuación** en caso de emergencia. El sistema de comunicación de alarma transmite una señal diferenciada, generada voluntariamente desde el puesto de control. Estos sistemas de comunicación de alarma van integrados en los sistemas de detección y en las instalaciones de pulsadores de alarma, no obstante el reglamento de seguridad contra incendios para los establecimientos industriales lo establece como un medio de protección por si solo.

Medios e instalaciones de extinción

Los medios e instalaciones de extinción se pueden clasificar en:

- ✓ **Medios portátiles.** Generalmente denominados extintores. El extintor es un aparato que contiene un agente extintor que puede proyectarse y dirigirse sobre un fuego por la acción de una presión. Se pueden clasificar en:
 - Extintores de agua.
 - Extintores de polvo.
 - Extintores de dióxido de carbono.
- ✓ **Instalaciones fijas.** Las instalaciones fijas proporcionan una gran capacidad de extinción y permiten la intervención sobre incendios que han pasado de sus fases iniciales. Dentro de esta denominación fundamentalmente se identifican las instalaciones de funcionamiento manual, diferenciándose, por tanto, de las “instalaciones automáticas de extinción”. Se consideran instalaciones fijas de extinción:
 - Las bocas de incendio equipadas (BIE). Son instalaciones con mangueras que, con la apertura de la válvula, suministran caudales de agua altos en la zona en la que se encuentran.
 - Instalaciones de columna seca. Son tuberías verticales sin agua, previstas para la extinción si fuera necesario mediante la conexión de mangueras, que llevan la indicación de uso exclusivo de bomberos.
 - La red exterior de incendios, constituida por la red de hidrantes.
- ✓ **Instalaciones automáticas de extinción.** Pueden ser por gas, polvo o rociadores. En el siguiente apartado se estudiarán las instalaciones por rociadores.



2.- Instalaciones con rociadores automáticos.

Caso práctico: mitos de los rociadores

Las instalaciones contraincendios, basadas en rociadores automáticos están sujetas a algunos mitos. Vas a descubrir que, seguramente, tú también crees en alguno de ellos:

◀ 1 2 3 4 ▶

MITO N° 1

Una alarma de humo proporciona suficiente protección



Una alarma de humo es mejor que nada, pero es insuficiente. Las alarmas de humo pueden alertar a los ocupantes de la presencia de peligro, pero no hacen nada para extinguir el fuego. En ausencia de ocupantes, la alarma de humo es claramente insuficiente. En un incendio, los rociadores pueden controlar e incluso extinguir un incendio en menos tiempo de lo que tardarían en llegar los bomberos.

MITO N° 2

Los rociadores contra incendios a menudo tienen fugas o se activan accidentalmente



Las fugas son raras, y no son más probables que las fugas en el sistema de distribución de agua. Los rociadores contra incendios son calibrados para activarse cuando hay una variación de temperatura significativa, generalmente se calibran entre 55 °C y 900 °C. Piensa que un pequeño fuego en una habitación puede hacer aumentar la temperatura rápidamente hasta 60 °C. En una cocina profesional (en la que en ciertas condiciones es obligatorio colocar estos sistemas de extinción) los rociadores no funcionan en respuesta al humo o al vapor de cocción.

MITO N° 3

En caso de incendio, todos los rociadores se activarán y estropearán el local



Los rociadores contra incendios, especialmente los de las viviendas, funcionan de manera independiente. En el caso de un incendio, normalmente solo se activará el rociador más cercano al fuego, rociando agua directamente sobre el fuego, dejando el resto de la casa seca y segura. En aproximadamente nueve de cada diez incendios domésticos sólo ha tenido que funcionar un único rociador.

MITO N° 4

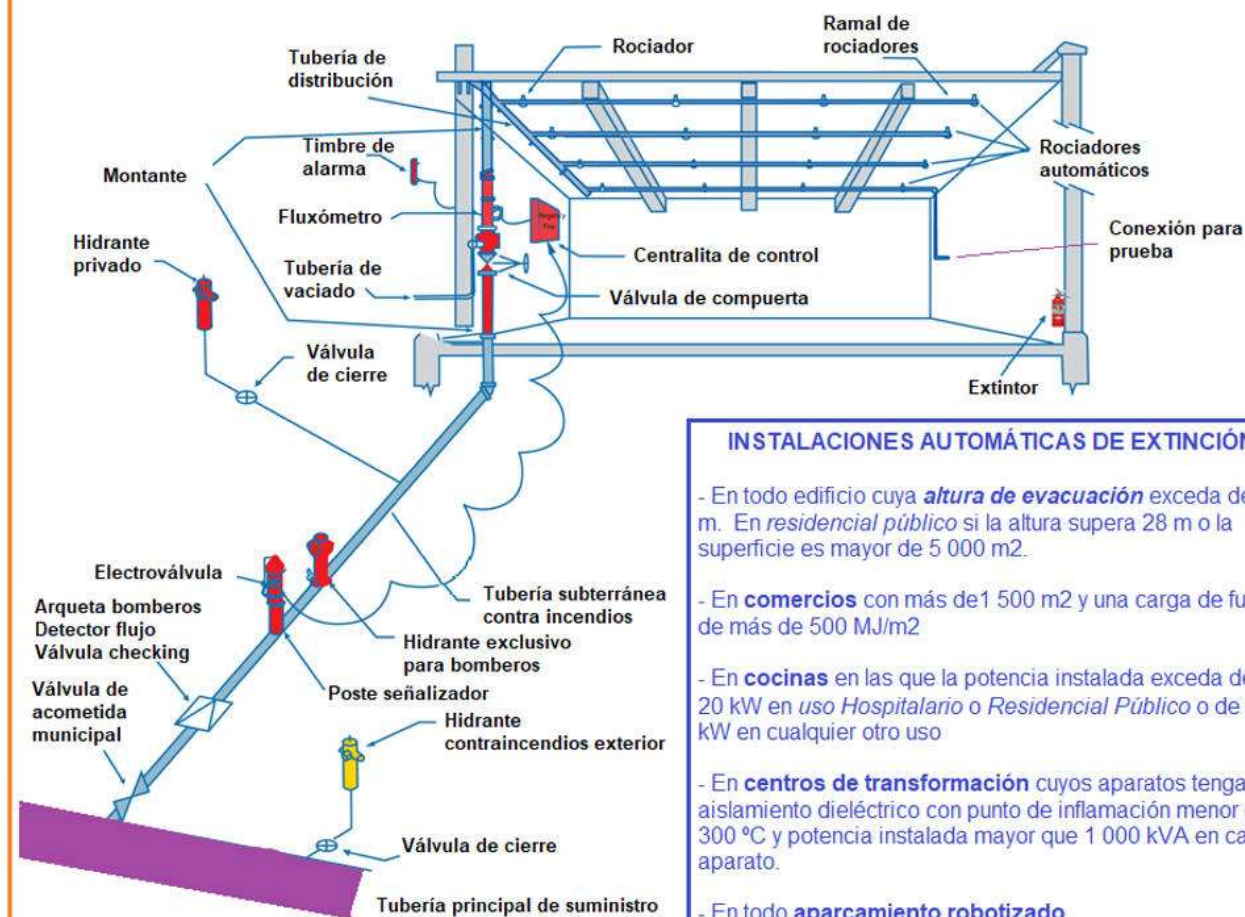
El daño del agua de los rociadores será mayor que el daño del fuego



En un incendio, los rociadores controlan rápidamente las llamas, el calor y el humo. Cualquier daño causado por el agua del rociador será mucho menos grave que el daño causado por el agua de las líneas de las mangueras contra incendios. Los rociadores usan, aproximadamente, el 90 por ciento menos de agua en un incendio que el utilizado por la manguera de los bomberos.

