

# **MANUAL DE FORMACIÓN**

# **MEDIDAS DE PREVENCIÓN y PROTECCIÓN**

# **CONTRA INCENDIOS**



## **Contenidos:**

### **Introducción**

#### **Conocimientos básicos sobre el Fuego**

Definición de Fuego e Incendio

Fases de un Incendio

Parámetros de un Incendio

    Los Combustibles

    Los Comburentes

    Fuentes de Ignición

Modos de propagación de un Incendio

    Conducción

    Conversión

    Radiación

Consecuencias de un Incendio

    Consecuencias sobre el hombre

    Consecuencias sobre el Edificio

    Consecuencias sobre el medio ambiente

#### **Medidas de Prevención de Incendios**

Medidas de prevención sobre el combustible

Medidas de prevención sobre el comburente

Medidas de prevención sobre el foco de ignición

    Prevención de incendios producidos por focos eléctricos

    Prevención de incendios producidos por descargas electrostáticas

Medidas de prevención sobre la reacción en cadena

## **Medidas de Protección Pasiva**

Control del fuego: la construcción del Edificio

Resistencia al Fuego

Reacción al Fuego

Sectorización

Sistema de control de temperatura y de evacuación de humos (SCTEH)

Elementos de un SCTEH

Señalización e Iluminación

Evacuación

## **Medidas de Protección Activa**

Sistema de detección y alarma

Sistema de alarma

Sistema de detección

Central de control y señalización

Mantenimiento

Agentes extintores

Espuma

Polvos químicos

Dióxido de carbono

Agentes extintores sustitutivos de los halones

Instalaciones y equipos de extinción de incendios

Extintores

Boca de incendio equipada (BIE)

Hidratante

Columna seca

Sistemas de extinción automática

## **Legislación Nacional aplicable en cuanto a la dotación de sistemas de protección activa contra incendios.**

## **Bibliografía**

## INTRODUCCIÓN

Las **causas por las que se origina y se propaga un incendio así como la forma de evitarlo y eliminarlo son conocimientos importantes que debe poseer cualquier persona relacionada con el mundo de la prevención.** Sin embargo, la complejidad con que ciertos temas se han venido abordando dentro de un amplio campo técnico muy especializado hace que sea con frecuencia difícil de dominar para las personas que no trabajan habitualmente en el mismo. A esto hay que añadir los sucesivos cambios que se vienen produciendo durante estos últimos años dentro del sector, tanto de tipo tecnológico como reglamentario.

Este **curso se destina** a todos aquellos **involucrados en la prevención y lucha contra el fuego** dentro del entorno de cualquier establecimiento. Se aborda la descripción de los principios más importantes a tener en cuenta de una forma sencilla, pero sin perder por ello la profundidad y el rigor que han de guiar el trabajo del personal relacionado con la prevención.

En un primer capítulo se detallan los **conocimientos generales sobre el fuego**, los cuales son introductorios de otros dos grandes bloques, la **prevención y la protección**, ésta última en su forma tanto activa como pasiva.

## **CONOCIMIENTO BÁSICOS SOBRE EL FUEGO**

Desde antiguo la humanidad ha dado al fuego múltiples usos que van desde la simple cocción de alimentos, la protección contra los animales salvajes y la fabricación de piezas metálicas, hasta el uso en la guerra o en lo ofrenda durante los sacrificios religiosos.

Sin embargo la explicación científica de qué era realmente el fuego tardó en llegar. Según los clásicos griegos, los materiales ardían al contener uno de los cuatro elementos de la naturaleza: el fuego. Todavía en 1669 el médico alemán Johann Joachim Becher afirmaba que el fuego se encontraba en el interior de los cuerpos y que el fuego era el resultado de su salida al exterior. Su discípulo Georg Ernst Stahl desarrolló en 1702 la teoría del flogisto (del griego, "inflamable"), según la cual un cuerpo era tanto más inflamable cuanto más flogisto tenía en él. Un cuerpo al arder perdía flogisto y se transformaba en cal (de ahí la expresión todavía en vigor de calcinar"). Sería Antoine-Laurent de Lavoisier el que desmontase la esta teoría. En 1783, a partir de experimentos con mercurio, formuló su teoría de la combustión según la cual cuando una sustancia arde se combina con el oxígeno del aire para formar óxido. Es entonces cuando se empieza a comprender realmente cuál es la naturaleza del fuego y cómo se origina.



## Definición de fuego e incendio

La definición técnica de lo que es fuego e incendio se puede extraer de la norma UNE-EN 13943:2000 *Seguridad contra incendio. Vocabulario*. Según dicha norma, **fuego** es toda combustión autosoportada que ha sido deliberadamente puesta en marcha para beneficiarse de sus efectos y que está controlada en su duración y extensión espacial, mientras que **incendio** es aquella combustión autosoportada que se propaga incontrolada en el tiempo y en el espacio.

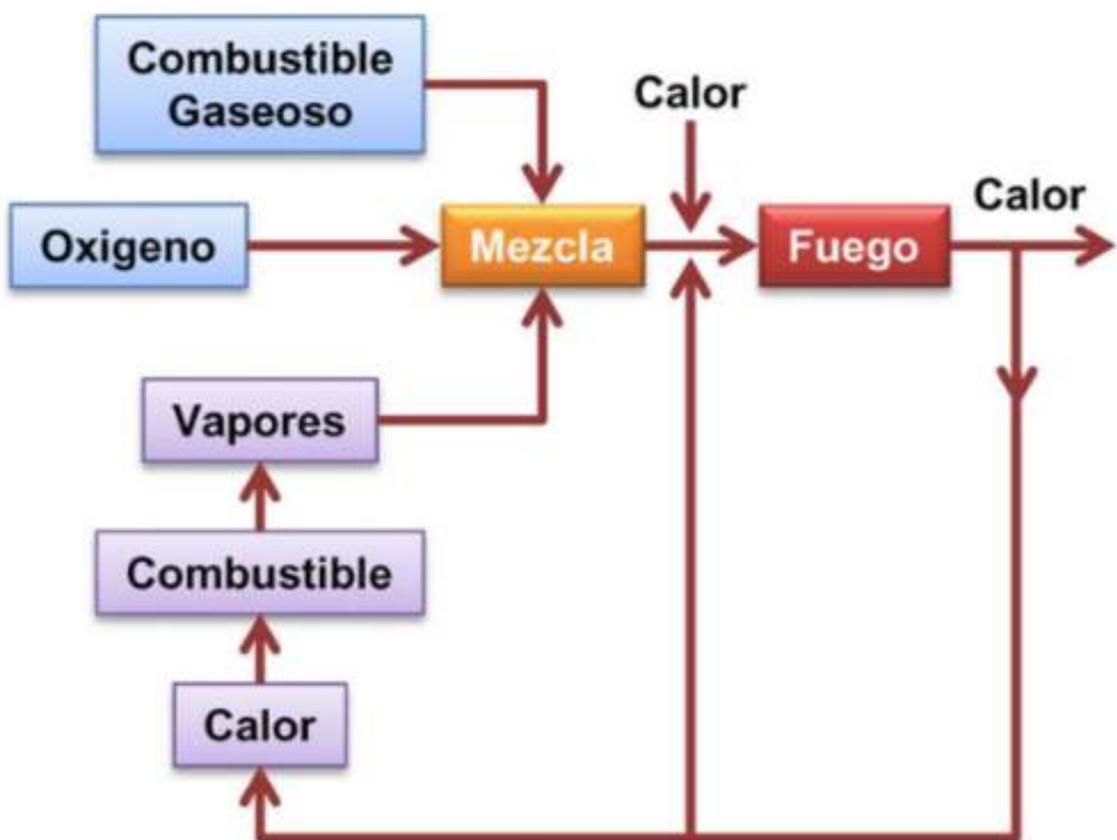
Para encontrar una definición desde un punto de vista legal, es preciso acudir a la Ley 50/1980, de 8 de octubre, de Contrato de Seguro, que en su art. 45 indica que se considera **incendio** la combustión y el abrasamiento con llama, capaz de propagarse, de un objeto u objetos que no estaban destinados a ser quemados en el lugar y momento en que se produce.

Por lo tanto ambas definiciones se basan en la idea del incendio como aquel fuego que no es deseado ni controlado. Ahora bien, por razones prácticas lo que interesa es definir el fuego desde un punto de vista químico. Así, se considera el fuego como una combustión o reacción de combustiones, definida la combustión como una reacción química de oxidación-reducción fuertemente exotérmica.

Según esta definición, en el fuego se distingue entre los siguientes elementos:

1. Un **reductor o combustible**, que se puede encontrar en estado sólido, líquido o gaseoso. Es la materia capaz de emitir vapores que entran en combustión (madera, carbón, gas, etc.).
2. Un **oxidante o comburente**, que al combinarse con el combustible permite la reacción. Se trata habitualmente del oxígeno, aunque existen otras sustancias que pueden actuar como oxidantes, como los cloratos o peróxidos.
3. Una **fuente de ignición o energía de activación**, que aporta el calor necesario para que la reacción comience. Las fuentes de ignición más frecuentes son de origen térmico, mecánico, eléctrico, electrostático, electromagnético, químico o biológico. Esta energía de activación depende de la naturaleza del combustible y de las condiciones en que éste se encuentre. Los sólidos, como la madera, precisan de energía elevada, mientras que los gases o vapores inflamables arden simplemente por pequeños focos, como chispas emitidas por un interruptor de la luz.

Esto es debido a que una sustancia sólida o líquida precisa calentarse previamente para que desprenda gases o vapores (proceso que se conoce como pirólisis) y son estos gases los que, combinados con el oxígeno del aire en presencia de una fuente de ignición, arden. Cuando los vapores empiezan a arder la reacción pasa a exotérmica, desprende calor. Si la cantidad de calor desprendida no es suficiente para generar más vapores del material combustible, el fuego se apagará.

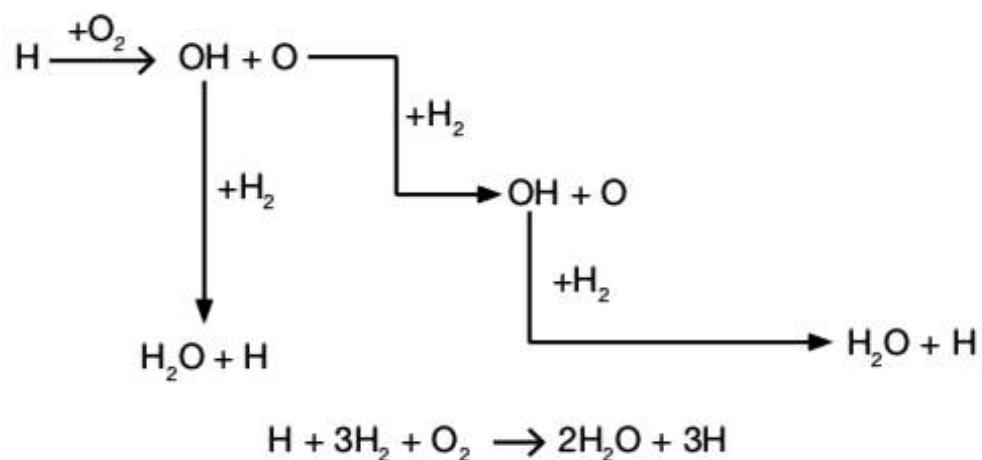


Proceso de Combustión

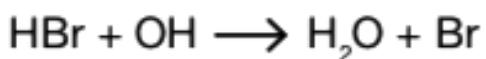
Por lo tanto, para que un incendio se inicie tienen que coexistir tres factores: Combustible, comburente y foco de ignición que conforman el conocido "**triángulo del fuego**".



En cuanto a la cadena de reacciones de combustión que tienen lugar, poniendo como ejemplo el caso más sencillo de una llama ardiendo en presencia de oxígeno, el calor da lugar a la combinación de un átomo de hidrógeno con oxígeno que se descompone en radicales OH y átomos de oxígeno, los cuales a su vez reaccionan con el hidrógeno presente dando lugar a dos moléculas de agua y tres átomos de hidrógeno.



Estos nuevos átomos de hidrógeno continuarán la reacción mientras existan elementos reactivos suficientes, pero si introducimos algún elemento químico que interfiera en esta reacción, ésta se parará. Por ejemplo, el halón 1301 ( $\text{CF}_3\text{Br}$ ) con el calor se descompone en HBr el cual elimina los átomos de hidrógeno y los radicales OH según las siguientes reacciones:



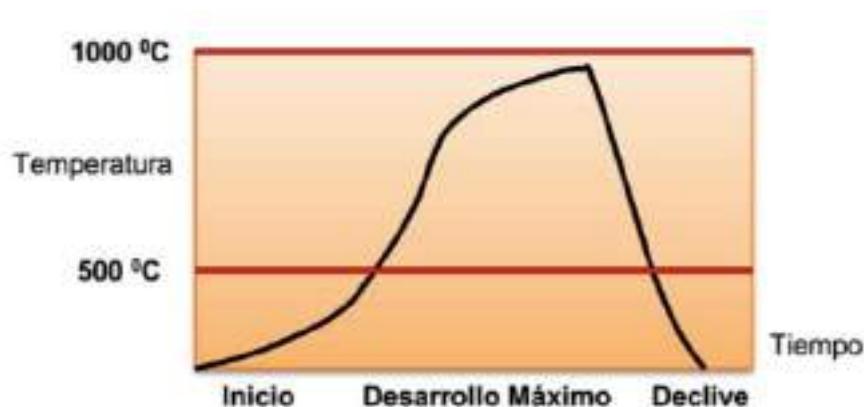
Lo que ocurre es que la cadena de reacciones que son necesarias para que se mantenga el incendio, con átomos de hidrógeno y oxígeno y radicales libres OH, no puede proseguir. Es por ello que al interferir en esta reacción en cadena se extingue el fuego.

Por lo tanto, además del combustible, comburente y la energía de activación, hay que añadir esta reacción en cadena como factor que es imprescindible para que se mantenga el fuego. Estos cuatro elementos dan lugar al modelo conocido como "**tetraedro del fuego**": Es decir, se acostumbra a visualizar la relación de los cuatro elementos, combustible, comburente, foco de ignición y reacción en cadena, como un tetraedro donde cada elemento representa un lado.



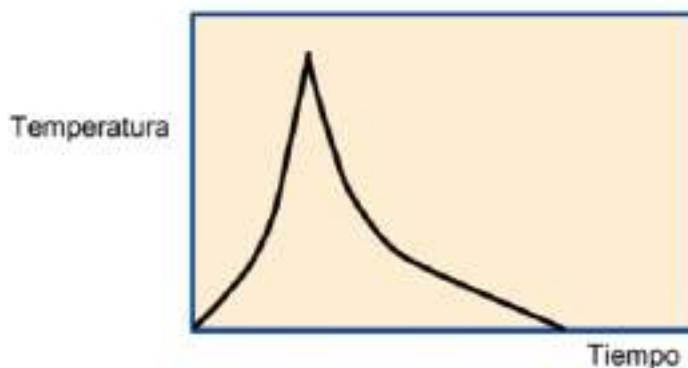
## Fases de un incendio

En general, en un incendio tipo se pueden distinguir **tres fases**: Una fase inicial, otra de desarrollo máximo y otra de declive.



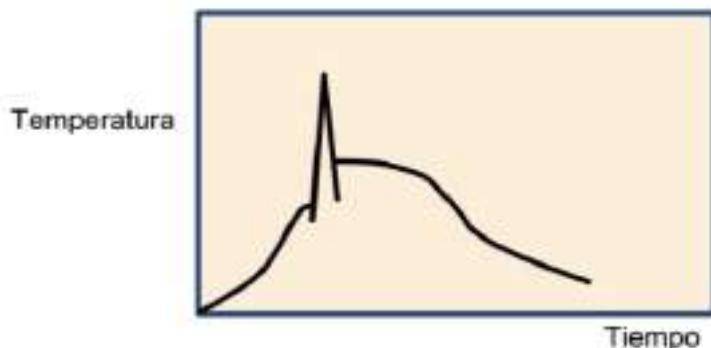
En una primera fase la temperatura va aumentando en función del tiempo. Transcurrido un cierto tiempo, el incendio alcanzará su máximo desarrollo consiguiéndose las temperaturas más altas, para a continuación pasar a una etapa de declive bien sea porque se haya consumido todo el material combustible, porque el comburente se ha reducido o bien sea por estos dos motivos a vez. Hace falta indicar que el mecanismo de los incendios es tan complejo, que es difícil conocer las temperaturas reales que se alcanzan en cada etapa de desarrollo del mismo.

Si el fenómeno del incendio se desarrolla a una velocidad muy elevada, lo que ocurre es que en realidad estamos en un caso de explosión. En el incendio, combustible y comburente no están mezclados, con lo que el aporte continuo del combustible y comburente hace que se expanda el incendio más o menos rápidamente. Sin embargo, en una explosión el combustible y el comburente deben estar mezclados cuando se aporte la energía de activación. La inflamación se inicia en un punto y se propaga rápidamente al resto de la mezcla explosiva.



Las explosiones podrán ser **deflagraciones**, si el frente de llama generado va a una velocidad inferior a la del sonido (340 m/s) o **detonaciones**, en donde el frente de llama va a velocidad supersónica y acompañada por una onda de choque. Es decir, en el caso de la detonación tenemos un frente de presión que viaja a la misma velocidad que el frente de llamas.

Por otro lado, puede ocurrir que durante el desarrollo del incendio se modifique alguno de los parámetros que le afectan y con ello la forma en que el incendio va a desarrollarse. Así, si la ventilación es suficiente, éste se puede desarrollar rápidamente dando lugar a lo que se conoce como *flash-over*. Se produce cuando todos los objetos que estaban dentro de un recinto cerrado con pequeñas aportaciones de aire (a través de rendijas de puertas y ventanas, por ejemplo) se inflaman simultáneamente pasando a generalizarse el fuego de forma súbita a todos los elementos de dicho recinto. Da lugar a una "bola de fuego" que se propaga a las zonas anexas. Se puede producir generalmente cuando la temperatura dentro del volumen cerrado alcanza entre 300 y 600 °C, dependiendo de las características constructivas, materiales presentes, huecos de ventilación y resistencia a la presión de los elementos compartimentadores.



Otro fenómeno que se puede producir es el del *backdraft*. Tiene lugar en volúmenes cerrados en donde el aporte de aire del exterior está fuertemente limitado. En una primera fase el fuego se desarrolla de forma normal, para pasar a producirse mucho monóxido de carbono (inflamable), partículas de carbono y productos insaturados. La temperatura se estabiliza a un valor inferior al necesario para que se produzca el *flashover*, explicado anteriormente y los humos, muy inflamables, van tomando progresivamente todo el recinto. Lo que ocurre en estos casos es que cualquier aporte de aire exterior (por ejemplo, a través de la apertura de una puerta o ventana) da lugar a un aporte de oxígeno que origina una fuerte explosión.

## Parámetros de un Incendio

### Los Combustibles

A la hora de considerar el riesgo de incendio que presenta un material combustible, habrá que considerar:

- El estado en que se encuentran los productos (sólido, líquido o gaseoso). Incluso en el caso de los combustibles sólidos además habrá que tener en cuenta el factor de forma y distribución de masa del material, ya harán más o menos fácil el inicio de un fuego. Se define *factor de forma* a la relación entre la superficie exterior del material y el volumen que ocupa el mismo. Cuanto mayor sea este parámetro más peligroso será el material en cuanto a su posibilidad de ignición. Es por eso que un papel suelto es mucho más fácil que comience a arder que una pieza de madera. Además, cuanto más finamente esté dividido un combustible menos cantidad de calor necesitará para alcanzar la temperatura de ignición o el punto de inflamación. Por eso que algunos materiales al estar finamente pulverizados se comportan como combustibles muy peligrosos. Como ejemplo se puede tomar la harina que, al estar pulverizada, puede arder tan violentamente dando lugar a explosiones.
- La naturaleza de los productos empleados (combustibles, inflamables, etc.) y sus características (energía de activación, poder calorífico, etc.). Estos datos son conocidos a través del etiquetaje del producto y de la ficha de datos de seguridad que obligatoriamente le acompaña.
- La cantidad del producto almacenada o manipulada así como las condiciones en que se almacena y se utiliza.
- La naturaleza de los productos resultantes de la combustión y descomposición térmica.

Dentro de los parámetros que caracterizan a los combustibles tenemos que considerar:

- **La energía de activación.** Es la energía mínima para iniciar la combustión en presencia de un comburente dado. Depende del combustible y de su estado físico.
- **Poder calorífico y carga térmica.** El poder calorífico es la cantidad de calor generada por cada kilogramo de material combustible. Se expresa en Kcal/Kg o en Kcal/m<sup>3</sup>. La carga térmica sería la cantidad de calor desarrollada por todo el material si se quemase totalmente.

SUSTANCIA	MJ/kg
Acetileno	50.2
Alcohol etílico	25.1
Antracita	33.5
Azúcar	16.7
Butano	46.0
Caucho	42.0
Ciclopropano	50.2
Fósforo	25.1
Gasóleo	42
Hidrógeno	142
Resina de pino	42
Sodio	4.2

Poder calorítico de algunas materias combustibles

- **Punto de inflamación (flash point).** Es la temperatura a la cual una sustancia comienza a desprender vapores o gases en cantidad suficiente para mantener la combustión. Se expresa en grados centígrados. Este dato es un indicativo de la peligrosidad de un combustible. Cuanto más bajo sea el punto de inflamación más fácilmente desprenderá vapores un combustible. Así, por ejemplo, la gasolina tiene un punto de inflamación de -43 °C a -38 °C, dependiendo de su octanaje. El punto de inflamación del aceite de soja es de 282 °C, evidentemente menos peligroso que la gasolina ya que se necesita un aporte de calor mayor para alcanzar esta temperatura.

No hay que confundir el punto de inflamación con el de ignición, aunque a efectos prácticos sean casi iguales. En el caso de alcanzarse la temperatura de ignición se empezará a emitir vapores que se inflamarán al contacto con una llama, mientras que al alcanzarse la temperatura de inflamación esos vapores serán capaces de mantenerse ardiendo hasta que se consuma el combustible.

- **Temperatura de ignición espontánea.** Es la temperatura a la cual una sustancia empieza a arder por elevación de temperatura sin aporte de una fuente de ignición.
- **Límites de inflamabilidad.** La combustión sólo es posible cuando la concentración de los gases está comprendida entre los valores específicos para cada combustible. A la mínima concentración necesaria (porcentaje de volumen de vapores en volumen de aire) para mantener la combustión se la denomina "*Límite Inferior de Inflamabilidad*" (L.I.I.). La concentración por encima de la cual la combustión no es posible, recibe el nombre de "*Límite Superior de Inflamabilidad*" (L.S.I.). Estos límites, así como el margen entre ellos, son indicadores de la peligrosidad de una sustancia o compuesto.



SUSTANCIA	T <sup>a</sup> EBULLICIÓN (°C)	PUNTO DE INFLAMACIÓN (°C)	T <sup>a</sup> DE AUTOINFLA- MACIÓN (°C)	LÍMITES DE INFLAMABILIDAD EN EL AIRE (% EN VOLUMEN)	
				INF.	SUP.
Acetona	56	-20	465	2.6	13
Gasolina (Oct. 60)	-	-43	280	1.4	7.6
Gasolina (Oct. 92)	-	-	390	1.5	7.6
Gasolina (Oct. 100)	-	-38	456	1.4	7.4
Etanol (alcohol etílico)	78	12	363	3.3	19
Tolueno	111	4	480	1.2	7.1

Tabla con los parámetros más importante de algunos de los líquidos más utilizados

SUSTANCIA	T <sup>a</sup> EBULLICIÓN (°C)	T <sup>a</sup> DE AUTOINFLA- MACIÓN (°C)	LÍMITES DE INFLAMABILIDAD EN EL AIRE (% EN VOLUMEN)	
			INF.	SUP.
Acetileno	-83	300	2.5	81
Amoniaco	-33	650	15	28
Butano	-1	287	1.8	8.4
Etileno	-104	450	2.7	36
Hidrógeno	-252	500	4	75
Metano	-162	535	5	15
Monóxido de carbono	-190	605	12.5	74
Propano	-42	450	2.1	10

Tabla con los parámetros más importantes de algunos de los gases más utilizados

## **Los Comburentes**

El comburente más frecuente es el oxígeno presente en el aire. Del mismo modo podrían funcionar como comburentes ciertas sustancias químicas muy electronegativas (oxígeno, flúor, etc.) y los compuestos en donde estos elementos electronegativos desarrollan uniones de carácter muy débil (peróxidos, cloratos, ácido nítrico, etc.)

