

ESTUDIO DE LOS FACTORES QUE CONCURREN EN EL TETRAEDRO DEL FUEGO

COMBUSTIBLE

Se define como toda sustancia susceptible de combinarse con el oxígeno de forma rápida y exotérmica.

Todos los combustibles queman en fase gas o vapor. Cuando el combustible es sólido o líquido, es necesario un aporte previo de energía para llevarlo al estado gaseoso. La peligrosidad respecto a una posible ignición depende de varios factores:

- Concentración combustible-aire precisa.
- Temperatura mínima a la que el combustible emite suficientes vapores para alcanzar dicha concentración.
- Energía de activación que es necesario aportar a la mezcla para que se inicie el proceso y se desarrolle la reacción en cadena.

Estos factores se pueden analizar por medio de unas constantes físicas propias de cada combustible.

A) Límites de inflamabilidad

Para que se verifique la ignición, es preciso que la mezcla combustible-comburente sea la adecuada.

Los límites de inflamabilidad son las concentraciones extremas de combustible-comburente que se pueden formar para que se produzca una combustión. El límite superior de inflamabilidad es la máxima concentración de vapores de combustible en mezcla con un comburente (LSI). El límite inferior es la mínima concentración de vapores de combustible en mezcla con un comburente (LII). Por encima y debajo de los respectivos límites, no se puede producir la combustión.

Estas concentraciones se suelen expresar en porcentajes de volumen de vapores de combustible en mezcla con aire (Tabla I).

B) Temperatura de inflamación

Es la mínima temperatura a la cual una sustancia combustible desprende la suficiente cantidad de vapores para que, mezclados con el aire, se produzca la ignición mediante el aporte de una energía de activación.

TABLA I
Características de inflamabilidad

Producto	Punto de inflamación en °C	Temperatura de autoignición en °C	Límites de inflamabilidad en % de volumen de aire	
			Inferior	Superior
Acetileno	Gas	335	2,5	81
Benceno	—11	560	1,3	7,1
Butano	Gas	405	1,9	8,5
Gasolina 100 octanos	—38	456	1,4	7,4
Glicerina	160	392,8	—	—
Keroseno fuel oil	38	210	0,7	5
Metano	Gas	540	5,3	14

Esta determinación se efectúa en condiciones de equilibrio, por lo que, perturbaciones atmosféricas (corrientes de aire) pueden diluir la concentración, no alcanzando el LII más que a temperaturas superiores dependiendo del grado de perturbación.

La temperatura de inflamación es un indicativo de la peligrosidad de un combustible. Cuanto más bajo sea el punto de inflamación más fácilmente desprenderá vapores un combustible (Tabla I).

C) Temperatura de autoinflamación

Es la mínima temperatura a la cual una sustancia combustible, en presencia de aire, puede producir su combustión espontánea en ausencia de una energía de activación externa.

Esta temperatura hay que considerarla como orientativa, ya que puede variar sustancialmente al cambiar las condiciones (Tabla I).

Para combustibles como gases y líquidos, los factores que intervienen sobre la temperatura de autoinflamación son la concentración de la mezcla, forma y tamaño del espacio donde se produce la ignición, régimen y duración del calentamiento, tipo y temperatura de la fuente de calor, catalizadores, efectos de otros materiales y concentración de oxígeno.

Para combustibles sólidos, la temperatura depende fundamentalmente del régimen de corriente de aire, del régimen de calentamiento y del tamaño del sólido.

D) Peligrosidad de un combustible respecto a la energía y productos emitidos en su combustión

Los factores más importantes que contribuyen a la peligrosidad de un combustible una vez inflamado son:

PODER CALORÍFICO

Es la cantidad de calor que puede emitir un combustible por unidad de masa, al sufrir un proceso de combustión completa (Tabla II).

La unidad utilizada para el poder calorífico es la megacaloría por kilo (Mcal/kg).

TABLA II
Poder calorífico

Producto	Mcal/kg
Acetileno	11,58
Benceno	9,61
Butano	10,76
Carbón lignito	5
Gasolina 100 octanos	10
Madera ordinaria	4

REACTIVIDAD

Algunos materiales son susceptibles de producir reacciones de gran potencial energético, que en ocasiones, pueden ser explosivas al combinarse con otros o por sí mismos. Algunas de estas circunstancias pueden ser:

- Materiales que al calentarse en ambientes cerrados pueden detonar.
- Materiales que pueden experimentar un violento cambio químico a temperaturas y presiones elevadas.
- Materiales estables que pueden tornarse inestables al combinarse con otros o a temperaturas o presiones elevadas.
- Materiales que pueden reaccionar explosivamente al mezclarse con agua.

TOXICIDAD

Algunos combustibles pueden emitir en su combustión humos y gases que por su gran toxicidad dificultan las condiciones de evacuación y extinción (PVC, fibras acrílicas).

VELOCIDAD DE COMBUSTIÓN

Es la cantidad de combustible consumida por unidad de tiempo en unas condiciones dadas. La velocidad aumenta a medida que disminuye la compactación del combustible, pudiendo ser en ocasiones explosiva, como es el caso de algunos combustibles gaseosos.

VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN DE LA LLAMA

Es la velocidad superficial de las llamas en un combustible, y nos refleja la capacidad de extensión y propagación de un incendio. Este parámetro sólo es aplicable a combustibles sólidos y en especial a los utilizados como revestimientos.

COMBURENTE

Se denomina comburente toda aquella mezcla de gases en la cual el oxígeno está en proporción suficiente para que en su seno se produzca la combustión. Debido a ello, el aire, que contiene aproximadamente un 21 por 100 en volumen de oxígeno es el comburente más común en todos los fuegos.

El aire es la principal fuente de oxígeno, si bien existen materiales que tienen tal composición química que pueden aportar oxígeno en ausencia de aire.

Algunas sustancias químicas, como el nitrato de sodio o el clorato potásico, son agentes oxidantes que pueden provocar la combustión en ausencia de comburente.

La combustión puede igualmente ocurrir en una atmósfera de cloro, dióxido de carbono, nitrógeno y otros gases sin oxígeno, por ejemplo, el polvo de zirconio puede incendiarse en presencia de dióxido de carbono.

ENERGIA DE ACTIVACION

Es la energía mínima necesaria para que se inicie la reacción. Depende de la naturaleza del combustible y de las condiciones en las que

éste se manipule (presión, temperatura, concentración, grado de subdivisión, etc.). La energía de activación es proporcionada por los focos de ignición.

Podemos decir que un foco puede provocar la ignición de un material combustible, si su energía en intensidad y cantidad, es suficiente para aumentar la temperatura de una parte del combustible por encima de su punto de auto-inflamación.

En función de su naturaleza, los focos de ignición se pueden clasificar en:

— *Focos eléctricos:*

- Cortocircuitos.
- Arco eléctrico.
- Cargas estáticas.
- Descargas eléctricas atmosféricas.

— *Focos químicos:*

- Reacciones exotérmicas.
- Sustancias reactivas.
- Sustancias auto-oxidables.

— *Focos térmicos:*

- Condiciones térmicas ambientales.
- Procesos de soldadura.
- Chispas de combustión.
- Superficies calientes.
- Radiaciones solares.

— *Focos mecánicos:*

- Chispas de herramientas.
- Roces mecánicos.

— *Focos nucleares:*

- Reacciones de fisión.
- Reacciones de fusión.

REACCION EN CADENA

Como ya explicamos anteriormente, la reacción en cadena es el proceso que permite la propagación del incendio, siempre que la energía de activación sea suficiente y se produzca la mezcla combustible-comburente.

CALOR

Se puede decir que todo fuego comienza por el calor. El calor es una forma de energía, consecuencia del movimiento constante de las moléculas, lo que produce una liberación de energía calorífica al chocar frecuentemente entre ellas.

El calor emitido en un incendio produce daños tanto a las personas como a los bienes materiales. La exposición al aire caliente puede causar directamente deshidratación, agotamiento, bloqueo de las vías respiratorias y quemaduras. Intensifica también el latido cardíaco, siendo mortal cuando su intensidad excede el umbral de la tolerancia humana.

En atmósferas donde con el aire saturado de humedad, la temperatura supera los 55 °C, se pueden sufrir serias consecuencias si no se protege a las personas con los medios adecuados (ropas especiales y máscaras).

Los elementos de construcción son afectados en sus propiedades mecánicas y en sus composiciones químicas por efecto del calor.

TRANSMISION DEL CALOR

El calor se transmite de tres formas diferentes: conducción, convección y radiación.

A) Conducción

Es la transferencia de calor por contacto directo entre dos cuerpos. La conducción del calor tiene lugar únicamente cuando las distintas partes del cuerpo se encuentran a temperaturas diferentes y la dirección del flujo calorífico es siempre de los puntos de mayor a los de menor temperatura (Fig. 4).

Podemos decir que la cantidad de calor que atraviesa una superficie es directamente proporcional a dicha superficie y a la diferencia de temperaturas, e inversamente proporcional al espesor. La constante de proporcionalidad es el coeficiente de conductividad térmica (K).

A mayor conductividad térmica, mayor es la cantidad de calor que pasa por unidad de tiempo si los demás factores permanecen iguales.

B) Convección

Es la transferencia de calor producida por el movimiento del aire.

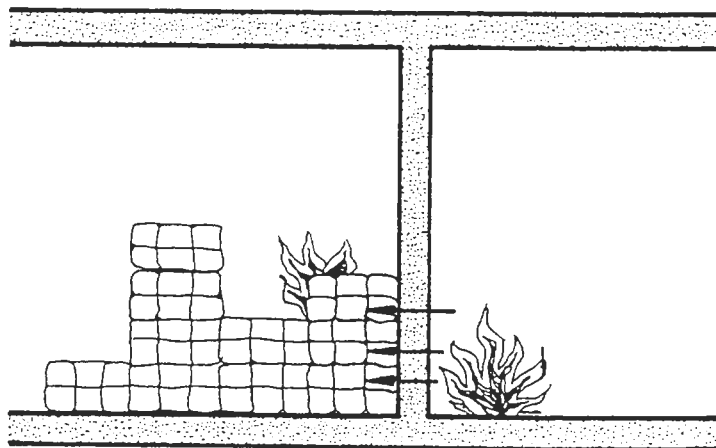


Figura 4.—Conducción.

El calor que se produce en un fuego se transfiere al aire circundante por conducción, pero el calentamiento de los objetos que se encuentran en el edificio, se produce a través de la circulación del aire caliente que se expande y se eleva, por ello la transferencia de calor por convección ocurre regularmente en sentido ascendente aunque esta transferencia puede conseguirse en muchas direcciones (Fig. 5).

Podemos decir que este sistema de transmisión del calor es el que más influencia tiene en la propagación del fuego a través de un edificio.

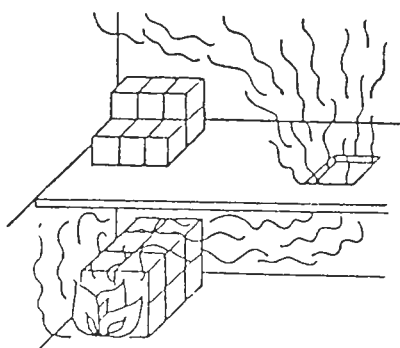


Figura 5.—Convección.

C) Radiación

Es la transferencia de calor producida por la emisión de ondas electromagnéticas, dichas ondas se mueven a través del espacio o de los materiales a la velocidad de la luz, siendo absorbidas por los cuerpos que no son transparentes a ellas (cuerpos opacos).

La energía radiante emitida por una superficie, por unidad de tiempo y por unidad de área, depende de la naturaleza de la superficie y de su temperatura. A menor temperatura, la radiación por unidad de tiempo es más pequeña. Cuando la temperatura aumenta, la radiación por segundo crece rápidamente, siendo proporcional a la cuarta potencia de la temperatura (Fig. 6).

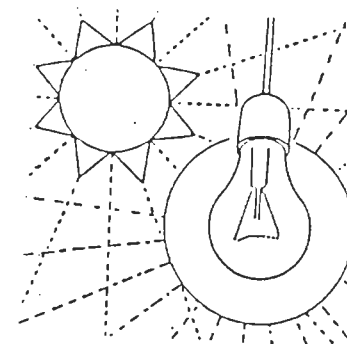


Figura 6.—Radiación.

CADENA DEL INCENDIO

Podemos decir que todo incendio está dividido en tres fases: ignición, propagación, consecuencias.

IGNICION

Es la acción de los elementos que configuran el tetraedro del fuego para producir la inflamación del combustible. Estos han de cumplir dos condiciones básicas:

- La energía de activación necesaria que precisa el combustible.
- Un foco de ignición que aporte la energía de activación que se requiere.

PROPAGACION

Es la evolución del incendio en el espacio y en el tiempo.

La propagación se desarrolla en función del tiempo, dependiendo del tipo de combustible y del foco de ignición, según la representación gráfica de la Figura 7 (combustibles sólidos) y la Figura 8 (combustibles líquidos y gaseosos).

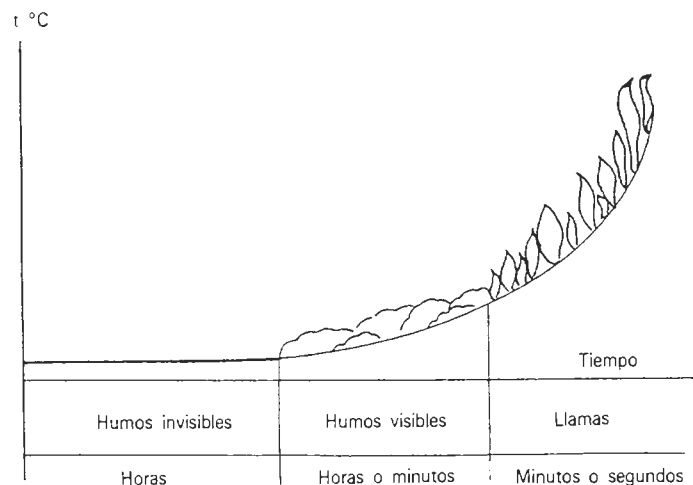


Figura 7.—Evolución de un incendio en combustibles sólidos, madera, papel, etc.