En la siguiente figura puedes ver un instalación contraincendios compuesta por varios elementos, entre ellos un sistema de rociadores:

Esquema de Instalación contra incendios



INSTALACIONES AUTOMÁTICAS DE EXTINCIÓN

- En todo edificio cuya **altura de evacuación** exceda de 80 m. En **residencial público** si la altura supera 28 m o la superficie es mayor de 5 000 m².
- En **comercios** con más de 1 500 m² y una carga de fuego de más de 500 MJ/m²
- En **cocinas** en las que la potencia instalada exceda de 20 kW en **uso Hospitalario** o **Residencial Público** o de 50 kW en cualquier otro uso
- En **centros de transformación** cuyos aparatos tengan aislamiento dieléctrico con punto de inflamación menor que 300 °C y potencia instalada mayor que 1 000 kVA en cada aparato.
- En todo **aparcamiento robotizado**

Un sistema de rociadores consiste en una o varias redes de conductos con un puesto de control y una red de tuberías sobre la que se instalan cabezas de rociador. Los rociadores están tarados a unas temperaturas predeterminadas. Cuando se alcanza esa temperatura descargan el agua sobre el fuego. El paso de agua por una válvula de alarma hace saltar la alarma de incendios. El sistema de rociadores es muy útil para la lucha contra el fuego pero no debe obviar el uso de otros equipos complementarios.

2.1.- Rociadores automáticos.

Los **rociadores automáticos**, más conocidos como **sprinklers**, son dispositivos diseñados para descargar agua sobre el punto incendiado, en cantidad suficiente para extinguirlo totalmente o impedir su propagación. Constan de un sensor y un aspersor de agua acoplados al mismo aparato, fijado sobre el techo. Unas varillas soldadas actúan como fusible térmico. Al subir la temperatura liberan el agua, que cae sobre el difusor. El agua llega a los rociadores por un sistema de tuberías generalmente aéreas, suspendidas en el techo. Hay de varios tipos, como vemos en la imagen



El rociador está conectado a una tubería de agua y una ampolla cierra el paso. Esta ampolla como puedes ver en la tabla siguiente tiene una **temperatura de fusión**. Cuando ésta se alcanza la ampolla se rompe liberando el agua, que choca contra un difusor para extender su radio de acción. El criterio para el uso de la ampolla es seleccionar una que rompa entre **20 °C y 30 °C por encima de la temperatura ambiente máxima**. Normalmente la ampolla utilizada será roja, con una temperatura de rotura de 68 °C. Existen sistemas que ofrecen una seguridad adicional para evitar las falsas alarmas. Estos sistemas solo dejaría circular el agua si además del estallido de la ampolla del rociador, se activa un detector de humos. Este sistema se conoce como **sistema de preacción**.

Color de la ampolla	Temperatura de activación
Naranja	57
Rojo	68
Amarillo	79
Verde	93/100
Azul	121/141
Malva	163/182
Negro	204/260

El rociador tiene una **doble función**. Por una parte, actúa como **detector** de incendios ya que se activa en presencia del calor y por otra parte también actúa como **extintor**. Es importante saber que sólo se activarán los rociadores que se vean afectados por el fuego. Si este es localizado, únicamente se activará el que esté situado encima del foco del incendio. El resto, salvo que el fuego se extienda, no se activarán. Esto va en contra de una serie de creencias sobre los rociadores, como hemos visto en los mitos descritos en el caso práctico anterior. Por ejemplo es falso que todos los rociadores de la instalación se abren cuando hay un incendio; solo el rociador más cercano al fuego, que se calienta por ello, se activa en primera instancia. Tampoco es cierto que se produzcan inundaciones que ocasionan más daños por el agua que por el fuego, ya que solo actúa sobre el foco inicial del incendio, afectando a elementos que ya han sido dañados por el fuego y el humo.

La vida útil de los rociadores automáticos depende, en gran medida, de las condiciones ambientales a las que se encuentran sometidos. Sin embargo, su mantenimiento es prácticamente nulo y una instalación se mantiene operativa durante unos 50 años.

Debes conocer

El siguiente vídeo trata sobre el funcionamiento de un rociador:

<https://www.youtube.com/embed/bs60ssf9DWU?amp;showinfo=0&rel=0>

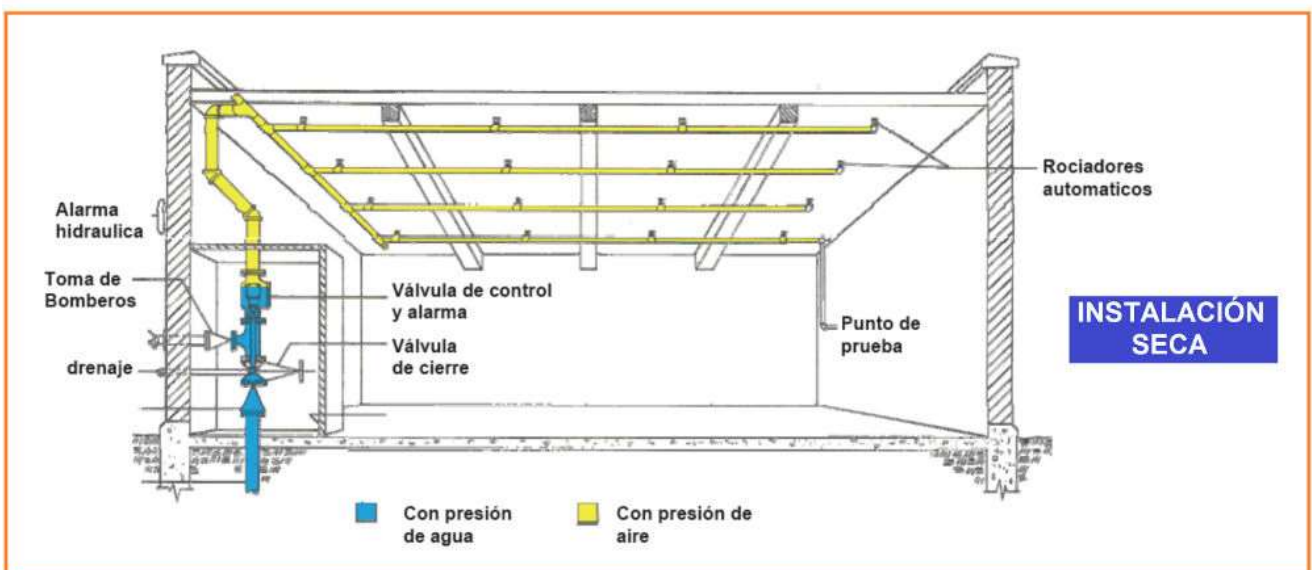
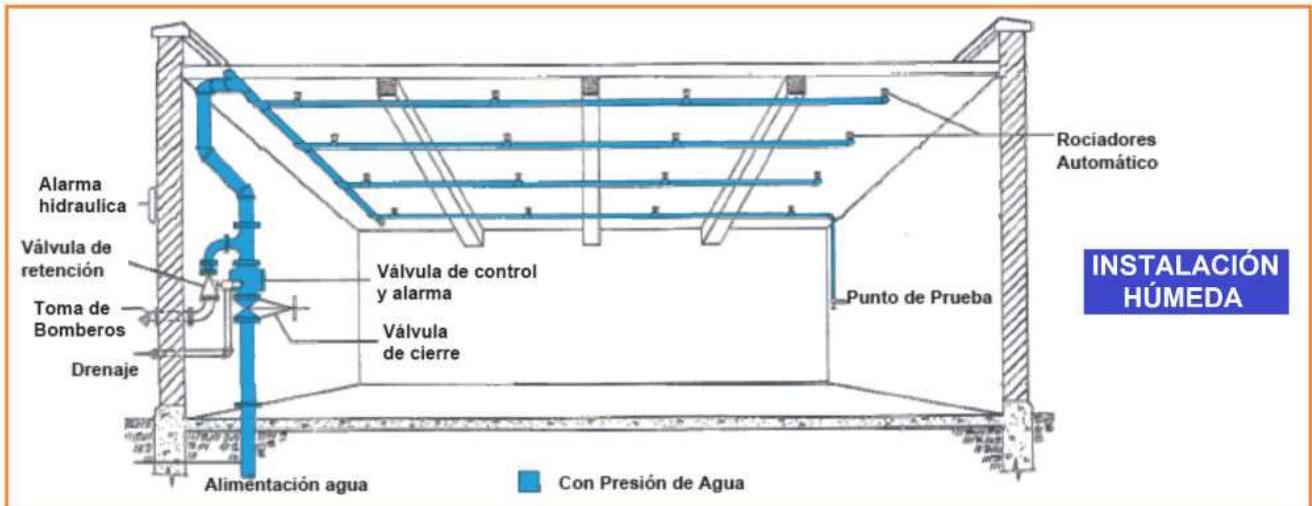
Funcionamiento de un rociador

Cuando se vaya a proteger un edificio con rociadores, se deben proteger todas las zonas de un edificio o de edificios en comunicación, excepto lavabos y conductos verticales cerrados (por ejemplo ascensores o conductos de servicio).

La instalación que llega a los cabezales de los rociadores puede ser de cuatro tipos:

- ✓ **Instalación de tubería seca:** la tubería se presuriza con aire o gas inerte. En este tipo de sistemas, se deberá instalar un suministro permanente de aire o gas inerte para mantener la presión en las tuberías. A diferencia del sistema anterior, este tipo de sistemas se emplean en instalaciones donde hay riesgo de formación de hielo o las temperaturas superen los 95°C. Los rociadores instalados en sistemas de tubería seca deberán instalarse en posición montante, excepto si se usan rociadores secos colgantes o rociadores de pared.
- ✓ **Instalación de preacción o acción previa:** la válvula de alarma puede ser abierta por un sistema independiente de detección de incendios en la zona protegida (por ejemplo un detector de humo)
- ✓ **Instalación de tubería húmeda:** la tubería está permanentemente presurizada con agua. Este sería el caso del vídeo anterior. Estos sistemas no deberán ser instalados donde exista la posibilidad de formación de hielo ni donde la temperatura ambiente pueda superar los 95°C. Se recomienda que la instalación de rociadores sea en posición montante.
- ✓ **Instalación sistema de diluvio:** está compuesto por un conjunto de rociadores abiertos que están conectados a un sistema de tuberías conectadas a la red de agua, a través de una válvula que se abre por la operación de un sistema de detección instalado en las mismas áreas que los rociadores. Cuando esta válvula se abre, el

agua fluye dentro del sistema de tuberías y se descarga desde todos los rociadores conectados al mismo tiempo.



Tipos de instalaciones con rociadores

Autoevaluación

1.- Una instalación seca de rociadores utiliza espuma seca como agente neutralizante del incendio

Verdadero Falso

Falso

No es correcto, ya que el término seco hace referencia a que las tuberías que deben llevar el agente extinguido (agua o cualquier otro)

están vacías y sólo se llenan del fluido o gas cuando se activa la válvula de control.

2.- La temperatura máxima en la parte superior de un local, en verano, puede llegar a 40 °C. El rociador elegido será el de código rojo

Verdadero Falso

Verdadero

Correcto, ya que el rojo tiene una temperatura de 68 °C, que son 28 °C más que la temperatura máxima prevista.

2.2.- Densidad de carga de fuego.

Para evaluar el riesgo de un almacenamiento o de una actividad tienes que calcular primero la densidad de carga de fuego, que viene dada por las fórmulas:

$$Q_s = \frac{\sum_1^i G_i \cdot q_i \cdot C_i}{A} \cdot R_a$$

En donde:

Q_s = densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector o área de incendio, en MJ/m².

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

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

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

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

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

Los valores para los coeficientes **C_i** y **R_a** se pueden obtener en el Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales y, de forma resumida son:

Valores de C_i

- ✓ Nivel **bajo** de peligrosidad de los combustibles: 1,00. Líquidos de clase D, (según la **ITC MIE-APQ1** del Reglamento de almacenamiento de productos químicos) y sólidos que comienzan su ignición a una temperatura superior a 200 °C
- ✓ Nivel **medio** de peligrosidad: 1,30. Líquidos clasificados como subclase B2 y C, sólidos que comienzan su ignición a una temperatura comprendida entre 100 °C y 200 °C, etc.
- ✓ Nivel **alto** de peligrosidad: 1,60. Líquidos clasificados como clases A y B1, sólidos capaces de iniciar su combustión a una temperatura inferior a 100 °C, etc.

