

TEMA 5

EL RIESGO DE INCENDIO (I). QUÍMICA DEL FUEGO. CADENA DEL INCENDIO. CLASIFICACIÓN DE LOS FUEGOS EN FUNCIÓN DE LA NATURALEZA DEL COMBUSTIBLE. NORMATIVA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS: REAL DECRETO 2267/2004, DE 3 DE DICIEMBRE, POR EL QUE SE APRUEBA EL REGLAMENTO DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS EN LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES Y DOCUMENTO BÁSICO SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIOS DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN, APROBADO POR REAL DECRETO 314/2006, DE 17 DE MARZO. PREVENCIÓN DE INCENDIOS. COMPORTAMIENTO ANTE EL FUEGO DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS. PROTECCIÓN ESTRUCTURAL DE EDIFICIOS Y LOCALES: SECTORIZACIÓN. SISTEMAS DE DETECCIÓN Y ALARMA

INTRODUCCIÓN

El dominio práctico del fuego constituye uno de los principales factores que favorecieron el progreso de la raza humana. Sin embargo, el uso continuo y cada vez más profuso de materias combustibles y de diferentes y novedosas fuentes de ignición hace que se produzcan, con mucha frecuencia, fuegos no deseados que se propagan incontroladamente en el tiempo y en el espacio, causando lesiones personales, muertes, daños a la propiedad y la degradación del medio ambiente. Es en este caso cuando aparece el concepto de incendio (fuego no deseado ni controlado).

Las estadísticas indican que los incendios representan uno de los riesgos que más pérdidas económicas ocasionan, tanto humanas como materiales, debidas tanto al efecto directo del fuego (generación de calor y llamas), como a los efectos indirectos (generación de gases calientes tóxicos y/o corrosivos).

Son muchas las actividades del ser humano en las que coexisten focos de ignición y materias susceptibles de incendiarse con facilidad, no siendo una excepción las actividades laborales que se desarrollan en los centros de trabajo. Por ello, el riesgo de incendio está siempre presente en mayor o menor medida en el ámbito laboral y tendrá que ser identificado en las evaluaciones de riesgos, debiendo el/la empresario/a adoptar las medidas necesarias para su prevención y protección.

Surge así el concepto de Seguridad contra incendios, que comprende todas aquellas técnicas y principios cuyo objetivo son tanto evitar el inicio de este (prevención de incendios), como controlar y eliminar su propagación (protección de incendios), incluyendo la protección de estructuras y bienes, la lucha contra el fuego y su propagación y la protección humana (evacuación).

1. QUÍMICA DEL FUEGO. CADENA DEL INCENDIO

1.1. Concepto de fuego

El fuego es una combustión (o reacción de combustiones) controlada en su duración y extensión espacial, que se caracteriza por la emisión de luz y calor acompañados de humos, llamas o ambos.

A su vez, se entiende por "combustión" una reacción química de oxidación-reducción fuertemente exotérmica. Por lo tanto, exige la presencia de un material "oxidante" y de otro "reductor". El material oxidante más frecuente es el oxígeno y el material reductor corresponderá a los diferentes tipos de combustibles que pueden encontrarse en estado sólido, líquido o gaseoso.

Esta reacción química, según la velocidad de propagación del frente de las llamas, puede recibir diferentes nombres:

- Combustión, para una velocidad inferior a 1 m por segundo.
- Deflagración, para una velocidad superior a 1 m por segundo.
- Detonación, para una velocidad superior a la del sonido.

Conocer cómo se transmite el calor generado en la combustión, es clave para entender la dinámica del fuego y la propagación del incendio.

1.1.1. Formas de transmisión del calor en un incendio

- **Conducción:** es la transmisión del calor a través de un cuerpo sólido cuando existe variación de temperatura entre distintos puntos de este; cuanto mayor sea la diferencia de temperatura, más calor se transmitirá. Los buenos conductores del calor tienden a desprenderse del mismo. En edificios, es muy frecuente encontrarnos con estructuras de acero que, tras alcanzar temperaturas de 500° C, pierden sus propiedades mecánicas, no aguantan el peso que tienen que soportar y la estructura se derrumba.
- **Convección:** es la transmisión del calor por el movimiento de fluidos. En un incendio sucederá por el movimiento de los humos y gases calientes dentro del aire de la zona afectada.
- **Radiación:** es la transmisión del calor por ondas electromagnéticas sin ningún medio o soporte material. Cuando un fuego adquiere serias proporciones, las llamas emiten radiación térmica a las superficies colindantes, consiguiendo que comiencen a arder.
- **Contacto directo o con partículas incandescentes:** transmisión del calor por el contacto directo con las llamas o por el desplazamiento de partículas incandescentes desprendidas como consecuencia de tensiones o sobrepresiones internas generadas en los combustibles sólidos o líquidos al calentarse o quemarse.