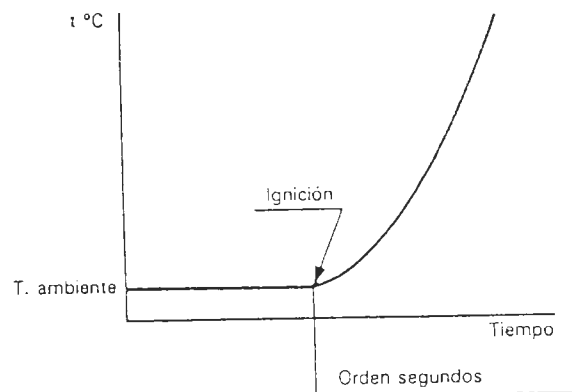


Figura 8.—Evolución de un incendio en combustibles líquidos y gaseosos.

En función del espacio, la propagación se desarrolla utilizando los medios habituales de transmisión del calor (conducción, convección y radiación), pudiendo ser de dos formas:

— Propagación horizontal:

Es la que produce a un mismo nivel, estando determinada por las condiciones estructurales del local, como por ejemplo, muros, puertas, compartimentación, ventanas, huecos en las paredes, etc.

— Propagación vertical:

Es la que se produce entre zonas a distinto nivel, dependiendo igualmente de las condiciones estructurales del edificio.

Los medios por donde se canaliza la propagación suelen ser:

- Ventanas.
- Conducciones de aire acondicionado (tiro forzado).
- Huecos de ascensores y de servicios (efecto chimenea).
- Escaleras (efecto chimenea).

CONSECUENCIAS

Los daños que se originan en un incendio pueden ser materiales y personales.

El aumento de la temperatura y la generación de humos y gases tóxicos dificultan la evacuación del edificio, siendo este último factor el más importante a la hora de analizar las consecuencias que afectan a las personas (Fig. 9).

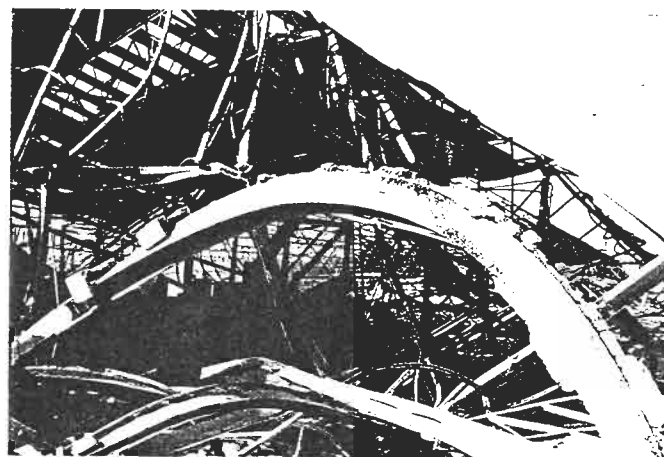


Figura 9.—Efectos del calor en una estructura metálica.

Humos y gases de combustión

Los humos y gases que se generan en una combustión tienen efectos letales en un incendio, siendo los responsables de la mayoría de las víctimas que se producen en éstos.

El humo es una materia formada por diminutas partículas sólidas, vapor condensado y gases de combustión en suspensión en el aire.

Las partículas en suspensión del humo pueden ser irritantes si se respiran y una exposición prolongada a ellas puede causar lesiones a los sistemas respiratorios. Imposibilitan la visión dificultando la localización de las señales y accesos a las vías de evacuación.

La formación de humo es favorecida por la humedad de los materiales que provoca la combustión incompleta de éstos y por la naturaleza de los mismos.

Los gases de combustión son los gases que permanecen en el aire al reducirse los productos de combustión a sus temperaturas normales. Contienen fundamentalmente monóxido de carbono, dióxido de carbono y vapor de agua, aunque atendiendo al tipo de combustible, también se pueden formar compuestos, tales como el anhídrido sulfuroso, ácido cianhídrico, ácido clorhídrico, óxido nítrico, etc.

La toxicidad de dichos gases depende de la composición, concentración, tiempo de exposición y del estado físico de las personas. En función de estos parámetros provoca intoxicaciones y posteriormente la asfixia.

El monóxido de carbono se combina con la hemoglobina formando carboxihemoglobina, sustrayéndole el oxígeno que el cuerpo necesita a la sangre. A su vez, impide la eliminación de los residuos de anhídrido carbónico que lleva la sangre venosa de vuelta de los pulmones. Concentraciones superiores al 1 por 100 son mortales para las personas.

El anhídrido carbónico estimula en exceso el ritmo respiratorio que, combinado con la disminución de oxígeno y la presencia de otros gases tóxicos incrementa los efectos nocivos de éstos. Se dice que concentraciones cercanas al 10 por 100 pueden causar la muerte, para una exposición de pocos minutos.

CLASES DE FUEGO

En base a la naturaleza del combustible se establece una clasificación de los diferentes tipos de fuego.

Según la norma UNE 20010/76 las distintas clases de fuegos son las siguientes:

CLASE A:

Fuegos de materiales sólidos comunes, generalmente de tipo orgánico, cuya combustión tiene lugar normalmente con formación de brasas.

CLASE B:

Fuegos de líquidos y sólidos de bajo punto de fusión.

CLASE C:

Fuegos de gases.

CLASE D:

Fuegos de metales y compuestos químicos reactivos.

PREVENCIÓN DE INCENDIOS

Comprende aquellas medidas que tienden a evitar la producción de incendios.

Dichas medidas actúan sobre cada uno de los elementos que intervienen en el *tetraedro del fuego*, bien por separado o de forma combinada, actuando sobre más de uno de ellos.

ACTUACIÓN SOBRE EL COMBUSTIBLE

Las medidas preventivas a adoptar se centran en la eliminación del combustible o en evitar la formación de mezclas inflamables, lográndose de las siguientes formas:

- Sustituir el combustible por otro que no lo sea o tenga un punto de inflamación superior.
- Diluir el combustible mediante el empleo de aditivos que eleven el punto de inflamación.
- Ventilar las zonas donde se puedan formar concentraciones de vapores inflamables.
- Eliminar los residuos inflamables a través de programas de limpieza y utilización de recipientes herméticos.
- Aspirar de forma localizada aquellas zonas donde se puedan generar mezclas inflamables.
- Ignifugar el combustible mediante el empleo de elementos que permitan disminuir la combustibilidad de éste.
- Almacenar y transportar los combustibles en recipientes estancos.

ACTUACION SOBRE EL COMBURENTE

Se utilizan técnicas dirigidas a la sustitución del comburente o a la separación de éste del elemento combustible. Por ejemplo podemos citar:

- Sustituir o disminuir la proporción de oxígeno mediante la utilización de gases inertes como el dióxido de carbono o nitrógeno (atmósferas inertes de reactores).
- Utilizar recipientes estancos, reduciendo la proporción del comburente.

ACTUACION SOBRE LA ENERGIA DE ACTIVACION

El sistema utilizado se basa en la eliminación de los posibles focos de ignición que pueden aportar la energía suficiente para inflamar el combustible.

Las medidas más habituales son las siguientes:

- Adecuar las instalaciones eléctricas a lo prescrito en el vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Separar y almacenar de forma adecuada las sustancias reactivas.
- Ventilar y controlar la humedad en las zonas donde se almacenan sustancias auto-oxidables.
- Prohibición de fumar y de la utilización de medios de ignición.
- Refrigerar o ventilar los locales expuestos a cargas térmicas ambientales.
- Recubrimiento o apantallamiento de las áreas donde se efectúan operaciones de soldadura.
- Petición de permisos de fuego para aquellas operaciones que sean susceptibles de proyectar partículas incandescentes en áreas con atmósferas potencialmente inflamables.
- Utilización de herramientas antichispas.

ACTUACION SOBRE LA REACCION EN CADENA

Actuar sobre la reacción en cadena significa impedir la formación de la combustión en el combustible mediante la adición de compuestos que dificulten el proceso.

Como ejemplo de esta técnica podemos citar:

- Ignifugación de tejidos.
- Adición de antioxidantes en plásticos.

PROTECCION CONTRA INCENDIOS

Entendemos por protección contra incendios, el conjunto de medidas tendientes a paliar los efectos producidos por el fuego.

Dichas medidas se pueden resumir en tres acciones concretas:

- DETECTAR.
- EXTINGUIR.
- EVACUAR.

SISTEMAS DE DETECCION DE INCENDIOS

La detección de incendios es el hecho de descubrir el suceso, localizarlo y comunicarlo a las personas que pondrán en funcionamiento el plan de acción previsto (plan de emergencia).

El aspecto más importante de la detección es que debe efectuarse en el menor tiempo posible. De la rapidez de la detección dependerá la demora de la puesta en marcha del plan de lucha contra el fuego y del plan de evacuación de personas.

Una respuesta lenta en la detección del fuego puede acarrear consecuencias lamentables. El humo y el fuego habrán tomado magnitudes considerables, por lo que las posibilidades de éxito de una evacuación disminuirán sensiblemente y será necesario utilizar un número mayor de medios de extinción, lo que, en caso de que no se disponga de los suficientes, puede provocar serias dificultades en la extinción del mismo.

La detección clásica del fuego se realizaba mediante personas dedicadas a efectuar inspecciones periódicas de las instalaciones a proteger. Las rondas de vigilancia periódicas hacen que exista un margen de tiempo entre dos inspecciones consecutivas que suele ser demasiado prolongado para poder comenzar los trabajos de extinción en el momento apropiado. Ello ha motivado la utilización de sistemas automáticos de detección que consiguen una vigilancia permanente.

A) Detección automática

Los sistemas de alerta contra incendios permiten la detección y localización del mismo, así como la puesta en marcha del plan de emergencia.

Las funciones del sistema de detección automática de incendios son:

- Detectar la presencia de un conato de incendio con celeridad, señalizándolo de forma óptica y acústica en una central de señalización.
- Localizar el incendio.
- Ejecutar el plan de alarma, si existe.
- Realizar funciones auxiliares: transmisión automática de alarmas a distancia, cierre de puertas y exutorios, disparo de instalaciones fijas de extinción, paro de máquinas.

Los componentes principales de este sistema (ver Fig. 10) son:

- Detectores automáticos.
- Pulsadores de alarma.
- Central de señalización y control.
- Líneas.

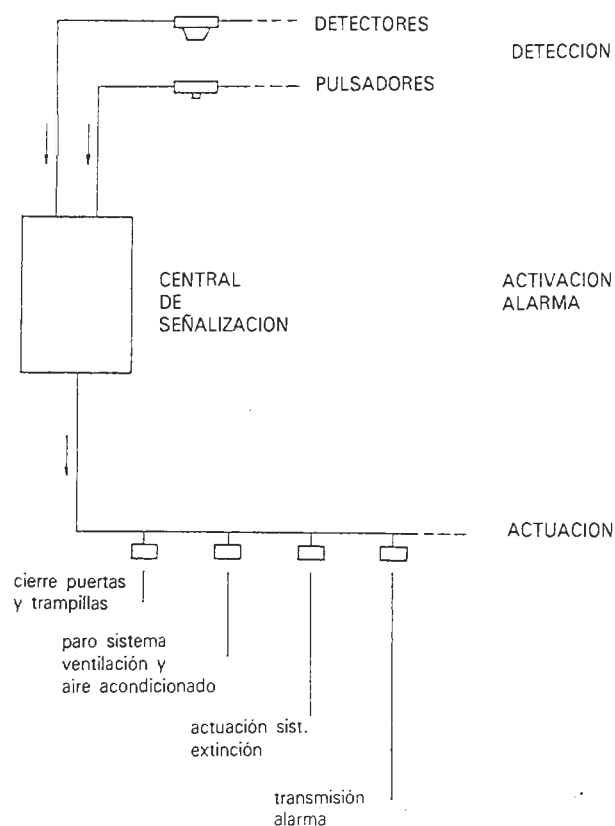


Figura 10.—Instalación automática de detección de incendios.

- Aparatos auxiliares: sirenas de alarma general, conexión directa a bomberos, accionamiento de sistemas de extinción.

En los últimos años se han desarrollado los sistemas de detección analógicos.

En estos sistemas, tanto los detectores como la propia central de señalización y control forman parte activa de los mismos. Cuando se produce la activación de un elemento, la central recaba información de este elemento en varias ocasiones. Si el efecto activador continúa, se verifica la alarma.

Estos sistemas corrigen por sí mismos el umbral de tensión de alarma en función de efectos perturbadores (polvo acumulado en la cabeza detectora), con lo cual se consigue que la sensibilidad esté adaptada a las condiciones ambientales en cada momento.

Este tipo de sistemas exige un diseño específico adaptado a las características de los equipos dadas por cada fabricante.

B) Elementos de una instalación automática de detección de incendios

DETECTORES AUTOMÁTICOS

En función del fenómeno que detecten, estos se clasifican en:

Detector de gases de combustión (iónicos)

Detectan los humos visibles e invisibles que se producen en la combustión.

Están dotados de una cámara de medición, una cámara de referencia y una pequeña fuente radiactiva que ioniza el aire (isótopo americio 241). Cuando los productos de la combustión (humos) se introducen en la cámara de medición, disminuye la conductancia del aire, produciéndose la disminución de la corriente de ionización en la cámara de medición. Al alcanzar un cierto nivel, el detector se activa (Fig. 11).

Como efectos perturbadores podemos citar:

- Humos no procedentes de incendios.
- Corrientes de aire con velocidades superiores a 5 m/sg.

Este tipo de detectores pueden ser regulados en su sensibilidad.

Detector óptico de humos por difusión

Consta de una cámara con una fuente luminosa y un dispositivo fotosensible, dispuestos de forma tal que no inciden sobre el elemento fotosensible los rayos luminosos.

