



**CURSO PRÁCTICO
DE
EXTINCIÓN DE INCENDIOS**

.....&"\$%`

facilityservices
ALENTIS
● ● ● ● ●



ÍNDICE

CAPÍTULO I. EL FUEGO TEORÍA DE LA COMBUSTIÓN	6
El Fuego. Teoría de la combustión	8
1.- Clases de Fuego	14
1.1.- Combustión con llama	16
1.2.- Combustión combinada	17
1.3.- Combustión sin llama	17
2.- Propiedades de los Combustibles	18
2.1.- Rango de inflamabilidad	18
2.2.- Temperatura de inflamación	19
2.3.- Punto de inflamación	19
3.- Factores de Peligrosidad de los Combustibles	20
3.1.- Poder calorífico	20
3.2.- Carga térmica	21
3.3.- Toxicidad y asfixia	21
3.4.- Velocidad de combustión	25
4.- Características físicas de los combustibles	25
4.1.- Densidad de los vapores y gases	26
4.2.- Calor específico	26
4.3.- Conductividad térmica	28
4.4.- Forma física del combustible	28
4.5.- Cantidad de comburente	28
4.6.- Contenido de humedad del combustible	28
5.- Propagación del fuego	29
5.1.- Velocidad de propagación	29
6.- Productos de la combustión	31
6.1.- Gases de combustión	31
6.2.- Llamas	31
6.3.- Humos	32
6.4.- Calor	32
7.- Causas más frecuentes de incendio y su prevención	32
7.1.- Electricidad	33
7.2.- Fricción	34
7.3.- Chispas mecánicas	34
7.4.- Fumar y Fósforos	35
7.5.- Superficies calientes	35
7.6.- Chispas de combustión	36
7.7.- Soldadura y corte	36
7.8.- Materiales recalentados	37
7.9.- Electricidad estática	38
7.10.- Ignición espontánea	38
8.- Mecanismos de extinción	39
8.1.- Eliminación del combustible o dilución	39
8.2.- Sofocación	39
8.3.- Enfriamiento	40
8.4.- Rotura de la reacción en cadena	40

CAPÍTULO II . AGENTES EXTINTORES 42

Definición.....	44
1.- Agua	44
1.1.- Propiedades extintoras	45
1.2.- Formas de aplicación	46
1.3.- Agua con agentes humectantes	47
1.4.- Agua con aditivos espesantes	47
1.5.- Conductividad del agua.....	48
2.- Espumas.....	48
2.1.- Propiedades generales	49
2.2.- Propiedades extintoras	49
2.3.- Tipos de espumógenos	51
2.4.- Componentes del sistema	55
3.- Polvo químico extintor	65
3.1.- Tipos de polvo	66
3.2.- Propiedades Generales	66
3.3.- Propiedades extintoras	67
4.- Anhídrido Carbónico (CO ₂).....	68
4.1.- Propiedades generales	68
4.2.- Propiedades extintoras	69
4.3.- Limitaciones como agente extintor	69

CAPITULO III. EXTINTORES DE INCENDIO 72

Definición.....	74
1.- Tipos de extintores de incendio	74
1.1.- En función de su movilidad.....	75
1.2.- En función de su agente extintor	75
1.3.- En función de su sistema de presurización.....	77
1.4.- En función de su eficacia extintora	79
1.5.- Información sobre el extintor.....	79
1.6.. Mantenimiento de los extintores.....	81
1.7.- Recarga de extintores.....	82
1.8.- Utilización del extintor	83

CAPÍTULO IV. EQUIPOS DE EXTINCIÓN. BOCAS DE INCENDIO EQUIPADAS. HIDRANTES..... 86

1.- Bocas de incendio equipadas	88
1.1.- Tipos de BIE'S	89
1.2.- Verificación y mantenimiento de BIE'S	90
1.3.- Utilización de la BIE.....	91
2.- Hidrantes	92
2.1.- Tipos de Hidrantes	92
2.2.- Equipamiento de Hidrantes	94

CAPÍTULO V. MANEJO DE MANGUERAS	98
Manejo de Mangueras.....	100
1.- Montaje de líneas.....	100
2.- Comprobaciones previas	100
3.- Posicionamiento en la línea.....	100
4.- Colocación de piernas, pies, cuerpo y manos	101
5.- Avance y retroceso con mangueras	103
6.- Formas generales de actuación	103
CAPÍTULO VI. EQUIPOS DE PROTECCIÓN RESPIRATORIA.....	109
Introducción.....	108
1.- Generalidades y clasificación	108
1.1.- Independientes semiautónomos.....	108
1.2.- Independientes autónomos	108
2.- Autónomos de circuito abierto	109
3.- Autónomos de circuito cerrado.....	109
4.-Equipos Autónomos de circuito abierto.....	110
4.1.-Instrucciones de uso de los equipos de respiración de circuito abierto	113
ANEXO	
CONSIGNAS A SEGUIR EN CASO DE INCENDIO	118
PRIMEROS AUXILIOS	122

CAPÍTULO I

EL FUEGO

TEORÍA DE LA COMBUSTIÓN



EL FUEGO. TEORÍA DE LA COMBUSTIÓN

El fuego ha fascinado a la humanidad durante siglos. Quizá el ser humano cobró conciencia de su superioridad cuando dominó el fuego, al que los demás animales temían. Sus primeros usos fueron el calor y la defensa ante las alimañas, pero enseguida dio pruebas de que era algo más. La simple observación de que la punta del palo, con que se removían las brasas de una fogata, se carbonizaba y ganaba dureza, convirtiéndolo en arma de caza más eficaz, fue el principio de su aplicación como generador de técnicas.

A su alrededor, y gracias a su calor, han vivido millones de humanos. Los humanos han sabido usar la energía del fuego en su provecho, para extraer la energía de los materiales que le proporcionaba la naturaleza o poder moldearlos a su gusto. Si bien la mano es la herramienta principal del hombre, también el fuego tiene parte en la responsabilidad de la construcción de la actual cultura.

Una de las consideraciones históricas más importantes, es la influencia del científico Lavoisier, padre de la química moderna, al descubrir la intervención de los gases aéreos, como el oxígeno, en las combustiones, sustituyendo la teoría del "flogisto". Dicha teoría trataba de explicar la combustión suponiendo que un cuerpo ardía por el hecho de contener un principio inflamable, denominado flogisto, (descendiente directo del "azufre" de los alquimistas y más remoto que el antiguo elemento "fuego" era una sustancia imponderable, misteriosa, que formaba parte de los cuerpos combustibles). Cuanto más flogisto tuviese un cuerpo, mejor combustible era. Los procesos de combustión suponían la pérdida del mismo en el aire. Lo que quedaba tras la combustión no tenía flogisto y, por tanto, no podía seguir ardiendo. El aire era indispensable para la combustión, pero con carácter de mero auxiliar mecánico.

Desde luego, se trataba de una teoría subjetiva que completó científicamente Lavoisier al explicar que los cuerpos ardían en presencia de oxígeno, intervención del mismo u otro comburente, cuando aparecía una fuente de calor que activase la reacción. Es una de las fuentes de energía más antiguas del mundo. La teoría del flogisto se mantuvo hasta los años ochenta del siglo XVIII, hasta que Antoine Laurent Lavoisier, considerado el padre de la química moderna, diseñó un experimento para contrastarla: Lavoisier colocó una pequeña cantidad mercurio sobre un sólido flotando sobre de agua y lo cierra bajo una campana de vidrio y provocó la combustión del mercurio. Según la teoría del flogisto el cuerpo flotante debería estar menos sumergido tras la combustión ya que la cantidad restante de sustancia junto a la ceniza debería pesar menos que la inicial y el volumen de aire dentro de la campana debería aumentar como efecto de la asimilación del flogisto y con ello el nivel de líquido cerrado debería ser más bajo que al comienzo. El resultado del experimento contradicen los resultados esperados según esta teoría. Lavoisier interpretó correctamente la combustión eliminado el flogisto en su explicación. Las sustancias que queman se combinan con el oxígeno del aire, por lo que ganan peso. El aire que está en contacto con la sustancia que se quema pierde oxígeno y, por tanto, también volumen.

Con Lavoisier los químicos abandonaron progresivamente la teoría del flogisto y se apuntaron a la teoría de la combustión basada en el oxígeno.

Hoy en día, además de esta teoría, que continúa vigente, hablamos del fuego desde un punto de vista de su comportamiento en un incendio, como de la **dinámica de incendios** que es el estudio de los diversos factores que influyen en el desarrollo y comportamiento de un incendio.

La **NFPA** en su glosario la define como "el estudio detallado de como la química, la ciencia del fuego y la ingeniería de la mecánica de fluidos y de la transferencia de calor interactúan para influenciar el comportamiento del fuego".

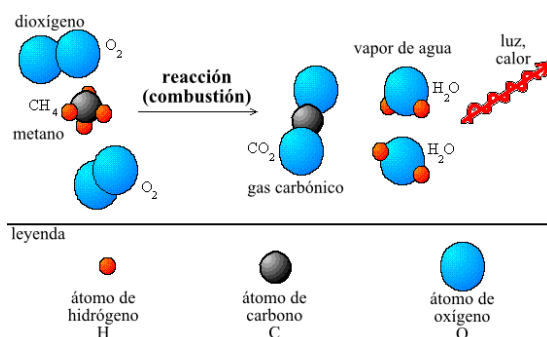
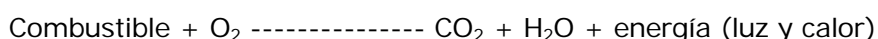
Actualmente el término "**dinámica de incendios**" es parte integrante del lenguaje del fuego y de la protección contra incendios.

Vamos a lo largo de las páginas de este manual a desarrollar los distintos aspectos con el "fuego" como medio y productor de los incendios, que nos ayudarán a entender "el cómo, el cuándo y el porqué", y a desarrollar una cultura de prevención de incendios, que es el objetivo principal de su estudio.

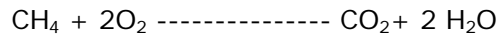
LA COMBUSTIÓN se define como una reacción química de oxidación en la cual generalmente se desprende una gran cantidad de calor y luz. En toda combustión hay un **elemento que se oxida** y es el que arde (combustible) **y otro que lo oxida** (comburente), generalmente el oxígeno del aire en forma de O₂ gaseoso. También hay sustancias que desprenden oxígeno, son los productos llamados **COMBURENTES**.

Estos productos si están involucrados en un incendio aportarían oxígeno extra en la combustión, con lo cual, el incendio se desarrollaría más rápidamente al encontrarse la mezcla enriquecida con oxígeno. Los explosivos tienen oxígeno ligado químicamente en su composición por lo que no necesitan el oxígeno del aire para realizar la combustión.

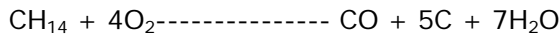
Los tipos más frecuentes de combustible son los materiales orgánicos que contienen carbono e hidrógeno. En una reacción completa todos los elementos tienen el mayor estado de oxidación. Es cuando decimos que se produce la combustión perfecta.



Casi nunca es así y los productos que se forman son el dióxido de carbono (CO₂), en caso de exceso de aire,



Monóxido de carbono (CO), si la combustión se produce con defecto de aire, es lo común en fuegos en espacios confinados.



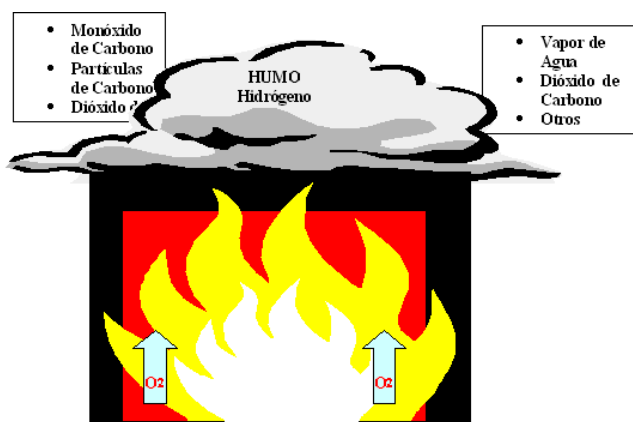
Hexano+ Oxígeno → monóxido de carbono +carbono (hollín)+vapor de agua.

La combustión, como podemos ver en las ecuaciones anteriores, también genera vapor de agua(H₂O), debido a la desecación de los materiales que contienen agua en su composición, además el vapor de agua es a su vez un gas producto de la combustión.

También pueden aparecer otros productos en función de la composición del combustible que este ardiendo el dióxido de azufre (SO₂) (si el combustible contiene azufre) y pueden aparecer óxidos de nitrógeno (NO_x), dependiendo de la temperatura y la cantidad de oxígeno en la reacción.

En la combustión incompleta los productos que se quemaron pueden no reaccionar con el mayor estado de oxidación, debido a que el comburente y el combustible no están en la proporción adecuada, dando como resultado compuestos como el monóxido de carbono (CO). Además, se van a generarse cenizas (hollín).

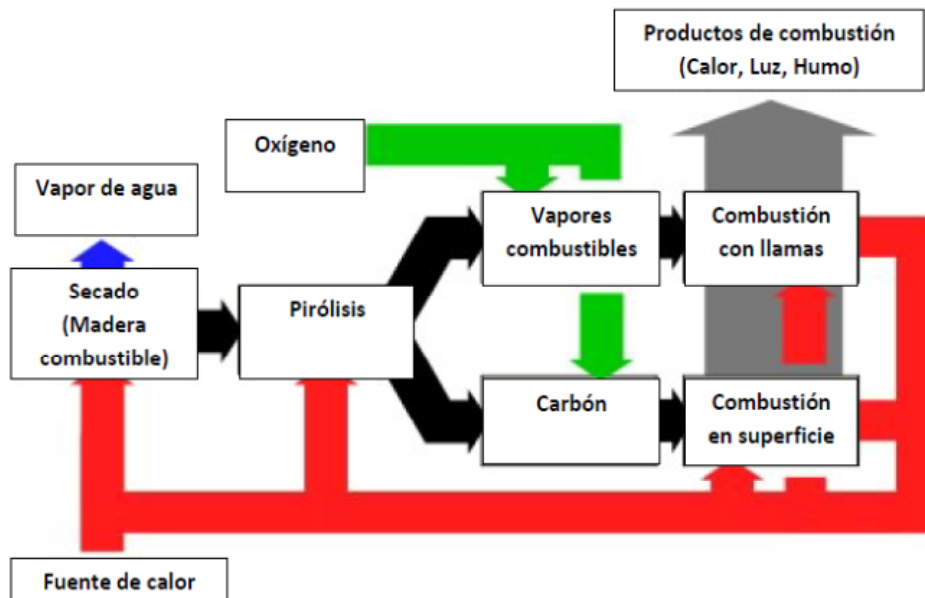
La combustión requiere de combustible y oxígeno en la proporción correcta, como también de una suficiente energía para iniciar la reacción. El combustible debe encontrarse en su fase gaseosa y hay algunos combustibles que ya se encuentran en este estado como el metano. Los líquidos deben vaporizarse antes de poder entrar en combustión, pudiendo encontrar combustibles que liberan gases a temperatura ambiente (gasolina) y otros que requieren ser calentados (diesel).



El proceso de destruir materiales por LA ACCIÓN DEL CALOR, se conoce como **PIROLIZACIÓN**. Para iniciar la combustión de cualquier combustible, es necesario alcanzar una temperatura mínima, llamada **Temperatura de Ignición**, que se define como, temperatura a la que los vapores de un combustible son capaces de arder pero no son capaces de mantener la combustión.

La ignición requiere que el combustible ya en estado gaseoso y el oxígeno, en una proporción adecuada, sean calentados hasta su temperatura de ignición. Es importante notar eso sí, que no es necesario que el combustible original sea calentado hasta su temperatura de ignición, pues basta con que la cantidad de vapor que se libera se mezcle con aire para que pueda producirse la ignición. El combustible gaseoso y el carbono arderán entonces de forma separada, generándose llamas en la

combustión del gas. Por otra parte, la oxidación del carbono puede ocurrir en la superficie del combustible sólido, por ejemplo en las brasas.



La Temperatura de Inflamación, es aquella que, una vez encendidos los vapores del combustible, éstos continúan por sí mismos el proceso de combustión.

Por tanto, para que se produzca el fuego, es precisa la presencia simultánea de tres elementos:

Combustible.- Cualquier material ó sustancia que sea capaz de captar oxígeno (oxidarse), cuya composición esencial sea carbono e hidrógeno: madera, tejidos, papel, gasolinas, butano,...

Comburente.- Cualquier sustancia capaz de oxidar un combustible, generalmente es el oxígeno del aire.