1.1.2. Cadena del incendio

Los elementos que son necesarios para que **se inicie** un fuego son tres y deben coexistir en el tiempo y en el espacio, dando lugar a lo que se conoce como "triángulo del fuego". Son los siguientes:

- **El combustible:** es la sustancia que se quema y que actuará como reductor. Se puede encontrar en estado sólido, líquido o gaseoso. Por ejemplo, carbón, madera, papel, textiles, hidrocarburos, etc. Por el proceso de pirólisis, el combustible generará iones o radicales libres.
- **El comburente:** es la sustancia oxidante y provoca o favorece la combustión al mezclarse por difusión con el combustible. Normalmente es el oxígeno del aire, presente en un 21%

de concentración en la atmósfera. Con un contenido en oxígeno del aire por debajo del 15% la combustión es imposible. Otros comburentes pueden ser el ozono, los halógenos (flúor, cloro, etc.), los nitratos, los cromatos, etc.

- Energía de activación: es el calor o energía suficiente, aportado por los focos de ignición, para que se inicie la combustión de la mezcla generada por el combustible y el comburente.

El fuego, además de iniciarse debe mantenerse. Para que se facilite su **propagación** es necesario un cuarto elemento: la reacción en cadena, conociéndose entonces como el "tetraedro del fuego".

- Reacción en cadena: proceso que se genera durante la reacción química de oxidación-reducción por el cual, el oxígeno del aire (habitualmente) reacciona con los gases e iones liberados en la pirólisis del combustible previamente calentado, dando lugar a radicales libres o iones y calor; estos, a su vez, vuelven a reaccionar con el oxígeno del aire en varias reacciones sucesivas que se "encadenan" una y otra vez, generando sucesivas combustiones mientras existan elementos reactivos suficientes. Si se introduce algún elemento químico que interfiera en esta reacción, esta se parará. Por ejemplo: los gases halocarbonados con el calor se descomponen en elementos que se combinan con los átomos de hidrógeno, oxígeno y los radicales OH liberados, inhibiendo la reacción en cadena.

2. CLASIFICACIÓN DE LOS FUEGOS EN FUNCIÓN DE LA NATURALEZA DEL COMBUSTIBLE

Los fuegos se pueden clasificar según la norma UNE-EN 2:1994/A1:2005 de la siguiente manera:

NATURALEZA DEL COMBUSTIBLE	CLASE	EJEMPLOS
SÓLIDOS (normalmente orgánicos y con formación de brasas)	A	Madera, papel, telas, gomas, corcho, trapos, caucho, etc.
LÍQUIDOS (y sólidos licuables)	B	Gasolina, petróleo, pintura, barnices, disolventes, alcohol, cera, etc.
GASES	C	Propano, butano, metano, gas natural, acetileno, etc.
METALES	D	Magnesio, titanio, sodio, potasio, uranio, etc.
GRASAS	F	Grasas y aceites vegetales y animales.

En función de la clase de fuego, la eficacia del agente extintor variará, pudiendo, en algunos casos, estar desaconsejada o totalmente prohibida la utilización de un determinado agente extintor. Además, se deberá tener en cuenta el daño que el agente extintor pueda causar sobre determinados materiales o instalaciones, ya que, aun siendo eficaz desde el punto de vista de la extinción del fuego en sí, podría no ser adecuado por causar daños irreversibles sobre los mismos.

A continuación, se presenta una tabla resumen con el grado de adecuación de los principales agentes extintores en función de la clase de fuego.

AGENTES EXTINTORES Y SU ADECUACIÓN A LAS DISTINTAS CLASES DE FUEGO (UNE-EN 2)					
Agente extintor	A Sólidos	B Líquidos	C Gases	D Metales	F Grasas y aceites para cocinar
Agua a chorro (1)	ADECUADO				
Agua pulverizada (1)	EXCELENTE	ACEPTABLE			
Espuma física (1)	ADECUADO	ADECUADO			
Polvo BC (convencional)		EXCELENTE	ADECUADO		
Polvo ABC (polivalente)	ADECUADO	ADECUADO	ADECUADO		
Polvo y otros productos específicos para metales				ADECUADO	
Anhídrido carbónico (2)	ACEPTABLE	ACEPTABLE			
Productos específicos para fuegos de grasas y aceites para cocinar (3)					ADECUADO
<p>(1) En presencia de tensión eléctrica no son aceptables como agentes extintores el agua a chorro ni la espuma; el resto de los agentes extintores podrán utilizarse en aquellos extintores que superen el ensayo dieléctrico normalizado en la norma UNE-EN 3-7:2004+A1:2008.</p> <p>(2) En fuegos poco profundos (profundidad < 5 mm) puede asignarse como ADECUADO.</p> <p>(3) Según la norma UNE-EN 3-7:2004+A1:2008, los extintores de polvo y dióxido no se consideran adecuados para fuegos de clase F, por lo que en una buena planificación para la protección en ambientes con esta clase de fuego se utilizarán extintores marcados con el pictograma F y que actualmente son extintores de agua nebulizada o de agua con unos aditivos específicos (acetato potásico).</p>					

3. NORMATIVA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS: REAL DECRETO 2267/2004, DE 3 DE DICIEMBRE, POR EL QUE SE APRUEBA EL REGLAMENTO DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS EN LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES Y DOCUMENTO BÁSICO SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIOS DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN, APROBADO POR REAL DECRETO 314/2006, DE 17 DE MARZO

La normativa de protección contra incendios establece y define los requisitos que deben satisfacer y las condiciones que deben cumplir los establecimientos y edificios para su seguridad en caso de incendio, para prevenir su aparición y, en caso de producirse, limitar su propagación, dar la respuesta adecuada y posibilitar su extinción, con el fin de anular o reducir los daños o pérdidas que el incendio pueda producir a personas o bienes.