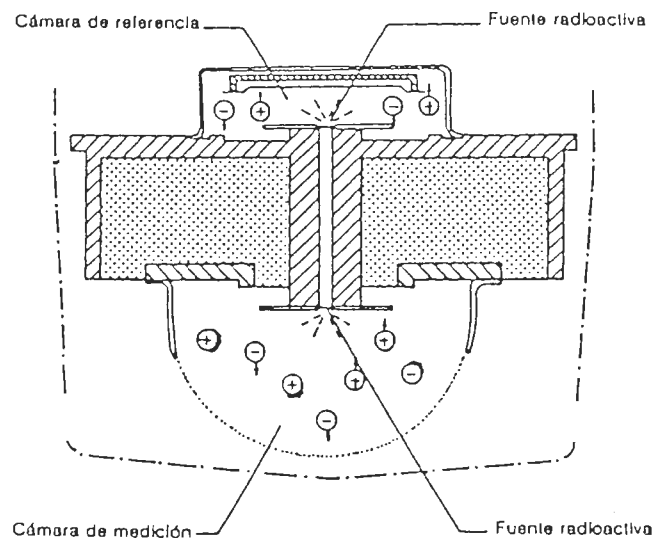


Figura 11.—Detector iónico.

ando las partículas de humo penetran en la luz, ésta se dispersa sobre positivo fotosensible provocando la activación del detector.

tá particularmente indicado para la detección de fuegos latentes y de com- en lenta (Fig. 12).

omo efecto perturbador podemos destacar el polvo.

or óptico de humos por oscurecimiento (lineal)

tá formado por dos partes separadas; en una de ellas se ubica una fuen- minosa con un sistema de colimación del haz de luz y, en la otra, un dis- vo fotosensible. Cuando las partículas de humo penetran en el haz, dismi- la intensidad luminosa en el receptor.

alarma se activa al alcanzar un cierto nivel de oscurecimiento. Se emplea a protección de grandes recintos (hasta 100 m de distancia).

omo efectos perturbadores podemos señalar:

oraciones, que pueden producir una señal de avería.

ayos solares modulados por objetos que vibran, dando lugar a una señal alarma.

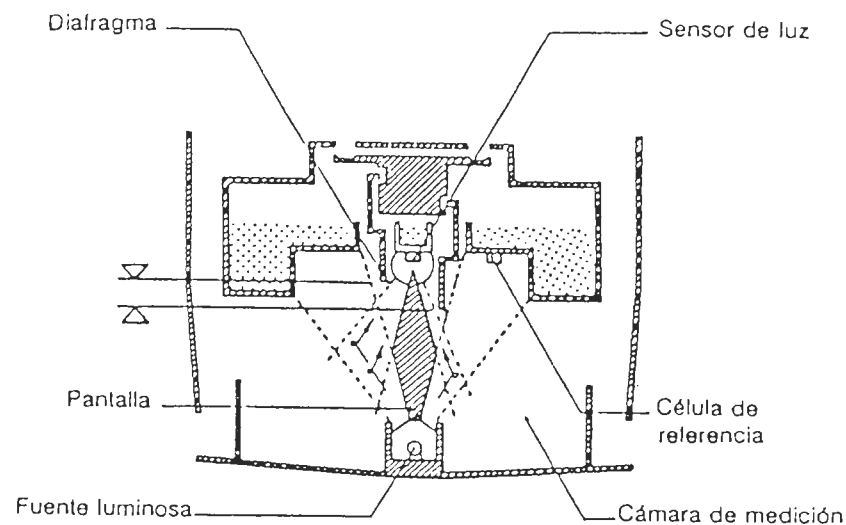


Figura 12.—Detector óptico de humos por difusión.

Detector de radiación infrarroja

Consiste en una cámara con un sistema de filtro y lentes empleados para apantallar longitudes de ondas no deseables y localizar la energía incidente en una célula fotovoltaica sensible a la radiación infrarroja. Al alcanzar un cierto nivel de radiación, la alarma se activa (Fig. 13).

Como fenómenos perturbadores causantes de alarmas intempestivas podemos citar:

- Reflejos sobre el detector de rayos solares modulados.

Detector de radiación ultravioleta

Es de características similares al detector de radiación infrarroja, siendo en este caso la célula sensible a la radiación ultravioleta.

Los fenómenos perturbadores que pueden causar disparos intempestivos de alarma son:

- Incidencia directa o reflejada de los rayos solares modulados.
- Operaciones de soldadura.
- Equipos de rayos X.
- Equipos de rayos gamma.

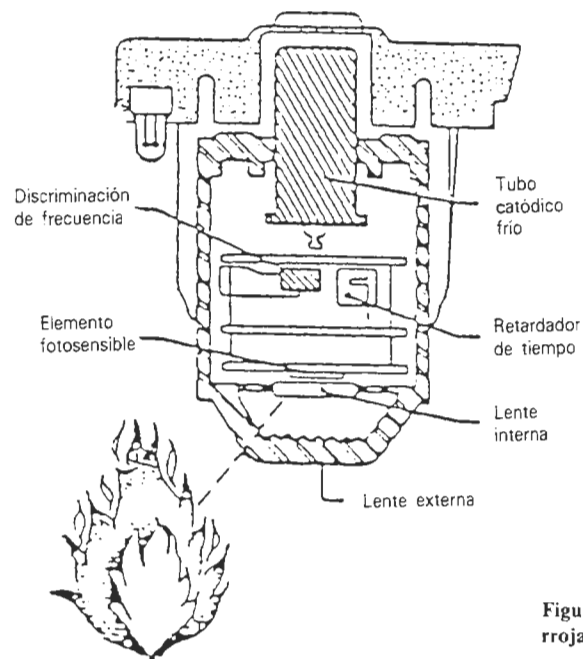


Figura 13.—Detector de radiación infrarroja.

Detector de chispas

Es un detector de radiación infrarroja de alta sensibilidad.

Se instalan generalmente en canalizaciones y tuberías de transporte neumático.

Detector termovelocimétrico

Consta de una cámara con un dispositivo sensible a la velocidad de crecimiento de la temperatura. Cuando la velocidad adquiere un cierto valor (> 10 °C/minuto), la alarma se activa (Fig. 14).

Los dispositivos sensibles suelen ser de los siguientes tipos:

- Eléctricos.
- Neumáticos.
- Elementos semiconductores.

Los incrementos bruscos de temperatura como:

- Calefacción

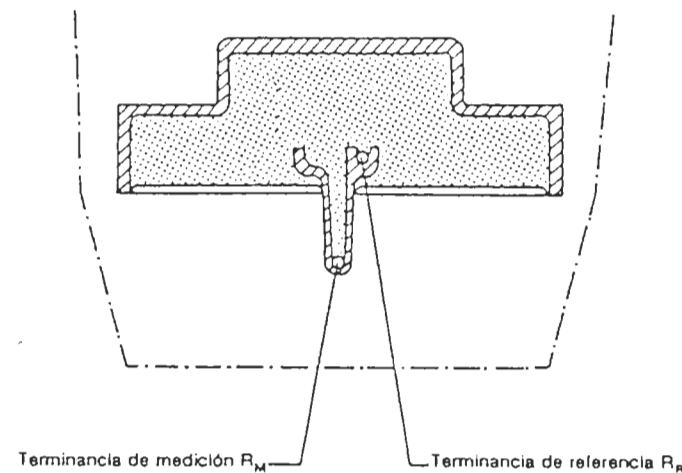


Figura 14.—Detector termovelocimétrico.

— Cocinas (hornos)
pueden causar alarmas intempestivas.

Detector termostático

Consiste en una cámara con un dispositivo termosensible que, al alcanzar una temperatura previamente fijada (> 57 °C), activa la alarma.

El dispositivo termosensible puede estar formado por:

- Elemento fusible.
- Dispositivo bimetalico.

Factores como:

- Rayos solares
- Cocinas
- Calefacciones

pueden provocar falsas alarmas.

ZÓCALOS

Son la base donde se coloca el detector, permitiendo un mantenimiento adecuado y una sustitución rápida del detector en caso de variación del riesgo.

En función de las distintas situaciones que puedan darse, los hay de diferentes tipos: vistos, empotrados, antideflagrantes, antihumedad, conducciones de aire acondicionado, etc.

A fin de que se determine con rapidez cual es el detector que se ha activado, es necesario que dichos zócalos dispongan de una señalización externa.

PULSADORES MANUALES DE ALARMA

Son los dispositivos dotados de un accionador, tipo interruptor, que están conectados a la central de señalización y control, de forma tal que cuando manualmente se activan ponen en funcionamiento el mecanismo de alerta de la central.

Suelen estar provistos de una pantalla transparente que los protege de un posible accionamiento involuntario.

Al igual que los zócalos, los hay de distintos tipos: vistos, empotrados, para ambientes secos, húmedos, intemperie, locales con riesgo de explosión, etc. (Fig. 15).



Figura 15.—Pulsador de alarma.

CENTRALES DE SEÑALIZACIÓN Y CONTROL

Es el órgano central del sistema al cual están unidas las líneas de pulsadores, detectores y medios de extinción.

Las funciones que desarrollan son:

— Alimentar el sistema (pulsadores, detectores, etc.).

- Controlar el estado de funcionamiento del sistema.
- Señalizar las alarmas, averías y estado del sistema localizando e indicando el origen de la señal.
- Controlar la realización del plan de alarma (disparo de alarma general y extinciones automáticas).

El suministro de energía está formado al menos, por dos fuentes de alimentación. Una de ellas es la red general, la otra la batería de acumuladores, de modo que cuando falle la red, realice un suministro del sistema (Fig. 16).

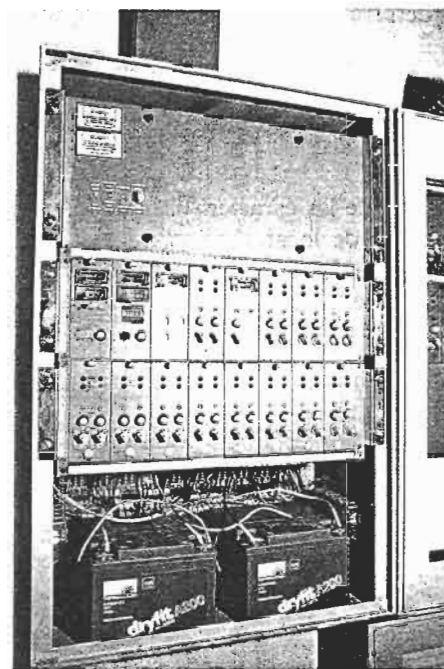


Figura 16.—Central de señalización y control.

LÍNEAS

La instalación eléctrica se realizará de acuerdo a lo prescrito en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Debe reunir las siguientes características:

- El cable ha de ser unifilar.
- No se admiten diámetros de conductor inferiores a 0,6 mm.

- El entubado y cajas de derivación han de ser metálicas.
- El trazado de la instalación no debe efectuarse paralelamente a otras instalaciones eléctricas de alta intensidad, y debe diferenciarse del resto de las conducciones.

C) Elección del tipo de detectores

Al diseñar una instalación automática de detección hay que considerar las características de los detectores y tener en cuenta una serie de factores como:

- Tipo de combustión que se puede desarrollar.
- Altura del local.
- Condiciones ambientales.
- Fenómenos perturbadores.
- Forma del techo y de la cubierta.

En los Cuadros 1 y 2 se relacionan algunas de las características de los detectores, y sus aplicaciones de acuerdo al tipo de local.

El número de los detectores vendrá determinado por los factores anteriormente citados y las superficies máximas a proteger que marca el fabricante.

D) Verificación y mantenimiento

CENTRAL DE CONTROL

— Diariamente:

- Accesibilidad.
- Alimentación (general y de reserva).
- Funcionamiento de los pilotos.

— Trimestralmente:

- Tensión de entrada a la central.
- Señalización de corte de alimentación de general (óptica y acústicamente).
- Señalización de corte de alimentación de reserva (óptica y acústicamente).
- Tensión de alimentación, general y de reserva, dentro de los márgenes especificados por el fabricante.

— Anualmente:

- Limpieza exterior e interior de la central con procedimientos adecuados.
- Alimentación a la central directa desde el cuadro general y exclusiva.
- Provocar una alarma de fuego en cada una de las líneas y verificar que:

CUADRO 1
Elección del tipo de detectores

TIPO DE DETECTOR	DESARROLLO DEL INCENDIO	ALTURA DEL LOCAL (m)						TEMP. AMBIENTE (°C)			MOVIM. DEL AIRE (m/sg)	VIBRACIONES	HUMO, POLVO Y AEROSOL	RADIACION OPTICA
		4,5	6	7,5	12	20	TA							
							< -20	< 50	10 ó 35					
Iónico	A	A	A	A	A	NA	A			A			NA	
Optico														
— Principio oscurecimiento	A	A	A	A	A	NA	A			A		NA		
— Principio dispersión	A	A	A	A	A	NA	A			A		NA		
Ultravioleta	A	A	A	A	A	A					A			NA
Infrarrojos	A	A	A	A	A	A					A			NA
Estática	A										A			
Velocidad	A							A(1)			A			
Grado resp. 1		A	A	A	NA	NA								
Grado resp. 2		A	A	NA	NA	NA								
Grado resp. 3		A	NA	NA	NA	NA								

(1) Cuando el fabricante certifique su funcionamiento.

A: Apropriado.

NA: No apropiado.

CUADRO 2

Aplicaciones de acuerdo con la NBE-CPI-91

Uso	NBE-CPI-91	
Viviendas	DH	h > 50 Pasillos, escaleras, espacios comunes de circulación, salas de reunión y juegos. Zona de trasteros con S > 50.
Residencial público	DH	S > 1.500
	DT	Habitaciones, lavandería, custodia de equipajes, vestuario personal, cocina, oficina y almacenes anejos.
Administrativo	DH	S > 5.000 Interior de locales. Imprenta, almacén papel, publicaciones V > 200.
	DT	
Sanitario	DH	S > 2.000
	DT	Zonas detalladas al pie (1).
Recintos de densidad elevada	DH	N.º personas > 500 Todo el edificio.
	DT	
Docentes	DH	S > 5.000
	DT	Locales para archivos o bibliotecas. Locales almacenaje material docente. Almacenes de productos peligrosos para uso en talleres o laboratorios. Laboratorios y talleres en los que se manipulen materias o se dispongan de equipos con riesgo de incendio o explosión.
Comercial	DH	S > 5.000

(1)

Despachos.
Vestuarios.
Zonas de geriatría, psiquiatría y pediatría.
Zona de lavandería.
Zona de esterilización.
Salas de día y visita.
Locales de almacenaje, archivo, material de limpieza o gases medicinales.
Zona de laboratorios. S > 100.
Local de farmacia.

Zona de anatomía patológica.
Zona de talleres.
Zona de cocina y almacenes.
Cuarto de basuras y residuos. S > 30.
Local de incineración.
S: superficie total construida en m².
h: altura de evacuación en m.
V: volumen en m³.
DH: detector de humos.
DT: detector térmico.

- La señal óptica se refleja en el módulo correspondiente.
- La alarma acústica se produce en la central y en los locales previstos.
- La tensión de salida en el relé correspondiente.