Se caracterizan por:

- Su naturaleza química, que condicionará. La energía desarrollada en una reacción.
- La cantidad presente (o renovada) dentro de un recinto determinado. Al aumentar, la cantidad de calor necesario para que se produzca la combustión disminuye y la velocidad y temperatura de combustión se elevan.
- La concentración cuando se encuentra mezclado con un gas inerte.

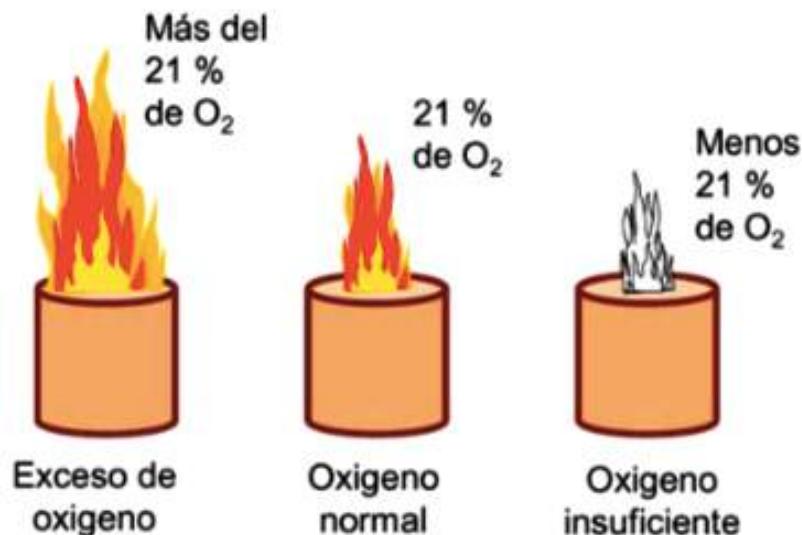
El **oxígeno** se encuentra presente aproximadamente en un 21% en volumen en el aire. Para que se produzca la combustión es la presencia de un mínimo de oxígeno, que por lo general suele ser de un 15%.



**Criterios reglamentarios de etiquetaje de sustancias inflamables  
(según Reglamento CE 1272/2008)**

<b>CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN</b>	<b>CATEGORÍAS</b>	<b>INDICACIÓN DE PELIGRO</b>	<b>PICTOGRAMA</b>
<b>Gas inflamable</b> es un gas que se inflama con el aire a 20 °C y a una presión de referencia de 101, 3 kPa.	Gases inflamables, cat. 1	H220	
<b>Aerosoles inflamables</b> aquellos que contengan cualquier componente que esté clasificado como inflamable.	Aerosoles inflamables, cat. 1	H222	
<b>Líquido inflamable</b> es un líquido con un punto de inflamación no superior a 60 °C.	Líquidos inflamables, cat. 1	H224	
<b>Sólido inflamable</b> es una sustancia sólida que se inflama con facilidad o que puede provocar fuego o contribuir a provocar fuego por fricción.	Líquidos inflamables, cat. 2	H225	
	Sólidos inflamables, cat. 1	H228	
	Sólidos inflamables, cat. 2	H228	
	Aerosoles inflamables, cat. 2	H223	
	Líquidos inflamables, cat. 3	H226	
<b>Líquido pirofórico</b> es un líquido que, aún en pequeñas cantidades, puede inflamarse al cabo de cinco minutos de entrar en contacto con el aire.	Líquidos pirofóricos, cat. 1	H250	
<b>Sólido pirofórico</b> es un sólido que, aún en pequeñas cantidades, puede inflamarse al cabo de cinco minutos de entrar en contacto con el aire.	Sólidos pirofóricos, cat. 1	H250	
<b>Sustancias o mezclas que, en contacto con el agua, desprenden gases inflamables</b> son sustancias o mezclas sólidas o líquidas que, por interacción con el agua, tienden a volverse espontáneamente inflamables o a desprender gases inflamables en cantidades peligrosas.	Sustancias/mezclas que en contacto con el agua, desprenden gases inflamables, cat. 1, 2 y 3.	H260 H261 H261	

<b>CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN</b>	<b>CATEGORÍAS</b>	<b>INDICACIÓN DE PELIGRO</b>	<b>PICTOGRAMA</b>
<b>Sustancias o mezclas que reaccionan espontáneamente</b> (sustancias o mezclas autorreactivas) son sustancias térmicamente inestables, líquidas o sólidas, que pueden experimentar una descomposición exotérmica intensa incluso en ausencia de oxígeno (aire).	Sustancias/mezclas que reaccionan espontáneamente, tipo B	H241	
<b>Sustancia o mezcla que experimenta calentamiento espontáneo</b> es una sustancia o mezcla sólida o líquida, distinta de un líquido o sólido pirofórico, que puede calentarse espontáneamente en contacto con el aire sin aporte de energía; esta sustancia o mezcla difiere de un líquido o sólido pirofórico en que sólo se inflama cuando está presente en grandes cantidades (kg) y después de un largo período de tiempo (horas o días).	Sustancias/mezclas que reaccionan espontáneamente, tipos C y D y tipos E y F.	H242 H242 H251	
<b>Peróxido orgánico</b> es una sustancia o una mezcla orgánica líquida o sólida que contiene la estructura bivalente -O-O-, y puede considerarse derivada del peróxido de hidrógeno en el que uno o ambos átomos de hidrógeno se hayan sustituido por radicales orgánico.	Peróxidos orgánicos, tipo B. Peróxidos orgánicos, tipo C y D. Peróxidos orgánicos, tipo E y F.	H241 H242 H242	



Combustión según porcentaje de oxígeno presente

Los **peróxidos orgánicos** se utilizan principalmente como catalizadores de polymerización en la industria del caucho y de materiales plásticos. También se encuentran actuando como agentes blanqueadores en la industria textil o papelera (por ejemplo, agua oxigenada y peróxido de hidrógeno) y en laboratorios para utilizar en diversas reacciones químicas. Dado que en estado puro se caracterizan por sus propiedades explosivas, se comercializan en forma de mezcla con otras sustancias (con un disolvente de punto de ebullición elevado, con una cierta cantidad de agua o con sustancias viscosas que ralentizan el incendio).

Las **sales oxigenadas** son compuestos que reaccionan violentamente con sustancias reductoras y material combustible, especialmente cuando se encuentran en forma de polvo. Entre los más corrientes se encuentran los nitratos y los cloratos (de sodio y de potasio especialmente), presentes en pirotecnia, combustibles, como recubrimientos de piezas metálicas, fabricación de pasta de papel, industria textil, etc.

Criterios reglamentarios de etiquetaje de sustancias comburentes  
(según Reglamento CE 1272/2008)

CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN	CATEGORÍAS	PICTOGRAMA	INDICACIÓN DE PELIGRO
<p><b>Gas comburente</b> es un gas que, generalmente liberando oxígeno, puede provocar o facilitar la combustión de otras sustancias en mayor medida que el aire.</p> <p><b>Líquido comburente</b> es un líquido que, sin ser necesariamente combustible en sí, puede, por lo general al desprender oxígeno, provocar o favorecer la combustión de otros materiales.</p> <p><b>Sólido comburente</b> es una sustancia o mezcla sólida que, sin ser necesariamente combustible en sí, puede por lo general al desprender oxígeno, provocar o favorecer la combustión de otras sustancias.</p>	<p>Gases comburentes, cat. 1.</p> <p>Líquidos comburentes, cat. 1, 2 y 3.</p> <p>Sólidos comburentes, cat. 1, 2 y 3.</p>	<p>H270</p> <p>H271, H272</p> <p>H272</p> <p>H271, H272</p> <p>H272</p>	

### Fuentes de ignición

Es habitual que una fábrica utilice distintos tipos de energía en el proceso de producción (hornos, generadores de vapor, llamas desnudas, soldadura, etc.). Además, como consecuencia de dichos procesos, se liberan otras energías que pueden provenir de productos y piezas que están a elevada temperatura, de las reacciones químicas peligrosas, de la electricidad estática, etc. Y otras veces, la energía proviene del exterior, del sol, de un rayo, de imprudencias de los fumadores, de fallos en el funcionamiento de las máquinas, etc. Bajo el punto de vista del fuego, el problema surge cuando existe una transformación de esas clases de energía en calorífica y esa fuente de calor incide sobre un combustible cercano.

Su origen suele ser fundamentalmente de tipo:

**Térmico:** Por contacto con superficies calientes, aparatos de calefacción, llamas abiertas, soldadura, la acción del sol acrecentada por el efecto del vidrio, etc.

**Mecánico:** Por chispas de origen mecánico al golpear máquinas herramientas entre sí o con otros metales en procesos de abrasión o impacto, choques de partes metálicas del calzado contra el suelo, etc.

**Eléctrico:** La fuente de ignición, en este caso, puede ser el calentamiento de una instalación eléctrica provocado por un cortocircuito o una sobrecarga. Generalmente se debe al carácter improvisado de la instalación, a un aislamiento defectuoso de los conductores, a su sobrecaleamiento o a instalaciones que no son apropiadas para la atmósfera de un local (ambiente explosivo o húmedo). Un cortocircuito se produce cuando entran en contacto las partes activas de dos conductores eléctricos a distinto potencial (por ejemplo, los dos conductores activos de un taladro de mano), provocando una circulación de corriente elevada que a su vez genera un calentamiento tal que origina la ignición de la envolvente aislante del conductor. También se puede producir el contacto eléctrico entre dos partes activas en un cuadro eléctrico ante el cebado de un arco eléctrico debido a la humedad o mediante un elemento muy conductor (por ejemplo, una herramienta metálica). Además, hay que tener en cuenta una posible fuente de origen climático, como es el caso de los rayos o tormentas que aún sin presencia de rayos pueden inducir tensiones importantes en algunos aparatos.

**Electrostático:** En ciertas situaciones, en presencia de atmósferas con vapores o gases inflamables, se han originado incendios por descargas en forma de chispa procedentes de acumulaciones de electricidad estática. Como ejemplos se pueden citar los siguientes:

- En cabinas de pintura es frecuente que las pistolas de pintar se carguen de este tipo de electricidad por rozamiento de aire comprimido sobre la boquilla metálica, al encontrarse aislada. Si ésta entra en contacto con algún elemento que haga masa puede producir un arco que inicie un incendio, dada la presencia de vapores inflamables procedentes de la pintura utilizada.
- Otra situación en la que se debe tener en cuenta la presencia de electricidad estática es durante la descarga de líquidos inflamables. Durante estas operaciones la cisterna metálica de un vehículo o de un barco se carga por rozamiento, por lo cual es necesario realizar la conexión a tierra de las mismas.
- Movimiento sobre rodillos de correas de transmisión, de bandas transportadoras, etc.
- Durante el transporte de líquidos por canalizaciones y en almacenamientos de gases comprimidos o licuados.
- En la fabricación y transporte de materiales en forma de polvo, etc.

**Químico:** Calor generado en reacciones exotérmicas, igniciones espontáneas, etc. Los materiales orgánicos impregnados de aceite, grasas o esencias tienen tendencia a inflamarse espontáneamente.

**Biológico:** La fermentación bacteriana puede calentar el medio en el que se desarrolla y dotarle de las condiciones adecuadas para que se produzca una ignición. Una simple condensación de agua-vapor en un material puede ser el origen de una fermentación y elevar lo suficientemente la temperatura como para originar una auto inflamación de los productos almacenados. Este es el caso por ejemplo de ciertos silos de cereales, legumbres, azúcar, etc.

Otras Fuentes de Ignición posibles, aunque menos frecuentes, son las radiaciones electromagnéticas, las ultrasonidos, las compresiones adiabáticas, las Ondas de choque, etc.

## Modos de propagación de un incendio

Existen **tres formas** de propagación del calor que son:

→ **Conducción:** Se transmite a través de un cuerpo sólido cuando existe variación de temperatura entre distintos puntos del mismo. Cuanto mayor sea la diferencia de temperatura más calor se transmitirá.

Si el extremo de una barra de hierro lo aproximamos a la lumbre, en breves instantes, el otro extremo comenzará a calentarse. Esto ocurre con materiales que conducen muy bien el calor, como son los metales. A estos materiales se les denomina conductores. Sin embargo, existen otros materiales como la madera, el hormigón, la cerámica, etc., que presentan un comportamiento totalmente distinto debido a que transmiten muy mal el calor.

→ **Convención:** Se denomina a la transmisión del calor a través del movimiento de fluidos. El aire caliente asciende hacia las capas superiores de un recinto. Por ello, si se incendia un piso de una planta, el humo tiende a canalizarse y ascender por el hueco de las escaleras hacia las plantas superiores propagando el incendio hacia las mismas.

→ **Radiación:** El calor se transmite sin ningún medio o soporte material a los elementos colindantes a través de ondas electromagnéticas (IR).

En un día de verano, con un sol radiante, si colocamos una lupa junto a un papel podemos conseguir que se prenda. Ello es debido a la radiación térmica que es la transmisión de calor sin soporte material por ondas procedentes del sol. En el caso de un fuego, las llamas emiten radiaciones a las superficies colindantes, consiguiendo que comiencen a arder.

## Consecuencias de un incendio

Las consecuencias de un incendio se pueden sentir sobre el hombre, sobre los edificios y sobre el medio ambiente. Veamos en detalle cada una de ellas.

### Consecuencias sobre el hombre

#### Consecuencias relacionadas con los humos y gases

La primera causa de muerte debido a un incendio es por los humos y gases desprendidos. Pueden presentar los siguientes peligros:

- Temperatura elevada (abrasamiento por inhalación de gases a altas temperaturas).
- El humo provoca el lagrimeo de los ojos dificultando la visión, lo cual unido a su opacidad dificulta la evacuación e intervención posterior.
- Bajada en la concentración de oxígeno que es causa de asfixia.

CONCENTRACIÓN DE OXÍGENO (%) A PRESIÓN ATMOSFÉRICA NORMAL	EFFECTOS
17	Aceleración del ritmo cardíaco. Aumento de la cantidad de aire inspirado. Bajada de la visión nocturna
16	Vértigo
15	Problemas de atención, de juicio y de coordinación. Pérdida de control del movimiento Fatiga Episodios de apnea
12	Fuertes perturbaciones del juicio y de la coordinación muscular. Pérdida de conciencia. Lesiones cerebrales irreversibles.
10	Incapacidad de moverse. Náuseas / Vómitos
6	Respiración espasmódica Movimientos convulsivos Muerte de 5 a 8 minutos.

Sintomas de la falta de oxígeno

**Gases asfixiantes simples:** El principal es el dióxido de carbono. Este gas, en concentraciones del 10% en aire, da lugar a cefaleas y vértigo, y a partir del 20% a narcosis. Además al aumentar su concentración aumenta el ritmo respiratorio y con ello la inhalación de gases tóxicos.

**Gases tóxicos:** El monóxido de carbono, además de combinarse con la hemoglobina de la sangre desplazando al oxígeno, produce un efecto tóxico especialmente importante en el cerebro. Da lugar en concentraciones en el aire del 0.01% a dolores de cabeza, que pasan a vértigo y al final al coma seguido de la muerte a partir de 0.2%. Resaltar dentro de estos gases también al cianuro de hidrógeno, resultante de la combustión de bastantes materiales plásticos y fibras naturales que contienen nitrógeno, al sulfuro de hidrógeno, que se produce en la combustión incompleta de las materias orgánicas que contienen azufre (cauchos, neumáticos, lanas...) y al cloruro de carbonilo, que se produce por el contacto de las llamas sobre los productos de PVC, aislamientos de cables eléctricos, materiales refrigerantes como el freón, etc.

Otros gases a considerar son el amoniaco, el ácido fluorhídrico, el cloro, el fosgeno, etc., que dan lugar a graves lesiones pulmonares.

COMPUESTO	CONCENTRACIÓN QUE PRODUCE UN EFECTO MORTAL (1ppm=0.0001%)
COCl <sub>2</sub>	50 ppm
NO <sub>2</sub>	200 – 700 ppm
HCN	350 ppm
Cl <sub>2</sub>	1000 ppm
H <sub>2</sub> S	1000 ppm
HCl	1300 - 2000 ppm
CO	2000 ppm
NH <sub>3</sub>	5000 – 10 000 ppm

Concentraciones mortales de distintos compuestos

Existe además otro efecto de los gases que se suele pasar por alto. Se trata del producido por aquellos gases, especialmente el ácido clorhídrico, que pueden anular la acción de mecanismos de activación de alarmas al producir cortocircuitos en la transmisión entre los semiconductores presentes en los sensores.

Hay que indicar que el color del humo que se genera durante un incendio es orientativo sobre la composición del mismo. Por ejemplo, un color negro opaco es debido a la combustión de hidrocarburos, alquitranes, gomas, etc. La madera, el papel, materiales textiles, cartón, etc. al arder, desprenden un humo poco denso y de color gris. Y si estos elementos están mojados, la combustión empeora y da lugar a un humo negro.

Color de humo a que dan Lugar distintos compuestos

COLOR DEL HUMO	TIPO DE COMBUSTIBLE
Blanco	Fósforos, vegetales, etc.
Blanco grisáceo	Bencina
Amarillo	Ácido clorhídrico, nítrico, azufre, etc.
Amarillo-verdoso	Cloro
Violeta	Yodo
Marrón	Aceite vegetal
Gris	Celulosas
Gris oscuro	Polímeros, algunos cauchos, etc.
Negro opaco	Hidrocarburos, fibras acrílicas, etc.

## Consecuencias relacionadas con las llamas y el calor

Si tenemos en cuenta la curva normalizada de temperaturas de un incendio, el aire alcanza una temperatura de 500 °C en menos de 10 minutos. En recintos cerrados el calor se estratifica normalmente de arriba hacia abajo, con un gradiente ascendente según se aumenta de cota. Este aumento de calor puede provocar importantes daños al organismo, llegando a resultar en algunos casos mortales.

Las llamas están formadas por gases incandescentes con temperaturas que varían entre 600 y 1200 °C y que producen quemaduras inmediatas por la desnaturalización de las proteínas del organismo. Del mismo modo, las quemaduras pueden tener lugar por contacto con superficies calientes. La importancia de la quemadura (extensión, intensidad y profundidad) dependerá de la temperatura, del tiempo de contacto y de la naturaleza del material. Según su naturaleza, además, se producen llamas de distintos colores que, en ciertos casos, son característicos. Por ejemplo, el color amarillo-anaranjado se corresponde con la presencia de sodio en la atmósfera. Llamas de color azul evidencian la presencia de alcoholes o gas natural. El color blanco indica que arden metales finamente divididos o sales de metales alcalinos. Tonalidades verdosas amarillentas, cloro o compuestos hiperclorados. Verde, sales de cobre y algunos nitratos. El rojo suele indicar presencia de líquidos inflamables.

Simplemente por proximidad a un incendio, sin contacto con una llama o superficie alguna, las quemaduras pueden aparecer en menos de 3 a 10 minutos. Hay que tener en cuenta que las temperaturas medias que se desarrollan como consecuencia a de un incendio son del orden de 50 °C en menos de 2 minutos y de 200 °C en menos de 4 minutos después del comienzo del mismo. Además, el efecto luminoso de las llamas constituye además un peligro para los ojos.

Se distinguen tres categorías de quemaduras: De primer, de segundo y de tercer grado. Las de primer grado son de carácter superficial, las de segundo grado destruyen la epidermis, llegando a la mitad de la dermis y las de tercer grado penetran en todo el espesor de la piel destruyendo el tejido y pudiendo llegar incluso hasta el hueso. Existen también las quemaduras de cuarto grado, con daños en músculos y huesos, pero suelen presentarse en quemaduras por frío extremo y congelación.

### Consecuencias relacionadas con desplomes de estructuras

En pocos minutos tras iniciarse el fuego, el calor disminuye la resistencia mecánica de las estructuras con riesgo de desplome de todo o parte de los edificios. Esto puede afectar no sólo al personal que no haya sido evacuado para entonces, sino también a los equipos de intervención.

### Consecuencias económicas y sociales

Y por último no hay que olvidar que un incendio de un establecimiento comercial o industrial puede dar lugar a una paralización temporal de la actividad o, en el peor de los casos, al cierre definitivo como consecuencia de las pérdidas ocasionadas, con lo que todo ello puede conllevar en cuanto a consecuencias sociales se refiere. Además de estas pérdidas económicas, hay que tener en cuenta la pérdida de reputación como consecuencia de la contaminación y al efecto producido en el entorno próximo al edificio.

### Consecuencias sobre el edificio

La destrucción de los edificios y de todos los elementos presentes en ellos supone una de las consecuencias más importantes de un incendio. Para conocer cómo proteger un edificio contra el fuego es necesario tener en cuenta su poder calorífico (la cantidad de energía que la unidad de masa de materia puede desprender al producirse el incendio) así como el comportamiento contra el fuego de los materiales utilizados en su construcción, los elementos decorativos y los auxiliares (reacción y resistencia al fuego).

### Consecuencias sobre el medio ambiente

Hay que ser consciente que un incendio representa una amenaza para el medio ambiente del establecimiento que lo sufre (población, fauna, flora, etc.) aumentada por el efecto de los productos utilizados en la extinción del fuego (en el aire, por los gases de combustión tóxicos y/o corrosivos y en el agua y el suelo ocasionados por los productos resultantes de la combustión y por la utilización de productos extintores).

## MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE INCENDIOS

Según la norma UNE-EN ISO 13943 Seguridad contra incendio. Vocabulario se entiende riesgo de incendio como el producto de:

- la probabilidad de aparición de fuego en una operación técnica determinada o estado y,
- consecuencia o extensión de los daños en presencia de fuego.

La prevención del incendio consiste en poner en marcha un conjunto de medidas destinadas a disminuir o eliminar la probabilidad de aparición del fuego mientras que la protección actuará una vez iniciado el mismo, aminorando las consecuencias o extensión de los daños.

A la hora de prevenir incendios, es preciso actuar sobre alguno de los cuatro elementos que forman el tetraedro del fuego (combustible, comburente, fuente de calor y reacción en cadena). A continuación se expone en cada uno de los apartados siguientes, los procedimientos que se suelen aplicar con este objetivo.



## **Medidas de prevención sobre el combustible**

En los locales en los cuales se almacenen o manipulen sustancias o preparados explosivos, comburentes o inflamables, así como materiales combustibles, no debe existir ninguna fuente de ignición (llama, aparato, superficie caliente, etc.) susceptible de provocar el inicio de un incendio. En estos locales existirá una ventilación adecuada y deberán estar debidamente señalizados.

Las medidas que se pueden utilizar son:

- Sustitución del combustible por otra sustancia que no lo sea o lo sea en menor grado.
- Dilución o mezcla del combustible con otra sustancia que aumente su temperatura de inflamación o la utilización del combustible en un estado de división que lo haga lo menos peligroso posible.
- Limitar la cantidad de producto inflamable en el puesto a las necesidades para esa jornada de trabajo. En cualquier caso se controlará la temperatura, la humedad, el nivel de monóxido de carbono, etc., cuando sea preciso para garantizar que no se origine una mezcla explosiva o se de lugar a reacciones exotérmicas.
- Adaptar las condiciones de almacenamiento a la sustancia, por ejemplo almacenando estrictamente la cantidad necesaria de combustible, manteniendo periódicamente las instalaciones de almacenamiento para evitar fugas y goteos, transportando sustancias inflamables preferiblemente por medio de canalizaciones fijas y con el menor número de conexiones posible prefiriendo las uniones soldadas frente a las roscadas o embriddadas, etc.