Energía de activación.- Puede ser aportada por diversas fuentes.

- a) *Focos Térmicos.-* Aparatos de calor, llamas abiertas, radiación solar, superficies calientes,...
- b) *Focos mecánicos.-* Rozamiento, chispas debidas a impactos,...
- c) *Focos eléctricos.-* Contactos eléctricos, descargas eléctricas atmosféricas,...
- d) *Focos químicos.-* Reacciones químicas entre sustancias.

Estos tres elementos constituyen lo que se denomina **Triángulo del Fuego**.



Al iniciarse el fuego, la energía de activación (calor) descompone el combustible. Posteriormente, los productos resultantes de la descomposición se combinan con el oxígeno del aire, dando lugar a los **productos de la combustión**: humos, gases, calor y llamas.

PRODUCTOS DE COMBUSTIÓN:

Humos:

El **humo** es una suspensión en el aire de pequeñas partículas sólidas que resultan de la combustión incompleta de un combustible.

Por lo cual el humo generado en un incendio se compone de partículas del combustible (combustible volatilizado), peligroso porque al ser combustible puede arder con las condiciones adecuadas.



Gases:

Ya comentados anteriormente.

El peligro de los gases estriba en su potencial de toxicidad, asfixia o inflamabilidad, de cada uno de los distintos gases que pueden originarse en un incendio como veremos más adelante en el curso.

Calor:

Es el producto de la combustión más peligroso. Se puede decir que es el enemigo nº1. En los incendios el calor generado en la reacción se transmite por los tres mecanismos físicos de transmisión de calor, lo que hace que la temperatura de la zona aumente de forma exponencial.

De esta manera, el calor hace en muchas ocasiones imposible la penetración para el consiguiente ataque al fuego, ya que afecta con toda su intensidad a los equipos de intervención.

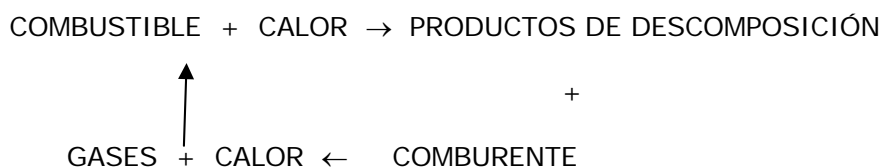
En un incendio como ya hemos dicho suelen estar presentes los tres mecanismos de transmisión y dichos mecanismos son:

CONDUCCIÓN: es el proceso que se produce por contacto térmico entre dos ó más cuerpos, debido al contacto directo entre las partículas individuales de los cuerpos que están a diferentes temperaturas, lo que produce que las partículas lleguen al equilibrio térmico.

CONVECCIÓN: sólo se produce en fluidos (líquidos o gases), ya que implica movimiento de volúmenes de fluido de regiones que están a una temperatura, a regiones que están a otra temperatura. El transporte de calor está inseparablemente ligado al movimiento del propio medio.
En un incendio este transporte se produce a través del aire que fluye de la parte más baja (frío), a la más alta (caliente).

RADIACIÓN: es el proceso por el cual se transmite a través de ondas electromagnéticas. Implica doble transformación de la energía para llegar al cuerpo al que se va a propagar: primero de energía térmica a radiante y luego viceversa.
El cuarto y último producto de la combustión son las **LLAMAS**, gas incandescente producto de la combustión.

Una vez que se ha producido la primera reacción, el calor desprendido por ésta, además de transmitirse a la atmósfera, calienta y descompone más combustible, rompiendo los enlaces entre las moléculas del combustible que está ardiendo con lo que se produce otra reacción llamada **Reacción en Cadena**, esto es, una reacción provoca que se produzca lo siguiente:



Como consecuencia de producirse la primera reacción en cadena, aparecen las llamas.

En la combustión con llama una vez **iniciado** el fuego, de la energía desprendida en la reacción, parte se disipa en el ambiente provocando los efectos térmicos que de ella se derivan, mientras que el resto calienta a más productos reaccionantes.

Si esta energía es mayor o igual que la energía de activación, se producirá una nueva reacción, con lo que el proceso se encadena, desarrollándose sucesivas reacciones mientras existan productos reaccionantes.

A nivel molecular, en la combustión con llamas, la energía de activación hace que los productos reaccionantes, liberen sus enlaces, formándose entonces partículas de gran actividad (radicales libres), que provocan una reordenación de los átomos, dando lugar a los productos de reacción.

La presencia de estos radicales libres (principalmente iones H^+ y OH^{\cdot}), es inherente al proceso del fuego, siendo precisa su formación para el desarrollo de las reacciones en cadena.

Para que el fuego se mantenga, es preciso que la energía sea suficiente para mantener las **reacciones en cadena**.

La aparición de este nuevo factor, transforma, para las combustiones con llama, el TRIÁNGULO DEL FUEGO en él:

TETRAEDRO DEL FUEGO



La ausencia de alguno de estos elementos hace imposible la presencia del fuego, o en caso de que éste ya existiera, lo extinguiría.

1.- CLASES DE FUEGO:

En función de la naturaleza del combustible involucrado, los fuegos se clasifican de la siguiente manera:



Clase A.- El combustible involucrado es de naturaleza sólida (madera, tejidos, carbón, papel,...). Este tipo de fuegos puede desarrollarse con llamas y brasas.



Clase B.- El combustible involucrado es de naturaleza líquida ó sólidos de bajo punto de fusión (gasolinas, aceites, disolventes, telas asfálticas etc.).

Estos fuegos se desarrollan con llamas sin producir brasas.



Clase C.- Los combustibles son de naturaleza gaseosa y arden produciendo llamas (butano, propano, acetileno, hidrógeno,...).



Clase D.- Los materiales involucrados en el incendio son metales (aluminio en polvo, magnesio,...).



PICTOGRAMAS QUE REPRESENTAN LAS CLASES DE FUEGO

Antiguamente existía una quinta clase de fuegos, los de **Clase E**, considerándose como tales a los fuegos que se desarrollaban en presencia eléctrica. Es obligatorio en la actualidad reflejar en las etiquetas de los extintores la máxima carga eléctrica sobre la que puede usarse.

En la actualidad a este tipo de fuegos nos se les considera una clase específica, ya que en cualquier caso, podrán ser englobados en alguna de las clases anteriores.

Una de las novedades más relevantes de la Norma EN 3 - 7:2004+A1:2007 es la inclusión de ensayos de extinción sobre fuego **Clase F** (Clase K en otros países). Con lo cual ya es posible verificar y clasificar el comportamiento de extintores ante fuegos en cocinas. Será posible disponer, además de la conocida clasificación tipo 27A 233B (ejemplo), la clasificación 5F, 25F, 40F ó 75F. Cuanto más alto es el nº más alta es su eficacia.



Figura 1.1. Pictograma para la clase F

El ensayo sobre fuego **Clase F** consiste básicamente en calentar un recipiente con una cantidad determinada de aceite hasta que se auto inflame. En ese momento se retira la fuente de calor y, tras 2 minutos aproximadamente se ataca el fuego.

Al igual que con las eficacias A y B, es necesario apagar dos hogares en tres intentos. La clasificación 5F se obtiene con un hogar cilíndrico de pequeña capacidad y el resto de clasificaciones con un hogar rectangular. El número que acompaña a la clasificación F se corresponde con la cantidad de aceite expresado en litros que contiene el hogar.

Su instalación y uso recomendado es en riesgos con grasas vegetales o animales.

1.1.COMBUSTIÓN CON LLAMA

Los gases y líquidos inflamables arden siempre con llamas. La mayoría de los sólidos plásticos pueden considerarse como "líquidos inflamables congelados", y como tales, se funden cuando existe suficiente realimentación térmica antes de su combustión. No obstante, los combustibles que arden **con llama**, han de vaporizarse y mezclarse con oxígeno inmediatamente antes de la combustión.

Las temperaturas de la llama de los distintos gases que arden en el aire, no varían de forma apreciable, a pesar de que existan notables diferencias en los calores de combustión. Veamos algunos ejemplos.

PODER CALORIFICO DE COMBUSTIBLES LIQUIDOS		
Combustible	PCI kJ/kg	PCS kJ/kg
Aceite de esquistos	—	38830
Alcohol comercial	23860	26750
Alquitrán de hulla	—	37025
Alquitrán de madera	36420	—
Etanol puro4)	26790	29720
Metanol4)	19250	—
Fuel-oil nº1	40600	42695
Fuel-oil nº2	39765	41860
Gasóleo1)	42275	43115
Gasolina2)	43950	46885
Petróleo bruto	40895	47970
Queroseno3)	43400	46500

El poder calorífico inferior, PCI, es la cantidad total de calor desprendido en la combustión completa de combustible sin contar la parte correspondiente al calor latente del vapor de agua de la combustión, ya que no se produce cambio de fase, sino que se expulsa en forma de vapor.

El poder calorífico superior, PCS, es la cantidad total de calor desprendido en la combustión completa del combustible cuando el vapor de agua originado en la combustión está condensado. Así pues, se contabiliza el calor desprendido en este cambio de fase. También es llamado poder calorífico neto.

Los gases con mayor poder calorífico necesitan mayor cantidad de aire para la combustión. Este aire se calienta antes de la combustión, y por tanto absorbe calor.

La mayoría de las temperaturas de llama de los hidrocarburos (en mezcla estequiométrica o combustión perfecta), varían entre 1.926 y 2.315°C. Para alcanzar temperaturas más altas, estos gases y vapores necesitan el aporte de aire precalentado o más rico en oxígeno.

Un análisis aproximado de incendios de hidrocarburos líquidos en recipientes, muestran que aproximadamente los 2/3 del calor producido en la combustión, pasan al ambiente circundante, mientras la parte restante se invierte en la realimentación (calor radiante).

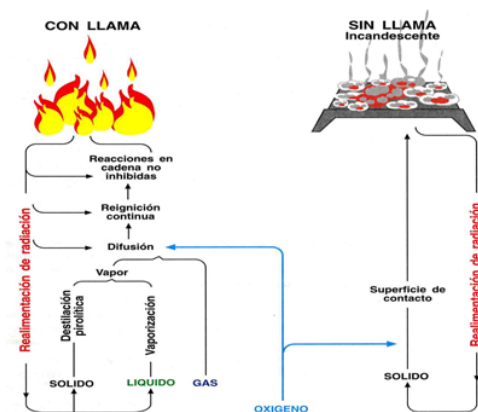
1.2.COMBUSTIÓN COMBINADA

Como ejemplo en el que se den las dos modalidades de combustión, podríamos citar los combustibles carbonosos sólidos como el carbón, azúcares y almidones; ligninas celulósicas sólidas como la madera y la paja o los plásticos termoestables que no se funden.

En estos materiales, las etapas iniciales de la combustión comienzan con llama, debido a la destilación destructiva, gradualmente se tiende hacia la combustión superficial, donde se dan simultáneamente llama y combustión en brasas. Finalmente, cesa la llama y la combustión prosigue en forma incandescente.

1.3.COMBUSTIÓN SIN LLAMA

Por último, existen otros materiales en los que solo se da la combustión sin llama, como pueden ser el carbono puro y otros no metales fácilmente oxidables como el azufre y el fósforo, o metales oxidables como el magnesio, aluminio, uranio, sodio y potasio.



2. PROPIEDADES DE LOS COMBUSTIBLES:

Cada combustible tiene una serie de características que marcan su facilidad para entrar en combustión, y para provocar peligro y daños.

2.1. RANGO DE INFLAMABILIDAD

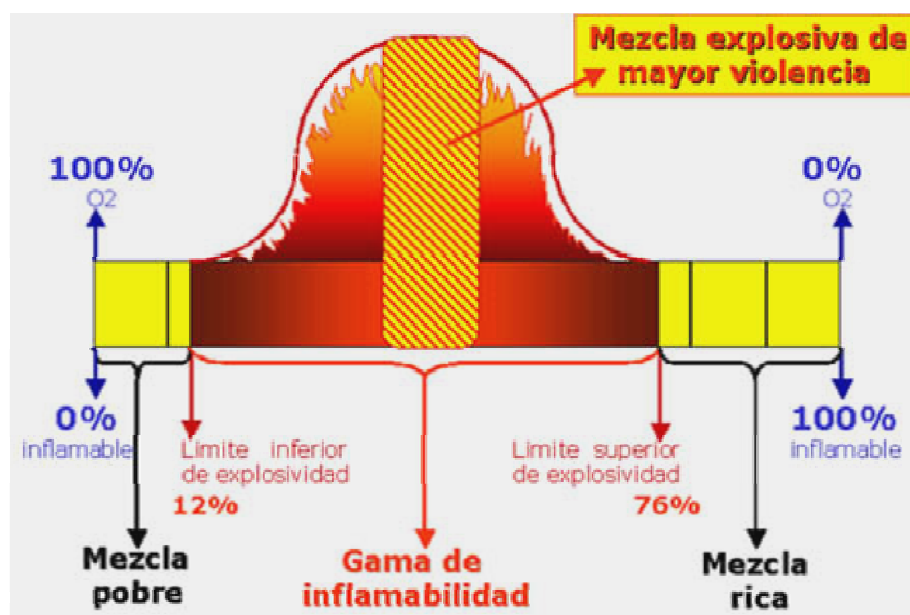
Es muy importante el conocimiento y estudio de esta cuestión, el rango de inflamabilidad de un producto está definido por los **límites de inflamabilidad**. No todas las mezclas combustible-comburente son capaces de arder y para cada sustancia, existe una concentración mínima de combustible en el comburente, por debajo de la cual, no existirá combustión. Esta concentración recibe el nombre de **límite inferior de inflamabilidad**. Lo mismo ocurre a la inversa, existe para cada sustancia, una concentración máxima de combustible en un volumen de comburente por encima de la cual, el combustible no entrará en combustión, es el **límite superior de inflamabilidad**.

Estos dos límites definen el **rango de inflamabilidad** del combustible. Cuanto más amplio sea este rango, tantas más posibilidades de inflamarse tendrá el combustible.

El rango de inflamabilidad de una sustancia depende de la temperatura y de la presión a las que se encuentre. Pero los valores "normales" siempre están referidos a la presión atmosférica y temperatura ambiente.

Por ejemplo, el rango de inflamabilidad del hidrógeno a 21°C y a presión atmosférica, está entre el 4% y 74% en volumen.

Al aumentar la temperatura, el rango de inflamabilidad aumenta y viceversa, por lo que una mezcla inflamable, puede dejar de serlo si disminuimos la temperatura.



En definitiva, para que los vapores o gases combustibles puedan arder, deben mezclarse con el aire en un % menor que el Límite Superior de Inflamabilidad (**L.S.I.**) y mayor que el Límite Inferior de Inflamabilidad (**L.I.I.**). Al valor intermedio se le conoce con el nombre de combustión perfecta o mezcla estequiométrica.

2.2. TEMPERATURA DE INFLAMACIÓN

Es la temperatura mínima que debe alcanzar un combustible para ser capaz de emitir una cantidad de vapores suficientes de modo que, al recibir la energía de activación suficiente, se produzca la combustión.

Por ejemplo, la gasolina, a -37°C , emite una cantidad de vapores susceptible de producir una combustión, en cambio, el aceite de parafina, no emite una cantidad de vapores suficientes hasta los 229°C . Por lo que expresaremos que la Temperatura de Inflamación de la Gasolina es de -37°C .

Este parámetro permite clasificar las sustancias en:

Inflamables: P. Inflamabilidad $< 37,8^{\circ}\text{C} = 100^{\circ}\text{F}$

Combustibles: P. Inflamabilidad $\geq 37,8^{\circ}\text{C} = 100^{\circ}\text{F}$

NOTA: Clasificación según UNE 23 -521.

Por lo que nos permite expresar que la gasolina es un líquido inflamable y el gasóleo simplemente combustible.

De una forma directa se define la temperatura de inflamación como aquella temperatura mínima que debe alcanzar un combustible para arder.

2.3. PUNTO DE AUTOINFLAMACIÓN

Es la temperatura mínima que debe alcanzar una sustancia para que se produzca una combustión sin necesidad de una energía de activación externa.

Las temperaturas de inflamación y auto inflamación dependen de:

- La composición de la mezcla combustible/aire.
- Volumen de la mezcla.
- Presión.
- Forma del recipiente.

Por ejemplo, para una mezcla aire/pentano, según la riqueza de la misma, se obtienen los siguientes valores:

% PENTANO	T. AUTOINFLAMACIÓN
1,5	548
3,75	502
7,65	476

Asimismo, la temperatura de auto inflamación definida para un combustible, se considera la temperatura mínima que debe tener la fuente de energía de activación para que llegue a arder.