- Estado de las armaduras de los relés y de los contactos.
- Intensidad de las líneas, tanto en reposo como en alarma, dentro de los márgenes especificados.
- Estado de las conexiones, procediendo a su ajuste si fuera necesario.
- Verificación del calibrado de los fusibles.

DETECTORES

— *Diariamente:*

- Ausencia de los obstáculos que limitan el área de captación de los detectores.

— *Mensualmente:*

- Ausencia de acciones que perturben la acción detectora (corrientes de aire, calor, etc.).

— *Anualmente:*

- Señal de avería en la central de alarma al desmontar cada uno de los detectores.
- Estado de limpieza, procediendo a ella con nitrógeno seco a presión o disolventes adecuados.
- Sensibilidad del detector en los márgenes especificados por el fabricante (ver la Fig. 17).
- La alarma de fuego se indica en el detector.

LÍNEAS DE CONEXIÓN

— *Anualmente:*

- Tensión final de líneas dentro de márgenes.
- Resistencia de final de línea dentro de los márgenes.
- Estado de puntos de empalme y conexiones.
- Anclaje de los tubos.
- Ausencia de otras líneas próximas que puedan afectar al correcto funcionamiento.

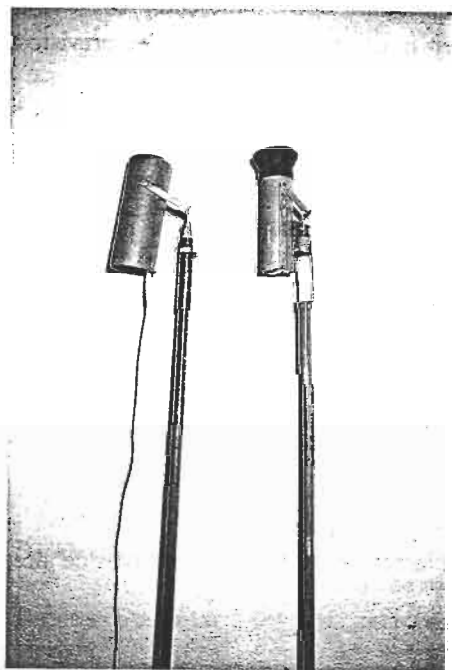


Figura 17.—Pértigas para verificación de detectores.

EQUIPOS AUXILIARES

— Anualmente:

- Accesibilidad, fijación y estado de cada uno de los pulsadores de alarma.
- Funcionamiento del pulsor mediante llave de comprobación.
- Interruptores de mando de sirenas de la posición prevista.
- Funcionamiento de las sirenas al provocar la alarma de fuego correspondiente.
- Nivel sonoro de las sirenas.

SISTEMAS DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS

A) Métodos de extinción

De acuerdo con lo visto anteriormente, relativo a la química del fuego, para que se genere un fuego y se mantenga, es necesario que coexistan los cuatro elementos que integran el tetraedro del fuego.

Asimismo para provocar la extinción del fuego, es imprescindible anular uno o algunos de los elementos integrantes de dicho tetraedro.

Por consiguiente, dependiendo del factor sobre el que se actúe, existen las siguientes formas de extinción:

- Sofocación.
- Eliminación.
- Enfriamiento.
- Inhibición.

SOFOCACIÓN

Consiste en actuar sobre el comburente. Esta acción se puede efectuar de dos formas:

- Evitando la aportación de oxígeno sobre el combustible mediante el recubrimiento del combustible por un material difícilmente combustible (manta ignífuga), o incombustible (arena, polvo, espuma, etc.).
- Reduciendo la cantidad de oxígeno mediante la proyección de un gas inerte (nitrógeno o dióxido de carbono) que provoque la disminución del oxígeno por debajo de la concentración mínima exigible.

ELIMINACIÓN

Consiste en actuar sobre el combustible, consiguiéndose de las siguientes formas:

- Por corte del flujo en la zona de fuego (gases o líquidos).
- Retirando los combustibles de las proximidades de la zona de fuego antes de que sean afectados por el mismo.

ENFRIAMIENTO

Consiste en actuar sobre la energía de activación, eliminándola y, por consiguiente, deteniendo la reacción en cadena.

Esto puede lograrse a través de la adición de sustancias que absorban dicha energía.

INHIBICIÓN

Es la neutralización de los radicales libres que provocan la reacción en cadena.

Se consigue mediante la proyección de sustancias que producen radicales libres que, por combinación con los radicales producidos en la combustión, rompen la reacción en cadena.

AGENTES EXTINTORES

Son las sustancias que, basándose en los métodos anteriormente descritos, provocan la extinción del fuego.

Para que la utilización de un agente extintor tenga el efecto deseado, de acuerdo con el tipo de fuego que tengamos presente, es necesario conocer las propiedades y características de los más frecuentemente utilizados.

AGUA

El agua ha sido durante mucho tiempo, y sigue siendo, el agente extintor más utilizado.

Sus propiedades y características son las siguientes:

1. *Propiedades físicas*

Las propiedades que le dan poder de extinción son:

- A temperatura ambiente es un líquido pesado y relativamente estable.
- Su calor específico (1 cal/g).
- El calor de vaporización es 539 cal/g.
- Al vaporizarse, desplaza el oxígeno circundante.

2. *Propiedades extintoras*

- *Enfriamiento*: Su alto calor específico y de vaporización le confiere la propiedad de absorber gran cantidad de calor.
- *Sofocación*: Desplazamiento del oxígeno al vaporizarse.
- *Emulsión*: Impidiendo o retrasando la emisión de vapores inflamables, al aplicar agua pulverizada a algunos líquidos inflamables de alta viscosidad (fuel-oil), dispersándose ambos debido a su inmiscibilidad.
- *Dilución*: En aquellos casos en que tenemos productos inflamables hidrosolubles.

3. *Aplicaciones del agua*

- *Chorro*: Se utiliza para apagar fuegos de clase A a distancia, debido a su gran alcance.

— *Pulverizada*: Al estar finamente dividida vaporiza con rapidez, aumentando su poder de enfriamiento.

Se utiliza fundamentalmente para la extinción de fuegos de la clase A y para el control de fuego de las clases A, B y C.

Atendiendo a sus aditivos, son:

- *Humectantes*: Mediante la adición de sustancias que mejoran la penetración del agua, al disminuir la tensión superficial y aumentar la superficie disponible para la absorción de calor.
- *Espesantes*: Utilizando aditivos que provoquen el aumento de la viscosidad, logrando una mayor adherencia al combustible y originando una capa más espesa sobre la superficie de éste.
- *Anticongelantes*: Añadiendo sustancias que disminuyen el punto de congelación del agua.

4. *Inconvenientes*

- Conduce la corriente eléctrica.
- Al tener más densidad que la mayoría de los combustibles líquidos, resulta inefectiva ante éstos.
- No utilizable frente a fuego de metales, debido al riesgo de explosión.
- Dispersa la mayoría de los combustibles líquidos y sólidos subdivididos.
- Causa importantes daños materiales.
- Hay que tener en cuenta el riesgo de congelación.

ESPUMAS

Son burbujas de aire formadas a partir de soluciones acuosas de agentes espumantes.

1. *Propiedades físicas*

- Baja densidad, lo que le permite flotar sobre la superficie de los líquidos combustibles.
- Toxicidad nula o muy ligera. Algunas son irritantes.
- Incompatibilidad con algunos agentes extintores (polvos u otros espumógenos), produciendo su descomposición instantánea.
- Incompatibilidad, salvo tipos especiales, con los combustibles líquidos de tipo polar (alcoholes).
- Adherencia entre las diferentes burbujas para conseguir una capa resistente.
- Estabilidad, consiguiendo un adecuado grado de enfriamiento.
- Resistencia al calor, que le permite resistir los efectos del fuego.

2. Propiedades extintoras

- *Sofocación*: Eliminando el contacto del combustible con el aire, al formar una capa continua de burbujas e impidiendo la liberación de vapores inflamables.
- *Enfriamiento*: Absorbiendo energía calorífica.
- *Eliminación*: Desplazando las llamas, separándolas del combustible.

3. Aplicaciones de las espumas

Se emplean para combatir fuegos de clase A y B.
Atendiendo a su coeficiente de expansión, son:

- *Espumas de baja expansión*: Aquellas cuyos coeficientes de expansión se encuentran comprendidos entre 3 y 30.
- *Espumas de media expansión*: Aquellas cuyos coeficientes de expansión están comprendidos entre 30 y 250.
- *Espumas de alta expansión*: Aquellas cuyos coeficientes de expansión están comprendidos entre 250 y 1.000.

Atendiendo a la composición del espumógeno (Cuadro 3), pueden ser:

- *Espumas proteínicas*: Resultado de la hidrólisis de las proteínas sólidas naturales. Tienen gran resistencia térmica, elasticidad, estabilidad y capacidad de retención del agua.
- *Espumas fluoroproteínicas*: Se obtiene de añadir elementos fluorados a los polímeros proteínicos, consiguiendo un aumento de la fluidez y la falta de adherencia al combustible, lo que permite su utilización para combatir fuegos en depósitos de gran profundidad mediante la inyección de la espuma por debajo de la superficie.
- *Espumas AFFF*: Son obtenidas a partir de agentes espumantes de tipo sintético combinados con elementos fluorados activos. Forman una película de solución acuosa sobre la superficie de los líquidos inflamables. Son poco viscosas y se extienden con rapidez, aunque tienen una menor estabilidad. Son compatibles con todos los polvos extintores, pero no permiten la extinción de combustibles polares.
- *Espumas anti-alcohol*: Son espumógenos específicos para combatir fuegos de combustibles polares (alcoholes, esmaltes, etc.). Las hay de diversos tipos, principalmente:
 - Concentrados proteínicos o fluoroproteínicos a los que se les adicionan elementos insolubles en los combustibles polares.
 - Concentrados sintéticos formados por agentes espumantes, estabilizadores

CUADRO 3

Características de las diversas espumas

PROPIEDAD	Supresión vapores inflamables			Estabilidad	Fluidez	Resistencia térmica	Resistencia a la contaminación	Resistencia a combustibles polares
TIPO DE ESPUMA	Cohesión							
Proteínica	MB			MB	R	MB	D	D
Fluoroproteínica	MB			B	B	MB	MB	D
Espuma película acuosa (AFFF)	R			R	MB	B	MB	D
Espuma antialcohol (sintética)	B			B	MB	MB	MB	MB

MB: Muy buena B: Buena R: Regular D: Deficiente.

Nota: Estas características deben entenderse como generales, debiendo ser avaladas en cada caso por los correspondientes ensayos.

y elementos fluorados y gelificantes que forman una membrana continua que evita la destrucción de la espuma.

- *Espumas de hidrocarburos sintéticos tensoactivos*: Se utilizan con generadores de espumas de alta expansión, provocando la inundación total. Son idóneas para combatir fuegos en interiores y espacios cerrados.

4. Inconvenientes

- Son conductoras de la corriente eléctrica. A menor grado de expansión, mayor conductividad.
- Puede provocar daños materiales.
- No debe aplicarse sobre metales.

En el Cuadro 4 se describen los tipos de espuma y los métodos de aplicación para riesgos típicos.

POLVOS QUÍMICOS

Son sales inorgánicas finamente pulverizadas cuyo componente básico puede ser:

- Bicarbonato sódico.
- Bicarbonato potásico.
- Cloruro potásico.
- Bicarbonato de urea-potasio.
- Fosfato monoamónico.

Estos productos se mezclan con diversos aditivos que mejoran su grado de humedad, fluidez y aislamiento eléctrico, como son: estearatos metálicos, fosfato tricálcico o siliconas.

1. Propiedades físicas

- Están finamente divididos en partículas, cuyo tamaño oscila entre 10 y 75 micras.
- Son estables a temperaturas inferiores a 50 °C.
- No son tóxicos, aunque pueden originar trastornos respiratorios e impedir la visión.
- Son malos conductores de la electricidad.

2. Propiedades extintoras

- *Inhibición*: Combinándose con los radicales libres e impidiendo que mantengan la combustión.

CUADRO 4

Tipos de espuma y métodos de aplicación para riesgos típicos

TIPO DE ESPUMA	TIPO DE RIESGO					
	Hidrocarburos		Líquidos polares		Gases licuados	
	Tanques	Derrames	Tanques	Derrames	Derrames	Derrames
Proteínica	R3	NR	NR	NR	NR	NR
Fluoroproteínica	R1	R2	A(1)	A(1)	NR	NR
Formadora de película acuosa (AFFF)	R2	R1	(4)	(4)	NR	NR
Antialcohol	(4)	(4)	R1(2)	R1(2)	NR	NR
Media-alta expansión	NR	A	NR	A(3)	R1	R1
MÉTODOS DE APLICACION	Vertederas superiores o monitores	Inyección bajo superficie	Boquillas, monitores superiores	Boquillas monitores	Generadores alta expansión	Generadores alta expansión

R1: recomendable (1.ª opción). R2: recomendable (2.ª opción). R3: recomendable (3.ª opción). A: aceptable. NR: no recomendable.

(1) Sólo bajo ciertas condiciones especiales y para ciertos tipos de líquidos polares.

(2) En el porcentaje recomendado para este uso específico.

(3) Sólo con espumógenos de tipo antialcohol, capaces de generar espumas de alta expansión y con generadores de tipo adecuado

- *Sofocación*: Cuando se descarga, el polvo se descompone produciendo un residuo que aísla el combustible.
- *Enfriamiento*: Absorbiendo energía calorífica, aunque es el efecto menos importante.

3. Aplicaciones de los polvos químicos

En función de su composición y capacidad de extinción, podemos dividirlos en dos tipos:

- *Polvo seco (polvo BC)*: Presenta gran efectividad ante fuegos de combustibles líquidos y gaseosos (clase B y C), siendo su componente básico el bicarbonato.
- *Polvo polivalente (polvo ABC)*: A diferencia del polvo seco, es eficaz en presencia de fuegos de las clase A. Asimismo extingue los fuegos de clase B y C.
Su componente básico es el fosfato monoamónico.

Ambos se utilizan mediante extintores móviles, siendo el polvo seco factible para sistemas fijos.

4. Inconvenientes

- Son abrasivos y tienen gran capacidad de dispersión, y aunque son malos conductores eléctricos, no es recomendable su uso en presencia de equipos delicados (eléctricos o mecánicos).
- Son incompatibles con la mayoría de las espumas.