Para almacenar botellas o recipientes de gas comprimido se buscará un lugar protegido del sol y de la intemperie, a distancia de los locales de trabajo ocupados por personal o separándolo de éstos por un muro adecuado. No deberán estar situados en planta bajo nivel y construidos, en la medida de lo posible, por materiales no combustibles y no frágiles. Deberán estar bien ventilados de forma natural, de manera que se evite un sobrecalentamiento del local. Se reducirán las instalaciones eléctricas a lo indispensable, bien sea utilizando lámparas situadas en el exterior o utilizando aquellas que estén adaptadas para su uso en zonas con riesgo de explosión. Estará debidamente señalizada la zona y en ellas existirá una separación entre las botellas según el tipo de sustancia almacenada.

- Ventilación general y/o aspiración localizada en locales y operaciones donde se puedan formar mezclas inflamables.
- Orden y limpieza. Se debe controlar y eliminar adecuadamente los residuos. Asimismo se debe suprimir toda acumulación de vapores o polvo limpiando de forma frecuente y segura (por ejemplo, sin dispersar una nube de polvo que aumente la posibilidad de explosión).
- Almacenar los productos inflamables asegurándose que los recipientes de almacenamiento están debidamente cerrados.
- Señalización adecuada en los recipientes o conductos que contengan sustancias inflamables.

## Medidas de prevención sobre el comburente

Los productos comburentes, que contienen la cantidad de oxígeno necesaria para su combustión, deben estar almacenados en locales o armarios específicos y siempre lejos de materiales combustibles, especialmente en el caso de aquellos fácilmente o extremadamente inflamables.

En ciertas instalaciones en las que se trabaja con productos inflamables, puede resultar adecuado introducir un gas inerte que disminuya la concentración de oxígeno en el aire y, por tanto, el riesgo de ignición. Esta medida debe ser compatible con la presencia de trabajadores, es decir, hay que tener en cuenta el riesgo de asfixia.

## Medidas de prevención sobre el foco de ignición

Los focos de ignición pueden ser de los siguientes tipos:

**Térmico:** Contacto con superficies calientes, aparatos de calefacción, llamas abiertas, soldadura.

**Mecánico:** Contacto con chispas de origen mecánico al golpear máquinas herramientas entre sí o con otros metales, choques de partes metálicas del calzado contra el suelo, etc.

**Eléctrico:** La fuente de ignición, en este caso, puede ser el calentamiento de una instalación eléctrica provocado por un cortocircuito o una sobrecarga. Un cortocircuito

se produce cuando entran en contacto las partes activas de dos conductores eléctricos a distinto potencial (por ejemplo, los dos conductores activos de un taladro de mano), provocando una circulación de corriente elevada que a su vez genera un calentamiento tal que origina la ignición de la envolvente aislante del conductor. También se puede producir el contacto eléctrico entre dos partes activas en un cuadro eléctrico ante el cebado de un arco eléctrico debido a la humedad, o mediante un elemento muy conductor (por ejemplo, una herramienta metálica). Además, hay que tener en cuenta una posible fuente de origen climático, como es el caso de los rayos o incluso tormentas sin rayos que podrían inducir tensiones importantes en los aparatos.

**Electrostático:** En ciertas situaciones, en presencia de atmósferas con vapores o gases inflamables, se han originado incendios por descargas en forma de chispa procedentes de acumulaciones de electricidad estática. Por ejemplo, en cabinas de pintura es frecuente que las pistolas de pintar se carguen de este tipo de electricidad por rozamiento de aire comprimido sobre la boquilla metálica, al encontrarse aislada. Si ésta entra en contacto con algún elemento que haga masa puede producir un arco que comience un incendio, dada la presencia de vapores inflamables procedentes de la pintura utilizada. Otra situación en la que se debe tener en cuenta la presencia de electricidad estática es durante la descarga de líquidos inflamables. Durante estas operaciones la cisterna metálica de un vehículo o de un barco se carga por rozamiento, por lo cual es necesario realizar la conexión a tierra de las mismas. Para profundizar en este punto, se recomienda la consulta de las siguientes Notas Técnicas de Prevención (NTP):

- ➔ NTP 374: Electricidad estática: carga y descarga de camiones cisterna (I)
- ➔ NTP 567: Protección frente a cargas electrostáticas
- ➔ NTP 827: Electricidad estática en polvos combustibles (I): características de las descargas electrostáticas.
- ➔ NTP 828: Electricidad estática en polvos combustibles (II): medidas de seguridad.

**Electromagnético:** Es el caso de calentamiento por ondas electromagnéticas de radiofrecuencia, radiaciones entre el infrarrojo y el ultravioleta, radiación solar, ultrasonidos, etc.

**Químico:** Calor generado en reacciones exotérmicas, igniciones espontáneas, etc.

**Biológico:** La fermentación bacteriana puede calentar el medio en el que se desarrolla y dotarle de las condiciones adecuadas para que se produzca una ignición.

Para mayor información sobre fuentes de ignición, se recomienda acudir a la tabla del punto 3 del Apéndice 2 de la guía del Real Decreto 681/2003, de 12 de junio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo, basada en las fuentes de ignición que enumera la norma UNE-EN 1127-1 y las condiciones de aparición de las mismas.

Para prevenir incendios debido a un foco de ignición se pueden llevar a cabo:

Acciones sobre el proceso. Por ejemplo, la utilización de refrigeración, el calentamiento indirecto para evitar el uso directo de llamas, etc.

Controles. Por ejemplo, de instalaciones eléctricas, detectores de elevación de temperatura o presión, exposímetros, dispositivos de protección contra descargas debidas a rayos, etc.

Procedimientos. Segregación de procesos, utilización de autorizaciones de trabajo en actividades con fuego, llamas y cualquier otra fuente de ignición, prohibición de fumar, etc. En cuanto a los permisos de trabajo deberán incluir como mínimo: el lugar exacto donde debe realizarse el trabajo, las personas implicadas (quién realiza, quién vigila, quién valida...), las medidas de prevención y protección y las instrucciones a seguir.

Acciones sobre el material. Puestas a tierra, adecuación del material a la zona con riesgo, etc.

## **Prevención de incendios producidos por focos eléctricos**

Las principales medidas de prevención relativas a los riesgos de incendio producidos por focos eléctricos se pueden resumir como sigue:

- Escoger materiales de buena calidad industrial, seguros y adaptados. Si además deben estar instalados en una zona de riesgo de explosión, es obligación que siga la reglamentación. En especial se asegurará la calidad de las instalaciones eléctricas en locales húmedos o en atmósferas peligrosas.
- Asegurar la conformidad de la instalación a la reglamentación y a las normas, no utilizar arreglos provisionales y verificar el buen funcionamiento de los dispositivos diferenciales.
- No modificar sin un análisis previo el calibre de los fusibles o disyuntores, no sobrecargar los conductores y asegurarse siempre de su buen estado.
- Vigilar el mantenimiento y el buen estado de los aparatos, de los cables, de la toma de corrienteable.
- Disponer de recipientes de retención del aceite de los transformadores (con un volumen similar al contenido de aceite total) para la su recogida en caso de deterioro del material envolvente.
- Airar los locales de carga de acumuladores. Para darse cuenta de la importancia de cumplir con este requisito, se puede indicar que una batería de plomo de 510 Ah a una tensión de 12 V, cargada durante 14 horas, emite un volumen de hidrógeno durante la carga que pude llegar hasta los 832 litros.



## **Prevención de incendios producidos por descargas electrostáticas**

Cuando se frotan dos elementos parte de los electrones superficiales de uno van a acumularse sobre la superficie del otro. Esta acumulación de carga es lo que constituye la electricidad estática y puede tener lugar, por ejemplo, al fluir un líquido por una canalización, en las operaciones de limpieza de cisternas, vaciado de sacos con productos a granel, impacto de partículas sobre las paredes de separadores, desplazamiento de personas cargadas en aislamiento con el suelo, bandas transportadoras, etc. Si las cargas acumuladas sobre la superficie no pueden pasar a tierra o no lo hacen de forma suficientemente rápida, se continuarán acumulando y pueden llegar a un nivel tal que se produce una descarga eléctrica (una chispa, por ejemplo). Si ello se produce en presencia de una atmósfera inflamable o explosiva, se puede originar un incendio o explosión.

Las principales medidas que se pueden tomar para evitar este riesgo son:

- Aumentar la ventilación con el fin de que la concentración de gas o partículas inflamables o explosivas no alcance límites peligrosos. En algunos casos puede ser necesario trabajar en una atmósfera cerrada e inertizada.
- Humidificar la atmósfera.
- Evitar suelos y revestimientos de suelos no conductores.
- Poner a tierra todos los elementos conductores. Esta conexión engloba los compartimentos objetos de trasvase, el equipo de bombeo y sus conexiones.
- Utilizar materiales y equipos antiestáticos.
- Remplazar los disolventes inflamables por otros que no lo sean o lo sean en menor medida o bien añadir ciertos productos antiestáticos para disminuir la resistividad de los productos químicos utilizados.
- Utilizar ropa y calzado antiestáticos. Se evitara el uso de prendas a base de fibras, botas de goma, zapatos con suela de goma o material sintético similar no conductor.

Este límite no garantiza que no pueda desarrollarse una ignición estática pero reduce considerablemente su probabilidad.

- Limitar la altura a la que cae el material en casos de la alimentación por gravedad de un depósito. El rellenado con líquidos se deberá realizar preferentemente por la parte baja del depósito (a través de una fuente) mejor que por la parte alta (en forma de lluvia). En cualquier caso, en la modalidad de carga por el fondo habrá también que estudiar la necesidad de limitar la velocidad de llenado o utilizar deflectores que impidan la formación de turbulencias. Es recomendable que en ciertos casos la manguera de suministro (de descarga) en el llenado de cisternas alcance el fondo del compartimento, entrando en contacto físico con él (dotándole en este extremo, por ejemplo, con un material blando antichispa).
- Utilizar bandas transportadoras, correas y tubos realizados con materiales conductores.

En estos casos es necesario establecer un procedimiento con la sistemática de actuación indicando los pasos a seguir por el operador para evitar la generación de chispas en los casos en que esto pueda conducir a un accidente.

## Medidas de prevención sobre la reacción en cadena

Se trata de establecer medidas que eviten la propagación de un incendio en ciertos materiales, por ejemplo, la adición de antioxidantes a plásticos o el empleo de tejidos resistentes al fuego. Estos tejidos resistentes pueden ser obtenidos de distintas maneras:

- Fibras tratadas con productos permanentes retardantes de la llama.
- Fibras químicas resultantes de la incorporación de retardantes permanentes de llama al polímero disuelto o fundido.
- Fibras resistentes a la llama y al calor.
- Fibras intrínsecamente resistentes a la llama.

## MEDIDAS DE PROTECCIÓN PASIVA

El mejor sistema de prevención de incendios es aquel que evita que se inicie el mismo. Si esto no es posible, lo más efectivo es que el sistema de prevención se desarrolle ya desde el proyecto de ingeniería o arquitectónico.

En este sentido se han creado códigos, leyes y reglamentos que establecen un mínimo de requisitos para el diseño y la construcción de edificios y estructuras. Dichos códigos se basan en las propiedades de los materiales, los peligros y riesgos que se pueden presentar y las lecciones aprendidas, especialmente de casos de incendios y desastres naturales.

A nivel europeo se puede considerar el primer código de este tipo el aparecido en 1189 en Londres, que regulaba los métodos de construcción y, entre otros detalles, recomendaba el uso de muros de piedra para impedir la propagación de los incendios.

En España actualmente están en vigor, además del REAL DECRETO 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, lo siguiente:

- El Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales (RSCIEI), que afecta a los edificios, establecimientos y zonas de uso industrial dentro del ámbito de aplicación de dicho Reglamento y,
- El Real Decreto 314/2006, de 12 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación, CTE (BOE de 28 de marzo). En concreto, para el caso de incendios son de aplicación la Sección 3 "Evacuación de ocupantes" del Documento Básico de Seguridad en Caso de Incendio (DB-SI) y el Documento Básico Seguridad de Utilización y Accesibilidad en su sección 4 (SUA-4) de "Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada".

Además se deberá tener en cuenta la reglamentación existente a nivel de las comunidades autónomas y a nivel municipal sobre protección contra incendios.

En cualquier caso, no hay que olvidar que la legislación a aplicar dependerá del año de construcción del edificio y por lo tanto, las características mínima que impone la legislación que aplique en cada momento. Si la construcción es anterior a la entrada en vigor de este CTE (o del RSCIEI en el caso de establecimientos industriales), se tendrán en cuenta las Normas Básicas de la Edificación que correspondan: NBE-CPI-96, NBE-CPI-91, NBE-CPI-82 o en el caso de establecimientos industriales o no industriales construidos en fechas anteriores, únicamente la aplicación del artículo 24 y el capítulo VII del Título II de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo.

Los sistemas de protección de los edificios o instalaciones contra los incendios se dividen en sistemas de protección activa o sistemas de protección pasiva.

- Los SISTEMAS DE PROTECCIÓN PASIVA son todos aquellos métodos, materiales, equipos e instalaciones que se incorporan no con el fin de extinguir el fuego, sino para hacer más difícil su acción sobre ellos, es decir, dificultar la destrucción de los mismos, ya que así se podrá controlar el avance del fuego más fácilmente.
- Los SISTEMAS DE PROTECCIÓN ACTIVA son en cambio recursos y equipos materiales que a través de una fuente de energía manual, mecánica o eléctrica se utilizan para controlar y extinguir el fuego.



Los elementos más habituales utilizados en protección pasiva son la utilización de placas, aplicación de pinturas, proyectado de morteros, etc. con el fin de aumentar la resistencia y reacción al fuego, la implantación de sistemas de control de temperatura y humos, la instalación de puertas y compuertas cortafuego, el sellado de penetraciones, el alumbrado de emergencia y la señalización.

Como objetivos de la protección pasiva pueden citarse:

- ✓ Asegurar la estabilidad del edificio. Se busca que las estructuras soporten los efectos del fuego durante un tiempo mínimo.
- ✓ Compartimentar y sectorizar adecuadamente para impedir la propagación del fuego con el fin de facilitar la evacuación.
- ✓ Facilitar los trabajos de extinción.

En la protección pasiva debe tenerse en cuenta distintos condicionantes:

**Urbanísticos o de entorno:** Ubicación del edificio, tipo de suelo, agua disponible, vegetación presente, edificios colindantes.

**Arquitectónicos:** Tipología del edificio, volúmenes, accesibilidad a fachadas, cerramientos, sectorización del edificio, compartimentación, ventilación, evacuación, instalaciones de servicio y especiales.

**Acabado o interiorismo:** Que tienen gran influencia en el inicio y propagación del fuego: pinturas, revestimiento, mobiliario, maquinaria, instalaciones, distribución, etc.

## Control del fuego: la construcción del edificio

Uno de los aspectos más importantes respecto al control del fuego es el diseño constructivo básico. Hay que tenerlo en cuenta muy seriamente, ya que la estructura del edificio durará toda la vida del edificio, mientras que las instalaciones, acabados y el contenido los podremos cambiar más o menos fácilmente con el tiempo.

Los aspectos constructivos que influyen en la seguridad contra incendios son la sectorización y la ventilación para evitar o ralentizar la propagación de incendios así como la habilidad para evitar el derrumbe en caso de incendio.



Un fallo en la estructura constructiva del edificio puede dar lugar a víctimas, especialmente entre los miembros del equipo de rescate. Se deben escoger los materiales en función de su comportamiento al fuego. Por ejemplo, se debe tener en cuenta que las estructuras metálicas, si bien incombustibles, sufren deformaciones a altas temperaturas. El acero a 550 °C reduce su resistencia a la mitad y a 800 °C se deforma y dobla sobre su propio peso, con el peligro de desplome que eso conlleva. El hormigón armado es sin duda un material con un buen comportamiento al fuego y actualmente el más empleado. Contrariamente a las ideas preconcebidas, las estructuras en madera maciza ofrecen una buena resistencia al fuego. La escayola es un excelente material de construcción y revestimiento: con un espesor de 5 cm resiste 3 horas a una temperatura de 1000 °C, manteniendo además por su cara protegida unas temperaturas que no superan los 100 °C.

Generalmente este peligro se evita siguiendo los códigos y normas básicas de edificación existentes, que marcarán los mínimos en reacción y resistencia al fuego de sus elementos. Para conocer las propiedades de reacción y resistencia al fuego se debe acudir al Real Decreto 842/2013, de 31 de octubre, por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego. Este Real Decreto presenta una clasificación de los productos de construcción y elementos constructivos, los métodos de ensayo a los que deben someterse dichos productos y las normas que definen dichos ensayos.

Hay que señalar que, aún siguiendo la normativa actual, el derrumbe a veces ocurre por deficiencias en la construcción. Estas deficiencias, que no son evidentes durante el uso normal diario del edificio, se convierten en un problema cuando el fuego debilita los elementos de soporte del edificio, iniciando un derrumbe parcial o total del edificio.

## Resistencia al fuego

Ante el fuego es necesario que los distintos elementos constructivos, de carácter portante, separador o portante-separador en función de su cometido, mantengan las propiedades frente a un incendio que afectan a la función para la que han sido destinados y no incrementen el peligro de propagación del incendio.

El comportamiento frente al fuego de un elemento constructivo se define por el tiempo durante el cual dicho elemento debe mantener aquellas condiciones que le sean aplicables durante el ensayo normalizado. Este ensayo se encontraba recogido en la norma UNE 23 093 "Ensayo de la resistencia al fuego de las estructuras y elementos de la construcción", pero ha sido sustituido tras la entrada en vigor del Real Decreto 842/2013, de 31 de octubre, por el establecido en la norma UNE-EN 13501-2:2002 "Clasificación de resistencia al fuego de elementos de construcción, excepto cubiertas y sistemas y servicios de ventilación".

A partir de 2 de julio de 2005, fecha de entrada en vigor del RD 312/2005, derogado por el Real Decreto 842/2013, de 31 de octubre, las dos clasificaciones (según UNE 23093 y según UNE-EN 13501-2:2002) son válidas siempre que la marca CE del producto en cuestión no sea obligatoria o, aunque lo sea, cuando los modelos de ensayos para la reacción al fuego para la nueva clasificación aún no estén determinados. En cualquier caso, considerando que el Código Técnico de la Edificación sólo contempla la nueva clasificación, será necesario que los materiales a los que aplique dicho código se pidan en base a las nuevas clasificaciones europeas.

El R. D. 312/2005 "Clasificación de los productos de la construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia al fuego" y, en concreto, el Anexo V "Adaptación de las exigencias reglamentarias de resistencia al fuego" establecía unas "tablas de correspondencia" de los conceptos aplicables de resistencia al fuego a los distintos elementos constructivos (según su función a la obra) en base a la norma española UNE 23093 y las clases alternativas según la norma europea UNE-EN 13.501-2:2002.

Las principales propiedades de resistencia al fuego son:

**Capacidad portante (R):** es la aptitud del elemento constructivo de permanecer inalterado en su *función mecánica* bajo la acción del fuego por un determinado período de tiempo.

**Integridad al paso y fuga de llamas y gases calientes (E):** Aptitud de un elemento de construcción de *impedir el paso de las llamas o gases calientes* a través de él, por un determinado período de tiempo.

**Aislamiento térmico (I):** es la propiedad de un material o elemento de construcción de *dificultar la transmisión de calor a través de él*, durante un determinado período de tiempo, que evita que la temperatura en la cara no expuesta al fuego sufra un incremento con relación a la temperatura inicial a la aplicación del fuego.

También se contemplan las siguientes clasificaciones para algunos casos concretos, por ejemplo:

W: Radiación

M: Acción mecánica

C: Cierre automático

S: Estanquidad al paso de los humos

P o HP: Continuidad de la alimentación eléctrica o de la transmisión de la señal

G: Resistencia a la combustión de hollines

K: Capacidad de protección contra incendios

D: Duración de la estabilidad a temperatura constante

DH: Duración de la estabilidad considerando la curva normalizada tiempo-temperatura

F: Funcionalidad de los extractores mecánicos de humo y calor B: Funcionalidad de los extractores pasivos de humo y calor

La clasificación viene determinada por el símbolo correspondiente a la propiedad (R, E, I, u otras especificaciones técnicas del producto) unido al tiempo durante el cual se mantiene dicha propiedad. La escala de tiempos empleada en minutos es de: 15, 20, 30, 45, 60 90, 120, 180, 240 y 360.

Estos parámetros se combinan dependiendo de las características del elemento, siendo las más comunes R, EI y REI.

### **Ejemplos:**

**R 120** mantiene su resistencia mecánica durante 120 minutos,

**EI 60** conserva su integridad y aislamiento durante 60 minutos

**REI 90** conserva su resistencia mecánica, su integridad y su aislamiento durante 90 minutos.

## **Reacción al fuego**

Un material puede favorecer o contribuir en mayor o menor medida al desarrollo de un incendio, según sea su naturaleza. Es por ello que es preciso establecer unas exigencias de comportamiento frente al fuego para los materiales de acabado o de revestimiento, para el mobiliario fijo que represente una implantación masiva en locales de determinado uso y para todos aquellos materiales, que por su abundancia o situación, pueden incrementar el grado de peligrosidad de un incendio (materiales incluidos en paredes o cierres, materiales de aislamiento en falsos techos o suelos elevados, etc.)

El RD 312/20 (ahora derogado por el Real Decreto 842/2013, de 31 de octubre), estableció que las condiciones de reacción al fuego se deben cumplir acreditando las clases determinadas conforme a las norma UNE EN 13501-1:2002 (euroclases), que se indican en la tabla 4.1 para los revestimientos de paredes o techos y los aislamientos térmicos o acústicos, o en la tabla 4.2 para los revestimientos de suelos. Esta norma sustituye a la norma nacional UNE 23727:1990. A partir de la entrada en vigor del RD 312/2005 (2 de julio de 2005) las dos clasificaciones, la nacional y la europea (UNE 23727:1990 y UNE EN 13501-1:2002), son válidas siempre y cuando la marca CE del producto en cuestión no sea obligatoria o aún siéndola, los modelos de ensayos para la reacción al fuego para la nueva clasificación aún no estuviesen determinados. En cualquier caso, tras la entrada en vigor del CTE será necesario que los materiales se pidan según las nuevas clasificaciones europeas ya que éste sólo contempla la nueva clasificación.

En este aspecto, los materiales se clasifican **según su grado de Reacción al Fuego en:**

	<b>A1</b>	No combustible; sin contribuir al fuego <i>en grado menor</i> .
	<b>A2</b>	No combustible; sin contribuir al fuego <i>en grado menor</i> .
	<b>B</b>	Combustible con contribución <i>muy limitada al fuego</i> .
	<b>C</b>	Combustible con contribución <i>limitada</i> al fuego.
	<b>D</b>	Combustible con contribución <i>media</i> al fuego.
	<b>E</b>	Combustible con contribución <i>alta</i> al fuego.
	<b>F</b>	Sin clasificar.

Asimismo, en los ensayos también cabe considerar las clasificaciones adicionales siguientes, que son de carácter obligatorio en la mayoría de clases.

Los conceptos a considerar son:

#### **Según la opacidad de los humos producidos (s, smoke):**

	<b>s1</b>	Baja opacidad. Producción baja de humos.
	<b>s2</b>	Opacidad media. Producción media de humos.
	<b>s3</b>	Alta opacidad. Producción alta de humos.

#### **Según si existe caída de gotas o partículas inflamadas (d, drop):**

	<b>d0</b>	No los produce.
	<b>d1</b>	Las produce en grado medio.
	<b>d2</b>	Las produce en grado alto.

Además, la clasificación no sólo depende del comportamiento ante el fuego de los materiales sino también de la forma en que éstos se colocan sobre los soportes de ensayo, es decir, los ensayos de un mismo material para diferentes aplicaciones finales darán lugar a distintas clasificaciones. Consecuentemente, los materiales deben clasificarse según su aplicación final. La clasificación de los materiales para paredes y techos irán sin subíndice, para los suelos llevarán el subíndice FL (floor) y la de los productos lineales.