En resumen para que se produzca la inflamación de un combustible se deben dar las siguientes circunstancias

- 1. Que el combustible alcance una temperatura mayor o igual que su temperatura de inflamación.**
- 2. Que los vapores desprendidos se mezclen con el aire en una proporción superior al límite inferior y menor que el límite superior de inflamabilidad. (Rango de inflamabilidad).**
- 3. Que la energía de activación sea igual o superior a la temperatura de autoinflamación.**

3. FACTORES DE PELIGROSIDAD DE LOS COMBUSTIBLES

Los combustibles tienen una serie de propiedades que indican la peligrosidad de los mismos en caso de que se produjese su combustión:

3.1. PODER CALORÍFICO

El calor de cambio de estado es la energía requerida por una sustancia para cambiar de fase, de sólido a líquido (calor de fusión) o de líquido a gaseoso (calor de vaporización). Al cambiar de gaseoso a líquido y de líquido a sólido se libera la misma cantidad de energía.

La mayoría de los combustibles usuales son compuestos de carbono e hidrógeno, que al arder se combinan con el oxígeno formando dióxido de carbono (CO₂) y agua (H₂O) respectivamente.

El agua tiene un calor de vaporización alto ya que, para romper los puentes de hidrógeno que enlazan las moléculas, es necesario suministrar mucha energía; también tiene un calor de fusión alto. Esta propiedad es aprovechada tanto para enfriar como para calentar. El principio de funcionamiento del botijo es este, el agua que se evapora a través de los poros del botijo absorbe el calor del resto del agua almacenada provocando que esta se enfríe. A la inversa, al pasar de gas a líquido y condensar el agua, esta pierde energía que cede al medio, calentándolo. Este es el principio de las calderas de condensación.

El poder calorífico inferior, PCI, es la cantidad total de calor desprendido en la combustión completa de combustible sin contar la parte correspondiente al calor latente del vapor de agua de la combustión, ya que no se produce cambio de fase, sino que se expulsa en forma de vapor.

El poder calorífico superior, PCS, es la cantidad total de calor desprendido en la combustión completa del combustible cuando el vapor de agua originado en la combustión está condensado. Así pues, se contabiliza el calor desprendido en este cambio de fase. También es llamado poder calórico neto.

Se expresa en Kcal/Kg. o en KJ/Kg.

3.2. CARGA TÉRMICA

Se define como carga térmica de una zona con material combustible, la energía que sería desprendida por la totalidad de los combustibles presentes por unidad de superficie en caso de que ardiesen.

$$C.T = \Sigma (m_i \cdot P_{c_i}) / S$$

Siendo:

CT: Carga Térmica (Kcal/m²).

m_i: Masa de cada combustible (kg).

P_{c_i}: Poder calórico de cada combustible (kcal/kg).

S: Superficie de la zona (m²).

3.3. TOXICIDAD Y ASFIXIA

Generalmente, la toxicidad de los combustibles viene motivada por el desprendimiento de monóxido de carbono, producto de la combustión incompleta del combustible. Otros productos tóxicos pueden originarse en la combustión de productos que contengan elementos distintos a C, H y O, como el PVC, compuestos de amoníaco, azufre etc. No debemos confundir la toxicidad con la asfixia que sería solamente una deficiencia de oxígeno en ambiente inferior al 18%.

Toxicidad es la capacidad o la propiedad de una sustancia de causar efectos

adversos sobre la salud.

TOXICIDAD DE LA ATMÓSFERA DE UN INCENDIO Los efectos de toxicidad de los gases producidos por la combustión de los materiales, se manifiestan, en general, muy rápidamente. En la mayoría de los casos, se pierde la consciencia en el inicio del incendio. Los gases tóxicos y, en ocasiones, otras situaciones concurrentes con efectos secundarios, como el abuso de alcohol, impiden reaccionar adecuadamente frente al incendio y encontrar las distintas vías de evacuación existentes en el edificio o instalación.

También es necesario señalar que la toxicidad de los gases puede manifestarse igualmente a largo plazo en función de las características del individuo y del tiempo de exposición a la acción de los mismos. Aquellas personas rescatadas en un incendio pueden sufrir efectos secundarios del humo, como fuertes irritaciones sensoriales de los pulmones y vías respiratorias, quemaduras en las mismas, palpitaciones, pérdidas de memoria, etc... La Toxicidad puede manifestarse de las siguientes fuentes:

- Toxicidad indirecta.
- Toxicidad directa.

Toxicidad indirecta significa que en la atmósfera creada por la combustión de los materiales no hay elementos esenciales para las funciones vitales humanas, en cantidad suficiente; tal es el caso del oxígeno.

La toxicidad directa en cambio, se caracteriza por la presencia, en dicha atmósfera, de ciertos elementos que, en cantidad suficiente, impiden igualmente las funciones vitales.

Es general la coincidencia en que los principales productos tóxicos directos son el monóxido de carbono, los cianuros, y en menor grado, el cloruro y fluoruro de hidrógeno y los óxidos de nitrógeno. Al monóxido de carbono se le reconoce, habitualmente, como el elemento más tóxico, de tal manera que se estima que alrededor del 50% de las causas de mortalidad son atribuibles a sus efectos. No obstante, no es menos cierto que el ácido cianhídrico y otros haluros, como el HF y HCl o el NO₂, también son extremadamente peligrosos en determinadas proporciones. En la tabla siguiente se indican los efectos fisiológicos de diferentes niveles de ausencia de oxígeno y presencia de gases tóxicos en los seres humanos.



La toxicidad de tales gases de combustión se manifiesta según tres formas principales:

- Impidiendo la llegada de oxígeno a los órganos vitales.
- Irritación de las vías respiratorias.

- Tienen un efecto narcótico.

Sin embargo, no hay que descartar la importancia de otras causas, como el depósito de hollín en los pulmones. Los hidrocarburos alifáticos de bajo peso molecular y halógenos libres, el nitrógeno, el monóxido de carbono y el Ácido cianhídrico, pertenecen al primer grupo. Los productos del segundo grupo dañan las membranas mucosas, lo que puede causar infecciones en las vías respiratorias y en los ojos. El cloro, el fosgeno, los óxidos de nitrógeno, el amoníaco, los ácidos orgánicos, los aldehidos y los esterés de peso molecular reducido así como los hidrocarburos halogenados, actúan de esta manera. Los productos del tercer grupo son, en general, absorbidos por la sangre sin dañar las vías respiratorias; productos tales como el dióxido de carbono, el éter, las cetonas, los aldehidos y los esterés de peso molecular elevado, no tienen efectos secundarios graves. Los hidrocarburos aromáticos y sus derivados, los hidrocarburos alifáticos halógenos, las cicloparafinas y elfinas actúan en los músculos. Los alcoholes cíclicos, los fenoles, el ácido sulfhídrico, etc. compuestos aromáticos de azufre intervienen en la circulación sanguínea.

La anterior enumeración indica que es muy difícil evaluar la toxicidad de un material en su comportamiento al fuego en base al conocimiento químico de sus productos de combustión. Hay que tener en cuenta que incluso la materia más simple puede generar literalmente docenas de productos de combustión diferentes. Por otra parte, cuando varios productos tóxicos actúan simultáneamente en un ser vivo y a diferentes niveles (sistema nervioso, respiratorio, cardiovascular, etc.), hay teóricamente tres posibilidades: que el efecto de los productos sea aditivo, antagónico o sinérgico, lo que evidentemente complica el establecimiento de los niveles aceptablemente soportados por el organismo humano.

Por esta razón la opinión de que la toxicidad debe ser determinada por ensayos biológicos ha ganado terreno, y las investigaciones científicas realizadas en los últimos años se han desarrollado con esta técnica, a fin de establecer los criterios que permitan posteriormente, mediante ensayos más simples de análisis cualitativo y cuantitativo de los productos de descomposición térmica de un material, clasificar al mismo según el potencial de toxicidad de sus gases de combustión. En tales ensayos sobre seres vivos, principalmente ratones y ratas, se ha estudiado la influencia de ciertos gases de combustión sobre las posibilidades de supervivencia, la alteración grave de las funciones vitales o las actitudes de comportamiento lógico.

Es notorio que se pueden evitar, en última instancia, las acciones de los productos de combustión tóxicos disminuyendo el riesgo de incendio, actuando sobre parámetros tales como la inflamabilidad, la velocidad de propagación de la llama, el calor desprendido, etc., mediante la adecuada selección de materiales clasificables como inflamables o difícilmente inflamables, o por el concurso de productos ignífugantes. Desde el punto de vista estricto de la toxicidad, se ha comprobado que la adición de productos ignífugantes sobre diferentes materiales, presenta resultados desiguales en cuanto a la toxicidad de los gases desprendidos; en algunos casos se produce una ligera disminución, pero en otros se acrecienta. Por otra parte, y en cierta medida, se puede dirigir la combustión de los materiales hacia productos menos tóxicos, modificando los polímeros existentes de forma que se reduzca al máximo la producción de gases tóxicos en una gama de circunstancias lo más amplia posible (temperatura, concentración de oxígeno, ventilación, etc.).

En primer lugar, se constata que las fases iniciales de un incendio (flujo reducido de calor, buena ventilación) son las más adoptables para estas soluciones basadas en

reducir la cantidad total de productos tóxicos o la velocidad de su producción. Así, la producción de monóxido de carbono disminuye cuando la combustión se realiza a temperaturas más bajas o cuando la proporción de oxígeno y carbono aumentan. Los aditivos empleados a tal fin deben disminuir la liberación de monóxido de carbono (CO) actuando según uno de estos dos mecanismos. Ciertos aditivos que contienen metales, ya indicados como inhibidores de humo, actúan siguiendo este último mecanismo (ferroceno, óxido de molibdeno, tetrafenil-plomo). Estos productos disminuyen igualmente la producción de monóxido de carbono, a temperaturas más elevadas. Se puede aumentar la proporción de O / C añadiendo aditivos que reaccionan con una parte de los productos de degradación iniciales, para formar elementos más termoestables. De esta forma disminuye la alimentación de combustible, carbono, en las llamas. El ácido dicarbónico y el anhídrido piromelítico actúan según este mecanismo.

Con este método, la cantidad total de monóxido de carbono no disminuye, pero sí su velocidad de liberación. Otros productos ignífugos actúan según el primer método de reducción de CO: la temperatura. El trihidrato de aluminio es un ejemplo. Se concluye que no es suficiente observar únicamente la cantidad total de CO producida, sino que también su velocidad de desprendimiento, para evaluar adecuadamente los efectos del conjunto. Así mismo, la producción de ácido cianhídrico depende de la cantidad de nitrógeno en el polímero. Temperaturas elevadas (hasta un máximo de 900 – 1000 ° C) y una oxidación incompleta, favorecen la producción de HCN. Actuar según el segundo mecanismo, la oxidación incompleta, parece poco rentable ya que en una oxidación eficaz la temperatura aumenta y las ventajas son neutralizadas por el efecto de la temperatura.

Esta es la razón por la que los metales de transición, que mejoran la eficacia de la oxidación, tienen una influencia reducida en la producción de HCN. Sin embargo, se ha obtenido un resultado positivo con el empleo de productos ignífugos endotérmicos. Para captar el ácido clorhídrico eventualmente liberado, es adecuado un producto de carga básico, como el carbonato cálcico. La eficacia de tales productos de carga depende de las dimensiones de sus partículas y de su superficie específica. En cualquier caso, la eventual influencia de estos compuestos como reductores de la toxicidad de las atmósferas creadas en un incendio, sólo puede ser valorada por métodos de ensayo aplicados a cada material tratado con los mismos. La toxicidad de los productos volátiles de pirolisis o de combustión puede ser examinada a dos niveles:

- Toxicidad inmediata: si se produjeran víctimas durante el incendio.
- Toxicidad a largo plazo: si se produjeran daños permanentes en los supervivientes o si ciertos síntomas sólo se manifestaran más tarde.

El examen de la toxicidad a largo plazo sólo tiene sentido, evidentemente, cuando haya posibilidades de supervivencia. Las estadísticas demuestran que la mayoría de las víctimas de la toxicidad se producen a causa de una pérdida rápida de la consciencia, lo que hace suponer que los gases tóxicos se producen de hecho en la fase inicial de un incendio, cuando no se han alcanzado todavía temperaturas altas.

Esto supone que:

- La combustión se realiza aún en una atmósfera rica en aire.

- Los gases se encuentran a temperaturas relativamente bajas.
- Los gases se han producido en la fase de propagación de la llama. Cabe entonces pensar que los factores a tener en cuenta para definir una atmósfera de incendio, desde el punto de vista de la toxicidad son:
- El contenido en óxidos de carbono (el ratio CO_2 / CO) y la disminución de la concentración de oxígeno, como medida de las condiciones de base de un incendio.
- La concentración de gases tóxicos específicos adicionales (en relación al CO) que pueden ser importantes para ciertas materias (ácido cianhídrico, ácido clorhídrico, etc.).
- El tipo y concentración de productos orgánicos no inflamables, que implica la concentración total en relación al CO y la distribución porcentual de los grupos importantes: hidrocarburos alifáticos y aromáticos, productos de oxidación, aminas, etc.
- La velocidad de producción y la cantidad total de productos formados, para los principales productos tóxicos. Los productos de combustión pueden variar considerablemente según la evolución del incendio y las temperaturas de descomposición de los materiales implicados.

3.4. VELOCIDAD DE COMBUSTIÓN

Es la cantidad de oxígeno consumido por unidad de tiempo en la combustión de un combustible.

4. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS COMBUSTIBLES

Las características físicas también van a tener su importancia en el comportamiento de los combustibles.

4.1. DENSIDAD DE LOS VAPORES Y GASES

Es el peso de un volumen de vapores de combustible con respecto al peso del mismo volumen de aire.

$$D = P_m \text{ combustible} / P_m \text{ aire}$$

P_m combustible: Peso molecular del combustible

P_m aire: Peso molecular del aire.

P_m aire = 29

Este parámetro es el que determina el diseño de las ventilaciones.

$D > 1$ más pesado que el aire.

$D < 1$ menos pesado que el aire.

Ejemplo para el propano C_3H_8 :

Pm propano: 44, Pm aire: 29, Densidad del propano en gas a $21^\circ C$ y presión atmosférica: **1,51**

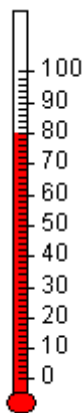
La D disminuye al aumentar la temperatura, por ello, las llamas tienden a ir hacia arriba.

4.2. CALOR ESPECÍFICO

Antes de definir calor específico es importante diferenciar calor de temperatura:

TEMPERATURA:

La temperatura es la sensación física que nos produce un cuerpo cuando entramos en contacto con él. Observamos cambios en los cuerpos cuando cambian su temperatura, por ejemplo, la dilatación que experimenta un cuerpo cuando incrementa su temperatura. Esta propiedad se usa para medir la temperatura de un sistema. Pensemos en los termómetros que consisten en un pequeño depósito de mercurio que asciende por un capilar a medida que se incrementa la temperatura.

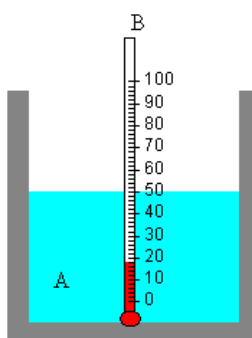


Es la cantidad de energía calorífica necesaria para aumentar en $1^\circ C$ la temperatura de la unidad de masa del combustible (gr.). Determina la capacidad para absorber calor y calentarse en mayor o menor medida o con más o menos rapidez. Por esto hay combustibles que se calientan muy rápidamente y son capaces de arder con mayor facilidad.

El calor específico del agua es 1, porque para elevar $1^\circ C$, la temperatura de 1 gr. de agua, se necesita aplicar 1 caloría.

Cuando dos cuerpos A y B que tienen diferentes temperaturas se ponen en contacto térmico, después de un cierto tiempo, alcanzan la condición de equilibrio en la que ambos cuerpos están a la misma temperatura. Un fenómeno físico análogo son los vasos comunicantes.

CONCEPTO DE CALOR



Supongamos que la temperatura del cuerpo A es mayor que la del cuerpo B, $T_A > T_B$.

Observaremos que la temperatura de B se eleva hasta que se hace casi igual a la de A. En el proceso inverso, si el objeto B tiene una temperatura $T_B > T_A$, el cuerpo A eleva un poco su temperatura hasta que ambas se igualan.

Cuando un sistema de masa grande se pone en contacto con un sistema de masa pequeña que está a diferente

temperatura, la temperatura de equilibrio resultante está próxima a la del sistema grande.

Decimos que una cantidad de calor Q se transfiere desde el sistema de mayor temperatura al sistema de menor temperatura.