DIÓXIDO DE CARBONO

En condiciones normales es un gas frecuentemente utilizado dada sus características.

1. Propiedades físicas

- Es asfixiante para concentraciones superiores al 9 por 100.
- Tiene mayor densidad que el aire (1,529 g/cm³).
- Es fácilmente licuable por compresión y enfriamiento.
- Se autoimpulsa, debido a su presión de almacenamiento.
- Es mal conductor de la electricidad.

2. Propiedades extintoras

- *Sofocación*: Envuelto el combustible y disminuyendo la concentración de oxígeno.

- *Enfriamiento*: Al producirse la descarga, el anhídrido líquido se expande con rapidez al convertirse en gas, produciendo un considerable descenso de su temperatura.

3. Aplicaciones del dióxido de carbono

Suele emplearse a través de medios de extinción portátiles o fijos.

Es ineficaz frente a la mayoría de fuegos de clase A, debido a la presencia habitual de brasas que provocan la reignición, con la excepción de los fuegos de equipos eléctricos ya que éstos suelen tener poca profundidad de brasas. Por ello y por no generar residuos, está especialmente indicado en fuegos de equipos eléctricos o mecánicos delicados.

Es aplicable a fuegos de combustibles líquidos o gaseosos, aunque tiene baja efectividad.

4. Inconvenientes

- Poca efectividad en exteriores.
- Asfixiante en concentraciones superiores al 9 por 100.
- Poco eficaz frente a brasas.
- Incompatible con fuegos de metales.

HIDROCARBUROS HALOGENADOS (HALONES)

Son hidrocarburos formados a raíz de la sustitución parcial o total de átomos de hidrógeno por átomos de halógeno (flúor, cloro o bromo).

De acuerdo con la norma DIN, su identificación viene dada por la palabra halón, seguida de una serie de dígitos que indican por orden la cantidad de átomos de carbono de la molécula, la de átomos de flúor, cloro y por último la de bromo.

1. Propiedades físicas

- A temperaturas superiores a 500 °C se descomponen en productos tóxicos e irritantes, detectándose por sus olores fuertes y acres.
- No conducen la electricidad.
- No son corrosivos.
- Cada uno de los elementos halogenados confieren determinadas propiedades, tales como inflamabilidad, estabilidad, reducción de la toxicidad, elevación del punto de ebullición.
- No dejan residuos.

2. Propiedades extintoras

- *Inhibición:* Por acción del calor se forman radicales halón que captan los radicales originados en la reacción de combustión, rompiendo la reacción en cadena.
- *Enfriamiento:* Por efecto de absorción de energía calorífica.

3. Aplicaciones de los halones

Hay diversos tipos de hidrocarburos halogenados pero, actualmente en uso, son válidos los siguientes:

- HALON 1211 o bromoclorodifluormetano (CF_2ClBr).
- HALON 1301 o bromotrifluormetano (CF_3Br).

Son aplicados por medios fijos y portátiles, siendo el 1301 utilizado preferentemente en sistemas de inundación total.

Frente a fuegos de la clase A, su eficacia depende de la generación de brasas, a menor número de brasas mayor efectividad.

El uso ante fuegos de clase B y C, le confiere una eficacia aceptable.

Fundamentalmente se usan para la protección de equipos eléctricos y delicados (equipos de proceso de datos).

4. Inconvenientes:

- Altamente tóxicos a temperaturas elevadas (1211).
- Poco eficaces en fuegos con brasas.
- Efectos medioambientales; posible causante de la disminución de la capa de ozono atmosférica.

AGENTES EXTINTORES ESPECIALES

A diferencia de los agentes extintores comunes, los llamados especiales tienen la particularidad de extinguir los fuegos producidos por metales combustibles.

Estos agentes pueden presentarse en forma de polvo, líquido o gas, siendo la variedad de polvo la más utilizada.

Debido a que los metales combustibles difieren en sus propiedades, la combustión de cada uno de ellos se desarrolla de forma diferente, lo que nos induce a examinar las características de cada combustión para seleccionar con certeza el agente adecuado.

Por ello, además de conocer la naturaleza del metal combustible es preciso determinar la ubicación y superficie del mismo.

Para que su utilización resulte eficaz, es necesaria la formación del operario en la aplicación del agente extintor.

1. Polvos especiales

Dentro de este grupo hay una serie de agentes extintores homologados, y otros de aplicación industrial que no están patentados (Tabla III).

Polvo G-1 pireno: Está compuesto por coque de fundición, grafitado y cribado, junto con un fosfato orgánico.

Este agente actúa por enfriamiento, absorbiendo el calor del fuego y disminuyendo la temperatura del metal por debajo de su punto de ignición.

Debido a su alta aglomeración y compactación, su aplicación ha de ser manual, extendiéndolo uniformemente sobre la superficie del fuego con un espesor de capa de 1,5 cm para fuegos de polvos metálicos y gruesos superiores para fuegos de mayor tamaño.

Está homologado para su empleo contra fuegos de magnesio, aluminio, sodio y potasio.

Polvo metalguard: Es el mismo polvo que el G-1 pero con una denominación comercial diferente.

Polvo MET-L-X: Está compuesto básicamente por cloruro sódico, adicionándole fosfato tricálcico, estearatos metálicos y un elemento termoplástico, para mejorar sus propiedades de fluidez, grado de humedad y aglutinación de las partículas de cloruro sódico respectivamente.

El MET-L-X actúa por sofocación al compactarse y formar una costra por efecto del calor impidiendo el contacto con el aire.

Puede ser proyectado mediante extintores portátiles y su efectividad abarca la extinción de fuegos de magnesio, sodio, potasio, aluminio en polvo, zirconio, titanio y uranio.

Debido a su adherencia a las superficies verticales calientes, es aplicable a la extinción de fuegos de piezas sólidas.

Polvo Na-X: Está formado por carbonato sódico y una serie de aditivos que reducen la humedad, mejoran su fluidez y provocan la formación de una costra por encima de la superficie expuesta del sodio metálico incendiado.

El Na-X actúa por sofocación debido a la costra antes mencionada que impide la alimentación del aire.

Puede emplearse mediante el uso de extintores portátiles, siendo utilizados para la extinción de fuegos de sodio metálico.

Polvo LITH-X: Es un agente compuesto a base de polvo de grafito al que se le añaden una serie de aditivos que le otorgan fluidez.

Actúa por sofocación y enfriamiento al impedir el contacto con el aire y absorber el calor del metal incendiado al realizar la extinción.

Extingue los fuegos de magnesio, zirconio, litio y sodio.

Puede usarse mediante extintores portátiles.

TABLA III
Tipos de polvos homologados y su adecuación para la extinción

Nombre del polvo y su composición	Sodio	Potasio	Litio	Magnesio	Aluminio	Titanio	Uranio	Zirconio	Hafnio	Torio	Plutonio	Calcio
Polvo G-1 «Pireno» (coque de fundición grafitado y fosfato orgánico)	*** (1)	*** (1)	**	*** (en polvo)	*** (en polvo)	**	**	**C	**	**	**	**
Polvo «Metal guard» (coque de fundición grafitado y fosfato orgánico)	** (1)	*** (1)	**	*** (en polvo)	*** (en polvo)	**	**	**C	**	**	**	**
Polvo «Met-L-X» (cloruro sódico, fosfato tricálcico estearatos metálicos y pol- vo termo plástico)	** (1)	** (1)	**	*** (en polvo)	*** (en polvo)	**	**	**C	**	**	**	**
Polvo «Na-X» (metalico)	***			**C (en astillas)				**C (en astillas)				
Polvo «Lith-X» (grafito y aditivos fluidifican- tes)	** (1)	*C	***	* (en astillas)				* (en astillas)				**
Polvo «Pyromet» (cloruro sódico, fosfato diamó- nico, proteína y agentes hidro- fugantes y fluidificantes)	** (1)			** (en polvo y astillas)	** (en polvo y astillas)	**		**				**
Polvo «TEC» (cloruros potásico, sódico y bó- rico)	*** (1)	*** (1)					*				*	
* Aceptable (1) También aplicable sobre fuegos de aleaciones sodio-potasio. Nota: Es muy recomendable, cuando es previsible tener que combatir un fuego Clase D, comprobar, sobre un fuego real la eficacia y el método de aplicación más adecuado del agente extintor	** Adecuado	*** Muy adecuado	C. Sólo para control del fuego									

Polvo PYROMET: Está formado por cloruro sódico, fosfato diamónico, proteína y un aditivo que le confiere propiedades hidrofugantes y fluidificantes.

Es válido contra fuegos de calcio, sodio, titanio, zirconio, así como fuegos de aluminio y magnesio en polvo o astillas.

Se aplica a través de extintores portátiles.

Polvo TEC (Cloruro Eutéctico Ternario): Está formado por una mezcla de cloruro potásico, bórico y sódico.

Actúa por sofocación, impidiendo el contacto del metal con el aire.

Tiene una elevada eficacia ante fuegos de sodio y potasio.

Hay que tener precaución en su manejo, debido a la alta toxicidad del cloruro bórico.

Los polvos hasta ahora descritos son agentes con una composición definida y dosificación determinada patentada.

A continuación, describiremos una serie de agentes especiales a base de polvos que no están patentados pero que tienen cierta capacidad extintora.

Polvos de talco: Se utilizan industrialmente para el control de fuegos de magnesio, adicionándosele una proteína para mejorar su capacidad controladora.

Actúa como aislante, reteniendo el calor producido en la combustión.

Polvo de grafito: Tiene aceptación frente a fuegos de magnesio, titanio, zirconio, sodio, potasio.

Este polvo ha de estar muy finamente dividido, compactándose por encima del metal e impidiendo la afluencia de oxígeno.

También actúa como refrigerante absorbiendo el calor producido en la combustión.

Arena: Para su empleo es imprescindible que esté seca y sea fina, para evitar posibles reacciones explosivas derivadas de la mezcla producida por la formación de vapor de agua y el metal.

Es recomendable su uso para la extinción de algunos fuegos de metales.

Limadura de hierro: Es efectiva en el control de pequeños fuegos de magnesio (astillas), provocando el enfriamiento del metal caliente.

Se debe evitar la utilización de limaduras oxidadas o húmedas, dado que éstas pueden reaccionar térmicamente con el metal.

Cloruro sódico: Suele emplearse en la extinción de fuegos de metales alcalinos como el sodio y el potasio, formando una capa por encima del metal e interrumpiendo el suministro de oxígeno y enfriándolo.

Dolomita: Es un carbonato de calcio y magnesio. Es eficaz ante fuegos de polvo seco de titanio y zirconio.

En la Tabla IV podemos ver una serie de polvos no patentados, reseñándose su adecuación a los distintos fuegos de metales.

2. Líquidos especiales

TMB (Trimetoxiboroxina): Es un líquido incoloro, que tiene la particularidad de hidrolizarse con facilidad al entrar en contacto con la humedad del aire, formando ácido bórico y metanol.

Su aplicación provoca en un principio un fuerte desprendimiento de calor, debido a la descomposición química y a la ignición del metanol, formándose posteriormente sobre el metal una capa de óxido bórico fundido e impidiendo su contacto con el aire.

Es válido para fuegos de magnesio, titanio y zirconio, empleándose mediante el uso de extintores portátiles de forma pulverizada o en chorro compacto.

Los vapores que se producen en aplicación del TMB son tóxicos.

TABLA IV

Tipos de polvos no patentados y su adecuación para la extinción

Naturaleza del polvo	Sodio	Potasio	Litio	Magnesio	Aluminio	Titanio	Uranio	Zirconio
Talco				*C				
Grafito	*	*	*	** (seco)	*	**	**	**
Arena seca					*C			
Limaduras de hierro				*C				
Cloruro sódico	**	**		*				
Cenizas de sosa (carbonato sódico)	**	**						
Cloruro de litio			**					
Silicato de zirconio			**					
Dolomita (carbonato de calcio y magnesio)						**C (seco)		**C (seco)

* Aceptable

** Adecuado

C. Sólo para control del fuego

Notas:

- Algunos polvos extintores adecuados o eficaces sobre fuegos de la Clase D pueden resultar peligrosos cuando se emplean sobre fuegos de otro metal o aleaciones.
- Es muy recomendable, cuando es previsible tener que combatir un fuego Clase D, comprobar sobre un fuego real la eficacia y el método de aplicación más adecuado del agente extintor.

3. Gases especiales

Haluros de boro: Suelen utilizarse el trifluoruro y el tricloruro de boro, siendo más efectivo el fluoruro.

Tienen aplicación ante pequeños fuegos de magnesio, en caso de fuegos mayores existe la posibilidad de reignición.

EXTINTORES PORTATILES

Son aparatos de accionamiento manual que permiten proyectar y dirigir un agente extintor sobre un fuego.

Se diferencian unos de otros en atención a una serie de características como agente extintor contenido, sistema de funcionamiento, eficacia, tiempo de descarga y alcance.

A) Clasificación de los extintores

DEPENDIENDO DE LA CARGA

- **Portátiles:** Son aquéllos cuya masa total transportable es igual o inferior a 20 kg.
- **Sobre ruedas:** Son aquéllos que están dotados de ruedas para su desplazamiento.

DEPENDIENDO DEL SISTEMA DE PRESURIZACION

- **Extintores de presión permanente:** Son aquéllos que se encuentran constantemente presurizados, bien por la propia tensión de vapor del agente o por la presión auxiliar que le confiere un agente propulsor que se encuentra en el interior del recipiente (Fig. 18).
- **Extintores de presión no permanentes:** Este grupo lo forman extintores que se presurizan en el momento de su utilización mediante la acción de un gas propelente o impulsor, contenido en el interior de un recipiente que puede estar adosado al cuerpo del extintor o en el interior de éste (Fig. 19).

DEPENDIENDO DE SU EFICACIA

Los extintores móviles se clasifican según el hogar tipo que son capaces de extinguir. Son identificados por un número y una letra. El número indica el tamaño del hogar (hogares tipo normalizados) y la letra indica la clase de fuego (Tabla V).