Valores de R_a

- ✓ Nivel **bajo** de activación: 1,00
- ✓ Nivel **medio** de activación: 1,50 (muebles)
- ✓ Nivel **alto** de activación: 2,00 (barnices)
- ✓ Nivel **muy alto** de activación: 3,00 (pirotecnia)

Debes conocer

Dado que el cálculo es un poco complicado, te recomiendo que utilices una herramienta gratuita que puedes encontrar en la web: [Calculadora de densidad de fuego.](#)

Portal Libre y gratuito sobre construcción en España.
Fotografías de ejecución, diccionario, proveedores,
utilidades de cálculo on line, y más...

Konstruir.com
Compartiendo ideas sobre Construcción

28 de enero de 2012

CÁLCULO Qs (CARGA DE FUEGO), EN FUNCIÓN A LOS MATERIALES

Esta aplicación On line realiza el cálculo de la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, Qs, de un establecimiento o sector de incendios, para actividades almacenamiento o producción, transformación, reparación, en función a los materiales combustibles que intervienen en el proceso. Según el R. D. 2267/2004 Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales. El ministerio publica posteriormente la [Guía Técnica de aplicación](#)

Datos comunes

Super. Estab. o sector m2 / Tipo

Producción

Actividad Lista

Datos de los materiales que pueden almacenarse

1 Bajo + fila

id	Producto	G(kg)	Ci

Donde:

Qs = densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector o área de incendio, en MJ/m² o kcal/m².

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

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

Ci = 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.

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

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

DATOS **CALCULAR**

Ejercicio resuelto

Tenemos una zona de almacenaje de alimentos perecederos y se estima que se tienen los siguientes combustibles (los alimentos no se consideran combustibles: manzanas, naranjas, etc):

- ✓ 300 kg de cajas de cartón
- ✓ 500 kg de cajas de madera
- ✓ 1 kg de etiquetas de papel

El recinto es de 300 m². Calcula la densidad de carga de fuego.

Mostrar retroalimentación

Utilizando el programa de cálculo indicado arriba se obtiene el siguiente resultado:

Datos generales de la actividad

La superficie total del sector o establecimiento, A = 300 m².

El tipo de actividad es **Almacenaje**

ACTIVIDAD	Ra
Alimentacion, embalaje	1.5

Datos de los materiales

id	Producto	Gi kg	qi MJ/kg	Ci	Parcial
1	Cartón	300	16.7	1	5010
2	Madera	500	16.7	1	8350
3	Papel	1	16.7	1	16.7
Total					13376.7

$$Q_s = 13376.7 / 300 \times 1.5 = 67 \text{ MJ/m}^2$$

De forma analítica:

$$Q_s = \frac{\sum_i G_i \cdot q_i \cdot C_i}{A} \cdot R_a = \frac{300 \cdot 16,7 \cdot 1 + 500 \cdot 16,7 \cdot 1 + 1 \cdot 16,7 \cdot 1}{300} \cdot 1,5 \approx 67 \text{ MJ/m}^2$$

Una vez que tengas calculado la densidad de carga de fuego ponderada, en la siguiente tabla puedes establecer el nivel de riesgo de la actividad o almacenamiento que estás calculando.

Nivel de riesgo

Nivel de riesgo		Densidad de carga de fuego ponderada y corregida (MJ/m ²)
Bajo	1	$Q_s \leq 425$
	2	$425 < Q_s \leq 850$
Medio	3	$850 < Q_s \leq 1\ 275$
	4	$1\ 275 < Q_s \leq 1\ 700$
	5	$1\ 700 < Q_s \leq 3\ 400$
Alto	6	$3\ 400 < Q_s \leq 6\ 800$
	7	$6\ 800 < Q_s \leq 13\ 600$
	8	$13\ 600 < Q_s$

Autoevaluación

Si en el almacenamiento del ejemplo resuelto añadimos 50 kg de papel el resultado de la densidad de carga de fuego será:

- 71 MJ/m².
- No variará.
- 68 MJ/m².

Es correcto, has realizado bien los cálculos.

Estás en un error, el papel es un combustible.

No es correcto. ¿Has añadido los 50 kg?

Solución

1. Opción correcta
2. Incorrecto
3. Incorrecto

2.3.- Clases de riesgos.

La norma UNE-EN 12845 clasifica los edificios y zonas a proteger por el sistema automático de rociadores en tres categorías principales:

- ✓ Riesgo Ligero
- ✓ Riesgo Ordinario
- ✓ Riesgo Extra.

El **Riesgo Ligero - RL** incluye usos con baja carga de fuego y combustibilidad baja y que no tengan una superficie superior a 126 m² con resistencia al fuego de al menos 30 min.

El **Riesgo Ordinario - RO** incluye usos donde se procesan o fabrican materiales combustibles con carga de combustibilidad medios. Se subdivide en cuatro grupos:

- ✓ RO1, Riesgo Ordinario Grupo 1.
- ✓ RO2, Riesgo Ordinario Grupo 2.
- ✓ RO3, Riesgo Ordinario Grupo 3.
- ✓ RO4, Riesgo Ordinario Grupo 4.

Algunos ejemplos de instalaciones asociadas a estos riesgos son:

Ejemplos de instalaciones de riesgo ordinario

RO1	RO2	RO3	RO4
Fábricas de cemento. Hospitales. Hoteles. Librerías. Restaurantes. Escuelas. Oficinas.	Laboratorios. Fotográficos. Talleres de automóviles. Aparcamientos. Panaderías. Museos. Cerveceras.	Fábricas de vidrio o cristal. Fábricas de electrónica. Fábrica de piensos y cereales. Fábricas de cartón y papel. Grandes almacenes. Centros comerciales. Fábricas de muebles.	Destilerías de alcohol. Cines y teatros. Salas de concierto. Centros feriales.

El **Riesgo Extra RE** puede ser debido a los materiales o a las condiciones de almacenaje:

- ✓ **Riesgo Extra Proceso - REP.** Incluye usos donde los materiales tienen una elevada carga de fuego y combustibilidad y pueden favorecer la intensidad o rápida propagación del fuego. Se divide en cuatro subapartados.
- ✓ **Riesgo Extra Almacenamiento - REA.** Incluye el almacenamiento de productos donde la altura supera unos ciertos valores, también está dividido en cuatro categorías.

