

TEMA 17 - AGENTES EXTINTORES



Índice:

1.- Agentes extintores: definición y características.

2.- Agentes extintores líquidos.

3.- Agentes extintores sólidos.

4.- Agentes extintores gaseosos.

**5.- Aplicaciones, usos, ventajas e inconvenientes de los gases extintores:
agua, espumas, agentes extintores sólidos, agentes extintores gaseosos.**

1. AGENTES EXTINTORES:

1.1. Definición y características:

Por agente extintor entendemos el compuesto que, aplicado sobre el fuego, provoca la extinción del incendio cuando actúa sobre uno o más de los componentes del tetraedro de fuego para eliminarlos.

No hay que confundir con el extintor o extintor portátil, que no es más que el envase que contiene el agente. Hay que tener presente que en la extinción de un incendio inciden numerosos y variados factores, por lo que no se puede decir a priori cuál es la táctica y el agente adecuado. Será la experiencia y el estudio de todos esos factores lo que indicará los objetivos.

Los agentes extintores se clasifican en tres grupos, en función del estado físico en que se encuentren en el momento de su utilización. Diferenciamos agentes extintores sólidos, líquidos y gaseosos.

1.2. Agentes extintores líquidos:

1.2.1. Agua (características y mecanismos de extinción):

1.2.1.1. Características y propiedades:

-En estado natural es un líquido incoloro, inodoro e insípido, que hierve a 100° C desprendiendo vapor y se congela a 0º C. Alcanza su máxima densidad, o dicho de otra manera, ocupa el menor volumen a 4º C.

-Tiene un alto calor latente de vaporización 539.4 (cal / gr), un calor latente de fusión de 80 (cal / gr) y un calor específico de 1 (cal / (gramo x º C)). Si por ejemplo se quiere vaporizar un litro de agua en estado líquido a 15º C, se deben suministrar 85 kilocalorías

para que se encuentre a 100º C y en estado líquido y para poder conseguir su evaporación total se debe suministrar 539.4 Kilocalorías más.

-Su densidad es de 1 Kg/litro = 1 gr/ cm³ = 1000 kg/m³, a la temperatura exacta de 4ºC. A cualquier otra temperatura, en estado líquido, disminuye su ligeramente su densidad.

-Cuando se evapora aumenta su volumen, aproximadamente unas 1600-1700 veces, cuando el vapor desprendido se encuentra a 100ºC. Al aumentar su temperatura incrementa su volumen proporcionalmente a la ecuación de los gases ideales (a 240ºC el incremento de volumen que produce al vaporizar, es aproximadamente de 2500 veces) y a temperaturas superiores a los 500ºC puede llegar a aumentar su volumen más de 3000 veces respecto al estado líquido.

-Su gran capacidad como disolvente. El agua es capaz de arrastrar muchos productos de combustión (cenizas) de esta forma puede penetrar alcanzar el núcleo de la combustión. Al tratarse de una molécula polar, disolverá todos aquellos líquidos que sean polares (ej: alcohol) y no podrá disolver líquidos apolares (ej: aceites, gasóleo, gasolina, hidrocarburos), formando dos capas diferenciadas no miscibles.

-El agua es un líquido relativamente poco viscoso lo que permite que pueda bombearse con facilidad y conducirse a través de mangueras y tuberías a grandes distancias, con una pérdida de carga asumible.

-Su tensión superficial a temperatura ordinaria, aproximadamente (75.66 dinas/cm a 0ºC o 72.75 dinas/cm a 20ºC), le permite comportarse como un chorro sólido o como gotas finas, llamadas también “niebla”.

-Su densidad razonablemente elevada confiere una cierta masa a los chorros proyectados con boquillas, lo que consigue una gran penetración.

-Su alta estabilidad molecular evita la ruptura o disociación del agua hasta temperaturas de aproximadamente 1.650°C-1700°C. Aunque la temperatura de las llamas sí que puede superar estos valores, el vapor de agua procedente de la extinción de un fuego, nunca va a alcanzar esta temperatura.

-Temperatura crítica del agua: 374 °C.

Es el agente extintor más conocido, más abundante, más empleado y más barato. Su uso es muy sencillo y se remonta a tiempos muy antiguos.

1.2.1.2. **Mecanismos de extinción del agua:**

-Enfriamiento: el agua actúa principalmente por enfriamiento, debido a su elevado calor latente de vaporización (539.4 cal/gramo) y de manera menos apreciable, a su calor específico (1 cal/ (gramo x °C). Por eso roba gran cantidad de calor a los incendios cuando se evapora. A menor tamaño de gota e igualdad de volumen, mayor será la superficie de contacto de sus moléculas de agua con las llamas (una esfera de un volumen determinado tiene menor superficie que dos que sumen su mismo volumen), y por tanto aumenta su capacidad de enfriamiento, a la par que disminuirá su conductividad eléctrica.

Se puede decir que cuanto más pulverizada se aplica más enfría, hasta un límite mínimo (que lo marca, la cantidad mínima de masa de gota, que le permite llegar a las llamas sin difuminarse previamente). En la práctica, se observa que el tamaño óptimo de gota de agua pulverizada, proyectada con una lanza, es de un diámetro comprendido entre (0.3-1) mm. No es efectiva con líquidos inflamables con un punto de inflamación-ignición bajo (según manuales no es efectiva sobre líquidos inflamables cuyo punto de inflamación sea inferior a 38° C. Por esta misma razón, tampoco es efectiva en la aplicación sobre fuegos tipo C (gases).

-**Sofocación:** cuando se evapora incrementa su volumen gaseoso, actúa por sofocación y logra desplazar el oxígeno que rodea al fuego debido al aumento de volumen que experimenta.

-**Desalimentación-dilución:** en el caso de combustibles líquidos hidrosolubles (polares), al reducir la concentración del combustible, de manera que éste deja de ser inflamable. Este sistema es recomendable en derrames pero no en depósitos, ya que se podría producir el rebose del recipiente sin haber finalizado la extinción. -**Emulsión:** efecto que se produce cuando aplicamos agua a un líquido no hidrosoluble (apolar), en el cual se genera una masa espumosa que disminuye la formación de vapores inflamables.

1.2.1.3. **Agua nebulizada:**

Los sistemas de agua nebulizada optimizan la utilización del agua mediante su división en gotas de niebla (el tamaño de gota de agua nebulizada, es inferior a 400 micras de diámetro, en el 90% de las gotas aplicadas). Con esto se consigue maximizar la superficie de intercambio de calor con respecto al agua pulverizada, lo que facilita la refrigeración y la evaporación y por lo tanto incrementa su eficacia.

Para conseguir esta fina división se utilizan unas boquillas especialmente diseñadas y presiones de trabajo entre 4 y 200 bares.

El agua nebulizada aplicada sobre el incendio, actúa por enfriamiento, sofocación y atenúa la transmisión de calor por radiación.

1.2.1.4. **Agua con aditivos:**

Los aditivos (compuestos que se añaden al agua para mejorar sus propiedades físicas) que se emplean para mejorar la eficacia extintora se describen a continuación.

a) **Humectantes o aligerantes:** También llamados agua mojada o húmeda. Su principal misión es reducir la tensión superficial del agua para lograr mayor poder de penetración. Son muy eficaces en incendios sólidos porosos, ya que aumentan la superficie de agua en contacto con el fuego y logran penetrar para rebajar su temperatura interior.

b) **Espesantes o viscosantes:** Consiguen aumentar la viscosidad del agua (también se observa un aumento de su tensión superficial), por lo que tarda más en escurrirse al disminuir su capacidad de fluir. Últimamente se están empleando estos productos en la lucha contra incendios forestales. El agua con espesantes se adhiere y se fija más al material en ignición y forma una capa continua de mayor espesor sobre la superficie del combustible.