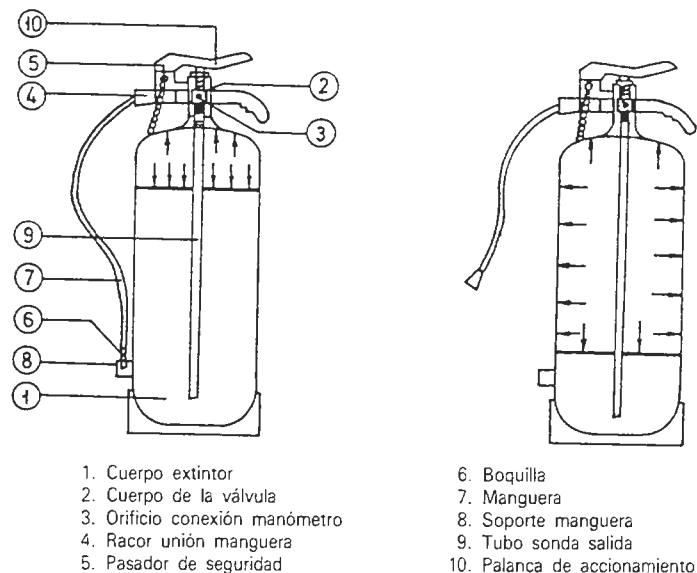


Figura 18.—Extintor de presión permanente.

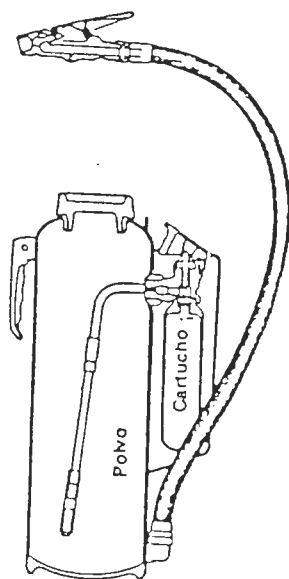


Figura 19.—Extintor de presión adosada.

TABLA V
Eficacia de los extintores (UNE 23110)

Agente	Carga del extintor (kg)	Intervalo de eficacias
POLVO	1	31, 13B-C a 3A, 21B-C
	2	5A, 21B-C a 8A, 34B-C
	3	8A, 34B-C a 13A, 55B-C
	6	13A, 89B-C a 34A, 233B-C
	9	Superior a 21A, 113B-C
	12	Superior a 34A, 144B-C
HALON 1211	1	3A, 13B-C
	2	3A,, 21B-C a 3A, 34B-C
	3-4	5A, 34B-C a 5A, 55B-C
	6	5A, 55B-C a 8A, 113B-C
AGUA	6	5A, 21B a 5A, 55B
	9	8A, 34B a 13A, 89B
	6	5A
	9	8A, 21A
DIOXIDO DE CARBONO	2	13B-C
	3-5	21B-C
	5	34B-C

(*) Incluye eficacia de extintores de espuma física.

B) Consideraciones generales

PRESENTACIÓN DE LOS EXTINTORES

De acuerdo con lo dispuesto en la vigente Instrucción Técnica Complementaria MIE-AP5 del Reglamento de Aparatos a Presión, todo tipo de extintor debe de estar provisto de los siguientes elementos de identificación e información:

- *Placa de timbre:* Con excepción de los extintores de anhídrido carbónico que llevan las inscripciones reglamentarias para botellas de gases, los extintores deben ir provistos de una placa de timbre conteniendo el número de registro, facilitado por el Ministerio de Industria, la presión de servicio y las fechas de las pruebas hidráulicas periódicas obligatorias.
- *Etiqueta de características:* Debe contener una serie de datos que permita reconocer y utilizar el extintor (Fig. 20) y que a continuación relacionamos:

EXTINTOR		
12 kg: POLVO ABC		
65 A	233 B	C
MODO DE EMPLEO 1 QUITAR EL SEGURO 2 HUNDIR EL PERCUSOR 3 PRESIONAR LA PALANCA DEL DISPARADOR		
		
		
PRECAUCION Recargar después de utilizar. Verificar periódicamente. Utilizar para el mantenimiento o la recarga los productos y piezas de recambio, conforme al modelo aprobado. AGENTE EXTINTOR: 12 kg POLVO ABC AGENTE PROPULSOR: 225 g CO₂ APROBACION Núm.: 413 A TIPO: X 25 H TEMPERATURAS LIMITES - 20 °C y + 60 °C		
FABRICANTE:		

Figura 20.—Etiqueta de características de los extintores.

- Naturaleza y cantidad de los productos contenidos.
- Modo de empleo.
- Temperatura máxima y mínima de servicio.
- Nombre o razón social del fabricante.
- Eficacia del extintor de acuerdo con la Norma UNE 23.110.
- Fecha y contraseña correspondiente al registro de tipo.
- Peligros de empleo.

LOCALIZACIÓN

- *Distancias:* La distancia máxima a recorrer desde cualquier punto de la zona hasta alcanzar el extintor adecuado más próximo ha de ser de 25 m (locales con posibilidad de fuegos de desarrollo lento). La distancia se reduce a 15 m cuando existe la posibilidad de fuegos de desarrollo rápido (líquidos inflamables, etc.).
- *Ubicación:* El extintor ha de estar preferentemente en las cercanías del acceso al local protegido, bien visible y sin quedar expuestos a daños. De acuerdo con la NBE-CPI-91 y a efectos de facilitar su accesibilidad, la parte superior de los extintores ha de estar a una altura máxima de 1,7 m. Se recomienda igualmente que la base de estos se encuentre a más de 10 cm del suelo, para evitar problemas de humedades.

VERIFICACIÓN Y MANTENIMIENTO

- *Mensualmente:*
 - Localización, accesibilidad y limpieza.
 - Presión indicada por el manómetro.
- *Trimestralmente:*
 - Operación de descuelgue.
 - Estado y legibilidad de la etiqueta.
 - Estado de la manguera y su conexión al recipiente.
 - Estado del seguro y del precinto.
 - Accionamiento de la válvula en extremo de manguera.
 - Existencia de corrosión u otros daños.
- *Anualmente:*
 - Estado del soporte en paramento vertical.
 - Placa de timbrado (no más de cinco años desde la última fecha de retimbrado).
 - Comprobación de la lectura del manómetro incorporado mediante un instrumento de medida independiente en la válvula auxiliar de toma de presión.
 - Peso de los botellines de gas impulsor y timbrado.
 - Peso del extintor (agentes gaseosos).

— Cada dos años y medio (agua, polvo, espuma):

- Inspección visual del interior del recipiente.
- Prueba hidráulica (funcionamiento de válvula de seguridad y no existencia de deformaciones a 1,35 veces la presión de servicio.
- Estado de hilos de rosca, juntas, muelles, etc.
- Limpieza y estado de la boquilla de pulverización de agua.
- Recarga y presurización.

REDES CONTRA INCENDIOS E INSTALACIONES FIJAS

Dado que los extintores portátiles tienen una capacidad limitada de extinción, ya que sólo sirven para el control de conatos de incendios, para incendios en desarrollo se requieren sistemas de mayor capacidad de extinción y rapidez de respuesta.

En función de la sustancia extintora utilizada podemos citar los siguientes:

- Sistemas de agua.
- Sistemas de espuma.
- Sistemas de polvo químico.
- Sistemas de anhídrido carbónico.
- Sistemas de halón.

Dichos sistemas pueden ser de accionamiento manual o automático, y pueden ser aplicados mediante equipos fijos o móviles, actuando sobre una zona localizada o por inundación total.

A) Sistemas de agua

Es el sistema más extendido, debido a la abundancia y economía del agente extintor con respecto a los demás tipos.

En función de su forma de aplicación podemos distinguir los siguientes:

BOCAS DE INCENDIO EQUIPADAS (BIE)

Es un medio de primera intervención formado por una toma de agua ubicada en un punto fijo de una red de incendios y que consta de los siguientes elementos (ver Fig. 21):

- Armario.
- Soporte (devanadera o plegadera).
- Válvula.

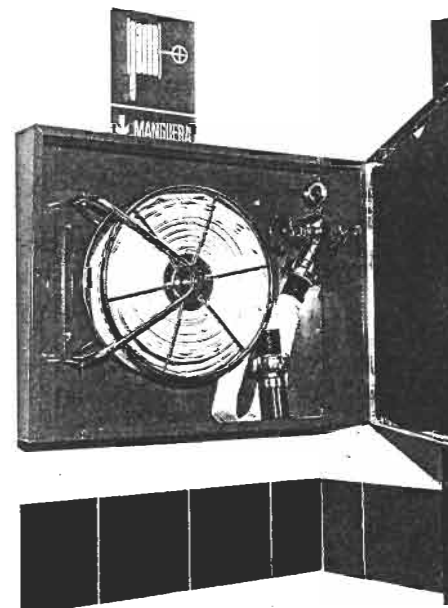


Figura 21.—Puesto de incendio (B.I.E. de 45 mm).

- Manómetro.
- Racores.
- Manguera.
- Lanza-boquilla.

Clasificación

En función de su diámetro nominal las BIE se clasifican en:

BIE de 25 mm: Están formadas por mangueras de tipo semirrígido que permiten su utilización sin necesidad de desplegarla en su totalidad, siendo muy manejables en el interior de edificios.

BIE de 45 mm: Están constituidas por mangueras de tipo flexible plana.

Es necesaria la extensión total de la manguera para su utilización, dándose la posibilidad de colapso en la misma, por lo que dificulta su extensión.

Consideraciones generales

La presión dinámica en punta de lanza en cualquier manguera debe ser al menos, de 3,5 bar; siendo los caudales mínimos proyectados por las lanzas, en la posición de máximo caudal, para dicha presión de:

- Lanza de 25 mm > 75 l/min.
- Lanza de 45 mm > 200 l/min.

Se recomienda la utilización de lanzas de triple efecto, que permiten el cierre de la manguera desde la propia lanza, la proyección de chorro compacto, y niebla.

Verificación y mantenimiento

— Trimestralmente:

- Comprobación de la accesibilidad y señalización de los equipos.
- Inspección de los componentes, procediendo a desarrollar la manguera en toda su extensión, accionamiento de la boquilla caso de ser de varias posiciones.
- Comprobación por lectura del manómetro de la presión de servicio.
- Limpiezas del conjunto y engrase de cierres y bisagras en puertas del armario.

— Anualmente:

- Desmontaje de la manguera y ensayo de ésta en lugar adecuado.
- Comprobación del correcto funcionamiento de la boquilla en sus distintas posiciones y del sistema de cierre.
- Comprobación de la estanqueidad de los racores, manguera y estado de las juntas.
- Inspección de la indicación del manómetro con otro de referencia (patrón) acoplado en el racor de conexión de la manguera.

— Quinquenalmente:

- Someter la manguera a una presión de prueba de 15 kg/cm².
- Calibrado de manómetro.
- Tarado de lanzas.
- Pruebas de conjunto de red de abastecimiento a la presión de servicio.

HIDRANTES

A diferencia de las BIE, los hidrantes son tomas de agua no equipadas que permiten la conexión y abastecimiento a las mangueras y el abastecimiento de agua de los vehículos del servicio público de extinción.

Básicamente constan de los siguientes elementos:

- Cuerpo del hidrante.
- Bocas de conexión.
- Válvulas.

Clasificación de los hidrantes

- *Hidrantes de boca:* Consiste en una boca salida de una tubería de abastecimiento, provista de un racor de conexión para mangueras.
- *Hidrantes de columna:* Está formado por una tubería columna, conectada a una red subterránea que sobresale del suelo y en la que están situadas las bocas de salida (Fig. 22).
- *Hidrantes de arqueta:* Es una boca de salida de una red subterránea, ubicada en el interior de una arqueta a ras de suelo (Fig. 23).

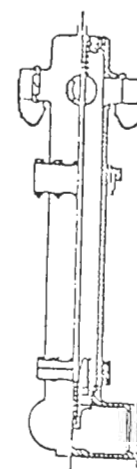


Figura 22.—Hidrante de columna seca.

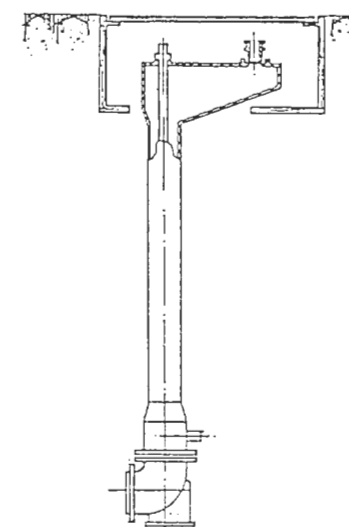


Figura 23.—Hidrante de arqueta seca.

A su vez, estos hidrantes se pueden subdividir en:

- *Secos*: Permitiendo la entrada de agua en el cuerpo del hidrante al abrir la válvula principal del mismo, evitando así la congelación del agua en el interior al registrarse bajas temperaturas. Finalizado el uso del mismo y al cerrar la válvula principal, se activa un mecanismo de drenaje del hidrante, evitando el riesgo de congelación en el cuerpo del hidrante del agua remanente.
- *Húmedos*: El cuerpo del hidrante está permanentemente lleno de agua. Son aceptables para zonas en las que la temperatura ambiente se mantiene por encima de los 4 °C.

Consideraciones generales

Los hidrantes suelen estar provistos de dos o tres bocas de conexión, siendo los diámetros habitualmente utilizados de 100, 70 y 45 mm.

La equipación de los hidrantes privados debe estar formada por los siguientes elementos:

- Llave de maniobra.
- Mangueras de 70 y 45 mm de diámetro.
- Conexiones de bifurcación y reducción (70/45 mm).
- Boquillas y lanzas de triple efecto (45 mm).

Los equipos han de estar alojados en armarios metálicos próximos al hidrante.

El caudal previsto para los hidrantes oscila entre 500 y 1.000 l/minuto, en función del tipo del hidrante, durante dos horas y con una presión de 10 m c.d.a.

Verificación y mantenimiento

— Trimestralmente:

- Señalización y accesos.
- Tuberías, columnas y elementos de conexión.
- Válvulas (estanqueidad, fuerzas de accionamiento, estado y nivel de aceite en caja de mecanismos).
- Bocas (racores y tapones).
- Armarios de los equipos (pintura, conservación, sujeción).
- Equipos (conexión racores, ligaduras, cierre y apertura lanzas).

— Semestralmente:

- Comprobación de la apertura y cierre de válvulas en hidrantes de columna y arqueta de tipo húmedo e hidrantes de boca.
- Inspección de hidrantes de columna y arqueta de tipo seco de la apertura de la válvula principal, estanqueidad columna y válvula de drenaje.
- Comprobación de los equipos (conexión y desplegado de los equipos unitarios, estado de mangueras, estanqueidad de equipos, lanzas y boquillas).