- La cantidad de calor transferida es proporcional al cambio de temperatura T .
- La constante de proporcionalidad C se denomina capacidad calorífica del sistema.

$$Q = C \cdot T$$

Si los cuerpos A y B son los dos componentes de un sistema aislado, el cuerpo que está a mayor temperatura transfiere calor al cuerpo que está a menos temperatura hasta que ambas se igualan.

Si $T_A > T_B$

- El cuerpo A cede calor: $Q_A = C_A \cdot (T - T_A)$, entonces $Q_A < 0$
- El cuerpo B recibe calor: $Q_B = C_B \cdot (T - T_B)$, entonces $Q_B > 0$

Como $Q_A + Q_B = 0$

La temperatura de equilibrio, se obtiene mediante la media ponderada.

$$T = \frac{C_A T_A + C_B T_B}{C_A + C_B}$$

La capacidad calorífica de la unidad de masa se denomina calor específico c . $C = mc$

La fórmula para la transferencia de calor entre los cuerpos se expresa en términos de la masa m del calor específico c y del cambio de temperatura.

$$Q = m \cdot c \cdot (T_f - T_i)$$

donde T_f es la temperatura final y T_i es la temperatura inicial.

El **calor específico** se define como: cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de una unidad de masa de una sustancia en un grado.

Unidades:

Sistema Internacional: Se expresa en julios por kilogramo y °Kelvin.

También puede expresarse en calorías por gramo y °Centígrado

Joule demostró la equivalencia entre calor y trabajo $1\text{cal} = 4.186\text{ J}$. Por razones históricas la unidad de calor no es la misma que la de trabajo, el calor se suele expresar en calorías.

El calor específico del agua es $c = 1 \text{ cal}/(\text{g } ^\circ\text{C})$. Hay que suministrar una caloría para que un gramo de agua eleve su temperatura en un grado centígrado.

La **unidad de calor específico** que más se usa es $\text{cal}/(\text{g}^\circ\text{C})$ sin embargo, debemos de ir acostumbrándonos a usar el Sistema Internacional de Unidades de Medida, y expresar el calor específico en $\text{J}/(\text{kg } ^\circ\text{K})$. El factor de conversión es 4186.

4.3. CONDUCTIVIDAD TÉRMICA

Es la facilidad para transmitir el calor de unas zonas a otras del combustible. Incide en la mayor o menor capacidad de transmisión del fuego.

La cantidad de calor recibido o cedido por un cuerpo se calcula mediante la siguiente fórmula

$$Q = m \cdot c \cdot (T_f - T_i)$$

Donde m es la masa, c es el calor específico, T_i es la temperatura inicial y T_f la temperatura final

- Si $T_i > T_f$ el cuerpo cede calor $Q < 0$
- Si $T_i < T_f$ el cuerpo recibe calor $Q > 0$

4.4. FORMA FÍSICA DEL COMBUSTIBLE

La facilidad de un combustible para entrar en combustión es proporcional a la relación entre la superficie de contacto del combustible con el comburente. A mayor superficie de contacto con el comburente mayor capacidad para emitir vapores y mezclarse con el aire.

4.5. CANTIDAD DE COMBURENTE

La facilidad de ignición de un combustible se incrementa al aumentar la presencia de oxígeno. El rango de inflamabilidad en mezcla del combustible con O_2 es más amplio que con aire. El poder calorífico útil del combustible es mayor con oxígeno que con aire.

4.6. CONTENIDO DE HUMEDAD DEL COMBUSTIBLE

Tanto la facilidad de ignición como la velocidad de propagación del fuego, es inversamente proporcional al contenido de humedad del combustible.

Un contenido en humedad por encima del 15%, hace poco probable el riesgo de incendio.

5. PROPAGACIÓN DEL FUEGO

La conjunción de los cuatro factores del tetraedro del fuego conducirá al inicio y mantenimiento de las reacciones conocidas con el nombre de COMBUSTIONES. Estas pueden ser subdivididas en distintos tipos, dependiendo de la velocidad de propagación y del tipo de combustible.

5.1. VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN

Se define como velocidad de propagación la velocidad de avance del frente de reacción, esto es, la velocidad lineal de propagación del frente que separa los productos que han entrado en la reacción de los que aún no han intervenido.

Está marcada por la difusión y mezcla de los vapores de combustible con el oxígeno.

El aumento de esta velocidad está favorecido por:

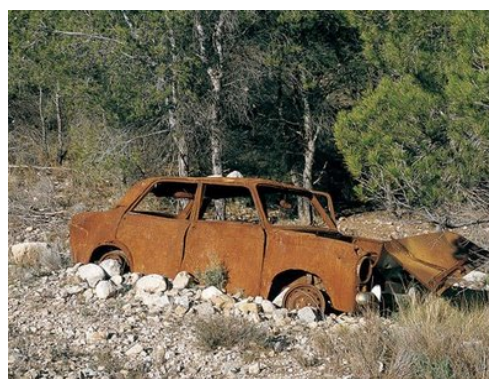
- La mayor superficie de contacto comburente-combustible. (Ej. combustible finamente dividido en mezcla con el aire).
- Una concentración combustible-comburente próxima a la estequiométrica.
- Alta temperatura de los productos reaccionantes.
- El tipo de combustible. (La velocidad de propagación es más rápida en combustibles gaseosos, ya que son los que más divididos se encuentran y por tanto, su mezcla con el comburente es más íntima).

El conocimiento de estos parámetros nos permite predecir ante una mezcla combustible-comburente, el fenómeno esperado.

Según la velocidad de propagación, podemos distinguir por tanto los siguientes **tipos de combustión**:

5.1.1. Oxidación lenta

La reacción transcurre de forma que la energía desprendida se disipa en el medio sin producir un aumento local de la temperatura (no se produce reacción en cadena. Ej. Oxidación del hierro). No se produce emisión de luz y calor perceptibles.



5.1.2. Combustión rápida



La velocidad de la reacción es apreciable visualmente pero es inferior a 1 m/s. Parte de la energía se disipa al ambiente en forma de calor y el resto activa la mezcla combustible-comburente para mantener la reacción en cadena. Este tipo de combustión es el que se da comúnmente en los incendios donde el combustible es papel, madera, productos derivados del petróleo, etc. Es el tipo habitual de combustiones con llama.

5.1.3. Combustiones muy rápidas o instantáneas. Deflagración:

La velocidad de propagación es superior a 1 m/seg., pero inferior a la velocidad del sonido, se producen efectos de presión del orden de 1 a 10 veces la presión inicial, las ondas de presión generadas se mantienen paralelas entre sí y sin discontinuidades, produciendo efectos sonoros o "flashes".

El frente de llamas lleva un ligero retraso respecto a las ondas de presión.



5.1.4. Combustión instantánea (detonación)

La velocidad de propagación es superior a la del sonido. Las ondas de presión que se generan sufren discontinuidades que producen ondas de choque que alcanzan presiones de hasta 100 veces la presión inicial. El frente de llamas acompaña al frente de presiones. Los efectos sonoros son superiores a los de la deflagración.

Tanto las deflagraciones como las detonaciones, provocarán por tanto aumentos de presión, por lo que a ambas se les da el nombre de **explosiones**.



Si el fenómeno se produce en un recinto que no es capaz de soportar la presión generada, las ondas de presión darán lugar a fenómenos destructivos.

La mayoría de los combustibles habituales de uso industrial no producen detonación en su combustión con aire al 21 % de oxígeno. Producen realmente deflagraciones.

Esos mismos combustibles con aire enriquecido con oxígeno o con solo éste, producirían fácilmente detonaciones.

6. PRODUCTOS DE LA COMBUSTIÓN

Como consecuencia de los fenómenos de transferencia de materia y energía, la combustión da lugar a los siguientes productos.

6.1. GASES DE COMBUSTIÓN

Los gases desprendidos dependerán de la composición química del combustible y de la cantidad de oxígeno disponible.

La causa principal de las víctimas de un incendio es la inhalación de estos gases calientes.

Los gases más peligrosos son:

- CO₂**.- Dióxido de carbono. No es un gas tóxico, su peligrosidad estriba en que desplaza al oxígeno, provocando asfixia cuando alcanza los porcentajes en aire adecuados.
En concentraciones del 9% en volumen en ambiente se produce el desmayo.
- CO**.- Monóxido de carbono. Es un gas tóxico producido en las combustiones con deficiencia de oxígeno. Una concentración superior al 1% en volumen provoca generalmente la muerte por intoxicación.
- SH₂**.- Ácido sulfhídrico. Se produce en combustiones de sustancias que contengan S -azufre- (lanas, pieles, carnes). Su inhalación produce vértigos y puede provocar parálisis respiratoria.
- SO₂**.- Dióxido de azufre. Irrita las vías respiratorias.
- CNH**.- Ácido cianhídrico. Procede de la combustión de plásticos como el poliuretano presente en materiales de tapicería, relleno,... Es un gas venenoso, al mezclarse con la hemoglobina produce parálisis nerviosa y muscular.
- ClH**.- Ácido clorhídrico. Procede de la combustión del PVC, es un gas irritante y al condensarse es muy corrosivo, afectando a individuos y materiales.

6.2. LLAMAS

Son gases incandescentes visibles, toman una coloración u otra dependiendo del material en combustión y del porcentaje de oxígeno con que se realice la misma.

Cuando el porcentaje de oxígeno presente en la combustión es alto, la llama toma un color azulado, denominándose "llama oxidante".

Si la combustión se realiza con baja



concentración de oxígeno, la llama adoptará un color amarillento, denominándose "llama reductora".

6.3. HUMOS

El humo se origina como consecuencia de una combustión incompleta de compuestos de carbono. Está constituido por cadenas de partículas. Produce asfixia, irritación de ojos y vías respiratorias y dificulta la visión de las vías de evacuación.



6.4. CALOR

La energía calorífica generada en la combustión, además de calentar los gases y humos producidos, se transfiere al aire circundante. El aire recalentado produce deshidratación, cansancio y quemaduras en los individuos, pudiendo causar hasta la muerte. En los materiales, se producen deformaciones y pérdidas de resistencia.

El calor desprendido durante un incendio se representa mediante la curva de fuego, la cual representa la temperatura alcanzada a lo largo del tiempo.

7. CAUSAS MÁS FRECUENTES DE INCENDIO Y SU PREVENCIÓN

Normalmente en cualquier tipo de actividad (en una instalación, edificio, etc.) coexisten juntos dos de los elementos del triángulo del fuego, **combustible** y **oxígeno del aire**, por consiguiente para evitar que se inicie el fuego, tenemos que tomar las medidas preventivas para impedir la aparición del tercer elemento, **energía de activación o calor**.

Vamos a estudiar a continuación las medidas preventivas más importantes, enfocadas a impedir la aparición de la energía de activación o calor.

Las causas de incendio pueden ser variadas y pueden dividirse en dos grupos:

1. Naturales
2. Accidentales

Entre las más frecuentes de las **Naturales** están el rayo y el sol, que debido a las condiciones climatológicas (sequía, viento, etc.) y de conservación y características del monte (limpieza, tipo de vegetación, etc.) hacen posible el inicio del fuego.

En este tema vamos a estudiar las **Accidentales**, siendo las más importantes:

- Electricidad,
- Fricción,
- Chispas mecánicas,

- Superficies calientes,
- Llamas y chispas de combustión
- Soldadura y corte,
- Materiales recalentados,
- Electricidad estática,
- Ignición espontánea.

Analicemos cada una de estas causas, por separado, y veamos la forma de evitarlas.

7.1.ELECTRICIDAD

La energía en forma de electricidad puede transformarse en calor y provocar grandes incendios.

Muchos incendios provocados por la electricidad son causados por malas instalaciones o envejecimiento de los tendidos eléctricos, provocando un cortocircuito (centelleo y chispas), o por un mal empleo de las instalaciones, dando lugar a sobrecargas con el consiguiente calentamiento.

Vamos a considerar a continuación, una serie de medidas preventivas encaminadas a conseguir en los aparatos y equipos eléctricos, más comúnmente utilizados, una seguridad eléctrica contra el incendio.



- No sobrecargaremos las conexiones con diferentes aparatos, si no estamos seguros del consumo y diseño de la instalación.
- Todos los cables deben ser de la sección adecuada al consumo de los aparatos que alimenten.
- Las derivaciones complementarias no deben hacerse sobre una línea, si no se sabe con certeza que dicha línea va a soportar la sobrecarga.
- Evitar instalaciones eléctricas provisionales.
- Desconectar los equipos eléctricos una vez utilizados.
- Mantener las bombillas y lámparas portátiles alejadas de los combustibles y protegidas con rejillas, globos o similares, a fin de favorecer la disipación de calor radiante y el que se genere en caso de rotura.

Realizar un mantenimiento adecuado de los motores, revisando colectores, rotor, dispositivos de protección y sistema de ventilación.

7.2. FRICCIÓN

Los puntos móviles de las máquinas producen calor por fricción. A no ser que se controle una lubricación adecuada, el calor causado por este hecho puede llegar a generar incendios.

Los cojinetes, correas y herramientas de fuerza, para esmerilado, perforación y lijado, son responsables de muchos incendios cuando la fricción causa el recalentamiento y chispas.



La mejor manera de prevenir incendios causados por el calor de fricción es establecer un buen programa de mantenimiento, revisando:

- Cojinetes lubricados incorrecta e inadecuadamente.
- Cojinetes desgastados.
- Correas resbaladizas.
- Acumulación de astillas y polvo junto a las máquinas.
- Hacer estancos al polvo los puntos móviles de las máquinas.
- Orden y limpieza alrededor de las operaciones de lijado y esmerilado.

7.3. CHISPAS MECÁNICAS

Cuando se golpean herramientas ferrosas contra materiales duros pueden producirse chispas. Estas chispas son pequeñas partículas desgarradas de los materiales y calentadas hasta la incandescencia por impacto, fricción y oxidación. Las chispas de esta naturaleza pueden llevar suficiente calor para incendiar fibras o líquidos inflamables, o bien para hacer explotar atmósferas de polvos o vapores combustibles.



Son especialmente peligrosas las chispas producidas por el arrastre de partículas metálicas en molinos, hilanderías de algodón y sistemas de transporte neumático.

Para evitar esta fuente de ignición se tomarán las siguientes medidas preventivas:

- Utilizar instrumentos de aluminio, bronce, vinilo o cobre, a prueba de chispas y martillo de plomo en atmósferas peligrosas de líquidos o polvos inflamables.
- Situar mantas ignífugas cubriendo los materiales susceptibles de arder, si no es posible evitar las chispas.



- Instalar separadores magnéticos.
- Colocar los ventiladores con aspas de metal no ferroso en los sistemas de transporte neumático.
- Controlar con los protectores correspondientes las radiales y piedras de esmeril.

7.4. FUMAR Y FÓSFOROS

Los cigarrillos y fósforos son causas frecuentes de incendio, por lo que se hace necesaria la prohibición de fumar en determinadas zonas de industrias con riesgo de incendio.

Para determinar las zonas de peligro es necesario:

- Establecer una regulación para fumar, práctica y efectiva.
- Hacer una demarcación de los sitios donde se puede y no se puede fumar.
- Informar perfectamente al personal.
- Ejercer una vigilancia para obligar a que se cumplan las normas.
- Antes de vaciar los ceniceros, asegurarse de que no existen restos encendidos.
- Utilizar ceniceros de seguridad (agua, diseño, etc.).



7.5. SUPERFICIES CALIENTES



El calor transmitido por los tubos de conducción de vapor y de agua a alta temperatura, los tubos de humos, paredes de horno, partes calentadas de un equipo en proceso, aparatos calentados eléctricamente y aparatos de calefacción son los ejemplos de superficie caliente más frecuentes que pueden originar incendios y explosiones.

En general, cualquier superficie que esté a una temperatura por encima de los 260° puede ser considerada como una constante fuente de ignición.

Ningún material de aislamiento puede detener completamente el flujo de calor, y si éste fluye hacia un material combustible más rápidamente de lo que se disipa, la temperatura se elevará hasta el punto de inflamación.

Como medidas preventivas tendremos en cuenta:

- Recubrir las superficies calientes con materiales aislantes de calor.
- Desconexión de los interruptores de control de los equipos eléctricamente calentados al finalizar el trabajo.
- No depositar materiales combustibles (ropa, etc.) sobre o cerca de superficies calientes (radiadores eléctricos, planchas, braseros, etc.).