A la hora de determinar qué normativa aplica a un edificio hay que tener en cuenta dos aspectos principales: su uso (industrial o no) y la fecha en la que obtuvo la licencia de actividad (uso industrial) o la licencia de obra o de edificación (uso no industrial).

Actualmente, cuando la actividad es industrial aplicará el Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales; y cuando la actividad no es industrial, aplicará el Código Técnico de la Edificación (CTE), aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.

Además, también se deberán tener en cuenta las medidas de protección contra incendios establecidas en las disposiciones vigentes que regulan actividades industriales, sectoriales o específicas, en los aspectos no previstos por los mencionados reales decretos, las cuales serán de completa aplicación en su campo.

NOTA: las competencias en materia de protección contra incendios y emergencias están transferidas a las comunidades autónomas; además, siempre habrá que revisar la normativa relacionada con esta materia que pueda existir, además de en el ámbito estatal, en el autonómico o municipal en el que se encuentre el centro de trabajo en cuestión.

- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales

Este real decreto se estructura en seis capítulos y cuatro anexos, tratando los siguientes aspectos:

- **CAPÍTULO I. Objeto y ámbito de aplicación:** el ámbito de aplicación de este reglamento son los establecimientos industriales. Se entenderán como tales:
 - a) Las industrias, tal como se definen en el artículo 3.1 de la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria; los almacenamientos industriales; los talleres de reparación y los estacionamientos de vehículos destinados al servicio de transporte de personas y transporte de mercancías; los servicios auxiliares o complementarios de las actividades comprendidas en los párrafos anteriores; todos los almacenamientos de cualquier tipo de establecimiento cuando su carga de fuego total, calculada según el anexo I del real decreto, sea igual o superior a tres millones de megajulios (MJ).
 - b) Asimismo, se aplicará a las industrias existentes antes de la entrada en vigor de este reglamento cuando su nivel de riesgo intrínseco, su situación o sus características impliquen un riesgo grave para las personas, los bienes o el entorno, y así se determine por la Administración autonómica competente.
 - c) Quedan excluidas del ámbito de aplicación de este reglamento las actividades en establecimientos o instalaciones nucleares, radiactivas, las de extracción de minerales, las actividades agropecuarias y las instalaciones para usos militares.
 - d) Igualmente, quedan excluidas de la aplicación de este reglamento las actividades industriales y talleres artesanales y similares cuya densidad de carga de fuego, calculada de acuerdo con el anexo I, no supere 10 Mcal/m² (42 MJ/m²), siempre que su superficie útil sea inferior o igual a 60 m², excepto en lo recogido en los apartados 8 y 16 del Anexo III.

Uso industrial y no industrial: cuando en un establecimiento industrial coexistan con la actividad industrial otros usos con la misma titularidad, para los que sea de aplicación el CTE o una normativa equivalente (Norma Básica de la Edificación -NBE-CPI-), los requisitos que deben satisfacer los espacios de uso no industrial serán los exigidos por dicha normativa cuando superen los límites indicados a continuación:

- Zona comercial: superficie construida superior a 250 m².
- Zona administrativa: superficie construida superior a 250 m².
- Salas de reuniones, conferencias, proyecciones: capacidad superior a 100 personas sentadas.
- Archivos: superficie construida superior a 250 m² o volumen superior a 750 m³.
- Bar, cafetería, comedor de personal y cocina: superficie construida superior a 150 m² o capacidad para servir a más de 100 comensales simultáneamente.
- Biblioteca: superficie construida superior a 250 m².
- Zonas de alojamiento de personal: capacidad superior a 15 camas.
- CAPÍTULO II. Régimen de implantación, construcción y puesta en servicio.
- CAPÍTULO III. Inspecciones periódicas de las instalaciones de protección contra incendios.
- CAPÍTULO IV. Actuación en caso de incendio (comunicación e investigación).
- CAPÍTULO V. Condiciones y requisitos que deben satisfacer los establecimientos industriales en relación con su seguridad contra incendios.
- CAPÍTULO VI. Responsabilidad y sanciones.

En relación con los anexos, hay que destacar que los requisitos constructivos de los edificios se definen en el Anexo II y los de las instalaciones de protección contra incendios en el Anexo III. Estos requisitos serán diferentes según la clasificación que se realiza en el Anexo I, en función de su configuración y ubicación con relación a su entorno (5 tipos de configuraciones) y del nivel de riesgo intrínseco (NRI) del establecimiento industrial (8 niveles de riesgo estructurados en: riesgo bajo -RB 1 y 2-, riesgo medio -RM 3, 4 y 5- y riesgo alto -RA 6, 7 y 8-).

Una vez clasificados los establecimientos industriales en uno de los 5 tipos de configuraciones y asignado un NRI, en los siguientes anexos se indican los requisitos exigibles al establecimiento, tanto en lo referente a aspectos de seguridad pasiva como en instalaciones de lucha contra incendios.

Configuración y ubicación con relación a su entorno:

Los establecimientos industriales quedan clasificados en 5 configuraciones dependiendo de si están ubicados en un edificio o en espacios abiertos que no constituyen un edificio.