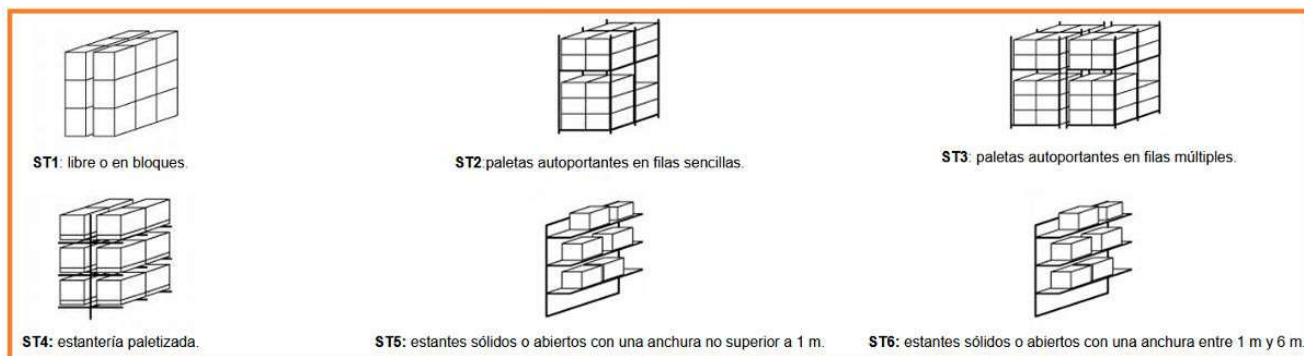
En la imagen puedes ver una nave con un riesgo extra de almacenamiento.



Riesgo extra de almacenamiento

2.4.- Almacenamiento.

El riesgo de fuego en productos almacenados es función tanto de la **combustibilidad** de los materiales almacenados, incluyendo el embalaje, como de la **configuración de almacenamiento**. Como puedes ver en las siguientes imágenes, la norma UNE-EN 12845 contempla seis tipos de almacenamiento:



AENOR. UNE-EN 12845. *Tipos de almacenamiento* (Copyright (Permiso del autor))

Para Riesgo Ordinario (RO), las alturas máximas para almacenamiento para cada uno de los casos son las que se recogen en la tabla. **En caso de superarse esas alturas el riesgo sería extra de almacenamiento.**

Alturas máximas de almacenamiento para Riesgo Ordinario

Categoría riesgo almacenamiento	Altura máxima almacenamiento ST1 (m)	Altura máxima almacenamiento ST2 a ST6 (m)
Categoría I	4,0	3,5
Categoría II	3,0	2,6
Categoría III	2,1	1,7
Categoría IV	1,2	1,2

La clasificación de los materiales almacenados dentro de las cuatro categorías se recoge en el anexo C de la norma UNE aludida. A modo de ejemplo puedes ver algunos materiales clasificados.

Ejemplos de materiales

Categoría	Materiales
-----------	------------

Categoría	Materiales
Categoría I	Cristalería. Comestibles enlatados. Electrodomésticos. Vajilla. Zapatos.
Categoría II	Libros. Material de oficina. Mobiliario de madera. Fertilizante sólido. Cable o alambre eléctrico.
Categoría III	Cestería y mimbre. Cajas de cartón pesadas. Linóleo. Ropa de fibra sintética.
Categoría IV	Cartón laminado en rollos verticales. Cera (parafina). Neumáticos almacenados horizontalmente.

Ejercicio Resuelto

1.- Deseamos almacenar en un local, ropa usada clasificada en cajas, tipo ST1, para distribuir posteriormente. Si no queremos aumentar el nivel de riesgo ¿cuál será la altura máxima y la clase de riesgo?

Mostrar retroalimentación

El material almacenado pertenece a la Categoría III y la altura máxima con este sistema de almacenamiento es de 2,1 m.

2.5.- Densidad de diseño.

La norma UNE-EN 12845 define la **densidad de diseño** como la **densidad mínima de descarga, en l/min·m² (equivalente a mm/min) de agua, para la que se diseña una instalación de rociadores**. En realidad esa unidad sale de dividir el caudal en litros por minuto por la superficie en metros cuadrados, que aunque no está simplificado, es mucho más intuitivo. El área de operación es el área sobre la que se supone, para efectos de diseño, que se abrirán los rociadores en caso de incendio. Los **requisitos mínimos de densidad de diseño y área de operación para RL, RO y REP** son:

Densidad de diseño de rociadores para riesgos RL-RO y REP

Riesgo	Densidad de diseño mm/min	Área de operación (m ²)	
		húmeda o acción previa	seca
RL	2,25	84	No se permite.
RO1	5	72	90
RO2	5	144	180
RO3	5	216	270
RO4	5	360	No se permite.
REP1	7,5	260	325
REP2	10,0	260	325
REP3	12,5	260	325
REP4	Diluvio (no se contempla en la norma).		

La siguiente tabla especifica la densidad de diseño y el área de operación para los distintos tipos de almacenamiento para instalaciones con riesgo de acumulación, que superan las alturas máximas de la tabla 2.4.

Densidad de diseño para riesgo REA

Tipo almacenamiento	Altura máxima permitida de almacenamiento (m)				Densidad de diseño (mm/min)	Área de operación (m ²)
	Cat. I	Cat. II	Cat. III	Cat. IV		

Tipo almacenamiento	Altura máxima permitida de almacenamiento (m)				Densidad de diseño (mm/min)	Área de operación (m ²)
	Cat. I	Cat. II	Cat. III	Cat. IV		
ST1	5,3 6,5 7,6	4,1 5,0 5,9 6,7 7,5	2,9 3,5 4,1 4,7 5,2	1,6 2,0 2,3 2,7 3,0	7,5 10,0 12,5 15,0 17,5	260
			5,7 6,3 6,7 7,2	3,3 3,6 3,8 4,1 4,4	20,0 22,5 25,0 27,5 30,0	
ST2 y ST4	4,7 5,7 6,8	3,4 4,2 5,0 5,6 6,0	2,2 2,6 3,2 3,7 4,1	1,6 2,0 2,3 2,7 3,0	7,5 10,0 12,5 15,0 17,5	260
			4,4 5,3 6,0	3,3 3,8 4,4	20,0 25,0 30,0	
ST3, ST5, ST6	4,7 5,7	3,4 4,2 5,0	2,2 2,6 3,2	1,6 2,0 2,3 2,7 3,0	7,5 10,0 12,5 15,0 17,5	260

Autoevaluación

En la imagen puedes ver una estantería del tipo ST5. Si se utiliza para almacenar material de oficina, ¿cuál será la altura máxima permitida para una densidad de diseño de 10 mm/min?



- 4,2 m.
- 5,7 m.

2,6 m.

Es correcto.

Estás en un error, el material de oficina no es de categoría I.

No es correcto, el material de oficina no es de categoría III.

Solución

1. Opción correcta
2. Incorrecto
3. Incorrecto

2.6.- Distribución y caudal de rociadores.

En este apartado vas a obtener los datos para una distribución en planta de los rociadores. También vas a disponer de los datos para el cálculo del caudal de agua que va a llegar a los rociadores.