Por último indicar que en el Real Decreto 842/2013, de 31 de octubre, se establece una clasificación de las cubiertas y los recubrimientos de cubiertas (producto que constituye la capa superior del conjunto de la cubierta) ante un fuego exterior en base la norma UNE ENV 1187:2003. Esta norma prevé tres métodos de ensayo distintos (XROOF (t1), XROOF (t2) y XROOF (t3)) que responden a diferentes escenarios de riesgo de incendio. (t1 = pavesa en llamas; t2 = pavesa en llamas + viento; t3 = pavesa en llamas + viento + radiación). En territorio español, los productos afectados por esta clasificación deberán serlo según el ensayo XROOF(t1) (aunque cada estado miembro de la Unión Europea tiene potestad para determinar el ensayo aplicable en su territorio).

## Sectorización

La sectorización o compartimentación de edificios consiste en crear divisiones interiores utilizando elementos de compartimentación que actúan como barrera ante el fuego, retrasando el avance del fuego a sectores contiguos o próximos. Dicha división tiene como objetivo:

- Evitar que se incremente la intensidad del incendio a causa de materiales combustibles que formen parte del contenido.
- Controlar que el incendio no se propague fuera del recinto inicial.
- Garantizar la resistencia de los elementos portantes y compartimentadores para evitar el colapso de la instalación.

Generalmente debe tenerse en cuenta durante la fase de proyecto y puede distinguirse entre:

- Actuación contra la propagación horizontal del incendio (dentro de la misma planta). Se incluyen aquí medidas como la separación por distancia entre locales con riesgo, la sectorización o compartimentación (las características de los sectores de incendio se recogen en el CTE y en RSCIEI), así como la utilización de puertas contra incendios o cortafuegos y diques o cubetos de retención para contener líquidos inflamables.
- Actuación contra la propagación vertical del incendio (de una planta a otra). Es el caso de los cortafuegos de cierre automático dispuestos en conductos de ventilación o climatización, techos de resistencia al fuego adecuados, sectorización de escaleras, ascensores y otras aberturas verticales, así como ventanas con vidrio resistente al fuego o armado.

Se van a describir estas medidas a continuación con más detalle.

**Separación por distancia:** Es la medida idónea para reducir la conducción y radiación de calor de unos combustibles a otros o entre edificios, siendo una de las formas de separar sectores contra incendios. Su defecto es precisar de espacios abiertos no disponibles en muchos casos. Es una solución aplicable en fase de proyecto o en la distribución en planta.

**Muros, barreras y paredes cortafuegos:** Los muros cortafuegos son muros de cerramiento o de separación, construidos con materiales incombustibles, que dividen al edificio en zonas aisladas entre sí, definiendo sectores de incendio. Su resistencia al fuego debe ser suficiente para prevenir la propagación externa e interna de un incendio, del humo y/o de la radiación de calor. Su grado de resistencia debe estar en relación al riesgo que debe confinar. Los muros se extienden desde el suelo hasta el forjado, sobresaliendo por encima de la cubierta y separando fachadas exteriores. El número y tamaño de las aberturas en estos muros debe ser mínimo. Su extensión no debe sobrepasar en ningún caso el 25% de la superficie de la misma. Como norma general, el tamaño máximo por abertura debe ser de 10 m<sup>2</sup>. Todas las aberturas en muros cortafuegos deben ser protegidas por puertas cortafuegos, con compuertas, válvulas de cierre automático en los conductos de ventilación (clapetas) y sellado de conductos. Los sellados de conductos deben ser de una resistencia al fuego igual o mayor que el muro en el cual están instalados.

Las puertas y compuertas activadas manualmente y las cortinas de agua no son aceptadas como métodos para proteger aberturas en paredes y barreras cortafuegos. Estos mecanismos deben ser activados automáticamente en las paredes cortafuegos.

Las barreras cortafuegos se extienden de suelo al forjado o cubierta. No se requieren parapetos ni salientes al fuego. Las paredes cortafuegos se extienden del suelo al techo, siendo el resto de sus características similar a las barreras cortafuegos aunque con una resistencia al fuego menor. Las barreras y paredes cortafuegos tienen como finalidad confinar el flujo inicial de calor en el área de origen, limitando el funcionamiento innecesario de rociadores fuera del área del incendio y proporcionando el tiempo suficiente para coordinar y poner en marcha los esfuerzos manuales de lucha contra incendios en las áreas adyacentes. Son más efectivas cuando existen exitorios de calor y humo bien dimensionados y los rociadores están en servicio.

Cualquier paso a través de las paredes o barreras cortafuego para cables, tuberías y conductos, debe ser sellado con material resistente al fuego (revestimientos, espumas, masillas, etc) o intumesciente (collarines, almohadillas, etc) con una resistencia mínima al fuego igual a la resistencia de la pared/barrera y protegido hasta una distancia de un metro por ambos lados. Los conductos deben ser construidos con materiales no combustibles.

Los conductos de ventilación deben tener válvulas de cierre automático (clapetas) activadas por detectores de humo o calor en las zonas en que atraviesen las paredes o barreras cortafuegos. En general, los conductos de transporte de materiales combustibles (serrín, fibra decelulosa, etc.) y líquidos inflamables no deben atravesar las paredes y barreras cortafuegos a menos que se hayan instalado detectores de chispas adecuados o sistemas de liberación para explosiones. Deben llevarse a cabo inspecciones regulares y frecuentes de los sistemas, incluyendo una revisión visual sobre el funcionamiento de las puertas, de las válvulas (clapetas) y mecanismos de cierre, como detectores, carriles, guías, cables, fusibles de desconexión, etc.

**Diques o cubetos:** Tienen la misión de contener el líquido inflamable derramado en una rotura o fuga de un depósito, impidiendo su esparcimiento. Su uso eficaz se extiende a todo el campo de almacenamiento de líquidos inflamables, especialmente en petroquímicas. Su capacidad, en caso de un solo depósito, debe ser la misma que dicho depósito. En caso de agrupaciones de depósitos se aplican coeficientes reductores.

**Puertas cortafuego:** Su finalidad es proteger las aberturas que sea necesario practicar en las paredes cortafuegos. El material y el tipo de construcción de la puerta determinan una resistencia al fuego concreta. Pueden ser de metal, madera y hasta vidrio y con configuración de eje vertical (en el caso de situarse en una salida de emergencia) o bien de corredera o guillotina.

La legislación indica que las puertas cortafuegos deben estar cerradas en el momento en que sea necesario que lo estén, es decir, cuando se declara un incendio, y por ello, deben tener un accesorio o sistema de cerrado automático. En este aspecto seguirán las normas UNE-EN 1154:2003 "Herrajes para la edificación. Dispositivos de cierre controlado de puertas. Requisitos y métodos de ensayo", la norma UNE-EN 1155:2003 "Herrajes para la edificación. Dispositivos de retención electromagnética para puertas batientes. Requisitos y métodos de ensayo" y la UNE-EN 1158:2003 "Herrajes para la edificación. Dispositivos de coordinación de puertas. Requisitos y métodos de ensayo".

Su resistencia al fuego oscila entre 30 y 240, siendo las más habituales de 30 y 60 minutos (se indica normalmente en una etiqueta situada en el canto de la puerta). Los espacios situados alrededor de las puertas deben permanecer siempre libres de obstáculos que dificulten o imposibiliten el cierre de las mismas. Ningún producto combustible debe ser almacenado cerca de una puerta cortafuegos o de una abertura protegida. Como norma general se deberá mantener una distancia mínima de 2 metros. Es recomendable que las puertas cortafuegos pasen inspecciones periódicas (al menos cada 2 años) con el fin de detectar cualquier mal funcionamiento de sus componentes, la capacidad de autocierre o el fin de su vida útil (en condiciones normales se estima en 20 años).

**Cortafuegos en conducto:** En todos los conductos citados anteriormente y en especial cuando atraviesan muros, se debe ubicar estratégicamente amortiguadores de fuego o cortafuegos que impidan el flujo de humos a través de ellos. Suelen ser unas trampillas, que accionadas por un fusible, caen por su propio peso y taponan el conducto en cuestión. Estos conductos deben ser incombustibles, RF-60 y se recomienda alejarlos de almacenes de materiales combustibles.

**Techos de forjado:** El forjado debe ser incombustible y asegurar una resistencia al fuego acorde con las características esperadas para el incendio. Tiene una doble misión; impedir el desarrollo vertical del fuego y evitar el debilitamiento de la resistencia que provoque el desplome de la planta superior.

**Huecos verticales:** Son los huecos de escaleras, montacargas, ascensores y otras aberturas verticales que favorecen el desarrollo vertical del incendio a otros sectores. Se realizan con materiales incombustibles, garantizando alta resistencia al fuego y con puertas cortafuego protegiendo sus aberturas.

**Ventanas:** Son un camino fácil para la propagación vertical entre plantas del mismo edificio, u horizontal entre edificios próximos o contiguos. Las llamas al calentar el cristal lo rompen y al salir a la fachada radian calor hacia las ventanas de los edificios próximos, alcanzando las ventanas de la parte superior, cuyos cristales rompen y permiten la penetración de las llamas en el interior; si hay combustibles en su proximidades la propagación continuará.

En los edificios con alto riesgo de incendio se debe limitar en lo posible la presencia de ventanales. Las que se instalen deben tener marco metálico y, como mínimo, contar con vidrio armado que, aunque rompa, no deje grandes huecos a las llamas.

Una protección eficaz para las ventanas son los salientes de los forjados (aleros o balconadas) que obligan a las llamas a separarse de fachada (aunque siga existiendo el efecto radiante).

## Sistemas de control de temperatura y de evacuación de humos (SCTEH)

Dado que el humo es generalmente el principal peligro para la seguridad de las personas durante un incendio, se le debe prestar una especial atención en los espacios cerrados o semicerrados. Según la norma UNE-EN ISO 13943 *Seguridad contra incendio. Vocabulario*, se entiende el humo como la parte visible de la totalidad de los gases y/o aerosoles (incluyendo partículas en suspensión) originadas por la acción del fuego. Es decir, el humo estará compuesto de productos de combustión que incluyen gases, como el dióxido de carbono, el monóxido de carbono, vapor de agua..., sólidos, como el hollín, y líquidos.

El humo puede perjudicar a las personas, a las propiedades (incluyendo la estructura del edificio y sus contenidos) y a la continuidad de la actividad que se venía realizando. Se considera que da lugar a tres efectos muy perjudiciales: oscurecimiento de la luz, toxicidad e impacto tras el incendio. El efecto que producirá dependerá de sus características (concentración de varios gases, reducción de visibilidad, temperatura y calor emitido) así como la duración de la exposición al mismo. Por ejemplo, exposiciones a humo con una concentración de monóxido de carbono de 0.1 a 0.8% durante 1 o 2 minutos, puede dar lugar a incapacidad para caminar.



Las personas toleran estar envueltas por una capa de humo de 100 °C aproximadamente 10 minutos. Además una reducción de la visibilidad debida al humo puede producir en el personal que se está evacuando una desorientación o reducir la velocidad de paso y, por lo tanto, aumentar el tiempo requerido para la evacuación. Hay que añadir además el efecto psicológico que puede dar lugar a situaciones de pánico generalizado. Sin contar con que una reducción en la visibilidad puede aumentar la probabilidad de los ocupantes de un edificio de caer a distinto nivel. Por otro lado, los

componentes de un edificio pueden verse afectados por la exposición a gases corrosivos, materia particulada y la elevada temperatura del humo (por ejemplo, la fachada de un atrio que no sea resistente al fuego). De hecho, los componentes electrónicos pueden ser dañados por temperaturas y concentración de gases mucho antes de que produzcan daño en las personas.

En esencia, un sistema de control de temperaturas y evacuación de humos (SCTEH) es (según norma UNE 23585:2004) una instalación que dispone de un conjunto de aberturas o equipos mecánicos de extracción (ventiladores) para la evacuación de los humos y gases calientes de la combustión de un incendio y, en su caso, de aberturas de admisión de aire limpio, dimensionadas de tal manera que en los casos de incendios previsibles más desfavorables se genere una capa libre de humos por encima del nivel del piso del incendio, a la par que se mantiene la temperatura media de los humos dentro de unos niveles aceptables. De este modo se mejoran las condiciones de seguridad en la evacuación y/o rescate de personas y animales y la protección de las propiedades y enseres del edificio, así como de los elementos estructurales del mismo, permitiendo que el incendio sea combatido mientras todavía se encuentra en un estado semejante al de sus etapas iniciales.

Esta norma UNE 23585:2004, relativa a sistemas de control de temperatura y evacuación de humos (SCTEH) es de obligado cumplimiento a través del Real Decreto 2267/2004, Reglamento de Seguridad contra Incendios en Establecimientos Industriales (RSCIEI). Esta norma puede también ser usada según el Código Técnico de la Edificación (CTE).

Tanto el CTE como el RSCIEI establecen en ciertos casos la obligatoriedad de instalar un sistema de control de humos. En esencia se trata de establecimientos de pública concurrencia, aparcamientos cerrados, inmuebles de gran altura y establecimientos comerciales e industriales de gran superficie, en los que por su tipología resulta fundamental un buen control del humo generado en un posible incendio.

Actividades de producción, montaje, transformación y reparación.  
 Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales.  
 (RD 2267/2004, de 3 de diciembre).  
 Apéndice 2: Requisitos constructivos o de "protección pasiva".  
 Apartado 7. Ventilación de humos y gases de combustión en los edificios industriales

CONFIGURACIÓN	NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
A	No aplica	Aplica a partir de los 2.000 m <sup>2</sup> de superficie construida	Incompatible
B			Aplica a partir de los 1.000 m <sup>2</sup> de superficie construida.
C			

Actividades de almacenamiento.  
 Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales.  
 (RD 2267/2004, de 3 de diciembre).  
 Apéndice 2: Requisitos constructivos o de "protección pasiva".  
 Apartado 7. Ventilación de humos y gases de combustión en los edificios industriales

CONFIGURACIÓN	NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
A	No aplica	Aplica a partir de los 1.000 m <sup>2</sup> de superficie construida.	Incompatible
B			Aplica a partir de los 800 m <sup>2</sup> de superficie construida.
C			

LOCAL	CARACTERÍSTICAS
Aparcamiento	No tener la consideración de aparcamiento abierto.
Establecimiento de uso comercial o pública concurrencia	Su ocupación excede de 1000 personas.
Atrios <sup>i</sup>	Su ocupación en el conjunto de las zonas y plantas que constituyen un mismo sector de incendio excede de 500 personas. Está previsto para ser utilizado para la evacuación de 500 personas.

El principio fundamental en el que se basan los STCEH es que el humo, según su composición y temperatura, sube hasta chocar con el techo (o forjado), se desplaza de manera plana, hasta que se enfriá (con un desplazamiento horizontal superior a 60 metros) y vuelve a caer. Es esta caída la que principalmente se quiere evitar. Para ello se recurre a la compartimentación en sectores de humo que permiten mantener el humo a una temperatura suficiente para ser evacuado al exterior por convección. De otra forma, al extenderse el humo éste disminuye de temperatura y pierde fuerza ascensional, descendiendo e invadiendo las zonas que se quieren proteger.

## Elementos de un SCTEH

Estos sistemas se proyectan según los siguientes elementos:

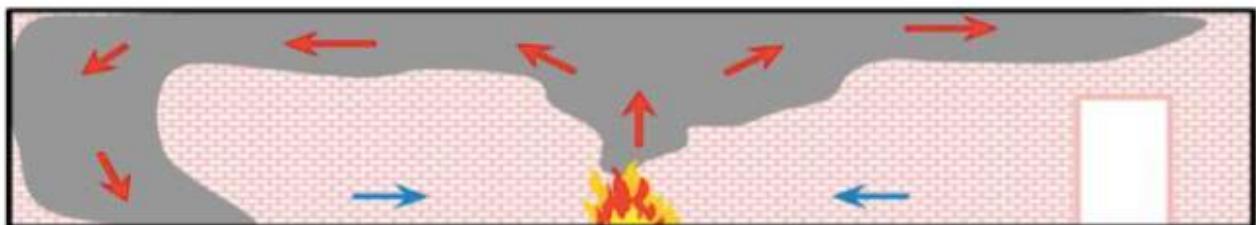
- Barreras que impiden la propagación horizontal (sectorización).
- Salidas automáticas en el techo (para evacuar el humo).
- Entradas de aire que aseguren la combustión completa por exceso de oxígeno.

Se pueden distinguir los siguientes elementos:

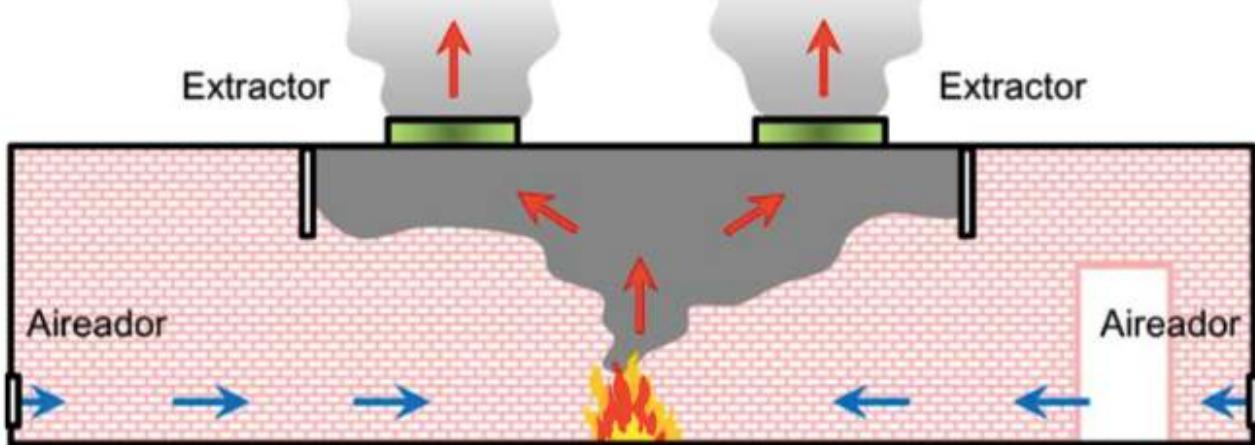
**Sistemas estáticos con aireadores (o exotorios).** Son equipos instalados en la parte superior de los edificios (techos o fachadas) que permitirán la evacuación del humo por vía natural. En caso de producirse un incendio, se abrirán automáticamente. Esto puede producirse a través de un fusible que se abra por acción de un sensor a la temperatura, por calor o por humo, o bien a través de la deformación y posterior caída del recubrimiento especial de termoplástico diseñado para ello.

**Sistemas dinámicos con accionamiento mecánico con extractores.** En este caso la ventilación es forzada. Los tipos de ventiladores dependen del lugar donde se ubiquen para que el trabajo que realicen sea en sobrepresión o en aspiración. En el primer caso no se exige ninguna condición especial a los ventiladores, mientras que a los que trabajan en aspiración deben ser capaces de soportar 400° durante 90 minutos.

**Cortinas de humo.** Son elementos de compartimentación o sectorización que pueden ser elementos estructurales o arquitectónicos, pueden ser barreras fijas o automáticas o una combinación de varios tipos. Existen por ejemplo, barreras textiles que se despliegan automáticamente en caso de alarma mientras que los paneles, perfiles y placas están fijos. Las cortinas pueden ser de tres tipos: Aquellas que forman un sector de incendio que limita la propagación del mismo, aquellas que canalizan el humo en una dirección determinada y por último, aquellas que evitan la entrada de humo en un recinto determinado.



**Expansión del humo por todo el local de un edificio sin SCTEH**



### **Evacuación del calor y el humo utilizando un SCTEH**

Estos sistemas sin embargo no siempre son adecuados. En concreto, no está recomendado su uso en caso de:

- Almacenamientos con una altura superior a 4 metros y en los que no se hayan instalado rociadores de agua automáticos, ya que un incendio en condiciones superiores provocaría la destrucción total del edificio o del sector considerado si se permite que el incendio alcance un nivel de desarrollo importante.
- Equipos e instalaciones protegidos con extinción automática por agentes extintores gaseosos.

La velocidad horizontal de un frente de humo varía de 0.2 a 1 m/s (es decir, que recorre 30 metros en menos de 3 minutos). Con el fin de que la eliminación del humo de un local sea eficaz, se deberá tener en cuenta dos puntos:

- La evacuación debe comenzar lo antes posible y realizarse lo más cerca del punto de inicio del incendio. En locales totalmente inundados por el humo un sistema que se pone en funcionamiento tarde resulta muy poco eficaz.
- La disposición de los aireadores y sus características de funcionamiento debe ser tal que se eviten turbulencias en los gases. Será necesario por ello un cálculo adecuado siguiendo normas teniendo en cuenta la geometría del local, características de los materiales, ocupación y condiciones climatológicas externas. Estos cálculos son complejos al combinar química, física, mecánica de fluidos y termodinámica del fuego y con frecuencia serán abordados con ayuda de herramientas informáticas.

Una vez puesto en marcha un sistema de este tipo, el instalador debe suministrar al usuario del SCTEH las instrucciones de su utilización, las pruebas periódicas y las operaciones de mantenimiento que sean pertinentes. Todos estos requisitos, junto con los de instalación, se encuentran recogidos en la norma UNE 23584:2008, que viene a ser como un "protocolo" de instalación.

Como ocurre con todos los sistemas de lucha contra incendios, su mal funcionamiento se puede poner de manifiesto cuando más falta hacen. Es por ello que el mantenimiento es fundamental. Con el fin de permanecer fiables se recomiendan inspecciones visuales y ensayos periódicos como mínimo una vez al año. En concreto se deben realizar operaciones de comprobación, limpieza, ajuste, reparación y sustitución de partes defectuosas por personal cualificado. El usuario debe disponer del libro de registro de la instalación en el que se reflejarán todas las operaciones de mantenimiento, inspección y modificaciones llevadas a cabo.

## Señalización e iluminación

La señalización es una parte de la protección pasiva contra incendios a la que no se le suele conceder la importancia que merece, pero que junto con iluminación de emergencia es fundamental para realizar la evacuación del edificio durante un incendio. También servirá de ayuda en la localización de los equipos de utilización manual de protección contra incendios.



En este apartado nos referiremos a la señalización en forma de panel, al formar los otros tipos de señalización (acústica o visual) parte de la protección activa. Los paneles con una combinación de símbolos, pictogramas y/o textos breves de varios colores, que proporcionan información de manera fácil y rápida a cierta distancia. Toda esta señalización seguirá el Real Decreto 485/1997, 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

El objetivo de la señalización es mostrar las vías de evacuación y el emplazamiento y localización de los equipos de lucha contra incendios, así como indicación sobre prohibiciones, advertencias, obligaciones e informaciones.

En concreto, nos permitirán conocer la ubicación de:

- Los sistemas de alarma para que podemos avisar con la mayor rapidez posible.
- Los equipos de extinción para poder actuar con la máxima eficacia.
- Los accesos, recorridos y salidas de evacuación de manera que se consiga una evacuación rápida y con seguridad. Se colocarán próximas a las salidas y en cualquier otro punto del recorrido que sea preciso para poder iniciar y proseguir la evacuación sin confusiones. También se indicará dónde no existe salida, si esto puede llevar a confusión con una salida real.
- La ubicación de ciertos riesgos especiales.