Estos aditivos, pueden llegar a transformar el agua en un gel de elevada adherencia. La fluidez de la mezcla del agua varía desde la propia de las gelatinas delgadas o los fluidos diluidos y espesos como jarabe hasta la de los fluidos fangosos.

c) **Agua con modificadores de flujo:** Son productos que disminuyen las pérdidas de presión, o pérdidas de carga por fricción que experimenta el agua durante su conducción a través de mangueras y tuberías.

Estas pérdidas de presión en cualquier tipo de canalización, se debe principalmente a dos motivos:

- La fricción entre el agua y las paredes de la manguera (que supone un 10% de la pérdida total).

- El flujo turbulento en el interior de la manguera cuando el agua circula a elevadas velocidades (que supone aproximadamente el 90% de pérdida de presión total).

El aditivo que se utiliza es el óxido de polietileno o polioxietileno, que hace que el agua fluya de una forma no turbulenta por el interior de un circuito, en nuestro caso, una manguera contra incendios.

Disolviendo cuatro litros de óxido de polietileno en 24000 litros de agua, se logra aproximadamente un 70% de incremento de flujo en una manguera. Además estos aditivos también duplican la presión final en la boquilla del extremo de la manguera. A estos aditivos poliméricos del agua se les denomina también agua rápida.

Existen diversos sistemas para inyectar estos aditivos al agua, ya sea en forma de pasta concentrada o mediante mecanismos automáticos que lo adicionan en relación de uno a 6000. Las disoluciones de este compuesto facilitan la descarga de grandes cantidades de agua en un riesgo de incendio mediante mangueras con tamaños más pequeños y manejables, sin renunciar a las presiones de las boquillas y a las cantidades de agua. Son muy útiles en incendios donde se requiere un largo tendido de mangueras, por ejemplo en los incendios forestales.

1.2.2. Espuma. Características y mecanismos de extinción:

Espumas físicas: Las espumas son masas de burbujas rellenas de gas (aire) que se forman al combinar un espumógeno (estabilizador), agua y aire y cuya densidad relativa es menor a la del más ligero de los líquidos inflamable, por lo tanto flotarán en la superficie de todos los líquidos.

-Espumógeno o agente emulsor: Concentrado líquido tensoactivo (actúa reduciendo la tensión superficial del agua), disuelto en agua en la proporción adecuada, es capaz de producir soluciones espumantes generadoras de espuma mediante la incorporación de aire u otro gas de utilidad en la extinción de incendios.

-**Espumante** o solución espumante: Mezcla de espumógeno y agua. Emulsión o mezcla de dos líquidos insolubles entre sí de tal manera que uno de ellos se distribuye en pequeñas partículas en el otro, produciendo una disminución en la tensión superficial del agua.

-**Espuma**: Mezcla final de espumante y aire. Es un agente extintor formado por un aglomerado estable de burbujas obtenido a partir del espumante por incorporación de aire u otro gas en un equipo apropiado.

1.2.2.1. **Características y propiedades de las espumas:**

-Cohesión o adherencia entre las diferentes burbujas para conseguir una capa resistente y estable. La eficacia de la espuma como agente extintor mejora con la homogeneidad de las burbujas.

-Estabilidad o capacidad de retención del agua con el fin de conseguir el adecuado grado de enfriamiento. Se expresa mediante el tiempo de drenaje.

-Fluidez que le permite extinguir rápidamente un fuego al salvar cualquier elemento que obstaculice su extensión o desplazamiento.

-Resistencia al calor que le permite resistir los efectos del propio fuego o elementos calientes, como las paredes de un tanque, sin degradación importante de la capa.

-Resistencia a ser contaminada por el propio combustible, lo que podría llevar a la destrucción de la espuma al arder el combustible captado.

-Resistencia a los combustibles polares en cuanto estos son capaces de extraer, por disolución, el agua presente en la espuma, destruyendo la capa formada. La mayoría de las espumas, excepto tipos especiales como la ATC o AR, también denominadas espumas

antialcohol, se ven afectadas por los combustibles líquidos de tipo polar, produciendo la degradación rápida de la misma, al ser un producto cuya base principal es el agua.

-Toxicidad nula o muy ligera. Determinados espumógenos pueden producir irritación que se suele eliminar por simple lavado con agua.

-Todas las espumas presentan una cierta conductividad eléctrica, normalmente mayor cuanto menor es su grado de expansión, por lo que no se deben utilizar en presencia de equipos con tensión, salvo determinadas aplicaciones especiales.

-Incompatibilidad con ciertos agentes (principalmente los polvos extintores), que pueden descomponerlas instantáneamente. Nunca utilizar polvos extintores y espuma de manera simultánea.

-No son compatibles con otros espumógenos de diferentes tipos (no se pueden mezclar).

-Las espumas son muy eficaces en incendios de líquidos inflamables (tipo B), tanto en derrames como en depósitos, ya que al encontrarse al mismo nivel, facilitan el cubrimiento de la espuma.

-Las espumas son más eficaces en incendios al mismo nivel, aunque en función de su adherencia, también pueden utilizarse en incendios mixtos a distintos niveles.

1.2.2.2. **Mecanismos de extinción de las espumas:**

-Sofocación: el principal efecto que consiguen las espumas es separar el combustible del oxígeno en la superficie del combustible. Por tanto, el método principal de actuación de las espumas es la sofocación, evitando además el desprendimiento de vapores inflamables y tóxicos procedentes del combustible (también pueden usarse con carácter preventivo). El factor de sofocación es máximo en las espumas AFFF, debido a la doble

capa que forman (espuma y película acuosa). En el caso de las espumas de alta expansión el efecto de sofocación se consigue porque desplaza totalmente el aire, al ocupar la espuma todo el volumen del recinto.

-Enfriamiento: al ser el agua uno de los componentes también actúa por enfriamiento, especialmente cuando se evapora, bajando la temperatura del combustible y de las superficies metálicas (por ser buenos conductores térmicos) que están en contacto con el mismo.

Si la espuma posee suficiente estabilidad (buena capacidad de retención de agua), la espuma no se degrada y evita que el combustible vuelva a incendiarse.

Las espumas se obtienen mezclando de forma mecánica un espumógeno, agua y aire. Se trata de un proceso físico de mezcla. En este proceso, no se produce ningún tipo de reacción química (espumas de tipo físico).

Los espumógenos que forman las espumas físicas se pueden clasificar:

a) Según su expansión.

b) Según su composición química.

a) Según su expansión: La relación entre el volumen final de espuma obtenida y el volumen inicial de disolución espumante que la produce se llama coeficiente o ratio de expansión (depende del tipo de espumógeno, de la presión y del equipo utilizado en la producción de espuma).

Según la normativa UNE EN 1568 (norma más actualizada), en función de su valor numérico o coeficiente de expansión las espumas pueden ser:

-Baja expansión (<20): densas y con alto contenido de agua. Mismo alcance de proyección que el agua.

-Media expansión (20-200): se obtiene un colchón de espuma que llenan grandes superficies. Tiene un alcance menor que el agua (5 - 6 metros).