- Establecimientos industriales ubicados en un edificio:
 - Tipo A: El establecimiento industrial ocupa parcialmente un edificio que tiene, además, otros establecimientos ya sean estos de uso industrial o de otros usos.
 - Tipo B: El establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio que está adosado a otro/s, o a una distancia igual o inferior a 3 m de otro/s edificios,

de otro establecimiento, ya sean de uso industrial o de otros usos. Para establecimientos industriales que ocupen una nave adosada con estructura compartida con las contiguas, se admite el cumplimiento de las exigencias correspondientes al tipo B, siempre que:

- Las naves contiguas tengan cubierta independiente.
- Se justifique técnicamente que el posible colapso de la estructura no afecta a las naves colindantes.
- Tipo C: El establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio, o varios, en su caso, que está a una distancia mayor de 3 m del edificio más próximo de otros establecimientos.
- Establecimientos industriales en espacios abiertos que no constituyen un edificio:
 - Tipo D: El establecimiento industrial ocupa un espacio abierto, que puede estar totalmente cubierto, alguna de cuyas fachadas carece totalmente de cerramiento lateral.
 - Tipo E: El establecimiento industrial ocupa un espacio abierto que puede estar parcialmente cubierto (hasta un 50% de su superficie), alguna de cuyas fachadas en la parte cubierta carece totalmente de cerramiento lateral.

Cuando la caracterización de un establecimiento industrial o una parte de este no coincida exactamente con alguno de los tipos definidos, se considerará que pertenece al tipo con el que mejor se pueda equiparar o asimilar justificadamente. Si en un establecimiento industrial coexisten diferentes configuraciones, los requisitos del reglamento se aplicarán de forma diferenciada para cada una de ellas.

Nivel de riesgo intrínseco (NRI):

El NRI se puede evaluar calculando la densidad de carga de fuego ponderada y corregida de un sector o área de incendio (Q_s), de un edificio industrial (Q_e) o de un establecimiento industrial (Q_E).

- Para calcular la densidad de carga de fuego ponderada y corregida de un sector o área de incendio (Q_s) se empleará la siguiente expresión:

$$Q_s = \frac{\sum_i G_i q_i C_i}{A} R_a \text{ (MJ/m}^2\text{) o (Mcal/m}^2\text{)}$$

donde:

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

G_i es la masa, en kg, de cada uno de los combustibles que existen en el sector o área de incendio, incluidos materiales de construcción combustibles.

q_i es el poder calorífico, en MJ/kg o Mcal/kg, de cada uno de los combustibles que existen en el sector de incendio (La tabla 1.4 del reglamento proporciona el poder calorífico de diversas sustancias).

C_i es el coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles (su valor puede deducirse de

la tabla 1.1 del reglamento, del Catálogo CEA de productos y mercancías o de tablas similares de reconocido prestigio cuyo uso debe justificarse).

R_a es el coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación) inherente a la actividad industrial del sector. Cuando existan varias actividades en el mismo sector, se toma el de la actividad con mayor riesgo de activación, siempre que dicha actividad ocupe al menos el 10% de la superficie del sector o área de incendio (su valor puede deducirse de la tabla 1.2 del reglamento).

A es la superficie construida del sector de incendio o superficie ocupada del área de incendio, en m^2 .

La Q_s también se puede calcular diferenciando las áreas según la actividad desarrollada en "de almacenamiento" o "distintas al almacenamiento", sustituyendo en estos casos los valores de la masa de los combustibles y su poder calorífico, por los valores de la carga de fuego, por metro cúbico (q_{vi}), aportada por cada uno de los combustibles (obtenidas a partir de una tabla del reglamento) y la altura del almacenamiento de cada uno de estos (en el primer caso, actividades de almacenamiento); y por la densidad de carga de fuego de cada zona con proceso diferente (obtenidas a partir de una tabla del reglamento) y la superficie de cada zona con proceso diferente (en el segundo caso, distinta al almacenamiento).

- Para calcular la densidad de carga de fuego ponderada y corregida de un edificio industrial (Q_e) se empleará la siguiente expresión:

$$Q_e = \frac{\sum_1^i Q_{si} A_i}{\sum_1^i A_i} \quad (MJ/m^2) \text{ o } (Mcal/m^2)$$

donde:

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

Q_{si} es la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, de cada uno de los sectores o áreas de incendio (i) que componen el edificio industrial, en MJ/m^2 o $Mcal/m^2$.

A_i es la superficie construida de cada uno de los sectores o áreas de incendio (i) que componen el edificio industrial, en m^2 .

- Para calcular la densidad de carga de fuego ponderada y corregida de un establecimiento industrial (Q_E), se empleará la siguiente expresión:

$$Q_E = \frac{\sum_1^i Q_{ei} A_{ei}}{\sum_1^i A_{ei}} \quad (MJ/m^2) \text{ o } (Mcal/m^2)$$

donde:

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

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

A_{ei} es la superficie construida de cada uno de los edificios industriales (i) que componen el establecimiento industrial, en m².

NOTA: Conocer el contenido de los anexos es fundamental para poder resolver cualquier caso práctico propuesto, así como para verificar si los sistemas de protección pasiva y activa de un edificio son correctos, especialmente si se han producido reformas o modificaciones respecto de cuando fueron diseñados por vez primera.

Por ello, es importante saber caracterizar un edificio en función de su configuración y ubicación y del nivel de riesgo intrínseco.

- Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo. Documento Básico "Seguridad en caso de Incendios" (en adelante DB-SI)

El DB-SI "Seguridad en caso de Incendio" del CTE tiene como objetivo reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios de un edificio sufran daños derivados de un incendio de origen accidental; para ello, establece una serie de exigencias básicas en seis secciones (S1 a S6), que deben cumplirse en fase de proyecto, construcción, uso y mantenimiento de dicho edificio.

Las exigencias básicas en establecimientos y zonas de uso industrial se cumplirán aplicando lo establecido en el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales, no en el CTE.

Los requisitos que establece el CTE deben cumplirse por aquellos edificios o establecimientos que obtuvieron la licencia de edificación a partir del 29 marzo de 2006. A los edificios ya existentes, no les aplicará el CTE y tendrán que seguir cumpliendo (a menos que se realicen ampliaciones o reformas) las exigencias establecidas en la normativa que estaba vigente cuando obtuvieron la licencia de obra, visado del proyecto o licencia de edificación, entre las siguientes:

- Norma Básica de la Edificación, apartado Condiciones de protección contra incendios (en adelante NBE-CPI) de 1981, obligatorio para edificios con Licencias de obra a partir de 18 de septiembre de 1982.
- NBE-CPI/91, obligatorio para edificios con Licencias de obra a partir del 28 marzo de 1992.
- NBE-CPI/96, obligatorio para edificios con solicitudes de aprobación o visado de proyectos a partir del 30 enero de 1997.

A lo largo de las secciones del DB-SI se establecen condiciones para evitar la propagación interior y exterior del incendio, facilitar la evacuación de los ocupantes, definir el tipo y número de dotación de instalaciones de protección activa contra incendios, así como la señalización de los medios manuales de protección contra incendios.

La mayoría de las condiciones establecidas por el DB-SI dependerán del **uso previsto del edificio o establecimiento** dentro de los que establece el CTE, que son: residencial vivienda, administrativo, comercial, residencial público, docente, hospitalario, de pública concurrencia y aparcamiento. En relación con esto, se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Los edificios, establecimientos o zonas cuyo uso previsto no se encuentre entre los mencionados anteriormente, deberán cumplir, salvo indicación en otro sentido, las condiciones particulares del uso al que mejor puedan asimilarse.
- A los edificios, establecimientos o zonas de los mismos cuyos ocupantes precisen, en su mayoría, ayuda para evacuar el edificio (residencias geriátricas o de personas

discapacitadas, centros de educación especial, etc.) se les debe aplicar las condiciones específicas del uso hospitalario.

- A los edificios, establecimientos o zonas de uso sanitario o asistencial de carácter ambulatorio se les debe aplicar las condiciones particulares del uso administrativo.

Desde el punto de vista de la prevención de riesgos laborales, tienen especial importancia tres secciones del DB-SI: la Sección SI 1 "Propagación interior", la Sección SI 3 "Evacuación de ocupantes" y la sección SI 4 "Instalaciones de protección contra incendios".

- La sección SI 1 "Propagación interior" relaciona las condiciones necesarias para limitar el riesgo de propagación del incendio por el interior del edificio, por lo que trata aspectos relacionados con la protección pasiva contra incendios. En ella, entre otros aspectos, se establece la obligatoriedad o no y las características de los sectores de incendios que dependerán, según el caso, del uso del edificio, su superficie máxima construida y/o del número de ocupantes. También se establecen los requisitos de resistencia al fuego de las paredes, techos y puertas que delimitan sectores de incendio, que dependerán del uso del edificio y de la altura de evacuación; los requisitos de resistencia al fuego de espacios ocultos, tales como patinillos, cámaras, falsos techos, suelos elevados, etc. y las características de reacción al fuego de los elementos constructivos, decorativos y de mobiliario, que dependerán de dónde se encuentre el elemento.

La Sección SI 1 también identifica qué **locales o zonas se consideran de riesgo especial** y los clasifica en tres niveles de riesgo: bajo, medio o alto en función del uso previsto del edificio o establecimiento y de su tamaño (volumen o superficie).

- La Sección SI 3 "Evacuación de ocupantes" relaciona los medios de evacuación adecuados con los que debe contar el edificio para que los ocupantes puedan abandonarlo o alcanzar un lugar seguro dentro del mismo en condiciones de seguridad. Estos aspectos son fundamentales a la hora de evaluar el riesgo de incendio y para diseñar y elaborar los Planes de emergencia, ya que se establecen aspectos relativos a la compatibilidad de los elementos de evacuación; el cálculo de la ocupación por superficie; el número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación; el dimensionado de los medios de evacuación; los requisitos de los elementos que se encuentran en los recorridos de evacuación, como escaleras, puertas, etc.; cómo señalar los medios de evacuación; cómo controlar el humo, y cómo evacuar a personas con discapacidad en caso de incendio. Respecto a este último punto, en función del uso del edificio y de la altura máxima de evacuación se indican las diferentes medidas que se deben adoptar en relación con el establecimiento de itinerarios accesibles 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.
- La Sección SI 4 "Instalaciones de protección contra incendios" relaciona los equipos e instalaciones de protección activa contra incendios de los que tiene que estar dotado el edificio para hacer posible la detección, el control y la extinción del incendio, así como la transmisión de la alarma a los ocupantes.