COLUMNA SECA

Es una instalación para uso del Servicio Público de Extinción y está constituida por una conducción vacía que discurre a lo largo de la vertical del edificio (generalmente por la caja de escalera), provista de bocas de conexión en pisos y de toma de alimentación en la fachada para conexión de los equipos de los servicios públicos de extinción, que es el que proporciona a la conducción la presión y caudal de agua necesarios (Fig. 24).

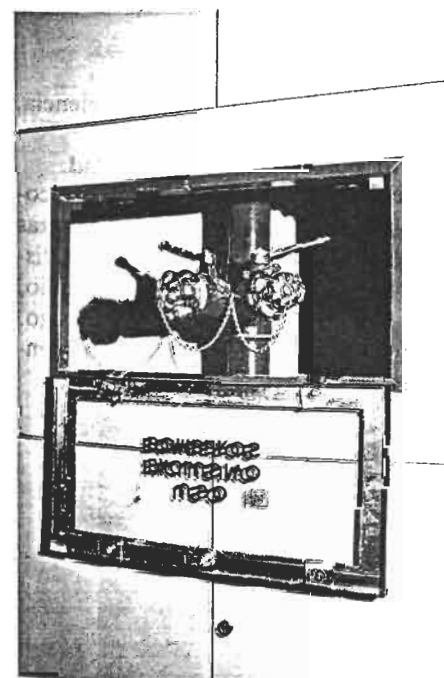


Figura 24.—Columna seca. Detalle de salida de piso.

La toma de alimentación está provista de una conexión siamesa con llaves incorporadas y racores tipo Barcelona de 70 mm de diámetro y con tapas sujetas con cadenas.

Las bocas de salida en pisos están provistas de conexión siamesa con llaves incorporadas y racores tipo Barcelona de 45 mm de diámetro con tapas sujetas con cadenas.

La conducción ha de tener un diámetro nominal de 80 mm, cualquiera que sea el número de plantas del edificio.

Verificación y mantenimiento

— Semestralmente:

- Comprobación de accesibilidad de la entrada de calle y tomas de piso.
- Comprobación de la señalización.
- Inspección de tapas y correcto funcionamiento de sus cierres.
- Comprobar que las llaves de las conexiones siamesas están cerradas.
- Inspeccionar que todas las tapas de racores están bien colocadas y ajustadas.

ROCIADORES AUTOMÁTICOS (SPRINKLERS)

La instalación de rociadores automáticos es el sistema ideal por excelencia, ya que detecta el fuego, dispara la alarma y lo extingue.

Es el sistema más fiable, teniendo un alto porcentaje de efectividad.

El sistema está formado por una serie de conducciones ramificadas y conectadas a una fuente de abastecimiento, a las que se le acoplan las cabezas rociadoras. La apertura de las cabezas rociadoras se efectúa a través de un dispositivo que se activa por acción de la temperatura generada en el incendio, permitiendo la proyección de agua en la zona donde se ha producido el fuego.

Básicamente un rociador automático está formado por los siguientes elementos (Fig. 25):

- Cuerpo del rociador.
- Orificio de salida de agua.
- Obturador de salida de agua.
- Elemento termosensible.
- Deflector.

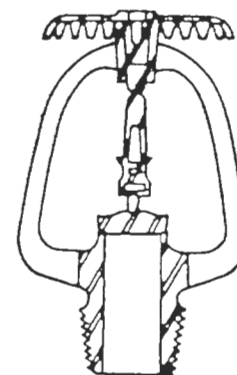


Figura 25.—Rociador automático.

Clasificación de los rociadores automáticos

Los rociadores se ordenan en distintos grupos en función de diversas variables (Figs. 26 y 27):

Según el sistema:

- Rociadores para sistemas de tubería húmeda.
- Rociadores para sistemas de tubería seca.
- Rociadores abiertos para sistemas de inundación total.

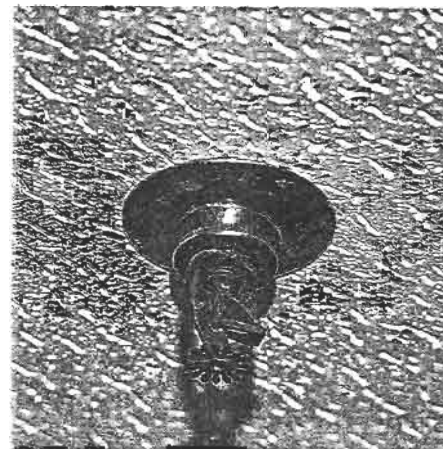


Figura 26.—Rociador automático empotrado colgante.



Figura 27.—Rociador automático montante.

Según la posición:

- Montantes.
- Colgantes.
- Horizontales.

Según el diámetro nominal de la cabeza:

- Pequeño orificio (3/8").
- Estándar (1/2").
- Gran orificio (1 7/32").
- Gota gorda (0,64").

Según el tipo de deflector y descarga:

- Convencional (old type).
- Pulverizador (standard).
- Gota gorda (large drop).
- Pared (sidewall).

Según el tipo de respuesta:

- Rociadores de respuesta ordinaria.
- Rociadores de respuesta rápida.
 - *Early Supresion-Fast Response (ESFR).*
 - *Quick Response.*

Según el elemento termosensible:

- Elemento fusible.
- Ampolla de vidrio.
- Elemento bimetálico.

Según la temperatura de tarado:

Las temperaturas habituales de tarado oscilan entre 57 y 343 °C.

CONSIDERACIONES GENERALES

La instalación estará diseñada en función de la peligrosidad de la actividad o del contenido de los locales a proteger, existiendo una clasificación en función del riesgo y detallándose de la siguiente forma:

- *Riesgo ligero.*
- *Riesgo ordinario:*
 - Grupo I.
 - Grupo II.
 - Grupo III.
- *Riesgo extra:*
 - Grupo I.
 - Grupo II.

Esta clasificación determina el tipo de instalación a utilizar, concretando la cobertura máxima por rociador (entre 9 y 20 m²), la densidad de descarga de agua, separación, ubicación, etc.

En este sistema es necesario la sustitución de la cabeza rociadora una vez extinguido el fuego.

ABASTECIMIENTO

Para que todos los sistemas antes descritos sean operativos, es preciso que estén dotados de unas fuentes de suministros que garanticen la aportación de agua durante el proceso de extinción y a la presión necesaria.

El abastecimiento estará formado por una o varias fuentes de alimentación de agua, uno o varios sistemas de impulsión y una red general de incendios.

Los distintos tipos de fuentes de alimentación son los siguientes:

- Redes públicas de distribución.
- Fuentes inagotables:

- Naturales (ríos, lagos, mares).
- Artificiales (canales, embalses, pozos).
- Depósitos (aspiración, elevados, de presión).

Los distintos sistemas de impulsión empleados son:

- Presión propia (red uso público).
- Presión de altura (depósitos o fuentes inagotables elevadas).
- Equipos de bombeo (Fig. 28).
- Presurización neumática (depósitos de presión).

La selección de abastecimiento de agua dependerá de diversos factores:

- Clasificación del riesgo.
- Riesgo existente para las personas.
- Sistemas de protección contra incendios instalados.
- Económicos.

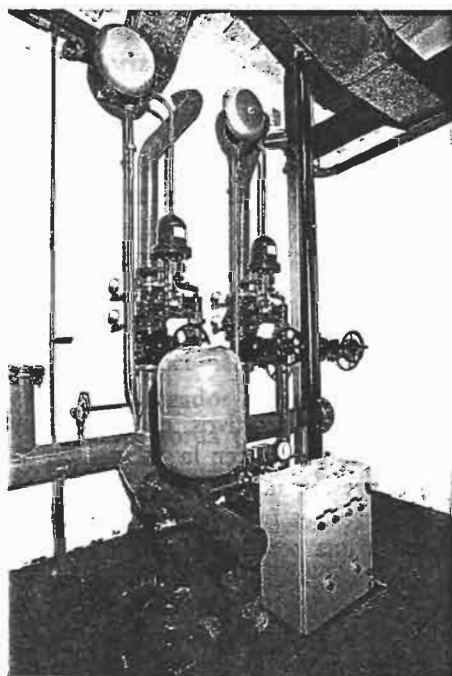


Figura 28. — Equipo de bombeo para sistemas de rociadores.

B) Sistemas de espumas

Su aplicación principal es la de extinguir fuegos de grandes dimensiones en los que estén presentes líquidos inflamables, aunque tienen también otras aplicaciones como las de fuegos de líquidos de menor densidad que el agua, fuegos superficiales de combustibles sólidos, contención de derrames tóxicos, etc.

Pueden ser utilizados por medios similares a los de agua (mangueras, lanzas), intercalando un proporcionador que absorbe el espumógeno de un recipiente por efecto Venturi (Fig. 29).

También pueden ser aplicados mediante rociadores automáticos con sistemas de distribución similar a los sistemas de agua pulverizada.

En locales de difícil acceso, se utiliza el método de extinción por inundación total mediante generadores de espumas de alta expansión.

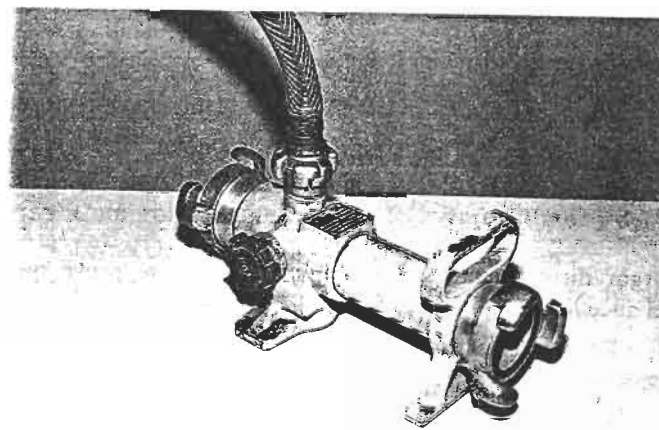


Figura 29. — Proporcionalizador de espumógeno. Tipo Venturi.

C) Otros sistemas fijos de extinción

Están formados por una fuente de alimentación de agente extintor (polvo, anhídrido carbónico o halones) que generalmente está constituida por una batería de botellas (Fig. 30).

Existen diversos métodos de aplicación que son:

- Inundación total: Formado por una red de tuberías y lanzas fijas que descargan una cantidad determinada de agente dentro de un recinto cerrado.
- Aplicación local: Difiere del anterior sistema en que las boquillas están dis-

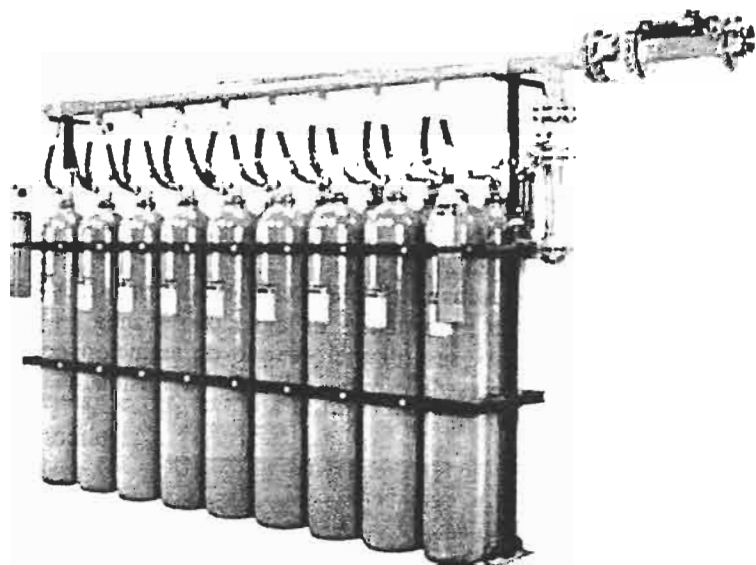


Figura 30.—Sistema fijo de Halón.

puestas para descargar directamente sobre el punto donde se prevé que puede producirse el incendio.

— Mangueras manuales: Formado por puestos de mangueras que están conectadas al depósito de abastecimiento, directamente o por medio de tuberías intermedias.

El accionamiento de estos sistemas puede ser automático, a través de la señal emitida por un detector de incendios, o manual.

Los sistemas de inundación total, generalmente están dotados de un sistema de alarma que advierte al personal antes de producirse la descarga del agente extintor.

D) Verificación y mantenimiento

Dado que los sistemas anteriormente descritos (rociadores, espuma, polvo, CO_2 , halón), requieren un mantenimiento concertado con una empresa especializada, debido a la complejidad de estos sistemas, vamos a relacionar una serie de recomendaciones generales para el personal usuario del sistema:

— *Bimensualmente:*

- Comprobación de que las boquillas del agente extintor o rociadores están en buen estado y libres de obstáculos para su funcionamiento correcto.
- 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, anhídrido carbónico o halón.
- Comprobación del estado de carga de la instalación de los sistemas de polvo, anhídrido carbónico o halones y de las botellas de gas impulsor cuando existan.
- Inspeccionar los circuitos de señalización, pilotos, etc., en los sistemas con indicadores de control.
- Limpieza general de todos los componentes.

— *Anualmente:*

Comprobación integral, de acuerdo con las instrucciones del fabricante o instalador, incluyendo en todo caso:

- Verificación de los componentes del sistema, especialmente los dispositivos de disparo y alarma.
- Comprobación de la carga del agente extintor y del indicador de la misma.
- Inspeccionar el estado del agente extintor.
- Prueba de la instalación en las condiciones de su recepción.

PLAN DE AUTOPROTECCION

Para que la protección contra incendios sea integral, es absolutamente necesario la creación de un plan de emergencia que comprenda la organización de los medios humanos y materiales disponibles para la prevención del riesgo de incendio, así como para garantizar la evacuación y la intervención inmediata.

Este plan de emergencia ha de adaptarse a lo indicado en el Manual de Autoprotección aprobado por la Orden de 29 de noviembre de 1984 del Ministerio del Interior.

El plan de autoprotección permite:

- Conocer los edificios y las instalaciones, la peligrosidad de los distintos sectores y los medios de protección disponibles, así como la falta de medios de acuerdo con la normativa, marcando las necesidades que han de ser atendidas con más urgencia.