Alta expansión (>200): espumas muy ligeras que llenan rápidamente grandes volúmenes.

b) Según su composición química:

De base proteínica

-Proteínicas: se obtienen por hidrólisis de proteínas naturales de origen animal (cuernos, pezuñas, pelos, etc.). Generalmente son de baja expansión y en la actualidad están en desuso. No son compatibles con los polvos extintores, ni permiten combatir fuegos de combustibles polares. Tienen un gran inconveniente, ya que se degradan muy rápidamente en contacto con cualquier tipo de combustibles líquidos.

-Fluoroproteicas (FFFP): contiene un componente fluorado activo que la hace mucho más resistente a la degradación con combustibles líquidos, pero tampoco son adecuadas para combatir combustibles polares.

De base sintética: Elaboradas con productos sintéticos (detergentes, alcoholes y aditivos).

-Sintéticos: capaces de retener el agua por más tiempo, dan mayor estabilidad frente al contacto con hidrocarburos. Son espumógenos de media y alta expansión, por tanto, son menos conductoras de la electricidad y algo menos reactivas con materias que reaccionen con el agua.

-Formadores de película acuosa (AFFF): contienen unos componentes fluorados de propiedades especiales que forman una delgada película acuosa sobre el hidrocarburo e impiden su contacto con el aire. Esta película acuosa suele regenerarse por un proceso denominado de “autocuración”, a partir de la propia espuma. Suelen ser de media expansión (polivalentes).

-Fluorosintéticas antialcohol (ATC o AR): espuma no miscible con líquidos polares (Alcohol Type Foam Concentrate (ATC) o Alcohol Resistant (AR). No pierden el agua ni se degradan en contacto con este tipo de líquidos.

En la actualidad, las espumas que se utilizan son una combinación de AFFF y ATC.

1.3. Agentes extintores sólidos: Características y mecanismos de extinción.

Son aquellos que están compuestos por sustancias en estado sólido o pulverulento (sales inorgánicas finamente pulverizadas), cuando se proyectan sobre materiales en combustión pueden llevar a cabo su extinción a través de diferentes formas.

La composición de los distintos tipos de polvo extintor es muy variada. En general están formados por varias sales (bicarbonato sódico, bicarbonato potásico, sulfato amónico, cloruro de sodio, fosfato amónico o fosfato cálcico) a las que se les agrega aditivos tales como fosfato tricálcico, estearatos metálicos o siliconas para mejorar sus características de almacenamiento, evitar que se apelmacen y mejorar su fluidez, de manera que se puedan proyectar sobre las llamas, finamente disgregados, en forma de polvo fino.

La mezcla de polvos que se emplea como agente extintor se aplica por medio de extintores portátiles (de presión incorporada), monitores, mangueras manuales o sistemas fijos.

1.3.1. Características y propiedades:

-Los polvos extintores se aplican siempre en forma de polvo muy fino (20 a 30 micras/diámetro cada partícula), con lo que tienen grandes áreas superficiales específicas. Un extintor de polvo de 13,5 Kg. contiene un polvo con un área superficial global del orden de 4.500 m². Buscan la máxima fluidez y la máxima división en finas partículas de igual dimensión, sin que exista atracción electroestática entre las partículas ni bacteriológica entre los aditivos.

-Son dieléctricos a bajas tensiones.

-Son estables a temperaturas inferiores a 50º C.

1.3.2. Mecanismos de extinción:

-Inhibición: actúan primariamente por inhibición o acción catalítica negativa (rotura de la reacción en cadena), combinándose con los radicales libres e impidiendo que estos continúen la combustión. Se trata del mecanismo de extinción principal en los polvos, excepto en el único caso de los polvos especiales (tipo D), no preparados, en el que el factor de sofocación adquiere mayor importancia que la inhibición.

-Sofocación: actúan secundariamente por sofocación, al desplazar el oxígeno del aire de la zona de combustión y crear una costra de carbonato sódico (en el caso del polvo BC) que impide, parcialmente el contacto del oxígeno (O₂) con el combustible. Esto ocurre con mayor relevancia en el caso del polvo polivalente o antibrasa ABC, mediante la formación de una costra de ácido metafosfórico. También se observa este fenómeno en los extintores de tipo D o especiales preparados.

-Enfriamiento: actúan muy ligeramente por enfriamiento, pero el efecto es casi insignificante. En este caso se trata, más bien, de un bloqueo parcial de la transmisión de

calor por radiación del incendio, que producen las partículas de polvo dispersas alrededor de las llamas.

1.3.3. Polvo normal, convencional o seco (BC):

Está compuesto por bicarbonato sódico y potásico con adición de diversos aditivos (estearatos metálicos, fosfato tricálcico y siliconas) que mejoran la proyección, su buena conservación y evitan el apelmazamiento (mejorando la higroscopicidad o capacidad de captación de agua sin degradarse o apelmazarse).

También denominado polvo químico seco o polvo BC. Principalmente actúa por inhibición de la reacción en cadena. En segundo lugar y por orden de importancia, también actúa por sofocación cuando el bicarbonato sódico se descompone en forma de carbonato sódico, al entrar en contacto con las llamas y recubre la superficie del combustible.

Principalmente se usan para extinguir fuegos de líquidos inflamables (B) y de gases (C). Los polvos secos no producen atmósferas inertes duraderas por encima de la superficie de los líquidos inflamables. Por esta razón debe preverse que si persisten fuentes de ignición cercanas al combustible o muy altas temperaturas, podría reiniciarse la combustión. Este es el caso de combustiones incandescentes o de brasas. Es conveniente completar la extinción enfriando superficialmente con agua.

Es aplicable en fuegos con presencia de tensión eléctrica hasta una tensión de 1000 hasta 5000 voltios (según indique la etiqueta de características del extintor portátil con el que sea aplicado). Su uso no es eficaz en fuegos de la clase A. Su uso en fuegos tipo F queda totalmente desaconsejado, debido a la proyección de aceite en llamas que podría producir la aplicación de este tipo de polvos con un extintor a presión.

Este agente extintor no se puede utilizar con espuma porque se inutilizaría al mezclarse.

1.3.4. Polvo polivalente (ABC):

También denominado polvo polivalente o antibrasa o polvo ABC. Como su propio nombre indica, son también efectivos en fuegos de la clase A.

Este agente extintor está formado por fosfato monoamónico, fosfato cálcico y sulfato amónico. La diferencia de este polvo con el polvo químico seco es la agregación del fosfato monoamónico. Esta sal o fosfato monoamónico se descompone por las altas temperaturas y queda como una capa pegajosa de ácido metafosfórico, resistente sobre la superficie del material combustible, impidiendo que el contacto del oxígeno con el combustible. De esta forma, actúa de manera importante por sofocación.

Tampoco es conductor de la electricidad, pudiéndose usar en fuegos eléctricos bajo las tensiones que nos indique el fabricante en el recipiente (6.000 voltios según ensayo hasta 35.000-50.000 voltios, superando los ensayos reglamentarios).

1.3.5. Polvos especiales:

Es por todos conocidos la problemática que generan los fuegos de metales (D), sobre todo si se encuentran finamente divididos. Los fuegos de Clase D presentan muy diversas posibilidades de desarrollo y hacen inútiles los agentes extintores convencionales para lograr su control o su extinción, incluso ofrece graves riesgos de empleo. Por ejemplo el uso de agua o hidrocarburos halogenados es peligroso en la extinción de fuegos de sodio o magnesio.