Según el CTE en su DB SI, los medios de evacuación se señalizarán de la siguiente forma:

Se utilizarán las señales de evacuación definidas en la norma UNE 23034:1988 *Seguridad contra incendios. Señalización de Seguridad. Vías de evacuación*, conforme a los siguientes criterios:

- ✓ Las salidas de recinto, planta o edificio tendrán una señal con el rótulo "SALIDA", excepto en edificios de uso Residencial Vivienda y, en otros usos, cuando se trate de salidas de recintos cuya superficie no exceda de 50 m<sup>2</sup>, sean fácilmente visibles desde todo punto de dichos recintos y los ocupantes estén familiarizados con el edificio.
- ✓ La señal con el rótulo "Salida de emergencia" debe utilizarse en toda salida prevista para uso exclusivo en caso de emergencia.
- ✓ Deben disponerse señales indicativas de dirección de los recorridos, visibles desde todo origen de evacuación desde el que no se perciban directamente las salidas o sus señales indicativas y, en particular, frente a toda salida de un recinto con ocupación mayor que 100 personas que acceda lateralmente a un pasillo.
- ✓ En los puntos de los recorridos de evacuación en los que existan alternativas que puedan inducir a error, también se dispondrán las señales antes citadas, de forma que quede claramente indicada la alternativa correcta. Tal es el caso de determinados cruces o bifurcaciones de pasillos, así como de aquellas escaleras que, en la planta de salida del edificio, continúen su trazado hacia plantas más bajas, etc.

- ✓ En dichos recorridos, junto a las puertas que no sean salida y que puedan inducir a error en la evacuación, debe disponerse la señal con el rótulo "Sin salida" en lugar fácilmente visible pero en ningún caso sobre las hojas de las puertas.
- ✓ Las señales se dispondrán de forma coherente con la asignación de ocupantes que se pretenda hacer a cada salida, conforme a lo establecido en el CTE.
- ✓ Los itinerarios accesibles (ver definición en el Anejo A del DB SUA) para personas con discapacidad que conduzcan a una zona de refugio, a un sector de incendio alternativo previsto para la evacuación de personas con discapacidad, o a una salida del edificio accesible se señalizarán mediante las señales establecidas en los párrafos anteriores a), b), c) y d) acompañadas del SIA (Símbolo Internacional de Accesibilidad para la movilidad). Cuando dichos itinerarios accesibles conduzcan a una zona de refugio o a un sector de incendio alternativo previsto para la evacuación de personas con discapacidad, irán además acompañadas del rótulo "ZONA DE REFUGIO".
- ✓ La superficie de las zonas de refugio se señalizará mediante diferente color en el pavimento y el rótulo "ZONA DE REFUGIO" acompañado del SIA colocado en una pared adyacente a la zona.

Con el fin de garantizar el adecuado estado de los paneles de señalización, deben establecerse revisiones y el mantenimiento correspondientes. El Real Decreto 1942/1993, por el que se aprueba el reglamento de instalaciones de protección contra incendios, establece la obligación de efectuar una comprobación periódica de la señalización de los diferentes equipos de protección contra incendios, dentro del programa de mantenimiento de los medios materiales de lucha contra incendios.

Con el fin de proporcionar información sobre las instrucciones a seguir ante una emergencia se utilizan los carteles conocidos como "Ud está aquí", carteles explicativos dirigidos sobre todo al personal ajeno a la empresa que puedan encontrarse en el edificio. En este tipo de señales en forma de cartel se facilitará una información sencilla, breve y clara sobre qué hacer en caso de una emergencia por parte de estas personas. Suelen recoger información sobre:

- ➔ Localización de donde se encuentra la persona.
- ➔ Vías de evacuación hacia las salidas de emergencia.
- ➔ Ubicación de los diferentes medios de protección contra incendios.
- ➔ Normas de actuación a seguir en caso de emergencia, así como el punto de reunión del personal evacuado.

En general, estos planos venían contemplados en la derogada Orden Ministerial de 29 de noviembre de 1984 "Manual de Autoprotección. Guía para el desarrollo del Plan de Emergencia contra Incendios y Evacuación en Locales y Edificios", cuyo utilización era de carácter voluntario. Concretamente recogía la confección de los planos "Usted se encuentra aquí" como uno de los pasos dentro del programa de implantación del plan.

En cualquier caso y sin perjuicio de lo establecido en la normativa autonómica o municipal de aplicación que podrá marcar exigencias y criterios en este materia, los planos "Usted se encuentra aquí" siempre serán convenientes en aquellos centros en los que se prevea una densidad de ocupación elevada y donde exista personal que habitualmente no esté familiarizado con el edificio y por lo tanto, no conoce todas las posibles vías de evacuación en caso de emergencia. Deberán ser fácilmente visuales para todo el personal que los observe, claros, sencillos y con las consignas suficientes y concretas para una efectiva evacuación. Este tipo de planos es importante que se observen por los ocupantes de un centro antes de que se inicie una emergencia o en los primeros momentos de la misma, de forma que estas personas cuando deban hacer uso de algún dispositivo de protección contra incendios o evacuar de forma inmediata el centro estén familiarizados con la ubicación de los mismos y los recorridos de evacuación a seguir.

En el caso concreto de los centros a los que les sea de aplicación la Orden de 25 de septiembre de 1979 sobre prevención de incendios en establecimientos turísticos, deberán disponer de un plano de cada planta del establecimiento, situado en lugar accesible para consulta urgente, en el que figure la situación de las escaleras, pasillos, salidas, itinerarios de evacuación, situación de los medios de transmisión y dispositivos de extinción, además de un plano reducido de información al cliente, fijado en la puerta de la habitación o su proximidad.

La Orden de 24 de octubre de 1979 sobre protección anti-incendios en los establecimientos sanitarios, regula la obligación de elaborar y colocar de forma fácilmente visible en estos centros, un resumen de las actuaciones inmediatas en caso de incendio en los locales habitualmente ocupados por el personal del centro, en zonas de alto riesgo, en habitaciones de pacientes, en salas de espera, en pasillos y vestíbulos.

Las señales deben ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Cuando sean fotoluminiscentes deben cumplir lo establecido en las normas UNE 23035-1:2003, UNE 23035-2:2003 y UNE 23035-4:2003 y su mantenimiento se realizará conforme a lo establecido en la norma UNE 23035-3:2003.

Se establecen dos categorías de productos fotoluminiscentes, que son:

**Categoría A.** Producto de alta luminancia que se empleará preferentemente para señales y balizamientos de lugares de concentración pública o con iluminación exclusivamente artificial.

**Categoría B.** Productos de menor luminancia que los A que se emplearán para el resto de usos. No se puede emplear en sótanos, aparcamientos subterráneos, pasillos, rellanos o escaleras de evacuación que no tengan ventanas.

El CTE también define los tamaños de las señales según la distancia de observación a la señal.

El RSCIEI sólo indica que se procederá a la señalización de las salidas de uso habitual o de emergencia, así como la de los medios de protección contra incendios de utilización manual, cuando no sean fácilmente localizables desde algún punto de la zona protegida, teniendo en cuenta lo dispuesto en el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

El **alumbrado de emergencia** sirve para proporcionar iluminación a nivel del suelo en los recorridos de evacuación (pasillos, puertas, escaleras) y en todo punto cuando dichos recorridos discutan por espacios diferentes de los citados, a partir del momento en que se produce un fallo de alimentación a la instalación de alumbrado normal, o la caída de tensión de alimentación por debajo del 70% de su valor nominal.

El objetivo del alumbrado de emergencia es garantizar el mantenimiento de las mínimas condiciones de iluminación durante un tiempo, para que en caso de fallo del alumbrado normal se pueda realizar la evacuación segura de personal y se pueda detener el proceso con seguridad para el operador y los ocupantes de los locales. De esta manera se evitarán las situaciones de pánico y se permitirá la visión de las señales indicativas de las salidas y de los equipos y medios manuales de protección de incendios existentes.

Las características técnicas y condiciones de funcionamiento del alumbrado de emergencia vienen reguladas por el Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales, por CTE en su DB-SU y además para los locales de pública concurrencia en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión por su ITC-BT-28.

## Esquema explicativo del alumbrado de emergencia según la guía del ITC-BT-28



Según la ITC-BT-28 las instalaciones destinadas a alumbrado de emergencias especiales tienen por objeto asegurar, en caso de fallo de la alimentación al alumbrado normal, la iluminación en los locales y accesos hasta las salidas, para una eventual evacuación del público o iluminar otros puntos que se señalen la iluminación cuando falla el alumbrado normal.

Se incluyen dentro de este alumbrado el alumbrado de seguridad y el alumbrado de reemplazamiento.

**Alumbrado de seguridad.** Es el alumbrado de emergencia previsto para garantizar la seguridad de las personas que evacuen una zona o que tienen que terminar un trabajo potencialmente peligroso antes de abandonar la zona. Se divide en:

- ➔ **Alumbrado de evacuación.** Es la parte del alumbrado de evacuación previsto para garantizar el reconocimiento y la utilización de los medios o rutas de evacuación cuando los locales estén o puedan estar ocupados.
- ➔ **Alumbrado ambiente o anti-pánico.** Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para evitar todo riesgo de pánico y proporcionar una iluminación ambiente adecuada que permita a los ocupantes identificar y acceder a las rutas de evacuación e identificar obstáculos.
- ➔ **Alumbrado de zonas de alto riesgo.** Es la parte del alumbrado de evacuación segurida previsto para garantizar la seguridad de las personas ocupadas en actividades potencialmente peligrosas o que trabajan en un entorno peligroso. Permite la interrupción de los trabajos con seguridad para del operador y para los otros ocupantes del local.

**Alumbrado de remplazamiento.** Parte del alumbrado de emergencia que permite la continuidad de las actividades normales. En las zonas de hospitalización, y tratamiento intensivo, la instalación de alumbrado de emergencia proporcionará una iluminancia no inferior de 5 lux y durante dos horas como mínimo. Las salas de intervención, las destinadas a tratamiento intensivo, las salas de curas, paritorios, urgencias dispondrán de un alumbrado de reemplazamiento que proporcionará un nivel de iluminancia igual al del alumbrado normal durante dos horas como mínimo.

A continuación se muestra dónde se debe instalar la iluminación de seguridad según BT-28 (lugares de pública concurrencia), RSCIEI y según el CTE.

## Lugares en los que debería instalarse alumbrado de seguridad

<b>Según BT-28</b>	<b>Según RSCIEI</b>	<b>Según CTE DB SU4</b>
Recintos cuya ocupación sea mayor de 100 personas.		Todo recinto cuya ocupación sea mayor que 100 personas.
Recorridos generales de evacuación de zonas destinadas a usos residencial u hospitalario y los de zonas destinadas a cualquier otro uso que estén previstos para la evacuación de más de 100 personas.	Vías de evacuación de los sectores de incendio cuando: a) Estén situados en planta bajo rasante. b) Estén situados en cualquier planta sobre rasante, cuando la ocupación sea igual o mayor de 10 personas y sean de riesgo intrínseco medio o alto. c) En cualquier caso, cuando la ocupación sea igual o mayor de 25 personas.	Los recorridos desde todo origen de evacuación hasta el espacio exterior seguro y hasta las zonas de refugio, incluidas las propias zonas de refugio, según definiciones en el Anejo A de DB SI.
Aseos generales de planta en edificios de acceso público.		Los aseos generales de planta en edificios de uso público.
Los aparcamientos cerrados y cubiertos para más de 5 vehículos, incluidos los pasillos y las escaleras que conduzcan desde aquellos hasta el exterior o hasta las zonas generales del edificio.		Los aparcamientos cerrados o cubiertos cuya superficie construida excede de 100 m <sup>2</sup> , incluidos los pasillos y las escaleras que conduzcan hasta el exterior o hasta las zonas generales del edificio.
Los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección.	Los locales o espacios donde estén instalados los equipos centrales o los cuadros de control de los sistemas de protección contra incendios.	Los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección contra incendios y los de riesgo especial indicados en DB-SI 1.

**Cerca significa a una distancia inferior a 2 metros, medida horizontalmente**

<b>Según BT-28</b>	<b>Según RSCIEI</b>	<b>Según CTE DB SU4</b>
En las salidas de emergencia y en las señales de seguridad reglamentarias.		Las señales de seguridad.
En todo cambio de dirección de la ruta de evacuación.		
En toda intersección de pasillos con las rutas de evacuación.		
En el exterior del edificio, en la vecindad inmediata a la salida.		
Cerca <sup>1</sup> de las escaleras, de manera que cada tramo de escaleras reciba una iluminación directa.		
Cerca <sup>1</sup> de cada cambio de nivel.		
Cerca <sup>1</sup> de cada puesto de primeros auxilios.		
Cerca <sup>1</sup> de cada equipo manual destinado a la prevención y extinción de incendios.		
En los cuadros de distribución de la instalación de alumbrado de las zonas indicadas anteriormente.		Los lugares en los que se ubican cuadros de distribución o de accionamiento de la instalación de alumbrado de las zonas antes citadas.
	Los locales o espacios donde estén instalados cuadros, centros de control o mandos de las instalaciones técnicas de servicios (citadas en el anexo II.8 de este reglamento) o de los procesos que se desarrollan en el establecimiento industrial.	Los itinerarios accesibles.

Con el fin de proporcionar una iluminación adecuada, el CTE indica los siguientes criterios de ubicación de las luminarias:

- ✓ Se situarán al menos a 2 m por encima del nivel del suelo;
- ✓ Se dispondrá una en cada puerta de salida y en posiciones en las que sea necesario destacar un peligro potencial o el emplazamiento de un equipo de seguridad. Como mínimo se dispondrán en los siguientes puntos:
  - en las puertas existentes en los recorridos de evacuación;
  - en las escaleras, de modo que cada tramo de escaleras reciba iluminación directa;
  - en cualquier otro cambio de nivel;
  - en los cambios de dirección y en las intersecciones de pasillos;

## Evacuación

En cuanto a la accesibilidad a un edificio, deben tenerse en cuenta dos aspectos importantes. Por un lado se debe permitir poner a salvo al personal y por el otro, permitir la intervención de los equipos de socorro.

En cualquier caso, se debe tener en cuenta que para que la evacuación se pueda realizar de forma correcta se tendrá que:

- ✓ Detectar el incendio y activar la alarma con rapidez.
- ✓ Los ocupantes reconocerán la señal de alarma.
- ✓ Los ocupantes se dirijan a las salidas de manera eficiente y ordenada.
- ✓ Las vías de ocupación sean adecuadas al número de ocupantes.
- ✓ Las vías estén diseñadas, construidas y mantenidas correctamente.

Aunque se tendrá en cuenta que ciertas situaciones pueden hacer mucho más complejas las labores de evacuación:

- ✓ Incapacidad física para abandonar el edificio. Es el ejemplo de los hospitales, centros geriátricos, etc.
- ✓ Impedimentos físicos. Por ejemplo, el caso de las cárceles, donde es necesario desbloquear puertas para realizar la evacuación.

- ✓ Aglomeración de público en entornos con los que no se está familiarizado. Los ocupantes de los lugares de pública concurrencia no conocen generalmente las vías de evacuación y el gran número de personas que utilizarán las vías harán además más difícil la evacuación.
- ✓ Incendio cuando los ocupantes duermen. En ese caso hay que contar con que se requerirá más tiempo para llevar a cabo toda la evacuación.

La evacuación se efectuará por un itinerario preestablecido y se designará unos responsables de la misma. La reglamentación existente impone el número y dimensiones de las vías de evacuación (vigentes el CTE, para los edificios y el RSCIEI). Cada vía debe tener una anchura y longitud mínima proporcional a la ocupación existente. Está prohibido el uso durante la evacuación de ascensores, montacargas y escaleras mecánicas. Todas la vías de evacuación estarán libres de objetos, mercancías o cualquier material que sea un obstáculo a la circulación de personas.

En cualquier caso, de forma general, los pasos a seguir para definir los elementos de evacuación son:

- Hacer un cálculo de la ocupación. Para ello se utiliza la densidad de ocupación (según la legislación que le sea de aplicación), es decir, el número de personas por metro cuadrado, cuyo valor depende del uso previsto y de la zona o tipo de actividad.
- Definir el número de salidas y la longitud de los recorridos de evacuación, que dependen del tipo de uso del edificio. Los recorridos de evacuación peritidos son del orden de 15, 25, 35 o 50 m.
- Definir los anchos de los pasillos de evacuación, de las puertas, de las rampas y de las escaleras. Los anchos mínimo suelen ser de 0,80 m y 1 m.

Además se hará uso de una señalización y balizamiento. Estas señales, además de tener que estar bien situadas, deben tener unos tamaños adecuados para poder ser vistas en caso de emergencia. Por ejemplo, si la distancia de observación es de 10 m, el tamaño mínimo de la señal debe ser de 210 x 210 mm. Su colocación será tal que puedan ser visualizadas tanto con alumbrado normal como de emergencia. Se colocarán según las características arquitectónicas del edificio y siempre a una altura comprendida entre 2 y 2,5 m (nunca a menos de 30 cm del techo).

La eficacia de las normas estará garantizada por su certificación según norma UNE 23.035:2003-4 y para las fotoluminiscentes la UNE 23.035-1 y 4.

## MEDIDAS DE PROTECCIÓN ACTIVA

Los sistemas de proteger los edificios o instalaciones contra los incendios **se dividen** en **protección activa o pasiva**.

Los SISTEMAS DE PROTECCIÓN PASIVA son todos aquellos métodos, materiales, equipos e instalaciones que se incorporan con el fin de evitar el colapso de un edificio, minimizar la propagación de un incendio, permitir la evacuación de los ocupantes y favorecer la intervención de ayuda externa. Son, como su nombre indica, sistemas estáticos de resistencia al fuego.

Los SISTEMAS DE PROTECCIÓN ACTIVA son en cambio recursos y equipos materiales que, en unos casos con intervención humana y en otros sin ella, se incorporan para controlar y extinguir el fuego. Son, por tanto, sistemas activos diseñados para entrar en acción contra el fuego.

### Sistemas de detección y alarma

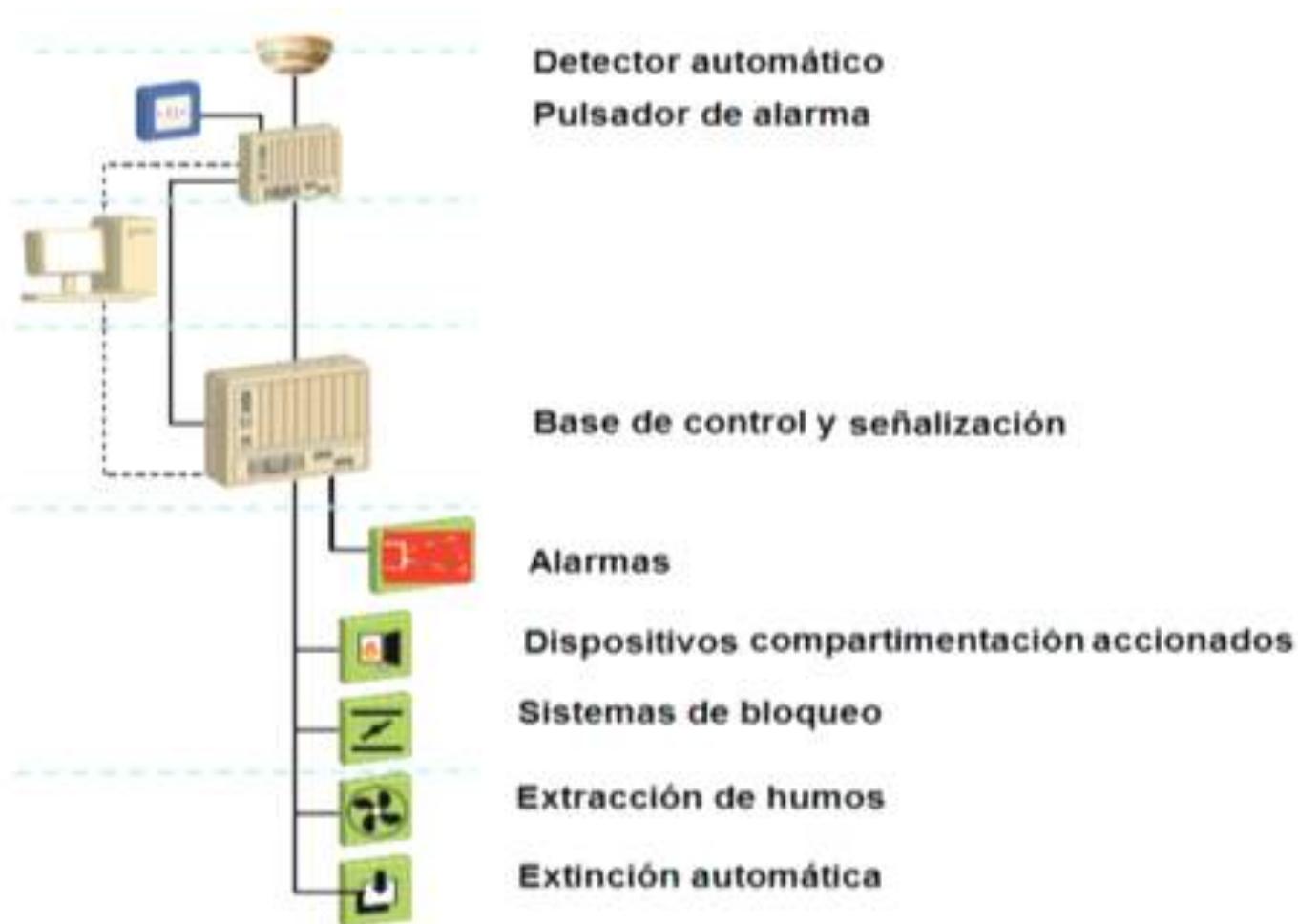
Se entiende por sistema de detección y alarma de incendios aquel que tiene como función activar una instalación de respuesta ante el inicio de un incendio y/o avisar a las personas del mismo. Las principales características que debe poseer son:

- Advertir lo antes posible del incendio con el fin de posibilitar el control del mismo sin mayores consecuencias.
- Fiabilidad en la detección, evitando las falsas alarmas. Si éstas se pudieran producir durante las horas de trabajo, será necesario considerar soluciones como la conmutación de detección automática a manual o dos sistemas de detección distintos durante los períodos de actividad e inactividad.

La legislación española obliga, mediante dos reglamentaciones como son el Código Técnico de la Edificación (CTE) y el RD 1942/1993, Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios (RIPCI), a que los sistemas de detección y alarma cumplan con una serie de especificaciones recogidas en la norma UNE 23007 y, así mismo, de acuerdo con el uso del local donde van a estar instalados, especifica el tipo de dispositivos y elementos con los que debe contar.

Estos sistemas están compuestos de:

- Sistemas de detección manual (pulsadores) o automática (detectores automáticos).
- Central o base de control y señalización.
- Sistemas de alarma.
- Sistemas accionados. Estos a su vez pueden ser dispositivos de compartmentación, sistema de bloqueo de instalaciones, extracción de humo y extinción automática.



## Sistemas de alarma

La alarma se puede realizar de forma oral en instalaciones o locales con existencia permanente de personal y de reducido tamaño o bien, más frecuentemente, será necesario utilizar sirenas o sistemas de megafonía.



La señal transmitida debe ser audible en todo caso, debiendo ser además visible cuando el nivel de ruido donde deba ser percibida supere los 60 dB (A). En cualquier caso, los dispositivos visuales de alarma contra incendios (señales generalmente destellantes) sólo deben utilizarse como complemento de los acústicos de alarma y no de forma independiente (por ejemplo, en zonas en las que el nivel de ruido es muy alto, donde los ocupantes estén sordos o lleven protección auditiva).

De acuerdo a la Norma UNE 23007/14:1996 el número y tipo de dispositivos de alarma utilizados debe ser suficiente para producir el nivel sonoro mínimo de 65 dB(A) o bien de 5 dB(A) por encima de cualquier otro posible ruido que pueda durar más de 30 segundos (mínimo 10 dB(A) para el caso de sistemas de alarma de voz). Si la alarma tiene por objeto despertar a personas que estén durmiendo, el nivel sonoro mínimo será de 75 dB(A). El nivel sonoro no deberá exceder de 120 dB(A) en ningún punto en que sea probable que se encuentren personas. Deben instalarse como mínimo una alarma acústica por sector de incendio y dos en todo el edificio, incluso aunque sea posible alcanzar el valor sonoro recomendado con una sola.