7.6. CHISPAS DE COMBUSTIÓN

Muchas chispas de combustión y rescoldos procedentes de quemadores y hornos inseguros escapan a través de las chimeneas al aire libre, pudiendo incendiar la hierba seca o basura acumulada en los patios o las estructuras de techos combustibles. Dentro de los recintos, las chispas procedentes de los hornos, también pueden ser causa de incendio. Como medida preventiva frente a este riesgo tendremos en cuenta:

- Diseño correcto de incineradores y hornos.
- Colocar en chimeneas rejillas u otros tipos de elementos atrapadores de chispas.
- Situar los incineradores lejos de edificios y pilas de almacenamiento.
- Limpieza de las acumulaciones de hollín en las chimeneas.
- Instalar rejillas atrapadoras de chispas en los tubos de escape de los vehículos con motor de explosión.
- No instalar motores de explosión en atmósferas con riesgo de incendio.

7.7. SOLDADURA Y CORTE

La mayoría de los incendios provocados por soldadura y oxicorte provienen de las partículas de metal derretido más que de los arcos y llamas abiertas. Estas partículas pueden desplazarse a ocho metros o más, pudiendo encender residuos combustibles, residuos de pintura, trapos, despojos de papel, viruta de madera, etc., o bien hacer explotar atmósferas de gases inflamables o polvo combustible.



Las partículas caen frecuentemente sin ser notadas en grietas o huecos de tuberías de los pisos, iniciando incendios fuera de la vista de los operarios y comenzando éste, frecuentemente, cierto tiempo después de haber finalizado el trabajo.

Los equipos de soldadura y oxicorte cuando son portátiles representan un doble peligro, ya que frecuentemente son llevados a lugares donde su uso es positivamente inseguro.

Cuando en un trabajo se tengan que utilizar equipos de soldadura u oxicorte en zonas donde existan materiales combustibles o atmósferas peligrosas, se avisará y consultará al Jefe de Seguridad, éste dará el permiso de trabajo correspondiente (permiso de fuego) y se encargará de establecer las siguientes medidas preventivas:

- Apartar los materiales combustibles del lugar de las operaciones de soldadura u oxicorte.
- Recubrir con lonas ignífugas los materiales que no puedan ser apartados o desplazados.
- Ventilar adecuadamente tanques o recintos que contengan gases inflamables o polvos combustibles.
- Limpiar los conductos de líquidos combustibles antes de realizar una soldadura.
- Vigilancia humana con extintores para apagar indicios de incendios.
- Inspección después de haber finalizado el trabajo.
- Servicio de guardia, discontinua, hasta media hora después de haber finalizado el trabajo.

7.8. MATERIALES RECALENTADOS

Muchos procesos, en la industria, se llevan a cabo con temperaturas altas. A no ser que las temperaturas estén bien controladas, los líquidos inflamables u otros materiales combustibles que estén en los equipos pueden recalentarse e incendiarse.

Los incendios pueden ser causados por malos controles manuales de temperatura, fallos en los procesos o fallos de los controles automáticos de temperatura. Los combustibles ordinarios tales como textiles, papel, madera, etc., pueden recalentarse e incendiarse mientras están en los hornos de secado, a no ser que se regule cuidadosamente la temperatura y el tiempo de estancia en el horno.

El recalentamiento es la causa principal de los incendios de los hornos de secado de pinturas y barnices, ya que se pueden alcanzar los puntos de autoignición de los vapores procedentes de los disolventes. Para evitar este riesgo se tomarán las siguientes medidas preventivas:



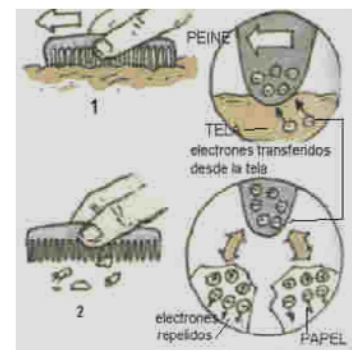
- Conocer la temperatura de autoignición de los combustibles y materias inflamables presentes en el proceso de producción.
- Instalar controles automáticos de temperatura.
- Instalar alarmas en caso de que se descontrola la temperatura.
- Disponer en los secadores una instalación fija de rociado de agua.

7.9. ELECTRICIDAD ESTÁTICA

Muchas operaciones industriales generan electricidad estática por rozamiento, si estas cargas se acumulan pueden producirse chispas con la energía suficiente como para inflamar atmósferas de vapores o polvos combustibles.

Para prevenir este riesgo, tendremos en cuenta las siguientes medidas:

- Conectar a tierra las partes de las máquinas que generen electricidad estática.
- Mantener una humedad relativa del 50% al 80% en las zonas donde se produce electricidad estática.
- Ventilación adecuada para impedir la acumulación de vapores o polvos explosivos.
- Conexión eléctrica entre si y a tierra entre depósitos cuando se trasiegan líquidos inflamables.



7.10. COMBUSTIÓN ESPONTÁNEA

La ignición espontánea se produce por la propiedad de algunos materiales de oxidarse espontáneamente en atmósferas de aire, con un desprendimiento de calor tal, que puede llegar a provocar la ignición. Este fenómeno se produce más fácilmente si la temperatura del entorno de dicho material es particularmente alta.

Los materiales más comunes con los que sucede este fenómeno son, los aceites vegetales, tales como el de linaza, aceites animales y fibras vegetales y animales tales como el yute, lino, lana y heno. Un trapo empapado en pintura o en aceite, dejado al aire y cerca de un conducto de calefacción, es muy fácil que se incendie espontáneamente. Los restos de pinturas y barnices en lugares calientes pueden provocar el mismo efecto.

Para evitar este riesgo:

- Efectuar limpiezas periódicas de hornos de secado, tubos de ventilación de cabinas de pintura, suelos, tubos de calefacción, etc.

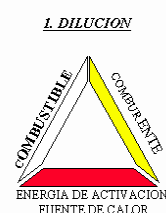
- Disponer recipientes con cierre hermético para arrojar en ellos los trapos empapados en pintura o aceite y similares.
- Airear o remover el producto para evitar puntos calientes.
- Refrigerar el lugar de almacenamiento.

8. MECANISMOS DE EXTINCIÓN

Recordemos que para que se produzca un fuego, deben coexistir en un mismo instante y lugar, los cuatro elementos que componen el tetraedro del fuego, o los tres elementos del triángulo, en el caso de fuegos sin llamas. Por tanto, si queremos acabar con un fuego, esto es, extinguirlo, debemos eliminar cualquiera de los elementos:

MECANISMOS DE EXTINCIÓN

- Combustible
- Comburente
- Energía de activación (Calor)
- Reacción en cadena



4. ROTURA DE LA REACCION EN CADENA



En función del elemento que se elimina las formas de extinción se denominan:

8.1. ELIMINACIÓN DEL COMBUSTIBLE

Esta forma de extinción consiste en la eliminación total o parcial del combustible.

Como ejemplos podríamos citar: el cierre de una válvula de gas, un cortafuego (en incendios forestales), trasvase del líquido de un tanque a otro,...

En el caso de líquidos solubles en agua, por ejemplo los alcoholes, el fuego se extinguirá cuando se alcance una disolución tal, que no permita la emisión de vapores de combustible.

En este caso se denomina extinción por **DILUCIÓN**.

8.2. SOFOCACIÓN

Eliminando el **oxígeno** de las proximidades del combustible, la reacción de combustión no puede llevarse a cabo y el fuego se extingue. Cualquier acción destinada a reducir la aportación de aire a un local en el momento de producirse el incendio disminuirá el progreso del mismo.

Se utilizarán como agentes extintores para conseguir este efecto gases como el CO₂ o los nuevos sustitutos de halón a base de CO₂, nitrógeno, Argón, etc.

8.3. ENFRIAMIENTO

Si el calor producido por la combustión es eliminado o absorbido por algún producto que se aplique sobre el fuego, estaremos actuando sobre la **energía de activación** (calor) y el fuego se extinguirá. Si conseguimos saber la temperatura de inflamación de un combustible podremos aplicar un producto como el agua que enfríe el combustible a un nivel que no pueda desprender vapores para arder.

Ejemplo: El gasóleo tiene una temperatura de inflamación de unos 65°C, si lo enfriamos hasta una temperatura inferior dejará de arder.

8.4 ROTURA DE LA REACCIÓN EN CADENA

En el fenómeno del fuego, el calor desprendido por una reacción de combustión, prepara al combustible y al comburente aún no afectados, para que lleven a cabo la próxima reacción, si cuando ya están preparados, los eliminamos, la reacción en cadena se romperá y el fuego no seguirá desarrollándose.

Puesto que la reacción en cadena solo se produce en los fuegos con llamas, los fuegos de brasas o profundos no podrán extinguirse de esta forma.

Una vez definidas las formas de extinguir un incendio, la operación de extinción lleva consigo la necesidad de unos productos o agentes que consigan los efectos descritos anteriormente, estos son los llamados **agentes extintores**.



CAPITULO II

AGENTES EXTINTORES



AGENTES EXTINTORES

Se define al agente extintor como un producto que aplicado sobre el fuego realiza uno de los mecanismos de extinción descritos anteriormente.

Los agentes extintores tienen por misión conseguir **uno o varios** de los efectos mencionados:

- Desalimentación o eliminación del combustible
- Sofocación
- Enfriamiento
- Rotura de la reacción en cadena o inhibición catalítica.

En la actualidad se utilizan cinco productos como agentes extintores, cada uno de los cuales actúa de manera distinta.

		<i>MECANISMOS DE EXTINCIÓN</i>	
<i>AGENTE EXTINTOR</i>		EXTINCIÓN PRIMARIA	EXTINCIÓN SECUNDARIA
<i>AGUA</i>		ENFRIAMIENTO	SOFOCACIÓN
<i>ESPUMA</i>		SOFOCACIÓN	ENFRIAMIENTO
<i>POLVO</i>	BC	INHIBICIÓN	-
	ABC	INHIBICIÓN + SOFOCACIÓN	-
	D	SOFOCACIÓN	-
<i>ANHÍDRIDO CARBÓNICO</i>		SOFOCACIÓN	ENFRIAMIENTO (Mínimamente)

1. AGUA

El agua es el agente extintor más conocido y empleado a lo largo de los tiempos. Al mismo tiempo, es el agente extintor más abundante y económico.

Su excelente comportamiento como agente extintor es debido a sus **propiedades físicas**.

- A temperatura ambiente es un líquido pesado y relativamente estable.
- Su calor específico es de 1 Kcal/kg °C.
- El calor de vaporización es de 540 kcal/kg.

- Cuando por efectos del calor, pasa de líquido a vapor, su volumen, a presión atmosférica aumenta unas 1.700 veces, este volumen de vapor de agua desplaza el aire que rodea al fuego, produciendo el efecto de sofocación.

1.1. PROPIEDADES EXTINTORAS

1.1.1. Enfriamiento

La extinción por enfriamiento se consigue cuando la superficie del combustible se enfría por debajo de la temperatura de inflamación necesaria para que se produzca la emisión de vapores que mantienen la combustión. Este enfriamiento superficial se consigue gracias al calor que el agua absorbe para incrementar su temperatura y después vaporizarse.

La cantidad de agua necesaria para la extinción de un fuego, dependerá por tanto del calor desprendido por el mismo.

Por este sistema de extinción solo podremos apagar con agua fuegos de tipo A y B, pero en este caso los que tienen la consideración de combustibles, no los inflamables, como por ejemplo la gasolina.

1.1.2. Sofocación

El método de extinción por sofocación consiste en desplazar el aire que se encuentra alimentando el fuego. Esto lo podemos conseguir mediante mecanismos impidan el contacto (una tapa) ó bien mediante sustancias que desplacen el aire como vapor de agua producido al lanzar agua a puntos calientes inundar con gases más pesados que el aire como CO_2 , N_2 y Argón



1.1.3. Dilución.



Cuando se trata de combustibles hidrosolubles como el alcohol, puede lograrse la extinción mediante este método.

Debe tenerse especial cuidado cuando se trate de depósitos, ya que la gran cantidad de agua necesaria para la extinción, puede ocasionar problemas de rebose.

Este efecto se considera un efecto menor con muchas dificultades para su aplicación.

1.2. FORMAS DE APLICACIÓN

- En forma pulverizada



- A chorro



La eficacia extintora del agua varía según la forma de aplicación.

1.2.1. Agua pulverizada

La velocidad de extinción dependerá de la rapidez con que se absorba el calor de la superficie del combustible.

Si aplicamos el agua finamente dividida, la superficie expuesta al calor es mayor que si se aplica en forma de chorro compacto, por lo que la absorción de calor por parte del agua se producirá en un tiempo menor, con ello, se conseguirá una extinción más rápida.

1.2.2. Agua a chorro

El agua lanzada en chorro compacto tiene mucho más alcance que en forma pulverizada, por lo que es óptima para la refrigeración de materiales a larga distancia. Pero enfría mucho menos, se estima que lanzando el agua a chorro solo se aprovecha en un 5%, su capacidad de enfriamiento.

1.3. AGUA CON AGENTES HUMECTANTES

Una de las limitaciones que tiene el agua es que moja muy mal los materiales celulósicos compactados tales como el algodón, paja, heno, ..., esto es debido a su alta tensión superficial.

Cuando el agua entra en contacto con estos materiales, no se rompe esta tensión, lo que hace que se formen pequeñas esferas que resbalan por el material y retardan la penetración en el mismo.

Para disminuir esta tensión superficial se emplean agentes tensioactivos o humectantes. Son muchos los productos químicos que pueden utilizarse como agentes humectantes, sin embargo, la mayoría de ellos son tóxicos, corrosivos o inestables al mezclarse con el agua.

Existen por tanto unos requisitos mínimos que deben cumplir dichos aditivos para poder ser empleados en la lucha contra incendios.

Los agentes humectantes pueden mezclarse previamente con agua o añadirse en el momento de su uso con un dispositivo dosificador. La proporción de mezcla varía según el fabricante, pero suele oscilar alrededor del 2 por mil.

Estas soluciones deben emplearse con equipos adecuados ya que tienden a acelerar la corrosión de algunos metales.

El agua así tratada no debe emplearse en fuegos de productos químicos que reaccionen con el agua, tales como el sodio, carburo cálcico, ...

Igualmente, tampoco debe ser utilizada sobre equipos eléctricos, dada su conductividad.

1.4. AGUA CON ADITIVOS ESPESANTES

La relativa baja viscosidad del agua, hace que se deslice rápidamente sobre la superficie de los materiales hacia los niveles más bajos, limitando así su capacidad extintora. Aumentando la viscosidad mediante aditivos, se pretende retardar el "escurrido".

El agua "espesada", se adhiere y fija fácilmente al material en combustión, formando una película sobre la superficie del mismo. Este recubrimiento, una vez seco, aísla el combustible del oxígeno, con lo que se evitan posibles reigniciones.

Como inconveniente, cabe resaltar que el agua así tratada, tiene una menor capacidad de penetración en los combustibles que el agua común o el "agua húmeda".

Suele emplearse sobre todo en incendios forestales.

Los agentes espesantes más utilizados son la carboximetil celulosa de sodio, arcilla de bentonita, sulfatos y fosfatos amónicos.

1.5. CONDUCTIVIDAD DEL AGUA

El mayor inconveniente que presenta el agua como agente extintor es el de su conductividad, por lo que en ningún caso deberá emplearse en presencia de electricidad cuando se actúa con medios manuales. El agua en estado natural contiene una serie de impurezas que la hace conductora de la electricidad.

La conductividad del agua depende:

- Del voltaje y cantidad de corriente transportada.
- De la fragmentación y tamaño de las gotas de agua.
- De la resistividad del agua.
- De la longitud y sección transversal del chorro.

Si se lanza el agua pulverizada, entre cada gota se crea un espacio de aire que interrumpe el paso de la corriente, con lo que el chorro de agua es menos conductor.

Existen algunas lanzas que proporcionan una dispersión de las gotas bastante eficaz en fuegos con tensión eléctrica.

No obstante, como norma general, no se empleará el agua como agente extintor con medios manuales.

Sí se puede utilizar, con sistemas fijos de extinción, pero teniendo en cuenta distancias, diámetros de gota,..., especificados en la norma UNE 23-501.

2. ESPUMAS

Según definición de la **NFPA (11)**, la Espuma es un agregado de burbujas de aire formado desde una solución acuosa, que es menor en densidad que los líquidos combustibles ó inflamables.

*NFPA 11. ESTÁNDAR PARA ESPUMA DE BAJA, MEDIA Y ALTA-EXPANSIÓN.

Resultado:

- La Espuma es más ligera que las disoluciones acuosas con las que se forma.
- Es más ligera que los líquidos inflamables.

Espumógeno + agua → Solución espumante ó mezcla.