Además las propiedades de los metales combustibles hacen que sean diferentes sus tipos de combustión, por lo que es preciso considerar de forma particular las características de cada combustión de fuegos de tipo metálico, para extinguirla de la forma apropiada. Incluso un agente adecuado para ciertos fuegos de clase D puede resultar peligroso

cuando se emplea sobre el fuego de otro metal, por lo tanto son agentes extintores específicos para fuegos tipo D concretos.

Los polvos especiales son productos químicos (mezclas de sales) diseñados específicamente para extinguir fuegos de carácter metálico (tipo D), pero cada uno es adecuado para unos tipos de fuego específicos. Están compuestos, entre otros, por grafito pulverizado, carbón mineral y otro tipo de sales como el cloruro sódico (ClNa) y el carbonato sódico (Na_2CO_3), en función del material a extinguir. Los polvos especiales más comunes son: Polvo G1 o pireno, Metal Guard, Met- L-X, Na X, Lith-X.

Genéricamente se diferencian dos tipos de polvos extintores especiales, los polvos preparados, aquellos que son fabricados y aplicados mediante un extintor portátil (actúan principalmente por inhibición) y los no preparados (que son aquellos que nos podemos encontrar in-situ en el incendio: arena seca, silicatos de circonio, dolomita, ClNa, polvos de talco, limaduras de hierro. Se suelen aplicar sobre superficies horizontales, cubriendo las llamas y actúan principalmente por sofocación).

Agentes extintores gaseosos: características y métodos de extinción:

Estos agentes se almacenan en estado líquido debido a la presión a la que se meten en el recipiente, y cuando se proyectan pasan a estado gaseoso. Como todos los gases penetran en todos los lugares con gran facilidad, son eficaces, únicamente en incendios de interiores, son dieléctricos (no conducen la electricidad) y se consideran agentes extintores “limpios”, ya que a diferencia de los polvos, se disipan en el ambiente y no dejan residuos. Los más habituales son el nitrógeno (N_2), el dióxido de carbono (CO_2), los hidrocarburos halogenados y otros tipos de gases inertes (IG).

Nitrógeno IG-100 (N_2): Antes apenas se utilizaba, principalmente porque en determinadas condiciones podían desprender cianógeno ($\text{CN}^\cdot$) y peróxido de nitrógeno

(N₂O₄), ambos muy tóxicos y que podían causar más víctimas. Hoy en día se utiliza con más frecuencia.

Características y propiedades del nitrógeno (IG-100):

-Es un gas incoloro, inodoro e insípido, no conductor de la electricidad y con una densidad muy similar a la del aire.

-Es bastante estable a las altas temperaturas, aunque puede llegar a descomponerse generando gases tóxicos.

-No es tóxico pero sí asfixiante, pues desplaza el oxígeno atmosférico actuando por sofocación y se requieren concentraciones elevadas para que sea plenamente efectivo.

1.4.1.1. Mecanismos de extinción del nitrógeno: El mecanismo primario es la sofocación, ya que desplaza el oxígeno y rebaja su concentración. El mecanismo secundario es el enfriamiento (cuando se aplica con extintores portátiles a presión, debido a que la descompresión del gas produce un enfriamiento. Sin embargo, no es apreciable en sistemas fijos de inundación total, ya que el gas llega casi a temperatura ambiente al difusor).

Es eficaz únicamente en incendios de interior, requiriéndose una concentración aproximada de un 40% en volumen, para que sea plenamente efectivo (reduciendo la concentración de oxígeno presente hasta un 12%). Previamente se requiere la evacuación de dicho recinto debido al riesgo de asfixia.

1.4.2. Dióxido de carbono o anhídrido carbónico (CO₂): es el agente extintor más utilizado.

Características y propiedades:

- Es un gas de bajo coste, bastante económico.
- A temperatura ambiente es incoloro, inodoro e insípido.
- Es fácilmente licuable (por compresión y enfriamiento) y se transporta y almacena en recipientes a presión, en estado líquido.
- Al extraerlo de los recipientes se convierte en gas y absorbe gran cantidad de calor. Al expansionarse puede llegar a reducir su temperatura hasta los -79°C .
- Su densidad relativa respecto del aire es de 1,53. Dicho de otra manera su densidad es (aproximadamente) un 50% mayor que la del aire).
- Es dieléctrico.
- Utiliza su propia presión para conducirse por tuberías y almacenarse en extintores.
- No es corrosivo ni deja residuos. Es un agente extintor muy limpio.
- No aplicable a fuegos tipo D, porque en contacto con este tipo de combustibles, puede descomponerse y generar oxígeno (O_2).

Mecanismos de extinción del CO_2 :

- Sofocación: mecanismo primario, al desplazar el aire o al diluir el oxígeno a concentraciones bajas. Requiere concentraciones cercanas al 40% para presentar plena eficacia con la mayoría de los combustibles, por tanto solo será efectivo en incendios de interior. Previamente a su aplicación requiere la evacuación del recinto de las personas que allí se encuentren.
- Enfriamiento: de forma secundaria pero relevante, extingue por enfriamiento debido a la gran cantidad de calor que roba al incendio al descomprimirse en un extintor portátil y

convertirse en gas (-79 °C). De hecho a los extintores portátiles de CO₂ se les llama de nieve carbónica. Esta propiedad es más apreciable en fuegos superficiales.

Precaución al aplicarlo directamente a personas, podría llegar a producir lesiones debidas a su baja temperatura.

1.4.3. Halones: Son hidrocarburos en los que los átomos de elementos halógenos sustituyen a los radicales hidrógenos. La identificación de un halón viene determinada por un número que indica la composición del agente. El primer dígito indica la cantidad de átomos de carbono de la molécula, el segundo la de átomos de flúor, el tercero la cantidad de cloro, el cuarto la de bromo y el quinto, de existir, la de yodo.

Fueron gases producidos industrialmente a partir de hidrocarburos (metano (CH₄) y etano (C₂H₆)). La sustitución de un átomo de hidrógeno por otro elemento halogenado (cloro, flúor y bromo) da lugar a estos agentes extintores.

El flúor (F) confiere estabilidad al compuesto, reduce la toxicidad y el punto de ebullición. En estos casos, es posible la formación de HF (ácido fluorhídrico), muy tóxico, cuando el gas está expuesto a las llamas (ello se evita mediante un periodo de aplicación corto, es decir, se aplican de manera muy rápida y en gran cantidad, para realizar una extinción instantánea y así evitar la formación de HF).

El cloro (Cl) confiere eficacia de extinción, reduce la estabilidad térmica, aumenta el punto de ebullición y la toxicidad. El Bromo (Br) es análogo al cloro pero en mayor grado. Se observa que es el más tóxico y el que mayores propiedades extintoras confiere; se obtuvieron las mejores combinaciones en el halón 1211 y el halón 1301 ya citados. Los halones más empleados fueron:

-Halón 1211 (Diflúor clorobromo metano).

-Halón 1301 (Triflúor bromometano).

1.4.3.1. **Características de los halones (y de los hidrocarburos halogenados):**

-Actúan principalmente por inhibición de la reacción en cadena, secundariamente por sofocación y en menor grado por enfriamiento. Dado el efecto de inhibición, son muy rápidos extinguiendo las llamas, aunque para finalizar la extinción con éxito conviene enfriar la superficie en llamas con agua.

-Son plenamente eficaces en concentraciones variables, en función del tipo de compuesto (aproximadamente oscila entre un 5% a un 10%).

-Aplicables únicamente en incendios de interiores.