En aquellos edificios en donde existe una densidad de ocupación muy alta y la mayoría de los ocupantes desconocen la distribución de las vías de evacuación (aunque estén señalizadas) está recomendada la utilización de un sistema de megafonía para alertar o evacuar en lugar de sirenas (por ejemplo, en centros comerciales, estaciones de metro, hospitales, grandes edificios de oficinas, hoteles, museos, cines, etc.). Se puede, por ejemplo, dirigir el mensaje audible previamente grabado a la zona afectada con la información traducida a varios idiomas, o bien transmitir un mensaje manualmente mediante micrófono. De esta manera es más improbable que se produzcan situaciones de pánico que con la activación de una sirena e indicar la forma y vía de evacuación conforme al plan de emergencia previsto.

Si la alarma transmitida consiste en un mensaje de voz, debe cumplir además lo siguiente:

- Todos los mensajes son claros, breves, inequívocos y, en la medida de lo posible, planificados previamente (grabado o sintetizado y que se emita de forma inmediata o retardada pero sin depender de la presencia de ningún operador).
- El intervalo de tiempo entre mensajes sucesivos no debe ser mayor de 30 segundos y se utilizarán señales de relleno similares a las alarmas acústicas convencionales cuando los períodos de silencio puedan ser mayores de 10 segundos.
- Cuando se requiera el uso de mensajes transmitidos por una persona, el acceso a los micrófonos de incendio debe limitarse a personas autorizadas y todos los mensajes en caso de una emergencia serán dados por la misma persona. Como mínimo uno de los micrófonos que se puedan utilizar para tal fin deberá estar situado en el puesto de control.

## Sistemas de detección

La detección puede ser humana o automática. En principio, en un recinto muy frecuentado por personas puede no ser necesaria la instalación de detección automática. Los propios ocupantes pueden rápidamente darse cuenta del siniestro y actuar en consecuencia, comunicando la situación. Sin embargo, en instalaciones a las que solamente tiene acceso poco personal, por ejemplo, sólo el de mantenimiento, es necesario la instalación de un sistema de detección automática que avise de la existencia del mismo.

### Sistemas manuales

Según el RIPCI los sistemas manuales de alarma de incendio 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 manera que sea posible identificar la zona donde se ha activado el pulsador.

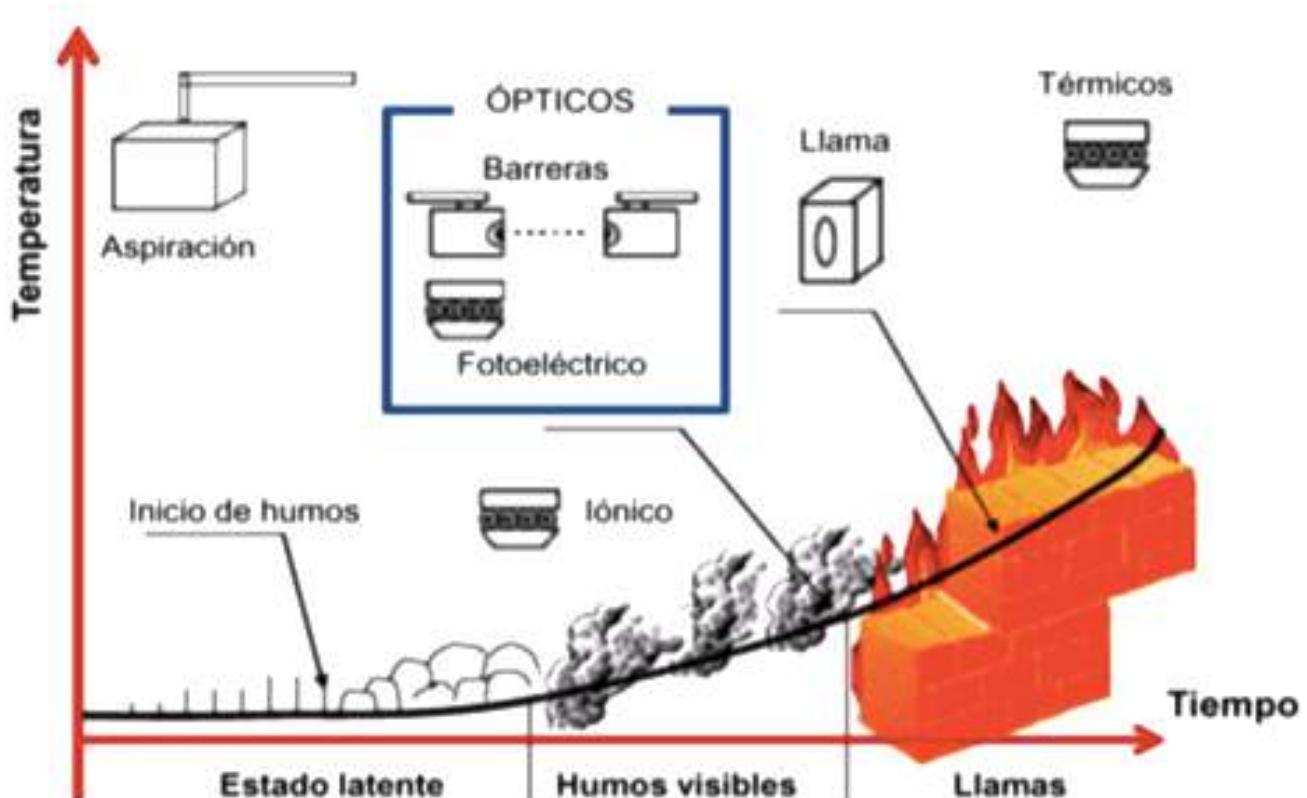
Según criterios de norma UNE-EN 23007- 14:2009 Sistemas de detección y de alarma de incendios, los pulsadores deberán situarse en las rutas de salida de emergencia, junto a cada puerta de acceso a las escaleras de emergencia (en interior o exterior) y en cada salida al exterior. También se pueden situar en las proximidades de zonas de riesgos especiales. En aquellos locales donde los posibles usuarios presenten capacidad de movimiento reducida deberá ponerse un cuidado adicional en el emplazamiento de los pulsadores. Los pulsadores de alarma deben ser visibles, identificables y fácilmente accesibles.



Según el RIPCI la distancia máxima a pulsadores desde cualquier punto de la empresa será de 25 m. Además el sistema de comunicación de alarma debe permitir transmitir una señal diferenciada, generada voluntariamente desde un puesto de control.

### Sistemas automáticos

Para poder percibir un fuego en un lugar poco frecuentado por personas (puntos neurálgicos de la empresa, instalaciones o almacenamientos peligrosos, vigilancia nocturna, etc.) o en el interior de un equipo de trabajo, será necesario instalar dispositivos destinados a tal fin denominados detectores automáticos. Estos sistemas revelan la presencia de un incendio por la alteración de alguna característica del ambiente en donde se encuentran: Cambios de temperatura, presencia de humos o radiaciones infrarrojas, etc. Estos fenómenos que acompañan a un incendio se pueden modelizar según una curva tipo (norma ISO 834).



**Fases en incendio tipo y momento en que actúa cada tipo de detector**

En una primera etapa del incendio no se generan partículas visibles para el ojo humano sino partículas cargadas negativamente que dan lugar a una ionización del ambiente. Al cabo de un tiempo, que puede ir desde algún minuto a incluso horas, aparece humo visible. Finalmente se presentan las llamas pasando a cobrar especialmente importancia la emisión de calor generado (incremento de temperatura).

Cada tipo de detector es sensible a las diferentes etapas de un posible fuego, captando un determinado fenómeno que ocurre habitualmente en la evolución previsible del mismo. Por lo tanto, para seleccionar el detector automático más adecuado (o combinación de ellos), habrá que tener en cuenta los materiales presentes y la posible evolución de un incendio.

Según lo indicado, si analizamos la curva tipo de fuego que representa el desarrollo ideal de un incendio (norma ISO 834) se puede pensar que los detectores más apropiados para un incendio son los que detectan las partículas ionizadas invisibles al ojo humano o como mucho, los de humos. Sin embargo, esta curva se aleja de la realidad en ciertos casos: En un incendio que evolucione lentamente, un detector de humo suele ser el primero en funcionar pero en un incendio que se desarrolle rápidamente se generará poco humo y mucho calor, así que un detector de calor funcionará antes que uno de humo. Además se deberán tener otros factores, como son:

- Requisitos legislativos, que exige en ciertos tipos de locales su instalación obligatoria. Las partes de un edificio que requieren protección serán como mínimo las especificadas en la Sección SI 4 "Detección, control y extinción del incendio" del Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio (SI) del CTE o en el Anexo III del Real Decreto 2267/2004, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales. No obstante, es muy recomendable su instalación en locales con alto riesgo de incendio, como son:
  - Los de almacenamiento de materiales combustibles, por ejemplo, cuartos de basura, archivos, etc.
  - Los locales técnicos con un carácter de control, por ejemplo, sales de calderas, centros de transformación, cuartos de ascensores, etc.
  - Falsos techos y suelos elevados cuando en ellos se alojan instalaciones importantes.
- La altura y la configuración del techo. Para los detectores de llama y humo será necesario que exista un techo o superficie similar que dirija el calor y el humo al detector lo antes posible. Sin embargo en el exterior o en recintos con techos muy altos, será mejor utilizar un detector de llama, ya que ésta se desplaza por sí misma en línea recta.

► La situación de las entradas y salidas de aire así como condiciones ambientales que puedan influir (corrientes de aire, climatización, ventilación, locales con mucho polvo presente que dé lugar a mucha suciedad en los detectores, cambios de temperatura, etc.):

- La influencia de la **temperatura** en los detectores de llama y humos es inapreciable hasta 50 °C, salvo especificación del fabricante indicando lo contrario. En el caso de los detectores de temperatura fija, la temperatura de disparo debe superar a la de ambiente entre 10 y 30 °C y no se deben emplear para temperaturas inferiores a 0 °C. En el caso de que la temperatura pueda presentar grandes variaciones, no es recomendable el uso de detectores termovelocimétricos.
- El **movimiento de aire** propicia que se ensucien los sensores de los detectores de humo. En general, habrá que tener en cuenta lo especificado por el fabricante, aunque se suelen manejar valores de 8 m/s de velocidad del aire para los detectores ópticos y de 12 m/s para los iónicos.
- Un valor alto de **humedad o polvo** puede producir falsas alarmas en los detectores de humo.
- Las **radiaciones ópticas** podrían provocar alteraciones en los detectores de llama y no suelen tener influencia en los de temperatura y humos.

- Posibilidad de falsas alarmas. En general, si queremos disminuir al mínimo el número de falsas alarmas, lo mejor suele ser un detector multisensor combinación de varios tipos (humo/calor, humo/calor/llama, etc.).
- La accesibilidad para permitir las operaciones de mantenimiento (limpieza y ensayos).

Los detectores deben utilizarse siguiendo las recomendaciones del fabricante además de las contenidas en la norma UNE-EN 23007-14:2009 Sistemas de detección y de alarma de incendios.

Los principales tipos de detectores son:

Detectores fases latentes: Detector de aspiración (ADS, Aspirating Detection System)

Este tipo de detección es la más reciente y tiene su origen en la idea de una detección "activa" que ayuda a que rápidamente se detecten los primeros aerosoles que se producen en un incendio (mediante el aspirado hasta el detector) frente a la detección convencional que puede verse influida por corrientes de aire, rincones, puertas abiertas, que retrasan la producción de la señal de detección de incendio, etc.

El detector de aspiración consiste básicamente en una red de tubos de muestreo que aspiran continuamente aire del área protegida y lo llevan hasta un detector. Está formado por un dispositivo de aspiración (turbina o ventilador), un filtro y un equipo de detección todo ello conectado con una red de tuberías de las que salen capilares con boquillas de aspiración que funcionan como tomas de muestreo. Existen varios tipos de detector: De aspiración convencional (iónicos y/o fotoeléctricos), láser, de nefelómetro y de cámara de niebla de Wilson.

La detección por aspiración presenta como principal ventaja el poder detectar humo en las etapas más tempranas de un incendio. Además puede cubrir grandes superficies, bien empleando ventilación forzada existente en el recinto o bien utilizando un trazado extensivo de tubos de muestreo. Se emplea en archivos, centrales telefónicas, galerías de cables, salas de control y, en general, en todos aquellos ambientes donde se precisa una detección muy rápida o donde los factores ambientales, corrientes de aire, suciedad, etc., pueden dar lugar a falsas alarmas con otro tipo de detección.

### Detectores de humos

Pueden ser de dos tipos: iónicos u ópticos (de barrera o fotoeléctrico).

Los *detectores iónicos* poseen dos cámaras ionizadas por un elemento radiactivo (una de medida y otra estanca o cámara patrón). Esto hace su reciclado difícil, por lo cual actualmente se encuentran en desuso y su desaparición será completa.

En ellos se establece una pequeñísima corriente de iones de oxígeno y nitrógeno entre ambas cámaras. Cuando los gases de combustión modifican la corriente de la cámara de medida, se establece una variación de tensión entre cámaras que convenientemente amplificada da la señal de alarma.

Como efectos perturbadores se tienen:

- Los humos que no proceden de incendio (tubos de escape de motores de combustión, calderas, cocinas, etc.). Se puede solucionar con cambios de ubicación, retardo y aviso por doble detección.
- Corrientes de aire de velocidad superior a 0,5 m/s.  
Se soluciona con paravientos.



### Los detectores ópticos.

Funcionan al percibir la luz cuando entra en contacto con partículas suspendidas en el aire. Pueden ser de barrera o fotoeléctricos. Se basan en la absorción de luz por los humos en la cámara de medida (oscurecimiento) o también en la difusión de luz por los humos (efecto Tyridall). Son de construcción más compleja que los iónicos. La fuente de perturbación principal es el polvo y la solución a ello es muy difícil, por lo que están desaconsejados en este entorno.

### Detectores de llama

Existen diversos tipos según las radiaciones que detecten (ultravioleta, infrarroja o una combinación de ellas). Son especialmente adecuados para la vigilancia de áreas abiertas desde grandes alturas o para aquellas zonas en donde se puede extender el fuego de llama con gran rapidez, por ejemplo en redes de tuberías con líquidos o gases inflamables o en áreas con materiales combustibles.

### Detectores térmicos

Existen dos tipos:

- ➔ El estático, que actúa cuando se alcanza una determinada temperatura.
- ➔ El termovelocímetro, que actúa cuando la velocidad de crecimiento de la temperatura supera un valor determinado (generalmente unos 10 °C/min).

Estos detectores son los más adecuados para fuegos en los que la materia combustible emite al arder mucho calor en un corto período de tiempo. También son los más adecuados para proteger sitios en donde la suciedad puede dar lugar a falsas alarmas, como en salas de máquinas, almacenes o garajes.

## **Central de Control y Señalización**

Al activarse un pulsador o detector de incendio, se emite un impulso hacia una central de control y señalización. Esta central debe situarse en un lugar que sea de paso y visible, por ejemplo, en la conserjería, la recepción, el centro de control, etc. Normalmente se sitúa a una altura que facilite su consulta y protegida por detectores de incendio.

Las centrales de control y señalización se programan para garantizar que en caso de incendio se obtenga una respuesta automática de acuerdo con lo previsto en el plan de emergencia.

Una vez recogida la información en la central, esta puede accionar:

- Sistemas de alarmas (avisos al personal, a servicios de vigilancia servicios de extinción de incendios).
- Dispositivos de compartimentación (puertas cortafuegos, trampillas para la evacuación de humos, etc.).
- Sistemas de bloqueo (de alimentación de depósitos, llaves de paso de tuberías, etc.).
- Sistemas de control de temperatura y evacuación de humos (SCTEH).
- Sistemas de extinción automática (rociadores automáticos, instalación fija de dióxido de carbono, de polvo seco, etc.).

La superficie que hay que proteger se divide en zonas donde se colocan una serie de detectores y pulsadores. Existen diversos tipos de tecnologías de comunicación del sistema de detección con la señal, en función del riesgo y la seguridad necesaria en un recinto: Detección convencional, convencional direccionable y analógica.

### Detección convencional

Para superficies pequeñas o diáfanas en donde los detectores y pulsadores sean fáciles de localizar y próximos a la central, se suele utilizar detección convencional que informa a la central del estado del detector (normal, avería o alarma) pero sin identificar en cuál de ellos se ha producido una incidencia. Para comprobar si la alarma es real o falsa es preciso desplazarse a la zona del detector activado. De acuerdo con la norma UNE-EN 23007-14:2009 la distancia máxima a recorrer dentro de una zona para identificar el lugar de procedencia de la señal tiene que ser inferior a 30 m y el área máxima de una zona deberá ser inferior a 2000 m<sup>2</sup>. Es un sistema muy económico tanto desde el punto de vista de los detectores como de la central.

### Detección convencional direccionable

Para mayores superficies con mayor riesgo es necesaria mayor comunicación entre la central y el detector así como con otros componentes de las instalaciones.

El avance tecnológico ha permitido la comunicación mediante bucles o lazos de todos los componentes con la central. Esto ha permitido identificar la localización del detector aunque siga siendo necesaria la presencia física para verificar su estado.

## Detección analógica

El término “analógico” no se refiere al tipo de tecnología (totalmente digital) sino a que la información proporcionada es un valor porcentual (analógico) de las condiciones de humo o temperatura real en función del tiempo. En este caso los detectores pasan de ser simples relés a sensores que valoran porcentualmente las condiciones de concentración de humo o valor de la temperatura existente en función del tiempo. Además permiten una comunicación bidireccional y en tiempo real con la central, ya que la central puede acceder a cada sensor para recabar información del mismo. Del mismo modo se obtiene información de cualquier incidencia (mantenimiento de los sensores, estado de sirenas, etc.) en el momento en que se produce, pudiéndose trabajar con un fichero histórico útil para futuras consultas y disminuyendo las falsas alarmas por acumulación de suciedad en los sensores.

## **Mantenimiento**

Programa de mantenimiento de los medios materiales de lucha contra incendios  
(RD 1942/1993, de 5 de noviembre)

Equipo o sistema	CADA TRES MESES <sup>1</sup>	CADA AÑO <sup>2</sup>
Sistemas automáticos de detección y alarma de incendios	<ul style="list-style-type: none"><li>- Comprobación de funcionamiento de las instalaciones (con cada fuente de suministro).</li><li>- Sustitución de pilotos, fusibles, etc., defectuosos.</li><li>- Mantenimiento de acumuladores (limpieza de bornas, reposición de agua destilada, etc.).</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Verificación integral de la instalación.</li><li>- Limpieza del equipo de centrales y accesorios.</li><li>- Verificación de uniones roscadas o soldadas.</li><li>- Limpieza y reglaje de relés.</li><li>- Regulación de tensiones e intensidades.</li><li>- Verificación de los equipos de transmisión de alarma.</li><li>- Prueba final de la instalación con cada fuente de suministro eléctrico.</li></ul>

## Agentes extintores

Para extinguir un incendio se utilizan los productos conocidos como "agentes extintores". A continuación se van a comentar los más conocidos: el agua (o hídrico), las espumas, los polvos, el anhídrido carbónico y los agentes gaseosos.



### Agua

Es el agente extintor de mayor uso, ya que es fácil de obtener, abundante, inerte y tiene una gran eficacia extintora. Es el agente más adecuado para fuegos de combustibles sólidos de la clase A.

En ciertas circunstancias, con el fin de mejorar su comportamiento, se le añaden aditivos (humectantes, emulsionantes, espesantes y opacos). Por ejemplo, en incendios forestales con el fin de que se adhiera muy bien a las superficies (masa forestal) se le añade un espesante que aumenta la viscosidad (carboximetilcelulosa de sodio). En cambio, en fuegos profundos y escondidos, se añade un aditivo humectante que rompe la tensión superficial que mantiene unidas las distintas moléculas de agua.

Se puede aplicar de tres formas posibles: A chorro, pulverizada o nebulizada. La aplicación a chorro es especialmente adecuada para lanzar agua a distancia, cuando por alguna razón no podemos acercarnos suficientemente. El agua pulverizada hace pasar el agua a presión por boquillas difusoras, que en el caso del agua nebulizada llegan a dar lugar a diminutas gotas de tamaño comprendido entre 200 y 1000 micras. Con el agua pulverizada y nebulizada aumentamos la superficie de contacto del agua con el fuego, con lo que se necesita menos cantidad de agente extintor que con el agua a chorro.

Sus propiedades extintoras son:

- Extinción por refrigeración: El agua tiene un alto poder calorífico que le confiere su alta capacidad de absorción de calorías (540 calorías para pasar a vapor 1 g).
- Extinción por sofocación: El agua, al transformarse en vapor, aparta el oxígeno del aire. El volumen de 1 g de agua, que ocupa habitualmente 1 cm<sup>3</sup>, se convierte en 1700 cm<sup>3</sup> al transformarse en vapor. Esto ayuda además a evitar el calor por radiación (especialmente infrarroja) y diluir los gases de combustión, arrastrando humos y gases tóxicos solubles.

A veces también se utiliza para diluir ciertos líquidos hidrosolubles. Ej. El alcohol etílico. Los principales riesgos que presenta son:

- Es poco indicada para apagar a chorro en fuegos de la clase B por la posibilidad de esparcimiento del combustible. Deberá ser agua pulverizada o nebulizada.
- Tampoco se puede aplicar a chorro sobre instalaciones eléctricas, aunque se podrá recurrir a su uso pulverizado o nebulizado.
- El agua tiene el inconveniente de convertirse en hielo a partir de 0º. Por ello se deben proteger las conducciones contra las heladas o añadir anticongelantes (por ejemplo, glicol o glicerina, cloruro cálcico, etc.).
- Además, no se debe aplicar sobre metales combustibles (por ejemplo, aluminio, magnesio, socio, zinc, etc.), ya que se produciría una explosión por la súbita vaporización del agua.

## Espuma

Las espumas se forman a partir de una mezcla de agua con un aditivo emulsionante. No es tóxica y es el agente más adecuado para fuegos de combustibles líquidos de la clase B, aunque también se puede aplicar en fuegos de la clase A.

Se clasifican en función de la forma de generación (de tipo químico o físico), de su grado de expansión (de alta o baja expansión) y de su composición química.

En cuanto a su forma de generación existe:

- La espuma química está compuesto por un agente espumante acompañado de una sal alcalina, que en contacto con una solución ácida da lugar a una reacción química que desprenderá dióxido de carbono (el gas que forme las burbujas). Está prácticamente en desuso hoy en día por ser altamente corrosiva.
- La espuma física se forma a partir de una mezcla de agua con un aditivo emulsionante (llamado espumógeno) que dará lugar al espumante al que se aplica aire en proporciones adecuadas (aire producido bien por efecto de la turbulencia generada por la misma presión del espumante o mediante un ventilador).

La relación existente entre el volumen de líquido utilizado y el volumen de espuma obtenido, se llama coeficiente de expansión (c.e.). En función de este coeficiente de expansión, se distingue entre espuma de baja, media y alta expansión.

En cuanto a su composición, pueden ser espumas proteínicas, fluoroproteínicas, sintéticas y especiales antialcohol.

- Las proteínicas son concentrados de polímeros proteínicos hidrolizados con aditivos especiales. Producen espumas densas y viscosas muy estables al calor. Tienen un tiempo de almacenamiento limitado, ya que son biodegradables.
- Los espumógenos fluoroproteínicos son concentrados proteínicos que disponen de agentes fluorados que le dan cualidades especiales como la no adherencia al combustible y un mejor sellado frente a los vapores. Se emplean inyectados por debajo de la superficie del combustible.
- Los espumógenos sintéticos son formadores de película acuosa que no necesitan de la adición de aire. Por ejemplo, los AFFF (aqueous film forming foam). Se caracterizan por el buen sellado de las superficies del combustible. Actualmente son lo más utilizados.
- Los espumógenos especiales antialcohol permiten la extinción de líquidos combustibles polares hidrosolubles (por ejemplo, el alcohol), los cuales impedirían la formación de la espuma formada con espumógenos normales al disolver el agua del líquido espumante.

La espuma actúa fundamentalmente por sofocación, ya que flota sobre el combustible produciendo una capa continua de material que separa el combustible del oxígeno del aire. Además, la presencia del agua hace que se produzca un efecto de refrigeración.