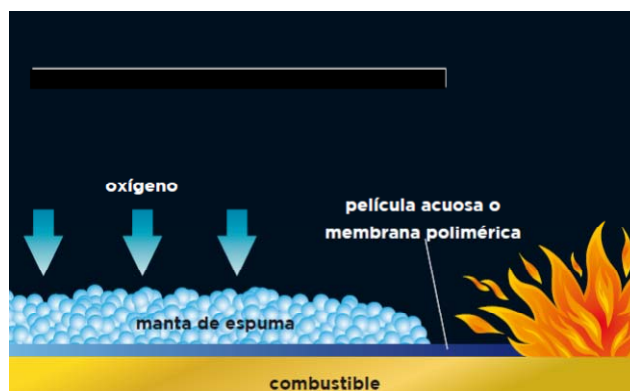
Espumante + aire → Espuma.

2.1. PROPIEDADES GENERALES

- Las espumas empleadas actualmente no son corrosivas y tienen una toxicidad prácticamente nula.
- Todas las espumas presentan una cierta conductividad eléctrica, mayor cuanto menor es su grado de expansión, por lo que no deben utilizarse sobre equipos con tensión.
- Los agentes extintores de polvo son incompatibles con las espumas, descomponiéndose instantáneamente. Tampoco suelen ser compatibles los espumógenos de diferentes tipos.
- La mayoría de las espumas, salvo tipos especiales, son destruidas por los combustibles de tipo polar como los alcoholes.

2.2. PROPIEDADES EXTINTORAS

Debido a la baja densidad de las espumas, éstas flotan sobre la superficie del líquido combustible, **formando una manta cohesiva** que flota sobre los líquidos combustibles e inflamables. De esta forma, la espuma sella toda la superficie y aísla el líquido del oxígeno del aire. Actúa por tanto con el efecto de **SOFOCACIÓN**. Es ideal para la extinción de líquidos estáticos y combustibles que pueda cubrir en su totalidad.



Por otra parte, el gran contenido en agua de las espumas, las dota de un fuerte efecto de **REFRIGERACIÓN**.

También:

- Previene la reignición, ya que suprime la formación de vapores.
- Tiene la propiedad de adherirse a las superficies.

¿Por qué usar Espuma?

Hay otros agentes extintores capaces de apagar líquidos combustibles ó inflamables.

La Espuma tiene ventajas frente a ellos:

- **La Espuma es el único agente capaz de suprimir los vapores.**
- **Genera una capa "visible" de protección.**
- **Produce una seguridad "post fuego", protegiendo el peligro, hasta que pueda ser asegurado ó retirado.**
- **Da protección frente a los líquidos inflamables, en fuego y operaciones de rescate de personas, durante el control de emergencias.**

Como inconvenientes, las espumas, debido a su contenido en agua, son conductoras de la electricidad, por lo que no deben utilizarse sobre equipos con tensión.

COEFICIENTE DE EXPANSIÓN

El grado de expansión de una espuma viene dado por su "coeficiente de expansión". (UNE 23-603).

$$\text{COEFICIENTE DE EXPANSIÓN} = \frac{\text{VOLUMEN DE ESPUMA GENERADA}}{\text{VOLUMEN DE ESPUMANTE}}$$

Según este valor, tendremos:

- Espuma de baja expansión: C.e. de 3 a 30.
- Espuma de media expansión: C.e. 30 - 250.
- Espuma de alta expansión: C.e. 250 - 1000.

La densidad de la espuma es la inversa de su coeficiente de expansión, así:

La espuma de **baja expansión** es una espuma muy sólida y consistente con gran contenido de agua, lo que permite que pueda ser lanzada en forma de chorro a distancia. Es ideal para fuegos de clase B y actúa aceptablemente sobre los de tipo A.



La espuma de media expansión es más ligera, la fuerza de cohesión de sus moléculas es menor, lo que le da una mayor movilidad.

Se utiliza para sellar grandes superficies. Es muy adecuada para fuegos de clase B.



La espuma de **alta expansión** es mucho más ligera, los enlaces entre las moléculas son muy débiles, lo que impide utilizarlas en exteriores.

- Es ideal para la inundación rápida de recintos cerrados tales como sótanos, bodegas de barcos,..., donde resulta difícil llegar al incendio. En estos casos la espuma detiene la convección y el acceso de aire para la combustión, consiguiendo así la eliminación de las llamas.



Por otra parte, dado que las espumas de baja y media expansión no pueden alcanzar alturas superiores a 0,3 m, las espumas de alta expansión son las únicas que pueden utilizarse cuando el foco del incendio se encuentra a una altura superior a la indicada. (Tanques nodriza en paredes, equipos situados a cierta altura...).

2.3. TIPOS DE ESPUMÓGENO

Dependiendo de la naturaleza del espumógeno utilizado, la espuma obtenida tiene distintas características.

2.3.1. Espumógenos proteínicos (RP), Regular Protein Foam.

Es un concentrado líquido, viscoso de color oscuro procedente de la hidrólisis de proteínas granuladas de queratina (proteínas hidrolizadas) de residuos orgánicos naturales. Se les añaden aditivos estabilizantes e inhibidores para prevenir la corrosión, resistir la descomposición bacteriana y controlar la viscosidad.

El uso de estos espumógenos está indicado solo para su utilización en combustibles de hidrocarburos.

Producen una homogénea y estable capa de espuma que tiene unas excelentes cualidades en cuanto a resistencia al calor, a la destrucción por llama y drenaje.

Los espumógenos proteínicos extinguen y cubren lentamente el fuego; ahora bien, tienen una gran seguridad post fuego, ya que son muy resistentes a la reignición.

Las espumas proteínicas fueron el primer tipo de espumas mecánicas que salieron al mercado y han sido usadas extensamente desde la 2ª Guerra Mundial.

En general, estos concentrados producen espumas densas y viscosas de alta estabilidad y resistencia al calor. No son tóxicas y son biodegradables una vez diluidas. La temperatura de empleo de estos concentrados está entre -7 y 49 °C. Pueden utilizarse tanto con agua dulce como salada.

Actualmente empiezan a considerarse en desuso.

2.3.2. Espumógenos Fluoroproteínicos (FP). Fluoroprotein Foam.

Son de composición similar a los proteínicos, pero además de las proteínas hidrolizadas de éstos, se les añaden surfactantes fluorados que, aumentan en gran medida su eficacia. Mejora la resistencia a mezclarse con el combustible, con lo que no se satura la primera capa lanzada al combustible, además compatibiliza la utilización de polvos químicos secos con este tipo de espumógeno.

Su uso está dirigido a combustibles derivados del petróleo (hidrocarburos), y combustibles con aditivos oxigenantes.

Como los proteínicos tienen una excelente resistencia al calor y a la llama, lo que les hace muy seguros frente a posibles reigniciones.

Los espumógenos fluoroproteínicos, también pueden ser usados con agua dulce ó salada.

Los espumógenos fluoroproteínicos, son fabricados mediante la adición de surfactantes químicos fluorados, al espumógeno proteínico. De esta forma se incrementa y mejora la fluidez del espumógeno, proporcionando mayor velocidad para cubrir el fuego y una excelente resistencia a la contaminación por combustible.

2.3.3. Espuma Formadora de película Fluoroproteínica (FFFP). Film Forming Fluoroprotein Foam:

El espumógeno FFFP es una combinación de surfactantes químicos fluorados con espumógeno proteínico.

Están diseñados para combinar resistencia a la contaminación de combustible y destrucción por las llamas de un espumógeno fluoroproteínico, incrementando la velocidad para cubrir el combustible.

La espuma generada con el espumógeno FFFP deja una película acuosa sobre la superficie de los combustibles del tipo hidrocarburos.

2.3.4. Espumógenos formadores de película acuosa (AFFF). Aqueous Film Forming Foam:

La familia de los espumógenos AFFF, están diseñados para generar la velocidad más rápida posible para cubrir los fuegos generados por hidrocarburos.

Su fluidez les permite rodear obstáculos y barreras con mucha velocidad.

En la actualidad se considera la espuma más universal debido al gran número de supuestos que es capaz de cubrir.

Se puede usar en amplio rango de temperaturas y existen combinaciones especiales para usarlos en temperaturas muy bajas.

El espumógeno AFFF, es una combinación de surfactantes fluoroquímicos y agentes sintéticos de espuma de base detergente.

Este espumógeno, extingue el fuego, formando una película acuosa. Esta película es una fina capa de solución de espuma, que se reparte rápidamente a través de la superficie del combustible causando una drástica reducción del fuego.

La película acuosa se produce por la acción de los surfactantes fluoroquímicos que reduce la tensión superficial de la solución de espuma, hasta un punto donde la solución puede ser soportada sobre la superficie del combustible.

2.3.5. Espumógenos Formadores de Película Acuosa Antialcohol (AR-AFFF). Alcohol Resistant Aqueous Film Forming Foam:

Esos espumógenos se producen a partir de una combinación de detergentes sintéticos, compuestos fluoroquímicos y polímeros polisacáridos.

Los combustibles de tipo solventes polares (miscibles en agua), como el alcohol, destruyen las espumas que no sean del tipo "resistentes al alcohol".

Las espumas Resistentes al alcohol AFFF, actúan como un AFFF convencional, sobre los hidrocarburos formando una película acuosa sobre la superficie del combustible.

Cuando son usadas sobre solventes polares, combustibles miscibles en agua, los polímeros polisacáridos, forman una membrana resistente, que separa la espuma del combustible y previene la destrucción de la manta de espuma.

Gracias a las nuevas formulaciones mientras que hace años este espumógeno solo se usaba al 6%, a día de hoy lo tenemos disponible en variados índices de concentración.

De esta forma el espumógeno del tipo AR-AFFF, genera hoy en día, el tipo de espuma más versátil del mercado, ofreciendo una buena resistencia a la llama, velocidad de desplazamiento sobre el combustible y una alta resistencia a contaminarse con el combustible ya sea sobre hidrocarburos o miscibles en agua.

2.3.6. Espumógeno Fluoroproteínico Formador de Película Acuosa, Antialcohol (AR-FFFP). Alcohol Resistant Film Forming Fluoroprotein Foam)

Los espumógenos Antialcohol FFFP son producidos partiendo de una combinación de espumógeno proteínico, surfactantes fluoroquímicos y polímeros polisacáridos.

Las espumas Antialcohol AR-FFFP actúan como las espumas convencionales FFFP, sobre los hidrocarburos formando una película acuosa sobre la superficie del combustible.

Al utilizarse sobre combustibles miscibles en agua es cuando actúan los polímeros polisacáridos formando, la membrana resistente que separa la espuma del combustible y previene la destrucción de la capa de espuma.

Esta espuma está clasificada como "espuma para fuegos clase A" y puede ser usada como agente extintor o como una barrera contra el fuego.

Cuando es usada como agente humectante, el concentrado disminuye la tensión superficial del agua, permitiendo mejor penetración en fuegos que se encuentran profundamente asentados.

Como barrera contra el fuego la espuma clase A incrementa la humedad contenida en los combustibles clase A, previniendo la inflamación de este tipo de combustibles.

2.3.7 Espumas Sintéticas de Base Detergente.- Media y Alta expansión:

Las espumas sintéticas, están hechas a de una mezcla de agentes sintéticos espumantes y estabilizadores. Son efectivas para fuegos de clase A, debiéndose usar con precaución en fuegos de clase B.

La espuma sintética de base detergente de media expansión es utilizada, además de extinción en zonas donde se necesite profundidad, para la supresión de vapores peligrosos de sustancias químicas.

La espuma de alta expansión es muy útil para la lucha contra incendios en espacios confinados. Puede ser usada en instalaciones fijas para generar la inundación total de almacenes, u otros espacios cerrados, que contengan materiales como madera, papel, plásticos y distintos tipos de goma.

Propiedades	Proteínico	Fluoroproteínico	AFFF	FFFP	AR-AFFF
Velocidad de aplicación	Media	Buena	Excelente	Buena	Excelente
Tolerancia al combustible	Media	Excelente	Moderada	Buena	Buena
Supresión de Vapores	Excelente	Excelente	Buena	Buena	Buena
Tolerancia al Alcohol	No	No	No	No	Excelente

Fuente: National Foam (EEUU)

La extinción de fuegos mediante espumas de media y alta expansión se realiza mediante sofocación, lanzando la cantidad suficiente en el área de fuego y enfriando el combustible con la cantidad de agua que contienen.

En la tabla siguiente, se indican las características generales de los distintos espumógenos. No obstante, es recomendable solicitar los certificados de pruebas del fabricante de cada producto específico

2.4. COMPONENTES DEL SISTEMA

Los componentes de un sistema de aplicación de espumas vienen determinados por el proceso de formación de la misma.

Un sistema de aplicación de espumas requiere los siguientes componentes:

- Suministro de agua.
- Suministro de espumógeno.
- Dosificador (agua/espumógeno).
- Sistema de distribución.
- Generador de espuma.
- Dispositivo de descarga.

2.4.1. Suministro de agua

El agua a emplear en los sistemas de espuma puede ser dura o blanda, dulce o salada, pero debe ser de calidad apropiada, de forma que no repercuta negativamente en la formación de la espuma o en su estabilidad. Por ello, el agua no deberá contener ninguna impureza susceptible de reaccionar con los compuestos del espumógeno.

2.4.2. Suministro de espumógeno

Los sistemas de espuma deben contar con un almacenamiento de espumógeno capaz de satisfacer las necesidades de la instalación.



El depósito de almacenamiento deberá situarse lo más cerca posible del punto de aplicación de la espuma, pero teniendo en cuenta que debe estar en un lugar accesible y que no esté expuesto al riesgo protegido. También deberán tenerse en cuenta las condiciones ambientales.

El material del depósito deberá ser el adecuado al tipo de espumógeno almacenado. Normalmente, resulta adecuado el acero al carbono sin proteger, si bien, en ciertos casos, puede ser necesario el empleo de acero inoxidable o de materiales plásticos.

El depósito deberá disponer de los siguientes elementos:

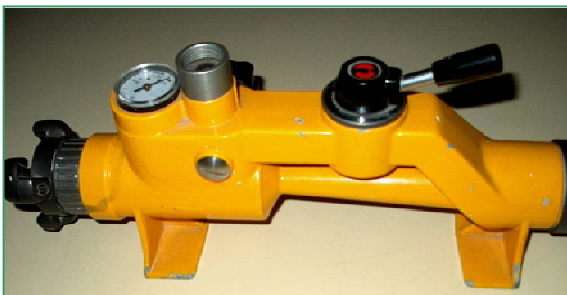
- Conexión al equipo dosificador.
- Indicador de nivel, con válvulas de aislamiento.
- Conexiones de llenado y vaciado.
- Elementos de registro.
- Domo de expansión con válvula de presión - vacío, para evitar la degradación del espumógeno por sucesivos ciclos de evaporación - condensación.

Se dispondrá además, de una reserva de espumógeno, suficiente para, tras su puesta en marcha poder volver a poner en funcionamiento el sistema más exigente.

La reserva puede almacenarse en tanques o compartimentos separados, en bidones o cisternas, o puede proceder de un almacenamiento exterior.

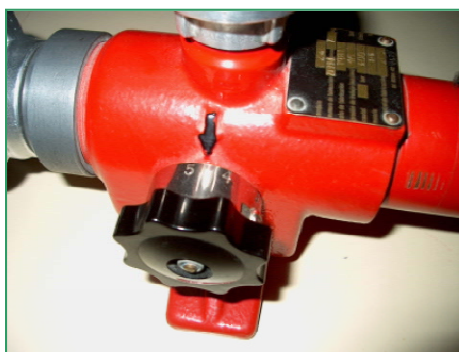
La reposición de la reserva debe realizarse en un tiempo no superior a 24 h.

2.4.3. Dosificadores o proporcionadores



Los dosificadores ó proporcionadores son los elementos encargados de mezclar, en la proporción adecuada, el agua con el espumógeno para formar la solución espumante.

El **porcentaje de mezcla** de espumógeno/agua, es fundamental para obtener la máxima eficacia de la espuma, debiéndose utilizar en la relación especificada por el fabricante. Normalmente se fabrican para el uso al 3% o al 6%, pudiendo darse también para su aplicación al 1%, 1,5% ó 2%.



Los elementos de dosificación juegan el papel más importante en el correcto funcionamiento del sistema, por lo que deberá prestarse especial atención a su selección.

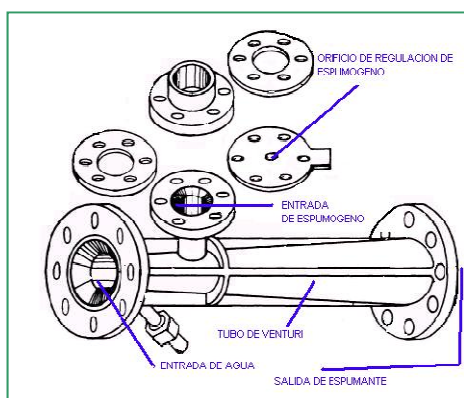
La mezcla espumante puede obtenerse por dos métodos: por aspiración del espumógeno, o por su inyección en el agua.