-Son gases incoloros, inodoros, no son corrosivos y no dejan residuos.

-Son hasta 5 veces más densos que el aire. Al inundar un recinto cerrado, comenzarán ocupando las partes más bajas.

-Se podían aplicar localmente mediante extintores portátiles así como por inundación total en un recinto cerrado (mediante sistemas de protección contra incendios). El disparo de halón (también para los hidrocarburos halogenados), se indica mediante señales luminosas y acústicas, con el objetivo de realizar la evacuación del área antes de aplicar el agente extintor, ya que pueden llegar a producir una respuesta cardiotóxica por inhalación, que queda reflejado en sus valores de NOAEL y LOAEL. Según normativa (UNE-EN 15004), se les exige que su concentración de extinción sea inferior a sus valores de NOAEL y LOAEL.

-Tienen el inconveniente de ser caros y no ser aptos para fuegos metálicos (tipo D). Son adecuados para fuegos de tipo A, B y C incluso bajo tensión eléctrica.

-Los halones descomponen en contacto con las llamas y temperaturas superiores a 700°C generando un gas muy tóxico denominado fosgeno (COCl_2).

En la actualidad no se utilizan los halones, ya que fueron prohibidos (protocolo de Montreal) por producir CFCs y ser causantes de la destrucción de la capa de ozono. En su defecto fueron sustituidos por los denominados “sustitutos de los halones”.

Se entienden como sustitutos del halón aquellos compuestos de características similares al halón 1211 y el 1301, conocidos como agentes limpios y que se utilizaron en su lugar, a partir de la prohibición de los mismos.

1.4.4. Sustitutos de los halones:

Existen diversos tipos, entre ellos podemos citar (según la NTP 666):

-Agentes químicos halocarbonados (UNE-EN 15004)

-Gases inertes (UNE-EN 15004).

-Agua nebulizada, water mist o HI-FOG.

1.4.4.1. Agentes químicos halocarbonados:

Son compuestos químicos con una estructura molecular de tipo hidrocarburo halogenado (R-X , esta composición química es totalmente análoga a la de los prohibidos halones, pero con alguna diferencia atómica que hace que no produzcan CFCs y que por lo tanto no destruyan la capa de ozono). Son aplicables a fuegos de tipo A, B y C. Tienen un nivel ODP nulo o muy pequeño porque no afectan a la capa de ozono y un nivel cardiotóxico NOAEL superior a su concentración de extinción, por lo tanto se minimiza el riesgo en zonas ocupadas por personas, aunque previamente a su proyección, es conveniente la

evacuación del lugar (especialmente si son proyectados con sistemas automáticos de inundación total).

No tienen efecto invernadero (GWP), no son corrosivos, son dieléctricos y no suelen ser tóxicos, aunque algunos de ellos, a elevadas temperaturas de incendio pueden reaccionar y producir fosgeno (COCl_2) y ácido fluorhídrico (HF), que son gases tóxicos.

Los hidrocarburos halogenados son gases mucho más densos que el aire por lo tanto ocupan inicialmente las partes más bajas, aunque luego ocupan todo el volumen. Se suelen aplicar mediante extintores de presión propia aunque también los hay presurizados con nitrógeno en sistemas de inundación total.

Entre los hidrocarburos halogenados más comunes: FM200 o Fire Master, FE-13, CEA 6-14, CEA 4-10 y NAF S-III.

Sus características y mecanismos de extinción son exactamente iguales a las de los prohibidos halones, aunque a diferencia de éstos, ni producen CFCs, ni destruyen la capa de ozono.

1.4.4.2. **Gases inertes (IG):**

Principalmente son mezclas de los siguientes gases: Argón (Ar), Nitrógeno (N_2) y como aditivo dióxido de carbono (CO_2) que actúan como sustitutos del halón extinguiendo las llamas principalmente por sofocación bajando el porcentaje de oxígeno al 12% (valor NEL) o al 10% (valor LEL) y de manera secundaria, por enfriamiento (cuando son aplicados mediante un extintor portátil). Este nivel de oxígeno es respirable por personal sano durante pocos minutos, por lo tanto se puede utilizar en áreas ocupadas durante un corto periodo de tiempo hasta realizar una evacuación completa del lugar). Por lo tanto, cuando se aplica mediante sistemas de inundación total será necesario disponer de un

sistema de prealarma y un retardo en su aplicación para facilitar la evacuación de las personas en las zonas donde haya de ser aplicado (según norma UNE-EN 15004).

Tienen una densidad similar a la del aire, por lo que forman una mezcla homogénea con el mismo. Ventajas de los gases inertes:

- Son baratos y no perjudican el medio ambiente.
- Al tener una densidad parecida al aire la duración de la protección es mayor que en el caso de los hidrocarburos halogenados.
- No son tóxicos, aunque podrían llegar a ser asfixiantes en las concentraciones de uso.

Inconvenientes de los gases inertes:

- Requieren mayor concentración de extinción que los halones, por lo tanto un gran volumen de almacenamiento (8-10 veces mayor que el halón 1301).
- Únicamente eficaces en incendios de interior.
- Se debe disponer de zonas de ventilación, para realizar la disipación de los mismos posteriormente.
- La instalación por inundación total es más compleja que la de los halones.

Algunos ejemplos de nombres comerciales de gases inertes son el Inergen IG-541, el Argonite IG-55, el Argón IG-01 y el Nitrógeno (IG-100).

a) **Inergen IG-541**: Es un buen sustituto tanto del halón 1301 como del halón 1211. Actúa por sofocación desplazando el oxígeno del aire; prácticamente todos los combustibles van a dejar de arder si el ROL (nivel de oxígeno residual) disminuye por debajo del 13% (aunque hay excepciones), lo que requiere una aplicación del 40% en

volumen de inergen. Es imprescindible que la concentración se mantenga hasta que haya desaparecido el riesgo de reignición y esto se consigue enfriando finalmente con agua.

Contiene los siguientes gases (nitrógeno 52%, Argón 40% y dióxido de carbono 8%) por lo tanto no perjudica el medio ambiente no destruye la capa de ozono (Potencial de agotamiento del ozono: PAO = 0) y el efecto de calentamiento también es nulo: GWP = 0.

No utiliza ninguna reacción química para la extinción por lo que no deja productos de descomposición ni residuos y no es conductor de la corriente eléctrica.

b) **Argonite IG-55**: Es un compuesto muy parecido al Inergen y con propiedades similares. Contiene Argón y Nitrógeno en proporción del 50% cada uno. Sus propiedades extintoras son las mismas que el Inergen y se puede utilizar por inundación total (descarga automática por detectores o mediante activación manual). También mediante aplicación local mediante extintores portátiles, en este caso el efecto de enfriamiento será más apreciable.

c) **Argón IG-01**: Compuesto al 100% de Argón y con propiedades muy parecidas a los compuestos a) y b).

1.4.4.3. **Sistemas de agua nebulizada (water mist o HI-FOG):**

Se define como aquellos sistemas que utilizan el agua natural a alta presión (hasta 250 bares). Normalmente la presión en instalaciones fijas se consigue con gas impulsor N₂ (nitrógeno seco) o mediante bombas de alta presión. Por definición, se entiende por agua nebulizada, aquella que se aplica sobre las llamas de manera que el 90% de las gotas tienen un diámetro inferior a 400 micras (= 0.4 mm).

Se utiliza preferentemente con carácter preventivo, en sistemas de detección y alarma contra incendios.