Los principales riesgos al aplicar espuma son los mismos que para el agua, en especial no pueden utilizarse en presencia de electricidad ni tampoco en fuegos de metales de gran poder reactivo. También se debe tener en cuenta que algunos polvos extintores descomponen ciertas espumas, por lo que son incompatibles.

## **Polvos químicos**

Es un agente extintor compuesto de sustancias químicas finamente divididas (por lo general, bicarbonato sódico o potásico). No son tóxicos ni abrasivos, actúan muy rápido resistiendo humedad y vibraciones y además, no conducen la electricidad. Son adecuados para fuegos de las clases A, B, C y D, pero especialmente para fuegos de la clase B.

La principal forma de extinción que tiene lugar es a través de la inhibición de la reacción en cadena, al interponerse radicales catalizadores negativos en la reacción de combustión. En menor medida tendrá lugar una refrigeración, debido a la menor temperatura del polvo, y una sofocación debido a la capa de polvo formada sobre el combustible.

En la actualidad se utilizan tres tipos de polvos:

- Polvo ABC (polivalente): Fosfato mono-amónico al 75% y otros, como sales pulverizadas. Es el más usado en la actualidad ya que es totalmente polivalente.
- Polvo BC (convencional, normal o seco): Bicarbonato urea-potasio, potásico o sódico.
- Polvo para fuegos especiales de la clase D (específico metales). Compuesto a base de borato de sodio.

Las principales desventajas de su uso son:

- Su corrosividad sobre componentes metálicos en instalaciones eléctricas y electrónicas, que hace necesaria una rápida limpieza después de su uso.
- Su incompatibilidad con algunas espumas cuando se utilicen conjuntamente.
- La reducción de visibilidad, especialmente en interiores o en fuegos exteriores con viento.
- No son tóxicos, pero al penetrar en las vías respiratorias puede producir irritación.
- Se pueden apelmazar dentro de los recipientes, lo cual impedirá su uso total y por lo tanto, reducirá su eficacia.

## **Dióxido de carbono**

El dióxido de carbono es un gas envasado en fase líquida a presión en recipientes. Cuando sale del recipiente pasa al estado gaseoso y se produce un enfriamiento muy rápido. Su principal ventaja es que proporciona su propia presión de descarga, no conduce la corriente eléctrica y además es limpio y no produce daños. Además no reacciona con la mayor parte de sustancias (con la excepción del magnesio y el carbono)

Actúa primordialmente por sofocación y enfriamiento. Es un agente extintor adecuado para fuegos de las clases A y B. Sus principales desventajas son:

- En alta concentración es asfixiante. Se considera que el umbral de dióxido de carbono en el aire cuyos efectos dañinos resultan evidentes, es del 6-7%. Por encima del 9%, la mayoría de las personas quedan inconscientes en poco tiempo. Como la concentración mínima del dióxido de carbono en el aire para extinguir un fuego es muy superior al 9%, hay que prever las adecuadas medidas de seguridad con todos los sistemas de extinción de dióxido de carbono. Por ejemplo, el mecanismo de disparo incluirá un retardo en su acción, un sistema de pre-alarma y un pulsador que bloquee el sistema de extinción, de forma que se permita la evacuación de los ocupantes y se garantice su seguridad antes de la descarga del agente extintor. En cualquier caso, se deberían utilizar en lugares donde no existan personas: falsos techos, tolvas, interior de un cuadro eléctrico, campana extractora de cocina, etc.
- Es poco eficaz frente a brasas.
- Se debe envasar en recipientes robustos que, por lo tanto, resultan pesados.

## **Agentes extintores sustitutivos de los halones**

Los halones (halogenated hidrocarbon), empleados en muy diversas actividades incluyendo la protección contra incendios, son derivados halogenados de hidrocarburos en los que se han sustituido átomos de hidrógeno por halógenos como el flúor, cloro, bromo y yodo. Por ejemplo, el HALON 1211 O bromoclorodifluormetano y el HALON 1301 O bromotrifluormetano. En la actualidad está prohibida su fabricación y uso (con muy pocas excepciones frente a riesgos específicos) por dañar la capa de ozono que rodea la Tierra y colaborar en el efecto invernadero. Desde el 1 de enero de 1994, según el protocolo de Montreal (1987) y del acuerdo de Copenhague (1992), está prohibida su fabricación y distribución, aunque se permitió su utilización hasta el año 2000. El Reglamento 842/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo de 17 de mayo de 2006 prohibió la comercialización de los agentes fluorados a partir del 4 de julio de 2007. A partir de entonces se han buscado sustitutos, que se pueden clasificar en dos clases:

Los agentes inertes: Suelen ser mezcla de gases constitutivos del aire tales como el nitrógeno, argón, etc. Lo que se pretende conseguir con esta clase de gases es disminuir la concentración del oxígeno del aire a una proporción inferior al 12% en el lugar que se ha producido el fuego, al objeto de extinguir el mismo por sofocación. Ejemplos: INERGEN, ARGONNITE.

Los agentes activos: Este tipo de gases al entrar en contacto con el fuego se descomponen en radicales e iones que extinguén el fuego por inhibición. Ejemplos, FM - 200, FE - 13.

Estos agentes extintores, aparte de tener un bajo impacto ambiental al estar compuestos de agentes presentes en la atmósfera, tienen una capacidad extintora similar a la de los halones, facilitan el aprovechamiento de las instalaciones de halones y no dejan residuos ni son tóxicos. Además, generalmente no son conductores de la electricidad.

## **Instalaciones y equipos de extinción de incendios**

Los sistemas de detección y alarma y sistemas de extinción, tanto en su diseño, instalación como en su mantenimiento deberán ajustarse a lo establecido en el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios (R.D. 1942/1993 de 5 de noviembre, B.O.E. 14 de diciembre de 1993).

Los sistemas de extinción se pueden **clasificar en dos grandes divisiones**:

Sistemas destinados a controlar un conato de incendio, entendiendo como conato de incendio un incendio de tamaño pequeño, o el accidente que puede ser controlado de forma sencilla y rápida por el personal y medios de protección del local, dependencia o sector. En este apartado se encuentran los extintores, que se verán en detalle a continuación. Existen también otros elementos de acción física como son las mantas, las tapaderas, la arena, etc, adecuados para fuegos iniciales o instalaciones con determinadas características. Todos ellos actúan por sofocados separando combustible y aire. Las mantas ignífugas o mantas apaga-llamas pueden ser utilizadas para sofocar la fase inicial de un incendio. Sirven también para envolver al personal que ha sido alcanzado por las llamas o para protección de máquinas, instalaciones y materiales de valor.

Sistemas para hacer frente a un incendio de serias proporciones:

- Boca de incendios equipada (BIE)
- Columna hidrante
- Columna seca
- Sistemas de extinción automática:



### **Extintores**

En la lucha contra el fuego el tiempo es un factor fundamental, de manera que lo que puede apagarse con medios manuales, como un extintor, en los primeros segundos, precisa de la intervención de los bomberos algunos minutos después.

Según la norma UNE-EN 3-7: 2004 + A1 Extintores portátiles de incendios. Parte, Características, requisitos de funcionamiento y métodos de ensayo, se define extintor de incendios como el aparato que contiene un Agente extintor que Puede proyectarse y dirigirse sobre un fuego por la acción de una presión interna. Del mismo modo, la norma UNE-EN 1866 Extintores de incendio móviles, define el extintor portátil de incendios como aquel diseñado para llevarse y utilizarse a Mano y que, en consideraciones de funcionamiento, tiene una masa inferior o igual a 20 kg.

Los extintores cumplirán el Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión

## **Se pueden clasificar en función de:**

- Tipo de agente extintor: Pueden utilizar agua, espuma, dióxido de carbono, polvo, halones o sustitutivos de los halones.
- Movilidad: Pueden ser bien extintores portátiles, es decir, que pueden ser portados o desplazados a mano (manuales) o colgados a la espalda (dorsales), bien estar montados sobre ruedas (extintor de carro) o bien mantenerse fijos (para colgar directamente sobre el foco de riesgo, por ejemplo, sobre el mechero de una caldera de calefacción). El peso máximo permitido para un extintor manual es de 20 kg y para uno dorsal de 30 kg.
- Por su sistema de presurización: La presión interna del agente extintor puede obtenerse por:
  - Presión propia del agente extintor: (es el caso del dióxido de carbono).
  - Presión incorporada al agente extintor: A través de un gas auxiliar (por ejemplo, a través de nitrógeno o dióxido de carbono en los polvos secos y los halones). Generalmente se encuentran equipados con un manómetro que indica la presión interior.
  - Presión adosada interna o externa. A través de la liberación de un gas auxiliar sin encontrarse el agente extintor permanentemente presurizado. Tienen un botellín interior o exterior adosado que contiene un agente propelente permitido (puede ser aire, argón, dióxido de carbono, helio, nitrógeno o una mezcla de los mismos). Deberán ir provistos de una válvula de seguridad.
  - Por reacción química. Cuando el agente extintor es líquido (agua) la presión de impulsión puede obtenerse por un gas producido por una reacción química que tiene lugar en el interior del recipiente en el momento de su uso.

## **Componentes de un extintor**

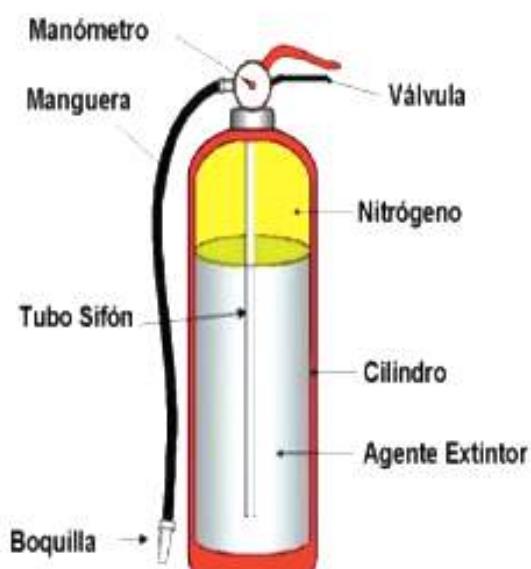
Los principales componentes de un extintor son:

- El cuerpo del extintor, que es el recipiente que contiene el agente extintor que precisa ser presurizado.
- Cabezal de disparo, válvula que puede estar en el cabezal del recipiente o en el extremo de la manguera y que controla la descarga. Puede tener también manómetro y válvula de seguridad.

- Dispositivo de seguridad, por ejemplo un alambre metálico o precinto que deba ser retirado antes de la utilización del extintor y evite el disparo involuntario del mismo.
- Sistema de presurización, que como se ha indicado puede estar dentro del extintor de forma permanente, en un botellín dentro que se descarga con el agente extintor, o bien en un botellín en el exterior.
- Sistema de descarga, formado por un tubo sonda o sifón por el que sale el agente extintor hasta la boquilla de descarga, la cual para extintores de capacidad inferior a 2 kg estará unida al cabezal de disparo y en el resto de los casos en el extremo de la manguera que va hasta el cabezal.  
Los extintores deben estar marcados de tal manera que sean fácilmente localizables sus características y su modo de funcionamiento y peligros en su uso. En concreto, es especialmente importante conocer:
  - La carga del extintor, que es la masa o volumen del agente extintor contenido en el mismo. La carga de los extintores a base de agua se expresa en litros y la del resto en kilogramos.
  - Clases de fuego que puede extinguir el extintor, según norma UNE-EN 2:1994/A1 2005.
  - Eficacia del extintor, que es la capacidad del mismo para extinguir una o varias clases de fuego. Esta eficacia viene determinada por ensayos normalizados de distintos hogares tipo cuyas características, su tamaño y el combustible van a depender del tipo de fuego a extinguir, identificándose mediante la letra correspondiente a la clase de fuego (A, B o C) y a un número anterior a la misma que se refiere a la cantidad de combustible que el extintor es capaz de apagar. Así, para marcar la eficacia de los fuegos de la clase A, el combustible lo compone un apilamiento de listones o vigas de madera de pino (la eficacia viene determinada por el número de listones o vigas por capa), para los fuegos de la clase B se utiliza un recipiente en forma de cilindro conteniendo una mezcla de heptano y agua (la eficacia viene determinada por el volumen de líquido total) y para los fuegos clase C no existen ensayos, marcándose simplemente si el extintor extingue o no un fuego de este tipo.
- La identificación del fabricante o importador, la presión de diseño y la fecha de la primera prueba de presión. Se debe conocer la fecha e identificación de quien realiza las pruebas de presión con periodicidad de cinco años. Al adquirirse ya aparece indicada la fecha de la primera prueba de presión y, a continuación cada cinco años, se realizará una prueba, hasta que a los 20 años de servicio el extintor se retira.

## Funcionamiento de un extintor

- Asegurarse de que el extintor es el adecuado para el tipo de fuego a extinguir.
- Descolgar o recoger el extintor.
- Asegurarse de que el extintor funciona correctamente realizando un pequeño disparo de prueba. Preparar para ello el extintor según las instrucciones indicadas en el propio extintor. En los extintores de presión adosada interna o externa, antes de su ubicación hay que realizar una maniobra de presurización, que será diferente en función del tipo (válvula, palanca o percutor). La operación con el extintor es distinta según sea de presión incorporada o no. Los de presión incorporada se utilizan soportando el extintor por la válvula con una mano, accionando ésta, mediante una presión de la misma mano y dirigiendo la manguera y la boquilla con la otra. En los de presión adosada se levanta el extintor con una mano, por el soporte o asa que lleva el cuerpo, y se dirige la manguera, operando la pistola con la otra mano.
- Dirigirse al fuego a favor del viento en los incendios de exterior o a favor del tiro de aire en los de interior.
- Disparar el agente extintor hacia la base de las llamas, realizando un barrido en zigzag con objeto de cubrir la máxima superficie posible.
- Si el fuego es tipo A (sólidos), una vez apagadas las llamas conviene espaciar las brasas (con algún útil o incluso los pies si están bien protegidos) volviéndolas a apagar bien con el extintor.
- Si el fuego es tipo B (líquidos) e incluso en el caso de sólidos granulados o partículas de poco peso, no es conveniente lanzar el chorro directamente, sino de manera tangencial para evitar que se derrame o esparza el combustible ardiendo.



## Marcado de un extintor



## **Emplazamiento de un extintor**

Según lo marcado por el RD 1942/1993, 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. No obstante, los extintores pueden colocarse directamente sobre el suelo, colgarse en la pared o incluso en un pedestal de uso exclusivo. Se considerarán adecuados, para cada una de las clases de fuego, los agentes extintores, utilizados en extintores.

La dotación de extintores adecuada en zonas de uso no industrial, seguirá el Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio (DB-SI) del Código Técnico de la Edificación (CTE), aprobado por el Real Decreto 314/2006. Con carácter general los extintores deberán estar situados cada 15 metros de recorrido en cada planta, como máximo, desde todo origen de evacuación. Este recorrido se considera real, es decir, los 15 metros se deben medir sorteando cualquier elemento dispuesto entre cualquier punto del recinto y el extintor más próximo. Cada uno de los extintores tendrá una eficacia mínima de 21 A - 113 B.

## **Componentes de una BIE**

Los sistemas de bocas de incendios equipadas son sistemas de lucha contra incendios fijos de utilización manual que se colocan en los edificios.

Los sistemas de bocas de incendio equipadas suelen estar compuestos de:

Red de tuberías de agua y fuente de abastecimiento de agua.

A veces la red de agua pública puede garantizar las condiciones de presión y caudal exigibles por la legislación, pero de no ser así deberá instalarse un equipo de bombeo y un depósito para suministro exclusivo de las BIE que puede ser compartido con otros equipos de protección activa contra incendios, siempre y cuando se pueda garantizar las condiciones hidráulicas de caudal y presión para un funcionamiento simultáneo.

AGENTE EXTINTOR	CLASES FUEGO (UNE EN 2:1994)			
	A Sólidos	B Líquidos	C Gases	D Metales especiales
Agua pulverizada	xxx <sup>2</sup>	x		
Agua a chorro	xx <sup>2</sup>			
Polvo BC (Convencional)		xxx	xx	
Polvo ABC (Polivalente)	xx	xx	xx	
Polvo específico metales				xx
Espuma física	xx <sup>2</sup>	xx		
Anhídrido carbónico	x <sup>1</sup>	x		
Hidrocarburos halogenados	x <sup>1</sup>	xx		

Siendo:

xxx Muy adecuado  
 xx Adecuado  
 x Aceptable

### Agentes extintores y su adecuación a las distintas clases de fuego

## Programa de mantenimiento de los medios materiales de lucha contra incendios

<b>Equipo o sistema</b>	<b>CADA TRES MESES<sup>1</sup></b>	<b>CADA AÑO<sup>2</sup></b>	<b>CADA CINCO AÑOS<sup>2</sup></b>
Extintores de incendios	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comprobación de la accesibilidad, señalización, buen estado aparente de conservación.</li> <li>- Inspección ocular de seguros, precintos, inscripciones, etc.</li> <li>- Comprobación del peso y presión en su caso.</li> <li>- Inspección ocular del estado externo de las partes mecánicas (boquilla, válvula, manguera, etc.).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comprobación del peso y presión en su caso.</li> <li>- En el caso de extintores de polvo con botellín de gas de impulsión se comprobará el buen estado del agente extintor y el peso y aspecto externo del botellín.</li> <li>- Inspección ocular del estado de la manguera, boquilla o lanza, válvulas y partes mecánicas. Nota: en esta revisión anual no será necesaria la apertura de los extintores portátiles de polvo con presión permanente salvo que en las comprobaciones que se citan se hayan observado anomalías que lo justifiquen.</li> <li>- En el caso de apertura del extintor, la empresa mantenedora situará en el exterior del mismo un sistema indicativo que acredite que se ha realizado la revisión interior del aparato.</li> </ul> <p>Como ejemplo de sistema indicativo de que se ha realizado la apertura y revisión interior del extintor, se puede utilizar una etiqueta indeleble, en forma de anillo, que se coloca en el cuello de la botella antes del cierre del extintor y que no pueda ser retirada sin que se produzca la destrucción o deterioro de la misma.</p>	<p>A partir de la fecha de timbrado del extintor (y por tres veces) se procederá al retimbrado del mismo de acuerdo con la ITC-MIE-AP 5 del Reglamento de aparatos a presión sobre extintores de incendios.*</p> <p>Rechazo: Se rechazarán aquellos extintores que, a juicio de la empresa mantenedora presenten defectos que pongan en duda el correcto funcionamiento y la seguridad del extintor o bien aquellos para los que no existan piezas originales que garanticen el mantenimiento de las condiciones de fabricación.</p>

**(RD 1942/1993, de 5 de noviembre)**

## Bocas de incendio equipadas (BIE)

Las BIE pueden ser de dos tipos: De 25 mm (BIE 25) o 45 mm (BIE 45) de diámetro y están provistas como mínimo de:

- Lanza: Tendrá la posibilidad de accionamiento de tres tipos: Cierre, accionamiento en forma de chorro o pulverización (también conocida como "dispersión en cono de ataque"). La forma de chorro se utiliza para conseguir un gran alcance o intentar penetrar en combustibles sólidos porosos. En la forma de pulverización se consigue esparcir el agua lo máximo posible con una mejor eficacia. Existen además modelos de lanzas que disponen de un cuarto efecto, una cortina de agua que se utiliza para la protección de las personas. Con este accionamiento, también conocido como en "cono de defensa", se consigue una mejor protección frente a radiaciones y llamas del fuego.

El uso de la BIE 45, de manguera plana, requiere para su funcionamiento óptimo de, al menos, dos personas, debiendo ser desenrollada antes de accionar la válvula de entrada de agua, puesto que de no ser desplegada la propia presión estrangularía la manguera en los pliegues y no sería posible su manejo. La BIE 25, de manguera semirrígida, permite que el agua pase por la manguera sin necesidad de desplegarla totalmente (aunque en la práctica si es necesario desplegarla un poco para manejárla adecuadamente) y puede ser manejada por una única persona.



- Mangueras: De 15 m de longitud en la BIE 45 (plana) o de 20 m en la BIE 25. La presión del agua en la BIE 25 no provoca movimientos violentos en la manguera debido a que ésta no cambia de forma al recibir el caudal como consecuencia de su rigidez, mientras que en la BIE 45 se pueden provocar fuertes movimientos en la manguera con el consiguiente peligro de golpear a alguien o algo situado en las proximidades.
- Racor: Es el elemento metálico de acoplamiento entre las diferentes partes constituyentes de la BIE.
- Válvula: Con su apertura permitirá la salida del agua procedente de la tubería a la propia boca de incendios equipada.
- Manómetro: Dispositivo situado a la entrada de agua al conjunto para medir la presión de agua en la red.
- Soporte: De tipo devanadera y también de plegadora.
- Armario: Contiene y protege todos los elementos.

El marcado de la BIE debe contener la siguiente información: a) Nombre del suministrador o la marca comercial o ambos; b) Número de la norma europea que siguen (UNE 671-1 para la BIE 25 y UNE 671-2 para la BIE 45); c) año de fabricación; d) presión máxima de servicio; e) longitud y el diámetro de la manguera, f) diámetro equivalente de orificio de la lanzaboquilla (marcado sobre la misma).

Dado que las BIE 25 son más fáciles de manejar que las BIE45, pero tienen menos potencia extintora, las BIE 45 se exigen en ambientes industriales con mayor carga de fuego y en zonas clasificadas con riesgos alto, como por ejemplo talleres de mantenimiento, salas de calderas, almacenes de productos farmacéuticos o imprentas, etc. Las BEI 25 se utilizarán en sectores de incendio industriales de riesgo bajo y en establecimientos de tipo administrativo, residencial público, hospitales o centros docentes, etc.

## **Funcionamiento de una BIE**

Las BIE deben estar acompañadas de las instrucciones de uso completo, fijadas sobre o en las inmediaciones de la BIE.

Cuando sea necesario hacer uso de las BIE, será preciso tener en cuenta las siguientes normas de utilización:

- ➔ Abrir la puerta o romper el cristal de protección (en este caso puede ser preciso colocar sobre el armario alguna prenda que impida que los cristales sean proyectados contra los usuarios y, a continuación, retirar los restos de cristal presentes en los cercos del armario con objeto de impedir que la manguera resulte dañada al ser desenrollada).
- ➔ Si se trata de una BIE de 45 mm, con carácter previo a su uso, la manguera deberá ser totalmente desenrollada y extendida, evitando la presencia de pliegues a lo largo de la misma.
- ➔ En el manejo de las BIE, la lanza deberá ser sujetada preferiblemente por dos personas a las que se añadirá una tercera que abrirá la válvula de paso del agua lentamente.
- ➔ La boca de la BIE permite la salida del agua en forma de chorro compacto, lo que permite alcanzar lugares alejados, o de manera pulverizada, muy útil para evitar que el fuego se esparza cuando se trate de sólidos, materiales granulados o partículas de poco peso.
- ➔ La lanza no se soltará hasta que la válvula no sea totalmente cerrada para evitar que la presión del agua haga que la manguera golpee a los usuarios.

## **Emplazamiento de una BIE**

Según el RIPCI deberán estar situadas próximas a las salidas del sector de incendio a una distancia máxima de 5 m. En un espacio diáfano, el número de BIE será tal que en un sector o compartimento que la superficie del mismo esté totalmente protegida considerando que cualquier punto pueda ser alcanzado por la misma añadiendo a la longitud de la manguera 5 m. La distancia máxima entre dos BIE será de 50 metros. Siempre se mantendrá un espacio libre de obstáculos alrededor de cada BIE. La distancia desde cualquier punto del local protegido hasta la BIE, más próxima, no excederá de 25 metros.

Deberá montarse sobre un soporte rígido de forma que la altura de su centro quede como máximo a 1,5 m sobre el nivel del suelo o a más altura si se trata de una BIE de 25 mm, siempre que la boquilla y la válvula de apertura manual, si existen, estén situadas a la altura citada.