La dotación de instalaciones de protección contra incendios en cada edificio dependerá de su uso previsto y de las condiciones del edificio: altura de evacuación, superficie construida, ocupación, si es zona de riesgo especial o no, su nivel de riesgo, etc.

La señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios debe cumplir lo establecido en el vigente Reglamento de instalaciones de protección contra incendios,

aprobado por el Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo. Este real decreto también define las exigencias en relación con el diseño, la ejecución, la puesta en funcionamiento y el mantenimiento de dichas instalaciones, así como sus materiales, componentes y equipos.

A aquellos equipos o sistemas ya instalados o con fecha de solicitud de licencia de obra, con anterioridad a la entrada en vigor del mencionado reglamento, únicamente les serán de aplicación las disposiciones relativas al mantenimiento y a su inspección en él establecidas.

4. PREVENCIÓN DE INCENDIOS

La prevención de incendios comprenderá todas aquellas actuaciones, métodos y procedimientos encaminados a evitar que se origine un incendio.

Por ello, la forma de prevenir los incendios será actuando sobre cualquiera de los cuatro elementos que conforman su origen y propagación, es decir, los del tetraedro del fuego.

4.1. Actuación sobre el combustible

Consistirá en su eliminación, contención o control para que no alcance los límites inferiores de inflamabilidad (gases y vapores).

En relación con su eliminación, algunas medidas pueden ser: eliminar la presencia de residuos inflamables; evitar la existencia de depósitos inflamables provisionales, dejando solo la cantidad necesaria para la continuidad de los procesos; realizar revisiones o un mantenimiento periódico normalizado de las instalaciones que emplean líquidos inflamables o gases para evitar goteos o fugas; o sustituir los combustibles inflamables por otros que no lo sean o, al menos, no lo sean en las condiciones en las que se van a utilizar.

En relación con su contención, algunas medidas pueden ser realizar el almacenamiento y el transporte de combustibles en recipientes estancos.

En relación con su control, algunas medidas pueden ser: diluir o adicionar al combustible otras sustancias que aumenten su temperatura de inflamación; ventilar de forma natural o forzada los locales donde puedan formarse atmósferas inflamables; realizar aspiración localizada en los puntos donde puedan formarse mezclas inflamables; etc.

4.2. Actuación sobre el comburente

Habrán que aplicar técnicas que eliminen el oxígeno en la zona donde se manipula el combustible. Las técnicas empleadas consistirán en aislar la zona del ambiente o bien desplazar el oxígeno utilizando gases inertes que lo desplacen en la zona de interés, este último proceso se conoce con el nombre de inertización. No es una técnica muy habitual estando reservada para casos muy puntuales.

Algunos ejemplos pueden ser el relleno de líneas y depósitos con nitrógeno o el empleo de pantallas flotantes sobre líquidos combustibles.

4.3. Actuación sobre el foco de ignición

Consistirá en eliminar fuentes susceptibles de aportar la energía necesaria para que se produzca la inflamación del combustible.

Puesto que el origen de los focos de ignición puede ser muy variado (térmico, mecánico, eléctrico, electrostático, electromagnético, químico o biológico), las medidas preventivas para eliminarlos serán diferentes en cada caso.

Algunos ejemplos pueden ser: prohibición de usar útiles de ignición en zonas clasificadas con riesgo de explosión (ATEX); emplazamiento de las instalaciones generadoras de calor en zonas externas; utilización de cámaras aislantes; ventilación y refrigeración; calorifugado en tubos de escape y zonas calientes de motores; mantenimiento adecuado de las instalaciones eléctricas; instalación de puestas a tierra que evite la formación de cargas electrostáticas; uso de pararrayos; separación de sustancias reactivas; uso de herramientas antichispa; eliminación de las partes metálicas en el calzado; mantenimiento de equipos para evitar rozamientos de partes móviles, etc.

4.4. Actuación sobre la reacción en cadena

Las medidas irán encaminadas a actuar sobre el combustible mediante la superposición física o química de compuestos que dificulten o impidan la generación de sucesivas combustiones y, por lo tanto, de la reacción en cadena.

La adición de estos compuestos será en forma de catalizadores negativos o de inhibidores. Algunos ejemplos son la adición de antioxidantes a plásticos o el uso de tejidos ignífugados (trajes de bomberos, mantas apagallamas, etc.).

5. COMPORTAMIENTO ANTE EL FUEGO DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS. PROTECCIÓN ESTRUCTURAL DE EDIFICIOS Y LOCALES: SECTORIZACIÓN

En el caso de que las medidas de prevención adoptadas no hayan sido suficientes, será necesario emplear técnicas de protección contra incendios que, no eliminando el riesgo, limitan sus consecuencias.

Los **sistemas de protección pasiva** son 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, para así poder controlar el avance del fuego más fácilmente.

Dentro de estos sistemas están los siguientes:

- los elementos constructivos de carácter estructural, acabados y revestimientos (resistencia y reacción al fuego),
- la sectorización de incendios,
- los sistemas de lucha contra el humo,
- la señalización y la iluminación de emergencia.