Existen distintos tipos de dosificadores, cada uno de los cuales presenta una serie de ventajas e inconvenientes que habrán de ser valorados a la hora de la selección.

2.4.3.1. Dosificador en línea

Su funcionamiento se basa en el efecto Venturi.

El dosificador se coloca en línea con el generador de espuma y con el suministro de agua, el cual al pasar por el estrechamiento del Venturi, eleva su velocidad a costa de una apreciable pérdida de carga (del 25% al 30% de la de entrada), lo que provoca la succión del espumógeno.



SISTEMA DE DOSIFICACIÓN POR ASPIRACIÓN EN LÍNEA

Estos proporcionadores suelen disponer de elementos de regulación manual de la proporción de mezcla, sin embargo, su funcionamiento es muy sensible a los cambios de **presión** y **caudal** disponibles, no admitiendo prácticamente variaciones de las condiciones para las que están diseñados. Asimismo, el caudal consumido por el generador de espuma al que se encuentra conectado, debe estar en concordancia con el del proporcionador.

Estos condicionantes hacen que presenten algunas **desventajas**:

- No pueden emplearse cuando se prevean diferentes demandas, por ejemplo en sistemas de rociadores automáticos con agua y espuma.
- Debido a la elevada pérdida de carga que provocan, su empleo requiere disponer de presiones elevadas de agua.
- La altura de aspiración del espumógeno no debe ser superior a 1,5 m.

Como **ventajas**, podríamos citar su robustez y bajo coste.



PROPORCIONADORES DE ASPIRACIÓN

Una variante del dosificador en línea es la **lanza auto aspirante**, la cual incorpora un venturi previo a la lanza de espuma, conjugándose así en un mismo elemento dosificador y generador.

LANZA AUTOASPIRANTE

Existen otras variantes que utilizan este sistema de dosificación, tanto para instalaciones fijas con depósito de almacenamiento, como para su uso manual con mangueras.

2.4.3.2. Dosificación por presión

El espumógeno contenido en un tanque es inyectado dentro de la línea de agua por medio de la presión que proporciona una parte del agua que se introduce dentro del tanque.

La proporción de mezcla es fija, ya que viene determinada por sendos orificios calibrados en las líneas de agua y espumógeno. Esto permite un correcto funcionamiento, sin variaciones en la proporción de mezcla para una amplia variación de caudales (entre el 15% y el 150%) respecto al caudal nominal.

A diferencia del dosificador en línea, la pérdida de carga oscila de 0,7 a 1,5 bares.

Este sistema existe en dos modalidades.

a) **Con membrana** de separación entre agua y espumógeno dentro del tanque, la cual permite el uso de este sistema con cualquier tipo de espumógeno.



b) **Sin membrana**, lo que hace que el sistema pueda ser utilizado exclusivamente con espumógeno proteínico o fluoroproteínico, ya que su principio se basa en la diferencia de densidad respecto al agua de impulsión (espumógeno proteínico $\approx 1,2 \text{ g/cm}^3$).

La ausencia de membrana puede provocar, la contaminación del espumógeno con el agua.

Cada tanque dispone de un tapón roscado en la parte superior, para cargar el espumógeno y otro en el fondo, para eliminar el agua una vez agotado el espumógeno.

Cada tanque cuenta con una válvula que permite tras su apertura, el paso del espumógeno a la línea de agua.

Estos sistemas cuentan con la **ventaja** de poder trabajar en un amplio rango de caudales y con presiones comprendidas entre 5 y 9 bar.

El inconveniente principal es la imposibilidad de rellenar el depósito durante su operación, de hecho, los depósitos deben diseñarse como recipientes a presión. No obstante, el sistema permite la utilización de varios depósitos, o un solo depósito dividido en varios compartimentos, con sus juegos de válvulas.

Para operar, en el caso de varios tanques o compartimentos, se abre la válvula de cada uno de ellos.

Cuando el espumógeno de un compartimento se agota, se cierra la válvula y se abre la del siguiente.

El compartimento o tanque agotado, se purga y se vuelve a llenar. Esta operación puede repetirse continuamente para conseguir un flujo ininterrumpido de espuma.

El tiempo de funcionamiento de estos dispositivos, antes de que sea preciso recargarlos, debe figurar en la placa del constructor. Este tiempo oscila desde 2 minutos, para una unidad pequeña, hasta más de 15 minutos para unidades mayores.

2.4.3.3. Dosificación por bomba

El sistema de dosificación por bomba es el que ofrece mayores prestaciones a la hora de alimentar sistemas con una gran variación en la demanda, tales como los de rociadores automáticos.

En este sistema, el espumógeno es impulsado a la línea de agua mediante una bomba, de tipo adecuado, que permite una regulación automática de la proporción de mezcla agua-espumógeno, sobre un **amplio rango de caudales** de demanda.

La regulación de caudales se consigue mediante dos orificios calibrados en el elemento dosificador y una válvula de diafragma que controla la presión en la línea de espumógeno en función de la existente en la línea de agua, esto consigue que en el elemento dosificador, las líneas de espumógeno y agua, dispongan de la misma presión.

Las pérdidas de carga en este sistema son relativamente bajas (0,5 - 1,5 bar), además, cuenta con la ventaja de que permite el rellenado del depósito de espumógeno durante su operación, pudiéndose encontrar éste incluso relativamente alejado de los riesgos a proteger.

Su principal inconveniente, además de ser el sistema más caro, es la necesidad de disponer de una fuente de alimentación fiable para la bomba de espumógeno.

2.4.4. Generadores y elementos de aplicación de espuma

Una vez realizada la mezcla agua/espumógeno en la proporción adecuada, **los elementos de generación** son los encargados de formar la espuma, tal y como se va a ver aplicada sobre el riesgo. En el generador de espuma se produce la expansión de la solución espumante mediante la agregación del aire necesario.

La formación de la espuma en el elemento generador se produce en dos fases:

- 1) El chorro de solución espumante, por efecto Venturi, provoca la aspiración de aire al interior del generador.
- 2) El caudal de aire, al penetrar en contracorriente en el generador, provoca unas turbulencias que dan lugar a una espuma estable, lista para ser dirigida hacia el riesgo.

El caudal de aire que penetra en el generador debe ser en función del caudal y presión del chorro de solución espumante, por lo que los orificios por los que penetra el aire deben estar adecuadamente calibrados.

Es por esto que el generador es, junto al dosificador, un elemento crítico de la instalación, debiendo ser concordantes el uno con el otro.

El rendimiento adecuado del generador, requiere unas presiones residuales a la entrada del mismo, del orden de 3 - 3,5 bar, si bien, en el caso de elementos normalizados tales como las boquillas de agua-espuma pueden ser suficientes presiones del orden de 2 bar.

El **elemento de aplicación**, es el encargado de descargar, de forma adecuada, la espuma sobre el riesgo protegido.

La base de los elementos de aplicación es conseguir una aplicación de la espuma lo más suave posible sobre la superficie protegida, de esta manera, se consigue mayor efectividad en la extinción.



Con el fin de eliminar las elevadas pérdidas de carga que supondría el transporte de la espuma expandida a través de tuberías, la distancia entre los elementos de generación y de aplicación, debe ser mínima, llegando en muchos casos, como en las boquillas, lanzas o generadores de alta expansión, a estar ambos incorporados en un solo elemento.

El diseño del elemento aplicador dependerá del riesgo a proteger, no obstante, en líneas generales, se distinguen los siguientes métodos de aplicación:

- Lanzas y monitores.
- Boquillas de agua y espuma.
- Cámaras y vertederas.
- Inyección bajo superficie.
- Generadores de alta expansión.

2.4.5. Lanzas y monitores

Son elementos **portátiles** o **fijos**, similares a los utilizados para agua, diferenciándose de estos en que disponen de un cañón de mayor longitud y diámetro, además de llevar normalmente incorporado, el elemento generador e incluso el dosificador.



LANZAS DE AGUA DE BAJA Y MEDIA EXPANSIÓN

Según tipos, pueden generar espumas de **baja** y **media expansión**.



Lanza de Baja Expansión



Lanza de Media Expansión



Existen también lanzas en las que su empleo no requiere la exposición al riesgo por parte de los operadores.

2.4.6. Boquillas de agua-espuma

Son elementos similares a las cabezas rociadoras de agua, con la diferencia de que disponen de unas aberturas para la aspiración de aire. Normalmente son boquillas abiertas y en función de su diseño, pueden obtener distintos tipos de descarga en cuanto a pulverización, ángulo de descarga, caudal, ... Únicamente generan espuma de baja expansión y su aplicación principal es la extinción de derrames incendiados.

Con espumógeno AFFF o similares, pueden emplearse rociadores o boquillas normales de agua, ya que es capaz de extinguir sin formación de una capa de espuma apreciable.



2.4.7. Cámaras y vertederas

Son elementos diseñados para la aplicación de espuma de baja expansión sobre la superficie de líquidos combustibles contenidos en tanques.

Su modo de operación consiste en aplicar la espuma de la forma más suave posible, por lo que suelen dirigir su descarga sobre la pared interior del tanque.

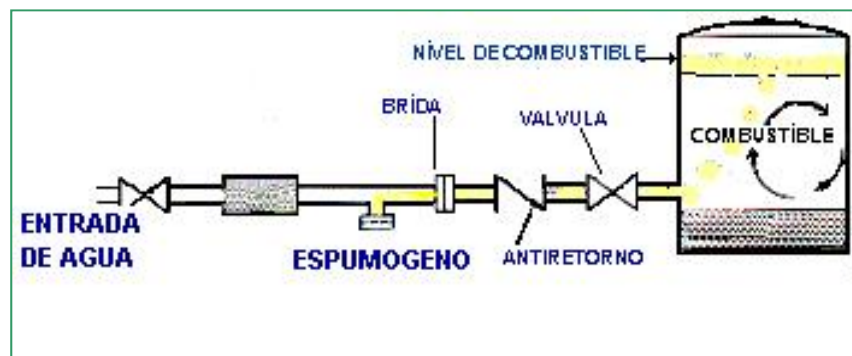
La consideración más importante a tener en cuenta en su instalación es la disposición que ha de tener sobre el tanque o recipiente protegido, ya que, por una parte, debe quedar lo suficientemente por encima del nivel máximo previsto en el tanque y por otra, debe estar lo suficientemente protegido de una posible explosión del recipiente y previsible voladura de la parte superior, para lo cual, debe quedar debajo de la unión débil entre techo y virola.

Su aplicación más usual es la protección de tanques de techo fijo y, en ocasiones, de techo flotante.



Inyección bajo superficie

Con el fin de evitar la vulnerabilidad de la cámara de expansión frente a posibles explosiones, la aplicación de espuma en tanques de almacenamiento puede llevarse a cabo por el método de inyección bajo superficie.



Este método consiste en inyectar la espuma en el tanque por su parte inferior. Debido a la diferencia de densidad entre combustible y espuma, ésta ascenderá hasta la superficie de aquel.

El elemento fundamental de esta instalación es el generador, que debe ser apropiado para esta aplicación.

El elemento de aplicación no existe como tal, ya que solo consiste en introducir la espuma en el seno del líquido mediante un conducto, pudiendo incluso utilizar las líneas de llenado o vaciado del tanque.

Con este método, únicamente pueden emplearse espumas con un alto grado de resistencia a la contaminación por el propio combustible, por lo que es recomendable emplear únicamente espumas fluoroproteínicas y AFFF, nunca espumas proteínicas.

Es importante reseñar que la espuma debe penetrar por encima del nivel de agua que previsiblemente se acumula en el fondo de los tanques.

Este método, requiere altas presiones residuales de entrada al generador (no inferiores a 7 bar) y unas contrapresiones agua abajo del generador, no superiores al 40% de la presión de entrada. A este respecto, es preciso tener en cuenta que las pérdidas de carga de la espuma expandida son mayores que las de la solución espumante.

2.4.8. Generadores de alta expansión

Son elementos de generación y aplicación de espuma de alta expansión, para lo cual, la cantidad de aire que se agrega a la solución espumante es mayor. Comúnmente, movido por flujo de agua.



El suministro de aire se realiza mediante un ventilador de tipo forzado, bien de motor eléctrico o más espumógeno a utilizar debe ser apto para la formación de espumas de alta expansión.

El elemento generador puede ser de tipo móvil o fijo y la presión residual a la entrada del generador debe ser del orden de 10 bares.

3. POLVO QUÍMICO EXTINTOR

Los agentes extintores de polvo son productos compuestos básicamente por sales inorgánicas (bicarbonatos, fosfatos y sulfatos) a las que se añaden diversos compuestos que mejoran sus características, asegurando una fácil proyección, buena conservación y evitando su apelmazamiento.

3.1. TIPOS DE POLVO

En función de su eficacia extintora sobre las distintas clases de fuego, pueden distinguirse tres grandes grupos de polvos químicos extintores.

3.1.1. Polvos convencionales

Son apropiados para emplearlos en fuegos de las clases B y C (Polvo BC).

Su componente básico es el bicarbonato, sódico o potásico.

3.1.2. Polvos polivalentes

Son adecuados para combatir fuegos de las clases A, B y C. (Polvo ABC).

Básicamente están compuestos por fosfatos amónicos y resinas termoplásticas.

3.1.3. Polvos especiales

Se emplean para combatir fuegos de la clase D.

La materia base está compuesta por una mezcla de sales específica para el tipo de metal sobre el que vaya a actuar.

3.2. PROPIEDADES GENERALES

Los polvos químicos empleados como agentes extintores deben de poseer una serie de propiedades, las cuales son verificadas mediante los ensayos correspondientes (UNE 23-602).

3.2.1. Granulometría

El polvo debe ser lo más fino posible, si bien debe contener algunos granos de mayor tamaño que permitan alcanzar al fuego desde la distancia requerida.

3.2.2. Higroscopicidad

Deben contener diversos compuestos que los preserven de la humedad para evitar su apelmazamiento.

3.2.3. Toxicidad

Los polvos químicos no deben ser irritantes ni tóxicos y los productos resultantes de su descomposición por efectos del calor no deben presentar ningún peligro.

3.2.4. Poder reflectante

El polvo químico, cuando sale proyectado de los extintores móviles, debe formar una nube la cual ha de ejercer un efecto reflectante que proteja al operador de la irradiación de calor del fuego.

3.2.5. Riesgo eléctrico

Los polvos químicos no son en general, conductores de la electricidad, no obstante, las características específicas de cada tipo de polvo, marcarán el límite de tensión sobre la que pueden ser utilizados sin riesgo.

3.2.6. Poder abrasivo

Los polvos químicos no deben ser corrosivos ni deben provocar la abrasión de las superficies sobre las que se proyectan, ni siquiera de piezas de maquinaria en funcionamiento.

3.2.7. Incompatibilidades

La mayoría de los polvos químicos son incompatibles con la espuma, la destruyen. Por ello, cuando sea necesario emplearlos de forma conjunta, deberá utilizarse un tipo de polvo específico compatible con la espuma. Los más compatibles son los que tienen base potásica, y ausencia de estearatos metálicos.

Por su naturaleza química, algunos tipos de polvo son incompatibles entre sí, por lo que cuando un dispositivo de extinción deba ser recargado, tendrá que hacerse con un polvo compatible con el contenido anteriormente, en caso contrario, deberán eliminarse los restos del polvo primitivo. El fosfato monoamónico es incompatible con los bicarbonatos.

3.3. PROPIEDADES EXTINTORAS

El mecanismo de extinción primario del polvo químico es el de **inhibición catalítica**. Al ser descargado sobre las llamas, se combina con los radicales libres y rompe la reacción en cadena.

En el caso particular del polvo polivalente, cuando alguno de sus componentes, es sometido a la acción del calor, forma un residuo que aísla el combustible del oxígeno, por lo que ejerce un efecto de **sofocación**.

- *Limitaciones como agente extintor*

Los polvos químicos no podrán ser utilizados en:

- Fuegos arraigados profundamente o aquellos en los que el polvo no puede alcanzar el centro de combustión.
- Fuegos donde sus residuos pueden afectar a equipos electrónicos o eléctricos delicados.

4. ANHÍDRIDO CARBÓNICO (CO₂).

El anhídrido carbónico o dióxido de carbono, es uno de los agentes extintores de más antigua utilización. En la actualidad, ha sido desplazado, en muchos casos, por otros agentes gaseosos de mayor efectividad, tales como los halones. Sin embargo, los perjuicios ocasionados al medio ambiente por los halones, hacen que el CO₂ adquiera de nuevo una gran importancia como agente extintor.