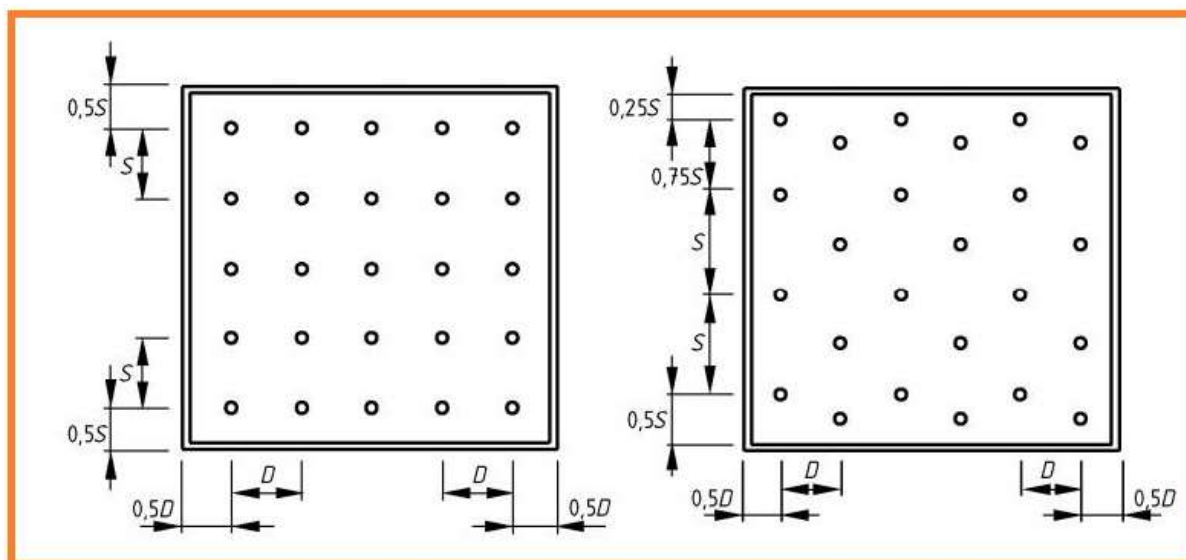
Una condición previa de funcionamiento a la hora de diseñar un almacenamiento es la de dejar un espacio mínimo para una buena expansión del agua. Se debe mantener siempre un espacio libre debajo de los rociadores de techo no inferior a 0,5 m para RL (riesgo ligero) y RO (riesgo ordinario) y de 1 m para REP (riesgo extra proceso) y REA (riesgo extra almacenamiento).

La superficie máxima de cobertura por rociador debe ser conforme se especifica en la siguiente tabla:

Distancias entre rociadores

Riesgo	Superficie máxima por rociador (m ²)	Distancias máximas (ver figura) (m)		
		Normal	Tresbolillo	
		S y D	S	D
RL	21	4,6	4,6	4,6
RO	12	4	4,6	4
REP y REA	9	3,7	3,7	3,7

Como puedes ver en la figura, la disposición de los rociadores puede hacerse en líneas o al tresbolillo. En ambos casos se deben respetar las distancias que se marcan en la tabla. La distancia mínima es de 2 m. En el dibujo tienes además las distancias que debes respetar con las paredes del recinto.



La **presión manométrica** (relativa) mínima en cualquiera de los rociadores es función del tipo de riesgo. Los valores que marca la norma UNE- EN 12845 son:

- ✔ 0,70 bar en RL.
- ✔ 0,35 bar en RO.
- ✔ 0,50 bar en REP y REA.

Por último de cara al diseño de la **red hidráulica** tendremos que conocer el caudal que tiene que llegar a cada rociador. Para ello utilizamos la siguiente fórmula:

$$q = K \cdot \sqrt{p}$$

Donde:

Q es el caudal, en litros por minuto.

K es una constante de cada rociador, en litros·min/bar^{1/2}

P es la presión, en bar.

El valor de K se recoge en la siguiente tabla. Su interpretación sería el número de litros de agua por minuto que expulsa el rociador cuando pierde una presión de 1 bar:

Valor K

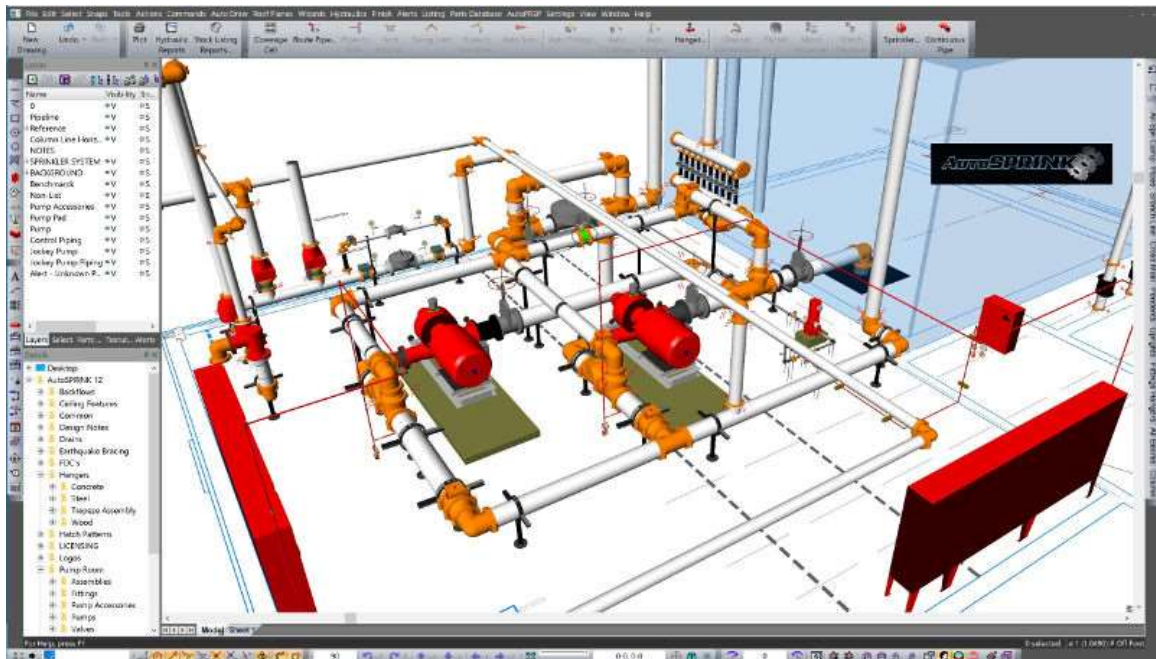
Riesgo	Densidad de diseño	Factor K
RL	2,25	57
RO	5,0	80
REP y REA	<10	80 ó 115
	>10	115

En el proceso de cálculo de rociadores automáticos, por aplicación de la norma UNE-EN 12845, se siguen los siguientes pasos:

1. Determinar la **Clase de riesgo** del local a proteger (no te confundas con el nivel de riesgo intrínseco del Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales)
2. Establecer la **densidad de diseño**.
3. Distribución de rociadores y área de cobertura máxima.
4. Selección del **tipo de rociador, su temperatura y su caudal**
5. Determinar el **número de rociadores, los caudales y presiones**
6. **Cálculo de tuberías** teniendo en cuenta las presiones mínimas más desfavorables

Los **programas profesionales de cálculo de rociadores automáticos** son cada vez más completos. Muchas veces están integrados en un programa de cálculo de ingeniería más amplio. Pueden proporcionar una gran cantidad de información técnica y gráfica sobre longitudes o tamaños de tuberías, especificaciones de las válvulas y accesorios utilizados, pérdidas de carga y caudales, etc. Los programas pueden trabajar en aplicaciones bidimensionales o tridimensionales, o recalcular y simular los sistemas rápidamente según los cambios realizados en el diseño del sistema. No obstante, los datos básicos y las decisiones más importantes las debe adoptar el usuario

Estos programas, como otros utilizados a lo largo de este módulo, requieren conocimientos técnicos y normativos que ya dispones. Debe insistirse en disponer de **información normativa actualizada**, ya que este ámbito está fuertemente regulado.



[AutoSprink](#). Diseño de rociadores en 3D (Copyright (permiso del autor))

Ejercicio para Resolver

Tenemos una nave de 25 m de largo por 10 m de ancho y 4,5 m de altura, que utilizamos para almacenar materiales de una industria de alimentación. La carga prevista del almacén es 2 400 kg de palés de madera, 1 400 kg de papel, 2 000 kg de cartón, 600 kg de aceite de oliva (en latas de 5 litros) y 950 kg de azúcar. Deseamos almacenar los productos alimentarios en alturas de hasta 3 m.

1. Calcula la densidad de carga de fuego y establece el nivel de riesgo de la actividad.
2. Acude a la norma UNE 12845 y establece la categoría de almacenamiento de esos materiales.
3. Determina los valores de la densidad de diseño para diferentes alturas de almacenamiento suponiendo que se utilizan estanterías paletizadas.
4. Calcula el número de rociadores necesarios y haz una distribución en planta de los mismos.
5. Calcula el caudal en litros/minuto que deberá llegar a cada rociador y el caudal total de la instalación en m³/h.

Mostrar retroalimentación

1.- Densidad de carga de fuego y nivel de riesgo de la actividad.

Utilizando el programa en la página web propuesta en la UT se obtiene el siguiente resultado:

Datos generales de la actividad

La superficie total del sector o establecimiento, A = 250 m².

El tipo de actividad es **Almacenaje**

ACTIVIDAD	Ra
Alimentacion, embalaje	1.5

Datos de los materiales

id	Producto	Gi kg	qi Mj/kg	Ci	Parcial
1	Madera	2400	16.7	1	40080
2	Papel	1500	16.7	1	25050
3	Cartón	2000	16.7	1	33400
4	Aceite de oliva	600	42	1	25200
5	Azúcar	950	16.7	1	15865
Total					139595

$$QS = 139595 / 250 \times 1.5 = 838 \text{ MJ/m}^2$$

El valor de 838 MJ/m² está comprendido entre 425 y 850 y corresponde a un **nivel 2 de riesgo, lo que supone Bajo riesgo**. Date cuenta que este nivel de riesgo se utiliza para determinar algunas cosas en las instalaciones contra incendios: tipo y número de extintores, resistencia al fuego de materiales, obligatoriedad o no de disponer de rociadores automáticos, etc. Todo ello está en el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales. Sin embargo, cuando tenemos que aplicar la norma obligatoria UNE 12845, en el diseño de sistemas automáticos de rociadores, deberemos determinar la Clase de riesgo con arreglo a otras tablas diferentes que ya se han mostrado.

2.- Con la norma UNE-EN 12845, categoría de almacenamiento de esos materiales.

En el anexo C de la norma aparece una relación de materiales y su categoría de almacenamiento. Para los materiales que tenemos son:

- ✓ Azúcar: categoría II.

- ✓ Cartón (todos los tipos): categoría II.
- ✓ Palets: categoría IV (en la parte final de la norma, anexo G)
- ✓ Papel (hojas almacenadas horizontalmente): categoría II.

El aceite de oliva no aparece en la lista y tampoco en el anexo G de líquidos inflamables (ya que las latas son de una capacidad de menos de 20 litros y se almacenan en un sistema ST4). Supondremos que su almacenamiento nunca superará la altura que supone un riesgo por almacenamiento, tal como veremos en el siguiente ejercicio. No obstante, hay que indicar que el agua no es buen agente extintor del aceite, por lo que se recomendaría su almacenaje en una parte zonificada y con un sistema de extinción apropiado (CO2).

3.- Densidad de diseño para diferentes alturas de almacenamiento suponiendo que se utilizan estanterías paletizadas.

Las estanterías paletizadas responden al tipo ST4 de almacenamiento. Por lo datos del enunciado, se superan las alturas máximas permitidas en la tabla 2.4 y existe riesgo extra de almacenamiento (3 m > 2,6 m). En consecuencia, deberemos acudir a la tabla de densidad de diseño aplicable a REA (Riesgo extra de almacenamiento). En la tabla de alturas máximas podemos ver las distintas opciones:

Tipo almacenamiento	Altura máxima permitida de almacenamiento (m)				densidad de diseño (mm/min)	Área de operación (m ²)		
	Cat. I	Cat. II	Cat. III	Cat. IV				
ST1	5,3	4,1	2,9	1,6	7,5	260		
	6,5	5,0	3,5	2,0	10,0			
	7,6	5,9	4,1	2,3	12,5			
		6,7	4,7	2,7	15,0	300		
		7,5	5,2	3,0	17,5			
			5,7	3,3	20,0			
			6,3	3,6	22,5			
			6,7	3,8	25,0			
			7,2	4,1	27,5			
				4,4	30,0			
ST2 y ST4	4,7	3,4	2,2	1,6	7,5	260		
	5,7	4,2	2,6	2,0	10,0			
	6,8	5,0	3,2	2,3	12,5			
		5,6	3,7	2,7	15,0	300		
		6,0	4,1	3,0	17,5			
			4,4	3,3	20,0			
			5,3	3,8	25,0			
			6,0	4,4	30,0			
	ST3, ST5, ST6	4,7	3,4	2,2	1,6		7,5	260
		5,7	4,2	2,6	2,0		10,0	
		5,0	3,2	2,3	12,5	300		
			2,7	2,7	15,0			
			3,0	3,0	17,5			

No obstante, en la norma UNE 12845 se indica que: "Los palets vacíos almacenados en estanterías se deben proteger con rociadores de techo de acuerdo con la tabla siguiente" (pag 155)