Se deberá mantener alrededor de cada BIE una zona libre de obstáculos lo suficientemente amplia para permitir el acceso y maniobra sin dificultad.

## **Mantenimiento de una BIE**

Programa de mantenimiento de los medios materiales de lucha contra incendios  
(RD 1942/1993, de 5 de noviembre)

<b>Equipo o sistema</b>	<b>CADA TRES MESES<sup>1</sup></b>	<b>CADA AÑO<sup>2</sup></b>	<b>CADA CINCO AÑOS<sup>2</sup></b>
Bocas de Incendio Equipadas	<ul style="list-style-type: none"><li>- Comprobación de la buena accesibilidad y señalización de los equipos.</li><li>- Comprobación por inspección de todos los componentes, procediendo a desenrollar la manguera en toda su extensión y al accionamiento de la boquilla caso de ser de varias posiciones.</li><li>- Comprobación, por lectura del manómetro, de la presión de servicio.</li><li>- Limpieza del conjunto y engrase de cierres y bisagras en puertas del armario.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Desmontaje de la manguera y ensayo de ésta en lugar adecuado.</li><li>- Comprobación del correcto funcionamiento de la boquilla en sus distintas posiciones y del sistema de cierre.</li><li>- Comprobación de la estanquidad de los racores y mangas y estado de las juntas.</li><li>- Comprobación de la indicación del manómetro con otro de referencia (patrón) acoplado en el racor de conexión de la manguera.</li></ul>	La manguera debe ser sometida a una presión de prueba de 15 Kg/cm <sup>2</sup> .



### Hidratante

Los hidrantes son unos dispositivos hidráulicos acoplados a una red de abastecimiento de agua, los cuales están destinados a la lucha contra incendios desde el exterior de los edificios a través de la conexión de las mangueras de los servicios de extinción de bomberos o propios de ciertos establecimientos industriales, bien para el ataque directo al fuego o bien para suministrar agua a los vehículos de extinción.

#### Componentes de un hidrante

Por su diseño los hidrantes se clasifican en columnas hidrantes exteriores (CHE) que pueden ser de columna seca (sin agua en la columna del hidrante) o de columna húmeda (con agua permanentemente) y en hidrantes de arqueta o bajo el nivel del suelo (toma de agua subterránea situada debajo de una tapa), los cuales a su vez también pueden ser húmedos o secos.

El hidrante exterior (de superficie) está formado por una columna de hierro (cuerpo) que emerge del suelo, sobre la cual se encuentran uno o varios rieles de conexión para las mangueras. Además, en el caso del hidrante de columna seca, el cierre de paso de agua se realiza a través de una válvula por debajo del nivel del suelo (un eje de acero, que atraviesa la columna de arriba abajo, permite maniobrarla), combinada con un sistema de drenaje automático que permite el vaciado del cuerpo del hidrante una vez se ha utilizado.

Los hidrantes colocados debajo del nivel del suelo están ubicados en una arqueta con las dimensiones suficientes para el acceso a la válvula que llevan debajo de su tapa.

Generalmente se prefieren los hidrantes de columna seca (más costoso que el de columna húmeda) tanto por el peligro de heladas como para evitar las posibles fugas de agua en caso de impacto accidental. En este caso de columna seca, ésta se vacía automáticamente tras el llenado al terreno circundante a través de una pequeña válvula de drenaje. Los sistemas de arqueta se colocan cuando hay problemas de espacio, como en el caso de grandes ciudades.

Las CHE se ajustarán a las normas UNE 23.405 y 23.406, mientras que los hidrantes de arqueta se ajustarán a la norma UNE 23.407.

### Funcionamiento de un hidrante

El uso del hidrante dependerá de su presión de descarga. En el caso industrial, generalmente la presión que tienen permite la conexión directa de las mangueras o materiales auxiliares, mientras que en el caso de zonas urbanas en donde se encuentran conectados a la red de agua, se utilizarán para reponer el agua de los vehículos motobomba.

Especialmente en zonas industriales, es frecuente disponer de armarios de incendio (o armarios intemperie) equipados con elementos auxiliares como las lanzas, mangueras, bifurcaciones, reducciones, etc. A veces incluso se incluyen EPI como cascos, botas para aguar, guantes, trajes, etc. Además, en caso de precisar un gran caudal de agua a una distancia considerable, se utilicen monitores que facilitan la regulación de la dirección del agua hacia la zona del incendio.

### Emplazamiento de un hidrante

Los hidrantes deberán estar situados en emplazamientos fácilmente accesibles, fuera de espacios destinados a la circulación y estacionamiento de vehículos. Se seguirán los criterios recogidos en la legislación vigente (actualmente el CTE y el RSCIEI). Es también recomendable seguir la regla técnica RT2-CHE de CEPREVEN.

El emplazamiento de un hidrante en arqueta se señaliza con una señal rectangular con borde rojo, en donde se representa una T sobre la cual se indica el tipo de hidrante (de 80 o 100 mm), y bajo los brazos, en el sentido hacia donde se ubica el hidrante, se indica la distancia en metros desde la señal y, al pie de la T, la distancia, también en metros, a la que está separado de la fachada donde se encuentra la señal.

### Mantenimiento de un hidrante

<b>Equipo o sistema</b>	<b>CADA TRES MESES<sup>1</sup></b>	<b>CADA SEIS MESES<sup>1</sup></b>
Hidrantes	<ul style="list-style-type: none"><li>- Comprobar la accesibilidad a su entorno y la señalización en los hidrantes enterrados.</li><li>- Inspección visual comprobando la estanquidad del conjunto.</li><li>- Quitar las tapas de las salidas, engrasar las roscas y comprobar el estado de las juntas de los racores.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Engrasar la tuerca de accionamiento o llenar la cámara de aceite del mismo.</li><li>- Abrir y cerrar el hidrante, comprobando el funcionamiento correcto de la válvula principal y del sistema de drenaje.</li></ul>

Programa de mantenimiento de los medios materiales de lucha contra incendios  
(RD 1942/1993, de 5 de noviembre)

## **Columna seca**

El objetivo de las columnas secas es garantizar la actuación de los servicios de bomberos en edificios en los que por su altura o características singulares precisan de medios adicionales de extinción.

El CTE exige la instalación de estos sistemas en los usos de residencial vivienda, administrativo, residencial público, docente, comercial y pública concurrencia si la altura de evacuación excede de 25 m. Para uso hospitalario lo exige si la altura de evacuación excede de 15 m. Para uso aparcamiento lo exige si existen más de tres plantas bajo rasante o más de cuatro sobre rasante, con tomas en todas sus plantas.

El RSCIEI exige la instalación de este tipo de sistemas en aquellos establecimientos de riesgo medio o alto y con una altura de evacuación de 25 m o superior.



### Componentes de una columna seca

El sistema de columna seca está compuesto por:

- ➔ Toma de agua en fachada o en zona de fácil acceso por parte del servicio de bomberos. Deberá llevar la indicación de "Uso exclusivo de bomberos".
- ➔ Columna ascendente de tubería. Con trazado por la caja de la escalera o en sus proximidades. Será de acero galvanizado con diámetro de 80 mm
- ➔ Bocas de salida de agua, con tapa de cristal e indicación de "Uso exclusivo de bomberos". Estarán colocadas cada dos plantas y a partir de la octava en cada una de las plantas.
- ➔ Válvula de corte de sección (llave de seccionamiento), cada cuatro plantas, con objeto de facilitar la presurización y evitar la pérdida de caudal y presión cuando el suministro de agua no es preciso en plantas superiores al foco de incendio.

### Funcionamiento de una columna seca

El uso de la columna seca es exclusivo para los servicios de bomberos y las tuberías, que estarán normalmente secas (de ahí su denominación, aunque podría en ciertos casos particulares estar permanentemente inundada, en cuyo caso se denomina columna húmeda), serán alimentadas por las motobombas de los vehículos de los bomberos, de manera que se suministra el agua necesaria en las salidas de cada planta, en donde podrán acoplar las mangueras los bomberos. De esta manera se evita realizar largos tendidos de manguera hasta los incendios que ocasionarían pérdidas importantes de presión, de tiempo e incluso posibles pérdidas por uniones entre tramos de mangueras.

### Emplazamiento de una columna seca

La toma de fachada y las salidas en las plantas deben tener el centro de las bocas a 0,90 m sobre el nivel del suelo.

### Mantenimiento de una columna seca

<b>Equipo o sistema</b>	<b>CADA SEIS MESES<sup>1</sup></b>
Columnas secas	<ul style="list-style-type: none"><li>- Comprobación de la accesibilidad de la entrada de la calle y tomas de piso.</li><li>- Comprobación de la señalización.</li><li>- Comprobación de las tapas y correcto funcionamiento de sus cierres (engrase si es necesario).</li><li>- Comprobar que las llaves de las conexiones siamesas están cerradas.</li><li>- Comprobar que las llaves de seccionamiento están abiertas.</li><li>- Comprobar que todas las tapas de racores están bien colocadas y ajustadas.</li></ul>

Programa de mantenimiento de los medios materiales de lucha contra incendios  
(RD 1942/1993, de 5 de noviembre)

### **Sistemas de extinción automática**

Un sistema de extinción automática de incendios es una instalación preparada para detectar un incendio, dar la alarma y activar los elementos de extinción de forma total o parcial. Se trata de, a partir de la activación, descargar el agente extintor de forma automática a través de las canalizaciones que discurren sobre la zona a proteger. Su objetivo es extinguir completamente el incendio prevenir su propagación o contenerlo hasta la llegada de los servicios de extinción.

Se podrán utilizar cualquiera de los agentes extintores que ya se han visto, es decir:

- ➡ Sistemas de agua, bien sean rociadores (splinkers) o de agua pulverizada.
- ➡ Sistemas de espuma física.
- ➡ Sistemas de polvo químico.
- ➡ Sistemas de agentes gaseosos.

En el caso de ciertos sistemas automáticos de extinción (por ejemplo, polvo químico, dióxido de carbono, etc.) situados en recintos en los que pueda haber personas, se debe disponer de un sistema de alarma audiovisual que permita desalojar el recinto antes de que produzca la descarga. Además, el retardo de disparo de la instalación se suele hacer de acuerdo con la distancia a recorrer hasta ponerse a salvo.

#### Sistemas de rociadores automáticos (splinkers)

Estos tipos de sistemas proporcionan una fiabilidad casi del 100%, siempre y cuando estén bien diseñados, instalados y mantenidos.

Consta de un sistema de suministro de agua a una red de tuberías sobre las que van instaladas las cabezas rociadoras (o splinkers), así como un equipo de bombeo cuando sea preciso para asegurar la presión y el caudal requeridos. Las cabezas rociadoras son válvulas cuya apertura automática se produce térmicamente mediante la fusión de un elemento o mediante la rotura de una ampolla termofusible. Una vez se produce la apertura el agua se descarga sobre un elemento deflector que distribuye parabólicamente el agua sobre la zona.



La temperatura de funcionamiento de los rociadores va desde 57 oC hasta los 260 °C. En caso de incendio únicamente actúan los rociadores que se encuentran cerca del fuego, es decir, los que se calientan suficientemente para su apertura. Cada rociador irá marcado con información de su fabricante, modelo, temperatura nominal de actuación, año de fabricación, etc. Se dispondrán de instrucciones para cada tipo de rociador, en cuanto a su instalación, mantenimiento y sustitución.

Los sistemas de rociadores automáticos deben diseñarse según norma UNE 23590, UNE 23595-1, UNE 23595-2, UNE 23595-3.

#### Sistemas de agua pulverizada (de diluvio o niebla de agua) y nebulizada

Estos sistemas funcionan de forma parecida a un sistema de rociadores, aunque producen una "inundación total" al ponerse en funcionamiento y utilizan boquillas pulverizadoras o nebulizadoras de agua nebulizándola (según el diámetro de la gota de agua conseguida).

Todas las boquillas descargan al mismo tiempo, lo cual en el caso del agua pulverizada da lugar a un consumo de grandes cantidades de agua. Esta desventaja se ve minimizada en el caso del agua nebulizada (de características físicas y de aplicación muy diferentes a los sistemas de agua pulverizada), ya que se precisan menores cantidades, además de hacer mínimo el daño causado por el agua sobre determinados equipos e instalaciones durante la extinción.

Los sistemas de agua pulverizada se diseñan según norma UNE 23501, UNE 23502, UNE 23503, UNE 23504, UNE 23505, UNE 23506y UNE 23507. Para el agua nebulizada existe un proyecto de norma europea pr EN 14972.

#### Sistemas de extinción por polvo químico

Se trata de un sistema de descarga de polvo químico polivalente a través de boquillas y tuberías fijas, mediante al acción de un gas impulsor. Se utilizan fundamentalmente para líquidos inflamables.

Estos sistemas se instalan según las normas UNE 23541, UNE 23542, UNE 23543 y UNE-23544.

#### Sistemas de extinción por espuma

Se suelen utilizar para zonas de difícil acceso o para riesgos muy localizados (por ejemplo, tanques de almacenamiento de combustibles líquidos).

Constan de depósitos de espumógeno, de agua, conducción para la distribución de ambos, mezcladores y generadores de espuma.

Los sistemas de espuma física de baja expansión seguirán las normas UNE 23521, UNE 23522, UNE 23523, UNE 23524, UNE 23525 y UNE 23526.

#### Sistemas de extinción por agentes gaseosos

En estos sistemas se utiliza especialmente dióxido de carbono, argón y otros gases sustitutivos de los halones (por ejemplo, el argonite, inergem, FM-200, FE-13, etc.).

Son especialmente indicados para proteger áreas que contengan combustibles líquidos u otros materiales que se comporten de forma similar en presencia del fuego, y para proteger áreas que contengan equipos u objetos de alto valor que puedan ser dañados se utilizan otros agentes extintores.

Se pueden utilizar puntualmente (por ejemplo, para una cocina industrial) o para inundación total de una sala. Pueden ser disparados por combinación con la detección de incendios o por accionamiento manual. En cualquier caso, según se trate de un gas u otro se tendrá en cuenta el riesgo para las personas.

## Mantenimiento de los sistemas de extinción automática

<b>Equipo o sistema</b>	<b>CADA TRES MESES<sup>1</sup></b>	<b>CADA AÑO<sup>2</sup></b>
Sistemas fijos de extinción: - Rociadores de agua. - Agua pulverizada. - Polvo. - Espuma. - Anhídrido carbónico.	<ul style="list-style-type: none"><li>- Comprobación de que las boquillas del agente extintor o rociadores están en buen estado y libres de obstáculos para su funcionamiento correcto.</li><li>- Comprobación del buen estado de los componentes del sistema, especialmente de la válvula de prueba en los sistemas de rociadores, o los mandos manuales de la instalación de los sistemas de polvo, o agentes extintores gaseosos.</li><li>- Comprobación del estado de carga de la instalación de los sistemas de polvo, anhídrido carbónico o hidrocarburos halogenados y de las botellas de gas impulsor cuando existan.</li><li>- Comprobación de los circuitos de señalización, pilotos, etc. en los sistemas con indicaciones de control.</li><li>- Limpieza general de todos los componentes.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Comprobación integral, de acuerdo con las instrucciones del fabricante o instalador, incluyendo en todo caso:</li><li>- Verificación de los componentes del sistema, especialmente los dispositivos de disparo y alarma.</li><li>- Comprobación de la carga de agente extintor y del indicador de la misma (medida alternativa del peso o presión).</li><li>- Comprobación del estado del agente extintor.</li><li>- Prueba de la instalación en las condiciones de su recepción.</li></ul>

Programa de mantenimiento de los medios materiales de lucha contra incendios  
(RD 1942/1993, de 5 de noviembre)

## **Legislación nacional aplicable en cuanto a la dotación de sistemas de protección activa contra incendios**

A nivel nacional, tanto el CTE como el RSCIEI establecen la dotación mínima de los sistemas de protección activa contra incendios que debe usarse para proteger cada establecimiento en concreto. Además se tendrá en cuenta que puede existir legislación municipal o autonómica al respecto.

<b>Sistema de protección activa contra incendios</b>	<b>CTE DB SI (aplicable a edificios)</b>	<b>RSCIEI (aplicable a establecimientos industriales)</b>	<b>Otras referencias (de aplicación general)</b>
Extintores			
Bocas de incendios Equipadas (BIE)			
Sistemas de detección automática de incendios	Sección SI 4: Instalaciones de protección contra incendios. Tabla 1.1: Dotación de instalaciones de protección contra incendios	Anexo III	RIPI. Apéndice 1
Sistemas de alarma			
Instalaciones automáticas de extinción			
Hidrante de incendio	Sección SI 4: Instalaciones de protección contra incendios	Anexo III. Punto 7	RIPI. Apéndice 1. Punto 5
Tomas de fachada de columna seca		Anexo III. Punto 10	RIPI. Apéndice 1. Punto 8
<p>CTE DB SI: Código Técnico de la Edificación. Documento Básico. Seguridad en Caso de Incendio, Real Decreto 314/2006</p> <p>RSCIEI: Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales, Real Decreto 2267/2004.</p> <p>RIPI: Reglamento de Instalaciones de protección contra incendios, Real Decreto 1942/1993.</p>			

Además, en la protección contra incendios que corresponde aplicar en actividades y/o riesgos específicos, se tendrá en cuenta la reglamentación sectorial específica que le afecta (por ejemplo, el almacenamiento de productos químicos afectados por las ITC - APQ).

## Bibliografía

AENOR. UNE-EN 13943:2000 Seguridad contra incendio. Vocabulario. Madrid: AENOR, 2000.

Alonso Valle, Francisco. "NTP 340: Riesgo de asfixia por suboxigenación en la utilización de gases inertes." En Notas Técnicas de Prevención (Serie 10) [En línea]. España. INSHT, 1994. [Consulta 10/02/2014]. ISSN 0212-0613. Disponible en: <http://www.insht.es/>

ESPAÑA. Real Decreto 314/2006, de 12 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. [En línea]. Boletín Oficial del Estado, de 28 de marzo de 2006, núm. 74, p. 11816 a 11831. [Consulta 10/02/2014]. Disponible en: <http://www.boe.es/boe/dias/2006/03/28/pdfs/A11816-11831.pdf>

ESPAÑA. Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo [en línea]. Boletín Oficial del Estado, miércoles 23 de abril de 1997, núm. 97, p. 12918 a 12926. [Consulta 10/02/2014]. Disponible en: <http://www.boe.es/boe/dias/1997/04/23/pdfs/A12918-12926.pdf>

ESPAÑA. Real Decreto 681/2003, de 12 de junio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo. [En línea]. Boletín Oficial del Estado, de 18 de junio de 2003, núm. 145, p. 23341 a 23345. [Consulta 10/02/2014]. Disponible en: <http://www.boe.es/boe/dias/2003/06/18/pdfs/A23341-23345.pdf>

ESPAÑA. Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo [en línea]. Boletín Oficial del Estado, miércoles 23 de abril de 1997, núm. 97, p. 12918 a 12926. [Consulta 10/02/2014]. Disponible en: <http://www.boe.es/boe/dias/1997/04/23/pdfs/A12918-12926.pdf>

ESPAÑA. Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales. [En línea]. Boletín Oficial del Estado, de 17 de diciembre de 2004, núm. 303, p. 41194 a 41255. [Consulta 10/02/2014]. Disponible en: <http://www.boe.es/boe/días/2004/12/17/pdfs/A41194-41255.pdf>

Fernández de Castro Díaz, Álvaro. "NTP 884. Evaluación de las condiciones de evacuación en centros de trabajo. En Notas Técnicas de Prevención (Serie 25)" [En línea]. España. INSHT, 2010. [Consulta 10/02/2014]. ISSN 0212-0613. Disponible en: <http://www.insht.es/>

Iranzo García, Yolanda. "NTP 888. Señalización de emergencia en los centros de trabajo (I)." En Notas Técnicas de Prevención (Serie 25) [En línea]. España. INSHT, 2010. [Consulta 10/02/2014]. ISSN 0212-0613. Disponible en: <http://www.insht.es/>

Iranzo García, Yolanda. "NTP 889. Señalización de emergencia en los centros de trabajo (II)." En Notas Técnicas de Prevención (Serie 25) [En línea]. España. INSHT, 2010. [Consulta 10/02/2014]. ISSN 0212-0613. Disponible en: <http://www.insht.es/>

INSHT. Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo. [En línea]. 2a ed. Madrid. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), 2008. 103 p. [Consulta 19/07/2013]. NIPO 792 - 08 - 015 - 3. Disponible en: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/GuiasTecnicas/Ficheros/ATMÓSFERAS%20EXPLOSIVAS.pdf>

INSHT. FDN-11: Planes de emergencia y evacuación contra incendios de locales y edificios [En línea]. Madrid. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), 2015. 11 p. [Consulta

28/05/2015]. NIPO 272-15-028-1. Disponible en: [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/Divulgacion\\_Normativa/Ficheros/FDN\\_11.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/Divulgacion_Normativa/Ficheros/FDN_11.pdf)

INSHT. FDN-19: Instalaciones de detección y extinción de incendios [En línea]. Madrid. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), 2015. 15 p. [Consulta 28/05/2015]. NIPO 272-15-013-2. Disponible en: [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentación/TextosOnline/Divulgación\\_Normativa/Ficheros/FDN\\_19.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentación/TextosOnline/Divulgación_Normativa/Ficheros/FDN_19.pdf)

Méndez Bernal, Bernardo. "NTP 374: Electricidad estática: carga y descarga de camiones cisterna (I)". En Notas Técnicas de Prevención (Serie 11) [En línea]. España. INSHT, 1995. [Consulta 10/02/2014]. ISSN 0212-0613. Disponible en: <http://www.insht.es/>

Turmo Serra, Emilio. "NTP 185: Detección automática de incendios. Detectores térmicos (Serie 5)". [En línea]. España. INSHT, 1996. [Consulta 10/02/2014]. ISSN 0212-0613. Disponible en: <http://www.insht.es/>

Turmo Serra, Emilio. "NTP 215: Detectores de humos". En Notas Técnicas de Prevención (Serie 6)". [En línea]. España. INSHT, 1998. [Consulta 10/02/2014]. ISSN 0212-0613. Disponible en: <http://www.insht.es/>

Turmo Sierra, Emilio. "NTP 567: Protección frente a cargas electrostáticas". En Notas Técnicas de Prevención (Serie 16) [En línea]. España. INSHT, 2000. [Consulta 10/02/2014]. ISSN 0212-0613. Disponible en: <http://www.insht.es/>

Turmo Sierra, Emilio. "NTP 827: Electricidad estática en polvos combustibles (I): características de las descargas electrostáticas". En Notas Técnicas de Prevención

(Serie 24) [En línea]. España. INSHT, 2009. [Consulta 10/02/2014]. ISSN 0212-0613. Disponible en: <http://www.insht.es/>

Turmo Sierra, Emilio. "NTP 828: Electricidad estática en polvos combustibles (II): medidas de seguridad". En Notas Técnicas de Prevención (Serie 24) [En línea]. España. INSHT, 2009. [Consulta 10/02/2014]. ISSN 0212-0613. Disponible en: <http://www.insht.es/>

Vega Giménez, Cristina. "NTP 831 Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales (RD 2267/2004) (I)". En Notas Técnicas de Prevención (Serie 24) [En línea]. España. INSHT, 2009. [Consulta 10/02/2014]. ISSN 0212-0613. Disponible en: <http://www.insht.es/>

Vega Giménez, Cristina. "NTP 832 Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales (RD 2267/2004) (II)". En Notas Técnicas de Prevención (Serie 24) [En línea]. España. INSHT, 2009. [Consulta 10/02/2014]. ISSN 0212-0613. Disponible en: <http://www.insht.es/>

Villanueva Muñoz, José Luis. "NTP 47: Parámetros de interés a efectos de incendio de las sustancias químicas más usuales. Valores". En Notas Técnicas de Prevención (Serie 2) [En línea]. España. INSHT, 1983. [Consulta 10/02/2014]. ISSN 0212-0613. Disponible en: <http://www.insht.es/>

**¡Ya has terminado!**

Pulsa aquí:

**Comenzar Examen**