El agua nebulizada actúa principalmente por enfriamiento, sofocación (debido al desplazamiento del oxígeno por el vapor del agua generado) y atenuación de la transmisión de calor por radiación.

Efectos que se consigue con el agua nebulizada:

- Capacidades de extinción altas.
- Se puede utilizar sobre fuegos de tipo A, B y aparatos electrónicos delicados. Los sistemas de aplicación de agua nebulizada tienen las siguientes ventajas:
- No produce daños por agua, dada la poca cantidad de agua requerida y casi la completa evaporación de la misma sobre las llamas.
- Aplicabilidad a líquidos inflamables tipo B.
- Aplicabilidad a equipos electrónicos delicados.
- Equipamiento ligero.
- Coste del agente extintor (agua) casi despreciable.
- Accionamiento mediante sistema de detección así como un sistema de activación manual.

2. APLICACIONES, USOS, VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LOS AGENTES

EXTINTORES:

2.1. Agua. Aplicaciones y utilización:

El agua es muy efectiva en fuegos tipo A por su gran poder de enfriamiento y se utiliza en fuegos B y C principalmente para su control, no para su extinción.

Existen diferentes formas de uso del agua en función de cómo se proyecta:

-Chorro (compacto): es el método más utilizado, aunque no el más eficaz. Tiene como ventaja su largo alcance, pero sólo un 10% del agua participa realmente en la extinción (aproximadamente). El fuego se extingue por la presión y el peso del agua, aunque puede provocar mayores destrozos que el propio incendio.

Se utiliza únicamente en fuegos de clase A. Nunca se echará agua a chorro sobre derrames o depósitos de líquidos B o F, ya que proyectará líquido inflamado y propagará el incendio. En depósitos de líquidos no hidrosolubles y menos densos que el agua, el agua ocupará la parte inferior, pudiendo provocar el rebose del líquido incendiado. El chorro aplicado de manera incorrecta puede dispersar los incendios..

Igualmente es inadecuado para fuegos metálicos o en presencia de metales combustibles (D). Supone un grave riesgo de arco eléctrico para el bombero si el chorro entra en contacto con tensión eléctrica.

-Pulverizada o neblina: es el modo más eficaz de usar el agua como agente extintor. Se emplea en fuegos de tipo A y B y se puede utilizar en presencia de corriente eléctrica (utilizando proyecciones intermitentes y lanzas especiales. Aunque esta aplicación exige una técnica muy depurada y no es recomendable excepto en casos de absoluta necesidad). También puede utilizarse para la dispersión de nubes de gas C, crear pasillos de evacuación o refrigerar zonas expuestas al calor en las cercanías del incendio. El agua pulverizada presenta la mayor eficacia para la extinción de incendios, ya que el factor de enfriamiento y sofocación alcanzan niveles máximos.

Existen gran cantidad de tipos de lanzas para su aplicación. Su uso en instalaciones fijas se hace por medio de rociadores o sprinklers y en función del tipo de cabeza rociadora se logra más o menos pulverización.

2.1.1. Limitaciones del agua como agente extintor:

-Su mayor limitación proviene del hecho de ser conductora de la electricidad. Precaución al incidir sobre cableado eléctrico, catenarias, cuadros eléctricos, condensadores, acumuladores,...etc.

- Tampoco es adecuada para la extinción de líquidos no hidrosolubles menos densos que el agua y que por lo tanto flotan en la misma (gasolina, gasóleo, aceites, etc.), lo que impide la extinción.

-El aumento de volumen que experimenta al evaporarse suele presentar desventajas en la extinción si los líquidos no son solubles en agua, ya que proyecta el líquido inflamado y extiende el incendio. Nunca echar agua sobre una sartén de aceite ardiendo.

-Su reacción con algunas materias (fuegos de carácter metálico, ácidos fuertes, carburos, peróxidos,...etc) puede producir proyecciones, gases (hidrógeno: H_2) o explosiones (en el panel Naranja, que clasifica el peligro e identifica las mercancías peligrosas que transporta un vehículo, aparecen marcados como X + nº de peligro).

- A menos de 0 °C el agua se congela y aumenta su volumen, lo que puede causar roturas en conducciones, bombas e impedir su utilización en ese estado. En estos casos se puede añadir sustancias anticongelantes al agua para disminuir su punto de fusión, por un proceso denominado “descenso crioscópico”.

-No aplicable a aparatos electrónicos delicados.

- El agua es un agente extintor limitado para extinguir fuegos de líquidos inflamables con bajo punto de inflamación-ignición, ya que el factor de enfriamiento no es efectivo en estos casos.

- El agua es un líquido con escasa viscosidad lo que produce que escurra rápido de las superficies en llamas, lo que puede ser contraproducente en determinadas situaciones. Para evitar que esto ocurra se le añaden aditivos espesantes.

- Otra desventaja, en usos concretos, se debe a su tensión superficial y su poca viscosidad, aunque esto se soluciona con aditivos especiales (humectantes y espesantes).

2.1.2. Aditivos, viscosidad y espesantes:

La viscosidad de un líquido es una fuerza interna que se opone al movimiento del fluido. La viscosidad varía con la temperatura, de manera que la viscosidad de un líquido disminuye cuando la temperatura aumenta. La viscosidad se relaciona directamente con las fuerzas de atracción intermoleculares.

La viscosidad del agua es otra propiedad modificable en beneficio nuestro gracias a los llamados aditivos **espesantes** también conocidos como gelificantes o gomas hidrosolubles, que producen un aumento de la viscosidad del agua aumentando ligeramente la densidad. Con ello se consigue que el agua no escurra tan rápido y sea más adherente, aumentando el tiempo en el que actúa protegiendo y extinguiendo el fuego de las superficies en llamas. Es frecuente su utilización en fuegos de incendios forestales, especialmente cuando se aplica desde hidroaviones o helicópteros de extinción, dando una mayor protección a las superficies arbóreas.

El agua espesada presenta una serie de ventajas en sus aplicaciones:

-Proyectada desde aviones resiste mejor el empuje del viento. Por esta misma razón puede proyectarse a chorro a distancias mayores, aunque tienen el inconveniente de que aumenta el diámetro de la gota y por tanto disminuye su eficacia extintora.

-Cuando se seca sobre el combustible deja una capa sólida que impide que llegue oxígeno a la combustión, ejerciendo así un ligero efecto de sofocación.

-Se adhiere fácilmente al material incendiado, protegiendo en mayor grado los combustibles arbóreos.

Sin embargo, el uso de estos aditivos también tiene inconvenientes:

-Aumento de pérdida de carga en los largos tendidos forestales.

-Pierde capacidad de penetración en los combustibles sólidos porosos.

-Al pulverizarla aumenta el tamaño de las gotas, disminuyendo su eficacia en la extinción.

-Hace resbaladizas las superficies sobre las que se proyecta.

Otro tipo de aditivos son los denominados **humectantes**, que son sustancias que rebajan la tensión superficial del agua, aumentando así su capacidad de penetrar en los materiales sólidos porosos.

Anticongelantes: Son aditivos que reducen la temperatura de congelación del agua, mediante un efecto conocido como descenso crioscópico, se suele usar en climas fríos.

Modificadores de flujo: Son sustancias que añadidas al agua disminuyen las pérdidas de carga por fricción. Se suele usar polímeros lineales como por ejemplo el polioxietileno. Con ellos conseguimos mayor presión en punta de lanza y por lo tanto un mayor alcance.