Tipo de palé	Rociadores en estantería	Rociadores de techo (véase la tabla 4)	Requisitos especiales
Palés de madera y material de celulosa. Palés de polietileno no expandido de alta densidad, con suelo sólido	Categoría IV	Como para Categoría IV. Rociadores clasificados a 93 °C o 100 °C	Compartimento resistente al fuego 60 min cuando altura de almacenamiento > 3,8 m
Todas las otras palés plásticas	Categoría IV, incluyendo un nivel de rociadores por encima del nivel más alto de almacenamiento con K = 115 y presión mínima de funcionamiento de 3 bar	25 mm/min sobre 300 m ²	Almacenamiento en compartimento resistente al fuego 60 min

Respecto al aceite, la cantidad es pequeña y ya hemos dicho que, por normativa no habría que adoptar decisiones diferentes a las del resto de productos. No obstante, en el anexo G de la norma UNE mencionada, encontramos la tabla siguiente:

Tabla G.4 – Líquidos inflamables en bidones metálicos (ST1, ST5, ST6) con una capacidad de ≤ 20 l

Clase	Propiedades °C	Tipo de almacenamiento	Altura máxima de almacenamiento permitida m	Rociadores de techo	
				Densidad mm/min	Área de operación m ²
1	FP \geq 100	ST1	5,5	10	450
		ST5/6	4,6	7,5	
2	FP < 100	ST1	4,0	12,5	450
		ST5/6	4,6		
3	FP < 35	ST1	1,5	12,5	450
4	FP < 21 y BP < 35	ST5/6	2,1	12,5	450

Vemos que el aceoite se aproximaría a la clase 1: punto de inflamación superior a 100 °C, aunque con un sistema ST4 que añade más seguridad que el ST5/6. Pero, hay que insistir en almacenar este producto en otra zona y con un sistema de extinción en seco.

Por todo lo anterior, obviando de momento el tema del aceite y centrándonos en los palets, por el tamaño de la nave y el peso de los palets (alrededor de 25 kg cada uno: unos 100 europalets) y sus dimensiones (120 cm x 80 cm x 15 cm), podría asumirse que la altura de almacenamiento de los palets no sobrepase 1,6 m y fijar la densidad de diseño en 7,5 mm/min. Con este valor, la altura máxima de almacenamiento del resto de productos (Categoría II) sería de 3,4 m, más que suficiente. Hay que tener en cuenta que debe existir una altura libre de, al menos, 1 m entre la altura de almacenamiento y los rociadores y ello nos da $3,4 + 1 = 4,4$ m.

Relación entre altura y densidad de diseño

Altura máxima Categoría II (m)	Altura máxima Categoría IV (m)	Densidad de diseño (mm/min)
3,4	1,6	7,5
4,2	2,0	10,0
5,0	2,3	12,5
5,6	2,7	15,0
6,0	3,0	17,5

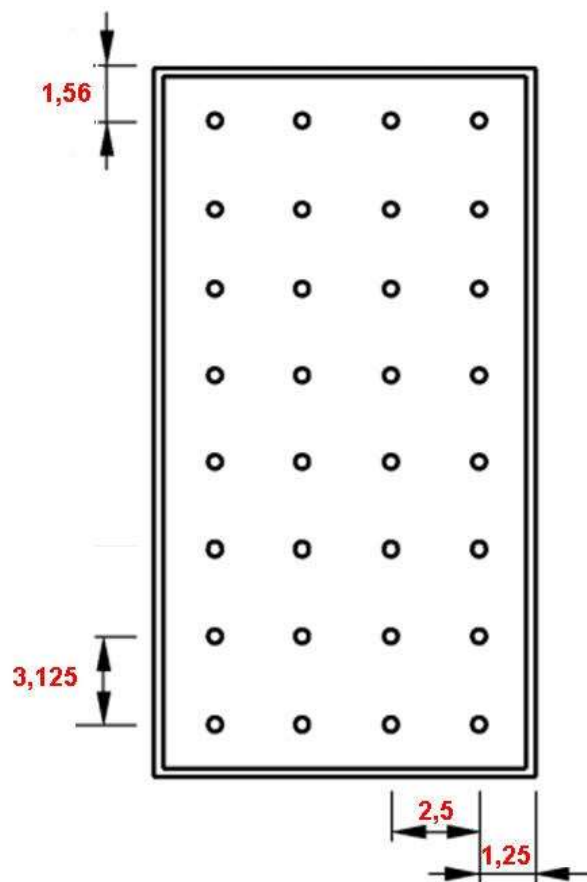
Es decir, de entre las distintas opciones, la más recomendable sería elegir una **densidad de diseño de 7,5 mm/min** para todos los productos y una zonificación propia con un sistema de extinción en seco para el aceite. Resolver esta segunda parte implica profundizar más en la normativa y ello se sale fuera de los objetivos de esta Unidad.

4.- Número de rociadores necesarios y distribución en planta de los mismos.

Según la tabla del punto 2.6, para un establecimiento con REA, la superficie máxima cubierta por cada rociador debe ser de 9 m^2 . Si hacemos una distribución normal la distancia máxima entre rociadores es de 3,7 m. Por lo tanto, teniendo en cuenta las dimensiones de la nave, de entre las diferentes soluciones posibles, podríamos optar por disponer 4 filas de 8 rociadores, en total 32 rociadores. Con esos valores se cumplen las exigencias normativas:

- El área cubierta por cada rociador es $250/32 = 7,8 \text{ m}^2 < 9 \text{ m}^2$.
- A lo ancho la distancia entre rociadores es $10/4 = 2,5 \text{ m} < 3,7 \text{ m}$.
- A lo largo la distancia entre rociadores es $25/8 = 3,125 \text{ m} < 3,7 \text{ m}$.

A la hora de realizar la distribución en planta hay que tener cuidado con los rociadores próximos a la pared que deberán estar a mitad de distancia, como se aprecia en la siguiente figura:



5.- Caudal en litros/min que deberá llegar a cada rociador y el caudal total de la instalación en m^3/h .

La presión mínima para una instalación REA es de 0,5 bar y la constante K para este tipo de instalación depende de la densidad de diseño. Hay dos posibilidades, para densidades de diseño inferiores a 10 mm/min el valor puede ser 80 ó 115, para densidades mayores el valor tiene que ser 115. En el apartado 3 hemos visto varias posibilidades de alturas de almacenamiento y hemos optado por alturas que suponen una densidad de diseño de 7,5 mm/min, por lo tanto podemos tomar un valor $K = 80$.

En estas condiciones, el caudal de cada rociador será:

$$\mathbf{q = K \cdot \sqrt{p} = 80 \cdot \sqrt{0,5} = 56,57 \text{ l/min}}$$

El caudal total será:

$$\mathbf{q_{total} = 56,57 \cdot 32 = 1\ 810 \text{ l/min} = 108,6 \text{ m}^3/\text{h}}$$