En relación con la protección proporcionada por los elementos constructivos y los productos de construcción, cuando estén afectados por el requisito esencial de seguridad en caso de incendio,

deben clasificarse según sus condiciones de comportamiento ante el fuego conforme a las nuevas clasificaciones europeas establecidas (Euroclases) por el 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, y a las normas de ensayo y clasificación que en él se indican (normas UNE-EN 13501-1 Clasificación a partir de datos obtenidos en ensayos de reacción al fuego; y UNE-EN 13501-2 Clasificación a partir de datos obtenidos de los ensayos de resistencia al fuego excluidas las instalaciones de ventilación).

Se entiende por **resistencia al fuego** de un elemento constructivo la capacidad que tiene de mantener, durante un periodo de tiempo, la estabilidad estructural y la estanqueidad o integridad al fuego frente a los humos y gases calientes derivados de la combustión. Se mide en base al REI:

- Capacidad portante o estabilidad al fuego (R): es la capacidad que tienen los elementos estructurales con funciones portantes para mantener su estabilidad cuando quedan expuestos al fuego. Esta resistencia se mide mediante el tiempo que la estructura mantiene su estabilidad hasta el comienzo del colapso.
- Integridad (E): es la capacidad que poseen los elementos constructivos que actúan como barrera ante las llamas y los gases durante un incendio. El elemento separador debe estar construido por un material que soporte el contacto con el fuego en la cara expuesta, evitando la propagación a la no expuesta. El periodo de tiempo durante el cual dicho componente impide el paso de las llamas entre los dos sectores de incendios marcará su integridad.
- Aislamiento (I): es la capacidad que poseen los elementos constructivos que actúan como barrera ante las llamas de evitar el traspaso de calor desde el lado expuesto al fuego al no expuesto. La variable tiempo definirá la resistencia del elemento en cuanto a aislamiento térmico.

Las tres características comentadas vienen definidas por la variable tiempo; por ello, siempre se acompañan por un número en minutos (15, 30, 45, 60, 90, 120, 180, 240 o 360), que indica el tiempo en que estos parámetros se cumplen.

Reacción al fuego de un elemento es la respuesta de un producto, contribuyendo con su propia descomposición, a un fuego al que está expuesto, bajo condiciones especificadas. Se expresa mediante un código que contiene una clasificación principal, comprendida entre "A" y "F" según sus propiedades de combustión, un subíndice de opacidad de humos, comprendido entre "s1" y "s3", y un subíndice de gotas y escombros en llamas, de "d0" a "d2". Cuanto mayor es el subíndice, mayor es la reacción al fuego de ese producto.

En edificios ya construidos, la ignifugación de los elementos constructivos o la aplicación de acabados y revestimientos especiales, son técnicas que incrementan la resistencia y la reacción al fuego de los mismos, constituyendo, con frecuencia, la última posibilidad de corregir situaciones deficientes en origen.

Cuando el edificio o empresa es de nueva construcción, la protección pasiva deberá introducirse ya en el proyecto mediante la utilización de materiales de resistencia y reacción al fuego adecuadas en estructuras, muros y demás elementos constructivos, junto con la compartimentación del edificio en sectores de incendio no solo para limitar las posibilidades de pérdida, sino también para favorecer la actuación sobre el fuego.

La compartimentación en zonas diferenciadas (sectores de incendio) en un edificio es lo que se conoce como **sectorización** y tiene como objetivo dificultar la propagación del fuego (y de los humos).

La existencia de un sector de incendios implica que todos los elementos estructurales que lo integran (paredes del recinto, muros de separación, techos, suelos, puertas y elementos de cierre de huecos verticales y horizontales) tienen las mismas propiedades de reacción y resistencia al fuego. Esto se deberá tener en cuenta cuando haya que reformar, reparar o sustituir algunos de estos elementos.

6. SISTEMAS DE DETECCIÓN Y ALARMA

Los sistemas de detección y alarma son los primeros elementos de lo que se conoce como **protección activa**, que tiene como objetivo **controlar y extinguir el incendio** a través de equipos y dispositivos que detectan, dan la alarma y extinguen el fuego.

El sistema de detección y alarma es un conjunto de elementos interrelacionados y ordenados que tienen por objeto percibir un fenómeno propio de un incendio y transmitir el aviso de su existencia al lugar afectado o a otro lugar establecido para este fin.

Los distintos elementos que forman este sistema son los siguientes:

- **Detector:** es un dispositivo que contiene un sensor que controla de forma continua o a intervalos un fenómeno físico o químico correspondiente a un incendio y que emite una señal.
- **Pulsador:** es un elemento del sistema de detección y alarma que funciona por accionamiento manual que transmite una señal.
- **Equipo de Control y Señalización:** es un aparato que tiene una serie de funciones:
 - ✓ Alimentar eléctricamente al resto de los componentes del sistema.
 - ✓ Recibir señales procedentes de los detectores y pulsadores.
 - ✓ Determinar qué señales corresponden a una condición de alarma.
 - ✓ Transmitir una señal de alarma al resto de elementos del sistema:
 - Central de Recepción.
 - Dispositivos de Alarma.
 - Aparatos de accionamiento de los Sistemas de Control y de Protección contra Incendios.
- **Dispositivo de alarma:** es un dispositivo que transmite una señal acústica y/u óptica.
- **Central de recepción:** es el aparato receptor que recoge señales procedentes del Equipo de Control y Señalización.
- **Sistema de accionamiento de sistemas de protección activa contra incendios:**
 - Sistema de Extinción Automática.
 - Extracción y control de humos.