2.2. Espumas. Aplicaciones y utilización:

Al margen del tipo de espumógeno hay que considerar también su índice o coeficiente de expansión que, junto a la clase de espumógeno, nos indicará su adecuación a cada caso.

Aunque todas las espumas actúan en mayor o menor medida según los principios antes citados, cada una de ellas suele presentar unas características peculiares que las hacen más o menos adecuadas al tipo de fuego a combatir.

La forma habitual de aplicar una espuma es de manera indirecta, es decir, “rompiendo la espuma”, haciendo incidir el chorro sobre paredes o planos inclinados para que vayan resbalando y cubriendo las superficies en llamas (preferiblemente superficies horizontales en fuegos al mismo nivel).

Las espumas se utilizan de forma variada. En la extinción de incendios pocas veces hay que cerrarse a posibilidades, por extrañas que parezcan, por lo que la espuma puede ser utilizada en diferentes tipos de incendios y situaciones:

- En incendios forestales, en forma de humectante.
- Sótanos de muy difícil acceso, inundándolos de espuma de alta expansión y extinguiendo el incendio principalmente por sofocación.
- Fuegos de hidrocarburos, que incluyen la cubrición preventiva de derrames (en accidentes de tráfico o aterrizajes forzosos de aviones).
- Aplicación bajo superficie en depósitos de líquidos inflamables (ej: hidrocarburos), en los que por densidad, la espuma ocupará la superficie del líquido.
- Control de emisión de vapores en derrames de líquidos inflamables, tóxicos, corrosivos, ...etc.

Es el mejor agente extintor para almacenamientos de combustibles líquidos, en aeropuertos y en ciertas plantas químicas.

La diversificación del oficio de bombero implica observar la forma de actuar de algunos cuerpos especializados, como pueden ser los aeroportuarios, que utilizan la espuma como agente extintor básico e incluso la emplean sobre una pista de aterrizaje antes de que aterrice una aeronave en dificultades, a modo de colchón de espuma.

Los espumógenos utilizados en espumas de media y alta expansión se suelen utilizar en porcentajes de mezcla del 1% al 3 %, los de baja y media suelen mezclarse entre el 3% y el 6%.

Hay que destacar la importancia de utilizar cada espumógeno en el porcentaje indicado por el fabricante. La utilización de espumógeno en un porcentaje mayor que el recomendado no sólo resulta antieconómico, sino que da lugar a espumas excesivamente espesas, con peor fluidez y con menor autonomía sin que mejoren sustancialmente el resto de las características.

Por otro lado, si la mezcla agua-espumógeno (disolución espumante) resulta muy diluida se obtendrá una espuma menos estable y menos resistente al calor, con lo que se deteriorará más rápidamente, incluso sin formar una verdadera capa protectora.

2.1.1. Limitaciones de las espumas:

-Las espumas de baja y media expansión se consideran conductoras de electricidad por tener mayor cantidad de agua en la burbuja. Por el mismo motivo, este tipo de espumas también reaccionará con todas aquellas sustancias que reaccionan directamente con el agua.

- Es conveniente usar aire limpio (que no provenga del incendio) para generar la espuma porque podría volverse tóxica.

-Las grandes masas de espuma (de alta expansión) impiden la visibilidad y el acceso en sótanos y túneles.

-La espuma se va disolviendo por la acción de las llamas, por tanto hay que aplicarla a velocidad suficiente para compensar estas pérdidas.

2.2.2. Aplicabilidad de las espumas:

En general las espumas funcionan mejor que el agua en fuegos de tipo B y F (siendo estas su aplicaciones más frecuentes) y fuegos mixtos A y B. En ocasiones puede usarse en fuegos de tipo A a distintos niveles (espumas de baja expansión, muy adherentes).

Pero no resulta conveniente en fuegos tipo C (porque el gas desplaza la espuma con su presión) ni en fuegos tipo D (porque el agua que contiene la espuma reacciona con el metal y desprende hidrógeno (H_2) que puede causar explosiones). Tampoco serán aplicables a fuegos de fugas de líquidos a presión.

2.2.3. Instalaciones de espuma:

Las instalaciones de espuma se pueden clasificar en función de la movilidad del sistema en: a) Fijas, b) Semifijas, c) Móviles y d) Portátiles.

a) Instalaciones fijas: Aquellas que no es necesario desplazar ningún elemento para su correcto funcionamiento. (Ej: inyección bajo superficie de espuma AFFF en un depósito de hidrocarburos).

b) Instalaciones semifijas: Son aquellas en las que parte de la instalación es fija, pero no toda, pudiendo tener elementos comunes para varias instalaciones (reserva de espumógeno, conjunto dosificador o bien los elementos de descarga), lo que obliga a desplazarlos en cada caso al lugar en que se requiera para hacer uso del sistema.

c) Instalaciones móviles: son instalaciones que se desplazan en su totalidad. Se montan sobre un vehículo o remolque y sólo requieren su conexión a un adecuado abastecimiento de agua.

d) Instalaciones portátiles: Son portátiles aquellos equipos que se pueden trasladar a mano por una sola persona.

El proceso de aplicación de espumas requiere tres fases diferenciadas que son: Dosificación, Generación y Distribución de la espuma (D-G-D). Este proceso se realiza por medio de los componentes de un sistema de aplicación de espumas. Este sistema consta de los elementos que a continuación se detallan:

1) Depósitos, bidones y contenedores: donde se guarda la reserva de espumógeno.

2) Elementos de dosificación o proporcionadores:

a) Dosificador en línea o Venturi.

b) Dosificador por presión.

c) Dosificador por bomba.

Los proporcionadores, premezcladores o eductores, son los aparatos en los que se forma la mezcla de agua y espumógeno para producir la solución espumante. Los hay de varios tipos:

Dosificador en línea o Venturi, el paso del agua por dicho dosificador produce una succión (principio de Venturi) la cual aspira el espumógeno. Este tipo de dosificadores provoca una elevada pérdida de carga de hasta el 33% de la presión que acumula el agua en ese punto. Suelen disponer de elementos de regulación manual de proporción de la mezcla, entre el 1%-6%.

El proporcionador Venturi es el sistema más usado tanto para instalaciones fijas como para mangueras. En las instalaciones con mangueras con proporcionador previo, éste se debe colocar entre el penúltimo y el último tercio del tendido para minimizar las pérdidas de carga que produce la solución espumante.

Las instalaciones de mangueras que generan espumas de baja expansión pueden ser con proporcionador previo (llamadas soluciones mezcladoras) o con proporcionador incorporado a la lanza (soluciones premezcladoras en las cuales la adición de espumógeno y el batimiento se producen en la misma lanza), las instalaciones para generar espumas de media expansión son siempre con proporcionador previo y las instalaciones de espumas de alta expansión siempre llevan el proporcionador incorporado.

a) Dosificador por presión: aprovecha la propia presión del agua que se introduce en el tanque de almacenamiento de espumógeno empujándolo dentro de su flujo. Provoca una pérdida de carga de (0´7- 1´5) atmósferas. La proporción de la mezcla es función de la presión del agua (no tiene regulador).

b) Dosificador por bomba, también llamado dosificador por equilibrio de presiones. El espumógeno se introduce en el flujo de agua gracias a la presión suministrada por una pequeña bomba eléctrica. Es el sistema que menores pérdidas de carga produce (0´5- 1´5) atmósferas. Tiene el inconveniente de requerir una fuente eléctrica fiable para que funcione la bomba de abastecimiento de espumógeno.