- Garantizar la fiabilidad de todos los medios de protección y de las instalaciones generales.
- Evitar las causas de las emergencias.
- Disponer de equipos humanos organizados y adiestrados, consiguiendo una mayor efectividad en las acciones destinadas a controlar las emergencias.
- Mantener informados a los ocupantes de los edificios de cómo deben prevenir y actuar en una emergencia.

El plan de autoprotección consta de cuatro apartados generales:

EVALUACION DEL RIESGO

Describe y valora las situaciones de riesgo de los edificios en relación con las actividades desarrolladas y los medios de protección disponibles, contando con los siguientes subapartados:

A) Riesgo potencial

Efectúa un estudio detallado de los factores que influyen sobre éste, describiendo:

- Entorno de las edificaciones. Situación, emplazamiento y accesos.
- Situación de los medios exteriores de protección y abastecimiento de agua para los bomberos.
- Características constructivas. Resistencia al fuego y sectores de incendio (Fig. 31).



Figura 31.—Sector de incendio. Detalle de puerta resistente al fuego.

- Ubicación y características de las instalaciones y servicios.
- Actividades desarrolladas en cada planta o sector de incendio de las edificaciones.
- Ocupación.
- Comunicaciones verticales.
- Salidas.

B) Cálculo del riesgo

Evalúa el riesgo de incendio de cada una de las áreas que ocupan las actividades en alto, medio o bajo según su riesgo intrínseco.

Evalúa las condiciones de evacuación, como adecuadas o inadecuadas, en cada una de las plantas del edificio de acuerdo con lo establecido en la NBE-CPI-91.

C) Planos

La información recopilada en los apartados anteriores se plasmará en planos, elaborándose copias para el cuerpo de bomberos, dirección del establecimiento y otro para la entrada del edificio para uso exclusivo de los bomberos.

MEDIOS DE PROTECCION

Determina los medios materiales y humanos disponibles, definiendo los equipos y sus funciones.

A) Inventario de los medios materiales

Se elabora el inventario de los medios técnicos de que se disponga para la emergencia, describiendo:

- Instalaciones de detección de incendios.
- Instalaciones de extinción.
- Alumbrados especiales.
- Medios de comunicación y de transmisión de alarmas.

B) Inventario de los medios humanos

Se elaborará una relación de los medios humanos disponibles para participar en el plan de emergencia, teniendo en cuenta las aptitudes y actitudes de cada

persona, así como las disponibilidades según sea horario diurno, nocturno, festivo o vacacional.

C) Planos

Al igual que en el apartado anterior, toda la información recopilada en este documento se expresará gráficamente en planos, elaborando copias para el cuerpo de bomberos, dirección del establecimiento y otra para la entrada del edificio para uso exclusivo de los bomberos.

PLAN DE EMERGENCIA

Estudia las distintas situaciones de emergencia, elaborando normas de actuación para cada una de ellas y las condiciones de uso y mantenimiento de las instalaciones.

A) Clasificación de las emergencias

En función de su gravedad y de las dificultades existentes para el control y sus posibles consecuencias se clasificarán en:

- *Conato de emergencia*: Accidente que puede ser controlado y dominado de forma sencilla y rápida por el personal y con los medios de protección de la zona.
- *Emergencia parcial*: Accidente que requiere para su dominación la actuación de equipos especiales de emergencia de la planta o edificio.
- *Emergencia general*: Accidente que precisa la actuación de todos los equipos y medios de protección del establecimiento y de la ayuda de medios de socorro y salvamento exteriores.

Por las disponibilidades de medios humanos, los planes de actuación de emergencia deberán contemplar las siguientes actuaciones:

- Diurno. A turno completo y en condiciones normales de funcionamiento.
- Nocturno.
- Festivo.
- Vacacional.

B) Acciones a emprender

La actuación de los medios humanos y técnicos tiene que garantizar:

- La alerta; de la forma más rápida posible se activarán los equipos de intervención y se informará a los restantes equipos del edificio y a las ayudas exteriores, a través de avisos personales, telefónicos, radios portátiles o megafonía.
- La alarma, mediante la activación de sirenas o equipos de megafonía, para la evacuación de las personas. Esta puede ser general o restringida.
- La intervención para el control de las emergencias.
- El apoyo a los servicios de ayuda exterior para la recepción e información.

C) Equipos de emergencias

Están formados por un grupo de personas instruidas en la prevención y actuación en caso de emergencia.

Las funciones generales del equipo son:

- Estar informados del riesgo del incendio en las distintas dependencias.
- Señalar las anomalías que detectan y verificar que han sido subsanadas.
- Conocer la existencia y uso de los medios materiales de que se dispone.
- Hacerse cargo del mantenimiento de los mencionados medios.
- Estar capacitado para suprimir, sin demora, las causas que pueden provocar cualquier anomalía.
- Combatir el fuego desde su descubrimiento mediante:
 - Accionamiento de la alarma.
 - Aplicación de consignas del plan de emergencia.
 - Utilización de los medios disponibles mientras llegan los refuerzos.
- Prestar los primeros auxilios.
- Coordinar las acciones con los miembros de otros equipos.

Los equipos que integran el plan de emergencia se denominan:

EQUIPO DE ALARMA Y EVACUACION (EAE)

Asegura la evacuación total y ordenada y garantiza que se ha dado la alarma.

Las funciones principales de este equipo son:

- Anunciar la evacuación de su sector al oír la alarma general.
- Guiar a los ocupantes de su sector hacia las vías de evacuación (Fig. 32).
- Conseguir la evacuación rápida y ordenada.
- Indicar el punto de reunión.

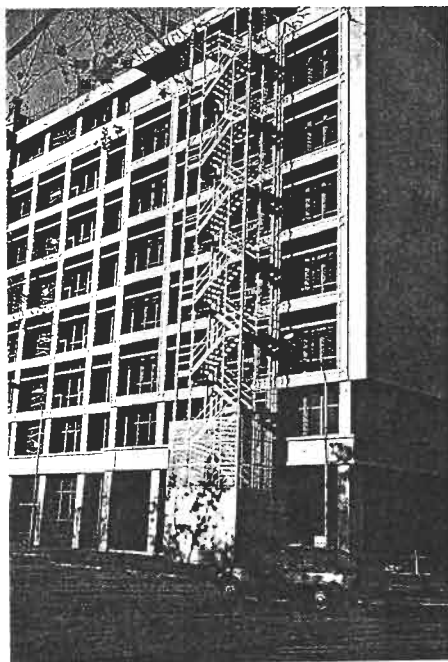


Figura 32.—Escalera exterior de evacuación.

- Ayudar en la evacuación de personas impedidas o heridas.
- Comprobar que no quedan rezagados una vez evacuado su sector.

EQUIPO DE PRIMEROS AUXILIOS (EPA)

Su misión consiste en prestar los primeros auxilios a los accidentados durante la emergencia, para ello deben estar instruidos en estas técnicas.

EQUIPO DE PRIMERA INTERVENCIÓN (EPI)

Su función consiste en acudir al lugar donde se haya producido una emergencia con objeto de intentar controlarla.

Los componentes del EPI deben estar instruidos en el manejo de los medios de extinción disponibles y actuar como mínimo en parejas.

EQUIPO DE SEGUNDA INTERVENCIÓN (ESI)

La misión de este equipo es la de actuar como apoyo de los EPI, cuando la gravedad de la alarma no permita el control de la emergencia por los EPI. Prestarán apoyo a los servicios de ayuda exterior.

Al igual que los EPI, deben estar instruidos en las técnicas de extinción con los medios de que dispone el establecimiento.

JEFE DE INTERVENCIÓN

Actuará en el punto de emergencia, valorando y clasificando ésta. Es el responsable de los equipos de intervención, informando al jefe de emergencia de la evolución de la misma.

JEFE DE EMERGENCIA

Actuando desde el centro de comunicaciones del establecimiento, y en función de la información recibida por el jefe de intervención sobre la evolución de la emergencia, enviará al área siniestrada las ayudas internas disponibles y solicitará las ayudas externas necesarias. Es el responsable de los distintos equipos de autoprotección.

Se analizará y definirá la composición mínima de los equipos de emergencia para cada establecimiento. En caso de incendio, la composición de los equipos de lucha contra el fuego será como mínimo de dos personas.

D) Desarrollo del plan

Se diseñarán esquemas operacionales que establezcan las secuencias de actuaciones a llevar a cabo por los equipos de emergencia.

Un ejemplo sencillo de aplicación de un plan de emergencia puede ser el siguiente:

FASE DE ALERTA

- Al oír la alarma interna.
 - Mandar dos personas (administración) a comprobar la veracidad de la alarma.
 - Avisar al responsable del equipo de primera intervención.

- Los «enviados» comunican inmediatamente la gravedad del siniestro, intentando apagarlo por sus propios medios. Si comunican que no es posible, entra en funcionamiento la siguiente fase.

FASE DE ALARMA

- Al recibir el aviso, el equipo de primera intervención intenta apagar el fuego con los medios disponibles, si tienen dificultades, lo comunica al puesto de control para pedir apoyo del ESI.
- El jefe de emergencia:
 - Avisa a las ayudas externas (bomberos, ambulancias, etc.).
 - Ordena la alarma y evacuación del edificio o parte del mismo.

FASE DE EVACUACIÓN

- El equipo de evacuación acudirá al lugar asignado, ayudando a personas en la evacuación.
- Al oír la alarma, el ESI y EPA acuden a la planta baja (administración) a recibir órdenes.
- El EPA atiende a los lesionados en las zonas previamente consignadas.
- Los responsables de cada departamento efectúan las maniobras que se les ha asignado (desconexión maquinaria, etc.).

IMPLANTACION

Consiste en la divulgación general del plan, la formación específica del personal, la realización de simulacros, así como su actualización.

El responsable de la implantación del plan es el titular de la actividad, estando obligados el personal directivo técnico, mandos intermedios y trabajadores a la participación en el plan de autoprotección.

A) Mantenimiento

Las instalaciones de protección serán sometidas a revisiones periódicas, de acuerdo con lo dispuesto en la legislación vigente y a las indicaciones particulares indicadas por el fabricante o instalador.

Se establecerá un programa de mantenimiento de carácter anual.

B) Formación

Es imprescindible efectuar reuniones informativas para todo el personal, en las que se explicará el plan de emergencia, entregándose un ejemplar con las consignas generales de autoprotección.

Los equipos del plan de emergencia serán adiestrados en el manejo de los medios de protección mediante cursos de formación, que se programarán al menos una vez al año (Fig. 33).

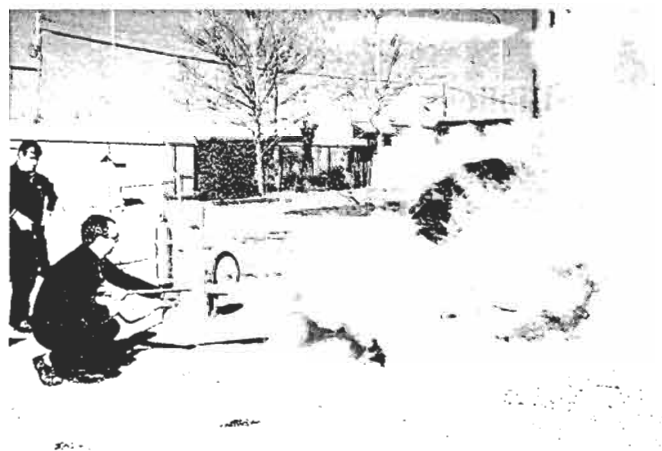


Figura 33.—Prácticas de extinción.

C) Simulacros

Se efectuará, al menos una vez al año, un simulacro de emergencia general, del que se deducirán las conclusiones precisas encaminadas a lograr una mayor efectividad y mejora del plan.

D) Investigación de siniestros

En caso de emergencia, se investigarán las causas que posibilitaron su origen, propagación y consecuencias, analizando el comportamiento de las personas y los equipos de emergencias, adoptándose en su caso las medidas correctoras necesarias.

E) Anexos

En este apartado deben incluirse los siguientes anexos:

- Fichas con las instrucciones de los componentes del equipo y personal en general.
- Programas de formación.
- Programas de mantenimiento de los medios materiales implicados en el plan de mantenimiento.

Bibliografía

- Abastecimiento de agua contra incendios. Cepreven RT2-ABA.
- Agentes de extinción de incendios. Hidrocarburos halogenados. UNE 23-607-83.
- Clases de fuego. UNE 23-010-76.
- Clasificación de materias y mercancías según su riesgo de incendios. Cepreven Catálogo CEA.
- Componentes del sistema de detección automática de incendios. UNE 23-007 [78, 82 (4, 6-9)].
- Documentación técnica sobre sistemas de detección de incendios. Cerberus.
- Enciclopedia de la salud y seguridad en el trabajo. OIT.
- Evaluación del riesgo de incendio. Método de cálculo. Cepreven DT-15.
- Extintores portátiles de incendios. UNE 23-110 (75-76, 80, 84-86).
- Instalación de detección automática de incendios. Cepreven RT3-DET.
- Instalación de medios manuales de extinción. Cepreven RT2-BIE.
- Instalación de medios manuales de extinción. Cepreven RT2-CHE.
- Instalación de medios manuales de extinción. Cepreven RT2-EXT.
- Instalación de rociadores automáticos de agua. Cepreven RT1-ROC.
- Instrucciones técnicas de protección contra incendios. ITSEMAP.
- Lista de comprobación para instalaciones de seguridad contra incendios (CHECK LIST). Cepreven DT-5.
- Mangueras de impulsión para la lucha contra incendios. UNE 23-091 [81 (2A, 2B, 4), 83, 84].
- Manual de autoprotección. Cepreven DT-18.
- Manual de protección contra incendios. National Fire Protection Association.
- Norma básica de la edificación sobre condiciones para la protección contra incendios (NBE-CPI-91).

Normas técnicas de prevención. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Polvos químicos extintores. UNE 23-601-79.

Prevención y protección contra incendios. Servicio Social de Higiene y Seguridad en el Trabajo.

Reglamento de aparatos a presión. ITC-MIE-AP-5.

Señalización de seguridad. UNE 23-034-88.

Sistemas de extinción por espuma física de baja expansión. UNE 23 (521-83, 522-83, 523-84, 525-83).

Sistemas de rociadores de agua. UNE 23 (590-81, 591-81, 592-81, 596-84, 597-84).

Sistemas fijos de extinción de polvo. UNE 23 (541-79, 542-79, 543-79, 544-79).