- Sistema de Bloqueo del funcionamiento de aparatos que pueden propagar el fuego.

El diseño, la instalación, la puesta en servicio y el uso de los sistemas de detección y alarma de incendio serán conformes a la norma UNE 23007-14.

6.1. Detección

La detección es el proceso de percepción del incendio y de transmisión de la señal de percepción. En la percepción del suceso, en función del uso del local, se establecerá una:

- Detección humana, en la que es el propio ocupante del recinto donde se produce el siniestro quien observa su presencia y transmite el aviso posterior a una central de recepción (normalmente con los pulsadores manuales) o al resto de los ocupantes del lugar donde se ha producido; o
- Detección automática, que se realiza a través de detectores automáticos, que son los elementos encargados de enviar la señal.

Para seleccionar el mejor detector automático es necesario conocer la evolución de un fuego tipo. Al inicio del fuego se desprenden iones o radicales libres, como consecuencia de la "pirólisis" del combustible; en una etapa posterior, se emiten humos; seguidamente, se generarán las llamas; y, por último y en su desarrollo final, se incrementará la temperatura de los humos.

Así, existen diferentes tipos de detectores en función de su sensibilidad al captar un determinado fenómeno que se produce en una u otra etapa en la evolución de un fuego. Son los siguientes:

- **Detectores de humos:** pueden ser de dos tipos: lineales u ópticos.
- **Detectores de llama:** están especialmente indicados en el ámbito industrial por su facilidad para detectar gases y líquidos de alto riesgo de combustión sin humo. Debido a que las llamas emiten radiación infrarroja y ultravioleta, los detectores de llama se clasifican en tres tipos según la naturaleza de las radiaciones que detecten (ultravioleta, infrarroja o una combinación de ellas).
- **Detectores térmicos:** existen dos tipos: el estático, que actúa cuando se alcanza una determinada temperatura (suele ser 58º C) y el termovelocimétrico, que actúa cuando la velocidad de crecimiento de la temperatura supera un valor determinado (generalmente unos 8º C/min).
- **Detectores por aspiración:** se basan en una alerta temprana por la detección rápida de los primeros aerosoles que se producen en un incendio. Son muy útiles en salas limpias con altas exigencias para la detección rápida de humo y gases del incendio. Están formados por un dispositivo de aspiración (turbina o ventilador), un filtro y un equipo de detección; todo el conjunto está conectado con una red de tuberías de las que salen capilares con boquillas de aspiración que funcionan como tomas de muestreo.
- **Detectores óptico-térmicos:** combinan las cualidades y la tecnología, tanto de los ópticos como de los termovelocimétricos. Por esta razón, son una interesante opción para las instalaciones donde se produzcan incendios de rápido crecimiento y propagación, así como en los que existan partículas en suspensión de un cierto espesor.

6.2. Alarma

Los dispositivos para la activación manual de alarma de incendio, es decir, los pulsadores de alarma se situarán de modo que la distancia máxima a recorrer, desde cualquier punto que deba ser considerado como origen de evacuación, hasta alcanzar un pulsador, no supere los 25 m. Los pulsadores de edificios o establecimientos con licencia de obra posterior al 12 de septiembre de 2010 tendrán su parte superior a una altura entre 80 cm y 120 cm; y en los edificios ya existentes o con licencia anterior a esa fecha, se bajarán a la altura indicada cuando suponga un ajuste razonable.

En cuanto a los propios dispositivos de alarma de incendios, en edificios o establecimientos en los que existan personas con discapacidad auditiva, personas que tengan que llevar protección auditiva o donde el nivel del ruido supere los 60 dB(A), estos dispositivos de alarma serán **acústicos y visuales**, siempre y cuando hayan obtenido la licencia de obra en fecha posterior al 12 de septiembre de 2010. En los edificios ya existentes o con licencia anterior a esa fecha, las alarmas serán acústicas y visuales cuando suponga un ajuste razonable.

Tanto el nivel sonoro como el óptico deberán ser percibidos en cada uno de los sectores de detección en donde estén instalados.

Se entienden por "ajustes razonables" aquellas modificaciones y adaptaciones necesarias y adecuadas del ambiente físico, social y actitudinal, a las necesidades específicas de las personas con discapacidad que no impongan una carga desproporcionada o indebida, cuando se requieran en un caso particular de manera eficaz y práctica, para facilitar la accesibilidad y la participación y para garantizar a las personas con discapacidad el goce o ejercicio, en igualdad de condiciones con las demás, de todos los derechos (artículo 2 del Real Decreto Legislativo 1/2013, de 29 de noviembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley General de derechos de las personas con discapacidad y de su inclusión social).

Los sistemas de detección y alarma, tanto en su diseño, señalización, instalación o mantenimiento deberán ajustarse a lo establecido en el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios (Real Decreto 513/2017).

En relación con su mantenimiento, estos sistemas y cada uno de sus elementos por separado serán revisados cada tres y/o seis meses, bien por personal especializado del fabricante, o de una empresa mantenedora, o bien por el personal del usuario o titular de la instalación; y anualmente por personal especializado del fabricante o por el personal cualificado de la empresa mantenedora.