3) Elementos de generación y aplicación: Son los encargados de formar la espuma tal y como va a ser aplicada. Producen la expansión de la solución espumante por agregación del aire mediante un procedimiento mecánico. Entre otros:

a) Boquillas de agua-espuma para instalaciones fijas. Son semejantes a los rociadores de agua pero se diferencian de ellos en que llevan unas ranuras para la aspiración de aire. Sólo generan espumas de baja expansión que se aplican sobre derrames.

b) Lanzas y monitores: Similares a los utilizados para agua pero se diferencian en que dependiendo del caudal usan una lanza u otra con su proporcionador correspondiente (los hay de 200, 400 y 800 l/m) y pueden generar espumas de baja y media expansión, pudiendo ser usadas para instalaciones fijas o portátiles.

c) Cámaras y vertederas: están diseñadas para aplicar espumas de baja expansión sobre la superficie de combustibles contenidos en tanques o depósitos.

d) Generadores de alta expansión: (para espumas de alta expansión). Se agrega mayor cantidad de aire mediante un ventilador con movimiento hidráulico de tiro forzado (se mueve por el propio movimiento del flujo de agua).

Existe un método para producir espuma inyectando aire a presión. Éste sistema se denomina CAF (Compressed air foam). Los CAFs consisten en una reserva de agua, una bomba de incendios, un sistema proporcionador de espuma, un compresor de aire y un panel de controles.

El funcionamiento de un CAF se basa en un sistema que utiliza un compresor de aire para inyectar aire y formar la espuma, en el sector de las descargas de la bomba la solución de espuma y el aire se mezclan en una cámara que está a su vez conectada a una línea de mangueras finalizando tanto en un monitor portátil o fijo, o una boquilla convencional.

2.3. Agentes extintores sólidos. Aplicaciones y utilización:

Su utilización depende fundamentalmente de su tipología.

-La aplicación primaria es para fuegos clases B y C. Extinguen todo tipo de líquidos inflamables, incluso alcoholes y otros miscibles en agua.

-El polvo polivalente es además antibrasa, con lo que también se puede utilizar con los fuegos de clase A.

-El polvo especial está diseñado para actuar específicamente en fuegos clase D (metales).

Todos los polvos extintores son dieléctricos, por lo que se pueden emplear en fuegos en presencia de corriente eléctrica si se toma la precaución de que la tensión no sobrepase la especificada en la etiqueta de características del extintor portátil.

Ventajas de su uso:

-Es muy rápido en su actuación.

- Es dieléctrico.

-No es excesivamente caro y su mantenimiento no es complicado.

Normalmente se proyectan mediante extintores impulsados por gas (agente propelente). Se pueden usar en instalaciones fijas en sistemas automáticos, pero dada su composición atascan fácilmente las boquillas de salida y pueden provocar muchos problemas.

Limitaciones de los polvos extintores:

-Normalmente los polvos extintores enfrían muy poco, por lo que el fuego puede reiniciarse con facilidad. Conviene enfriar con agua para finalizar la extinción.

-Sólo sirven para fuegos limitados en volumen (fuegos en fase de conato), por lo que son excelentes para el inicio de un incendio.

-No son tóxicos, pero sí abrasivos. Dejan residuos y se descomponen a altas temperaturas, por lo que no son recomendables para equipos delicados. En grandes cantidades pueden provocar trastornos respiratorios y dificultar la visibilidad.

-No se pueden utilizar con espumas, porque se degradan sus propiedades extintoras.

-Su uso queda desaconsejado en fuegos tipo F, debido a las proyecciones que pueden provocar.

2.4. Agentes extintores gaseosos.

2.4.1. Nitrógeno. Aplicaciones y utilización:

El nitrógeno se ha empleado muy pocas veces como agente extintor. Por la experiencia en Kuwait puede deducirse que es práctico, con técnicas de aplicación muy especiales, para fuegos en los que estén involucrados productos derivados del petróleo y para el petróleo mismo.

Limitaciones:

-Genera gases muy tóxicos al emplearlo para extinguir incendios (cianógenos y óxidos de nitrógeno).

-Es muy caro.

2.4.2. Dióxido de carbono (anhídrido carbónico). Aplicaciones y utilización:

Es un buen agente extintor para fuegos superficiales de clase A. También es efectivo para fuegos de tipo B y C. Puede utilizarse en presencia de corriente eléctrica. No es efectivo en materiales que desprenden O₂ (comburentes o peróxidos). Utilizado en fuegos de tipo D se descompone desprendiendo oxígeno (O₂) y reaviva la combustión.

Se considera que para que sea plenamente efectivo con la práctica totalidad de las materias combustibles, tiene que acumularse en 40% en volumen. Por tanto, solo será efectivo en incendios de interiores.

Ventajas de uso:

- Limpio y sin residuos.

- Se licua muy fácilmente, una gran ventaja para su transporte y almacenamiento.

- Se puede aplicar en sistemas de inundación total o parcial y en extintores portátiles con presión propia.

También se utiliza en extintores de todos los tamaños y en grandes instalaciones automáticas con 3 o 4 toneladas de dióxido de carbono (en estos casos por inundación total del recinto).

Limitaciones:

- Tiene poco poder de penetración y en el exterior se disipa muy rápidamente (no llega a alcanzar una concentración eficaz).

- Hay que tener cuidado con su uso en extintores ya que el frío generado en su descompresión, puede causar graves quemaduras y congelaciones.

- Tiene peligro de reignición al disiparse el CO₂, conviene finalizar la extinción enfriando con agua.

- Puede producir asfixia por falta de oxígeno.

2.4.3. Hidrocarburos halogenados. Aplicaciones y utilización:

Se puede utilizar con éxito para extinguir fuegos clases A, B y C. También se puede utilizar en presencia de corriente eléctrica siempre que esté garantizada la imposibilidad de creación de arcos eléctricos y tiene la gran ventaja de que no daña los equipos delicados.

Ventajas de uso:

- Muy limpio y adecuado para protección de equipos delicados.
- Necesita poca concentración para extinguir (ahorra espacio con respecto al CO₂ por requerir menor volumen de agente extintor).
- Funcionan los sistemas automáticos de disparo incluso con personas dentro del recinto, aunque según normas UNE, se requiere previa evacuación.

Limitaciones:

- Además de su precio la mayor limitación que presentan es que algunos hidrocarburos halogenados perjudican gravemente la capa de ozono, en estos casos estará prohibido su uso.
- Pueden generar gases tóxicos si no consiguen extinguir el incendio en breve espacio de tiempo (ej: Fosgeno COCl₂ y ácido fluorhídrico HF).
- Es necesario por tanto calibrar muy bien las instalaciones. Al igual que el CO₂ tampoco es adecuado para fuegos profundos y se debe utilizar siempre en incendios de interiores.

Bibliografía:

MANUAL DE INCENDIOS (CEIS de Guadalajara). Capítulo 2: Técnicas, apartados 2 (agentes extintores) y 3 (Aplicaciones, usos, ventajas e inconvenientes de los Agentes Extintores).

UNE-EN 1568: Agentes extintores. Concentrados de espuma. UNE 23603: Seguridad contra incendios. Espuma física extintora.

NTP 666: Norma técnica de prevención 666: sustitutos y alternativas para los halones de extinción (INSHT, MINISTERIO DE TRABAJO Y ASUNTOS SOCIALES DE ESPAÑA).

UNE-EN 15004: Sistemas fijos de lucha contra incendios. Sistemas de extinción mediante agentes gaseosos.