El CO₂ posee varias propiedades que lo convierten en un producto útil para la extinción de incendios:

- 1) **No es conductor de la electricidad**, lo que hace que pueda ser empleado para la protección de equipos eléctricos en tensión.
- 2) **No deja residuos** después de su uso, lo que hace recomendable su utilización en aquellos locales donde existen materiales de alto valor, tales como equipos eléctricos, archivos, etc...
- 3) **Es económico**, por lo que es el producto a emplear en aquellos casos donde el agente extintor requiera ser descargado con frecuencia. Si exceptuamos el agua, es el agente extintor más económico.
- 4) Proporciona su **propia presión** para ser descargado del recipiente donde se encuentra almacenado.



4.1. PROPIEDADES GENERALES

El CO₂ posee varias propiedades que lo convierten en un producto útil para la extinción de incendios:

- 1) **Es una sustancia inerte.**
- 2) **No es conductor de la electricidad**, lo que hace que pueda ser empleado para la protección de equipos eléctricos en tensión.
- 3) **No deja residuos** después de su uso, lo que recomienda su utilización en aquellos locales donde existen materiales de alto valor, tales como ordenadores, archivos, etc...
- 4) **Es económico**, por lo que es el producto a emplear en aquellos casos donde el agente extintor requiera ser descargado con frecuencia. Si exceptuamos el agua, es el agente extintor más económico.
- 5) Proporciona su **propia presión** para ser descargado del recipiente donde se encuentra almacenado.

4.2. PROPIEDADES EXTINTORAS

4.2.1. Extinción por sofocación

El CO_2 tiene una densidad 1,5 veces superior a la del aire a la misma temperatura, por lo que al ser aplicado sobre una superficie en ignición, desplaza el aire existente en la zona, ejerciendo de esta manera un efecto sofocante.



4.2.2. Extinción por enfriamiento

El efecto de enfriamiento del CO_2 es debido a la descarga del agente extintor. Una descarga de dióxido de carbono posee una apariencia de nube blanca, esto se debe a la parte de CO_2 que pasa a estado de sólido (hielo seco).

Como consecuencia de la bajada de temperatura producida por el dióxido de carbono líquido que se vaporiza, el vapor de agua contenido en la atmósfera se condensa para posteriormente convertirse en nieve adicional.



El enfriamiento que produce el hielo seco al depositarse sobre el material, evita las posibles reigniciones del combustible cuando cesa la descarga de CO_2 y el oxígeno de la atmósfera entra nuevamente en contacto con el combustible. No debemos de olvidar que el enfriamiento producido por el CO_2 es fundamentalmente a nivel ambiental es decir no tiene apenas efecto de enfriamiento del combustible.

No obstante, cuando se trate de proteger equipos muy sensibles a la temperatura, tales como algunos equipos electrónicos, deben evitarse los impactos directos de fuertes descargas.

4.3. LIMITACIONES COMO AGENTE EXTINTOR

Las propiedades extintoras del CO_2 se ven notablemente limitadas en los fuegos de clase A debido fundamentalmente a:

- Su reducida capacidad de enfriamiento, ya que las partículas de hielo seco no penetran en el combustible.
- Necesidad de un recinto adecuado que mantenga una atmósfera sofocante.

Los fuegos superficiales se extinguen con facilidad ya que el enfriamiento natural (motivado por la escasez de oxígeno) tiene lugar de forma rápida.

La efectividad del CO₂ en fuegos de clase A dependerá, sobre todo de una detección temprana del fuego, con el fin de evitar la formación de brasas profundas.

- Ineficacia en fuegos de productos químicos fuertemente oxidantes que dispongan de su propio oxígeno (tales como el dicromato, permanganato, nitrato de celulosa, etc...).
- Los fuegos de metales e hidruros metálicos no pueden extinguirse con CO₂ ya que se descompone por la acción de éstos.

A continuación se muestra un cuadro resumen de los distintos agentes extintores.

AGENTES EXTINTORES

AGENTE EXTINTOR		APLICACIONES	VENTAJAS	INCONVENIENTES	PELIGROS
AGUA	A chorro	Fuegos con brasa Refrigeración a larga distancia	Gran alcance	Dispersión del incendio Poca penetración Daños adicionales en documentos	Fuego de equipos en presencia de tensión eléctrica Fuegos de metales
	Pulverizada	Fuegos con brasa	Mayor poder de extinción No provoca daños por dispersión del incendio	Poco alcance	
	Pulverizada con aditivos	Fuegos con brasa Fuegos productos celulósicos	Mejora el poder de penetración	Debe emplearse con equipos especiales debido a que provoca corrosión de algunos metales	

ESPUMA		Fuegos de líquidos inflamables Fuegos con brasa	Evita la posibilidad de reignición	Posibilidad de descomposición de espumógenos	Fuegos de metales Fuegos de equipos bajo tensión eléctrica
POLVO QUÍMICO	Convencional (BC)	Fuegos de líquidos inflamables Fuegos de combustibles gaseosos o líquidos bajo presión Fuegos de equipos en presencia de tensión eléctrica	Alta eficacia	Pueden originar daños en máquinas o equipos delicados Posibilidad de reignición por su bajo poder de refrigeración	Fuegos con altas tensiones eléctricas
	Polivalente (ABC)	Fuegos de líquidos inflamables Fuegos de combustibles gaseosos o líquidos bajo presión Fuegos de equipos en presencia de tensión eléctrica Fuegos con brasas	Alta tensión		Fuegos con altas tensiones eléctricas
	Especial (D)	Fuegos de metales			Suelen ser específicos para tipos concretos de metales
ANHÍDRIDO CARBÓNICO		Fuegos de líquidos combustibles Fuegos en presencia de tensión eléctrica	No deja residuos	Baja eficacia	Asfixiante Pueden originar quemaduras por baja temperatura en la descarga

CAPÍTULO III

EXTINTORES DE INCENDIO



EXTINTORES DE INCENDIO

Aunque en términos genéricos, puede considerarse como extintor de incendios a cualquier aparato, equipo o sistema capaz de extinguir un fuego, resulta necesario excluir de este concepto a las instalaciones **fijas** de extinción.

Definiremos por tanto como extintor de incendios a un aparato **autónomo** que una vez presurizado, permite proyectar y dirigir un agente extintor sobre un fuego. La presión que permite la proyección puede proceder de una compresión previa del agente extintor, o de la expansión de un gas auxiliar.

Básicamente, un extintor se compone de un recipiente (cuerpo de extintor) que contiene el agente extintor, un sistema de presurización, una serie de elementos que permiten iniciar, dirigir y cortar la proyección del agente extintor y por último unos dispositivos de seguridad.

Puesto que para su uso, requieren estar presurizados, una vez listos, los extintores se convierten en sencillos aparatos a presión, que como tales, pueden originar un riesgo de uso.

Si a este riesgo, unimos el general desconocimiento de estos aparatos por parte del usuario, el poco uso que se hace de ellos, lo cual puede originar un defectuoso funcionamiento y la situación de riesgo que supone el tener que usarlo (incendio), llegamos a la conclusión de que cuando sea preciso utilizar un extintor, correremos con el riesgo de que resulte ineficaz para la extinción y su uso constituirá un riesgo para la persona que lo maneja.

Por ello, para que el extintor constituya un medio de ayuda y no un peligro adicional, es fundamental que:

- Se diseñen con las suficientes medidas de seguridad.
- Se realicen revisiones periódicas que permitan su perfecto funcionamiento.
- Exista por parte del usuario, una familiarización con el aparato y un adiestramiento correcto en su manejo.

Siempre será de color rojo RAL 3000 como se indica en el registro Farbregister RAL-841-GL.

1. TIPOS DE EXTINTORES DE INCENDIO

Las características que definen a un extintor de incendios y lo distinguen de otro son:

- Movilidad (masa total del extintor).
- Agente extintor utilizado (carga y naturaleza).
- Sistema de presurización.

- Eficacia extintora.
- Operatividad (alcance, tiempo de funcionamiento, temperaturas de servicio, incompatibilidad de uso,...).
- Seguridad de uso.

Tomando como criterio las cuatro primeras características, podemos establecer la siguiente clasificación de los extintores:

1.1. EN FUNCIÓN DE SU MOVILIDAD

En cuanto a su movilidad, relacionada con la masa total del extintor, se clasifican en **portátiles** y **sobre ruedas**. Los portátiles se clasifican a su vez en **manuales** y **dorsales**.

TIPO DE EXTINTOR		MASA TOTAL (Kg)
PORTÁTIL	MANUAL	≤ 20
	DORSAL (1)	≤ 30
SOBRE RUEDAS (2)		> 20

- (1) Van equipados con un atalaje que permite transportarlos a la espalda.
- (2) Para su transporte requieren ir montados sobre un armazón provisto de ruedas, lo que permite desplazarlo sobre el suelo por una o varias personas.

Extintor Portátil



Extintor Dorsal



Extintor sobre ruedas



1.2. EN FUNCIÓN DE SU AGENTE EXTINTOR

En función de la naturaleza y la carga del agente extintor que contienen, los extintores pueden ser de:

1.2.1. Agua

Puede lanzarse a chorro o pulverizada. En ambos casos, el agua puede llevar incorporado algún agente tensioactivo (humectante) para mejorar su acción extintora en fuegos de productos celulósicos.

1.2.2. Espuma

Agregado de burbujas generado al batir con aire un espumante (producto resultante de la mezcla de un espumógeno con agua).

En muchas ocasiones, a estos extintores se les incluye erróneamente en el grupo de "extintores de agua con aditivo". La espuma más utilizada para cargar este tipo de extintores es AFFF.



1.2.3. Polvo

Productos químicos sólidos en estado pulverulento, de composición y granulometría específica para la extinción de distintas clases de fuego.



1.2.4. Anhídrido carbónico

Gas inerte almacenado a presión en estado líquido.



Las cargas de los distintos agentes extintores que se utilizan son muy variadas, pero para extintores portátiles están normalizados unos valores nominales (UNE 23-110).

AGENTE EXTINTOR	CARGAS NOMINALES	CARGAS TOLERADAS
POLVO (Kg)	2-6-9-12	1-3-4 ⁽¹⁾
ANHÍDRIDO CARBÓNICO (Kg)	2-3,5 ⁽²⁾ -5	-
HALÓN (Kg)	1-2-3 ⁽²⁾ -4-6	-
AGUA Y ESPUMA (Litros)	6 ⁽¹⁾ -9	-

(1) Cargas admitidas en otros países miembros del CEN (Comité Europeo de Normalización), no en España.

(2) Cargas admitidas solo en España.

1.3. EN FUNCIÓN DE SU SISTEMA DE PRESURIZACIÓN

En cuanto al sistema de presurización los extintores pueden clasificarse en dos grupos:

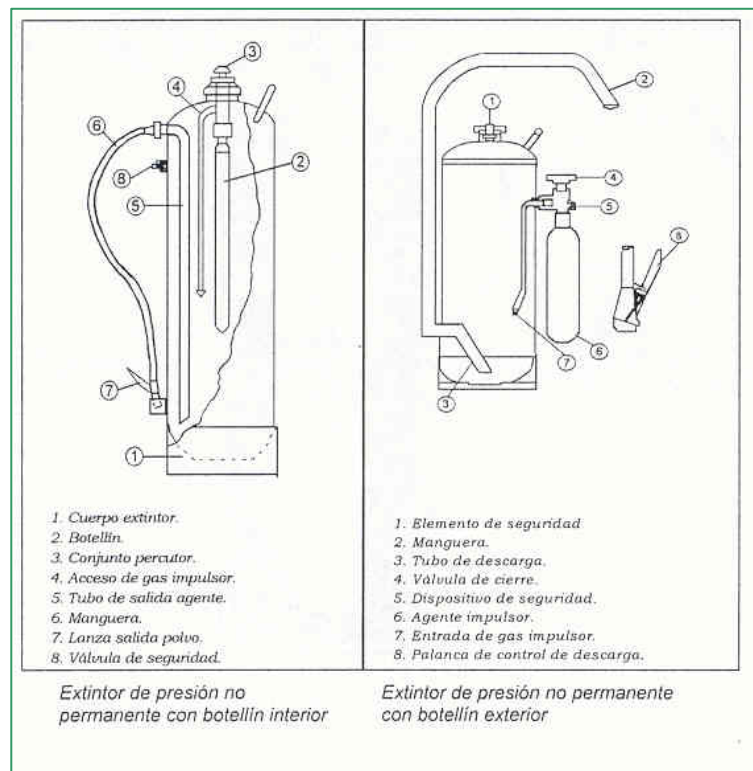
- Presión adosada.
- Presión incorporada.

1.3.1. De presión adosada

Estos extintores contienen el agente extintor (líquido o sólido) en condiciones normales de presión y temperatura. La presurización se consigue mediante un gas propelente contenido en un botellín (interior o exterior), que se descarga en el interior del extintor en el momento de ser utilizado.

DE PRESIÓN NO PERMANENTE





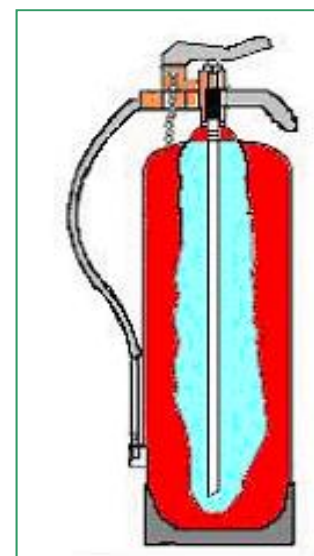
1.3.2. De presión incorporada

Son extintores permanentemente presurizados.

En este grupo pueden incluirse:

- Extintores en los que el agente extintor es gaseoso y la alta tensión de vapor que tiene en las condiciones en que está almacenado, le proporciona la suficiente presión para ser proyectado, como es el caso del anhídrido carbónico.
- Extintores en los que el agente extintor es un líquido o un sólido pulverulento, cuya presión para ser proyectado se consigue íntegramente mediante un gas añadido.

Los extintores de agua y espuma son presurizados con aire comprimido o anhídrido carbónico y los de polvo con nitrógeno seco o anhídrido carbónico.



1.4. EN FUNCIÓN DE SU EFICACIA EXTINTORA

La eficacia de un extintor indica la capacidad de extinción frente a las distintas clases de fuego. Viene expresada por un número seguido de una letra.

La **letra** define la clase de fuego para la que se determina la eficacia, esto es, fuegos de clase A, clase B y clase C. (Para los fuegos de la clase D no se determinan eficacias).

El **número** define las dimensiones del mayor fuego que ha sido capaz de extinguir durante sus ensayos (según los hogares tipo definidos por la norma UNE – EN 3-7:3004+A1).

La eficacia se cuantifica únicamente para fuegos de las clases A y B. Para los fuegos de la clase C, únicamente se evalúa si son "aptos" o "no aptos", esto es, el número solo precederá a las letras A y B.

Para los nuevos extintores de Clase F, se establecen cuatro niveles de eficacia 5F, 25F, 45F y 70F.

Como criterio general, cuanto mayor sea el número indica que es más eficaz el extintor.

1.5. INFORMACIÓN SOBRE EL EXTINTOR

Con el fin de que el usuario tenga conocimiento de las prestaciones, limitaciones y estado del aparato todos los extintores de incendio deben ir provistos de una placa de diseño y una etiqueta de características e instrucciones de uso.

1.5.1. Placa de diseño

Para extintores fabricados antes del año 2003 y con vigencia. (20 años).

A partir de ese año los datos están cincelados, en el cuerpo del extintor, y además están obligados a llevar etiqueta con marcado CE

La placa de diseño debe indicar:

- La **presión máxima de servicio**.- Presión interna del extintor, con todos sus orificios cerrados, en orden de funcionamiento y a 60°C.
- **Número de la placa** que se asigna a cada extintor individualizado.
- **Fecha** de la primera prueba de presión hidráulica y de las sucesivas.

Estas placas podrán ser de latón, aluminio o acero inoxidable y deberán resistir la acción de los agentes externos, de modo que sean legibles todas sus indicaciones.



Su fijación al extintor será mediante remaches, soldadura o, en el caso de que no sea posible, cualquier otro medio, siempre que se garantice su inamovilidad.

En los extintores de anhídrido carbónico, la placa de diseño será sustituida por las correspondientes inscripciones en la botella.

1.5.2. Etiqueta de características e instrucciones de uso

Sobre el cuerpo del extintor (que deben ir pintados de rojo), se fijará una etiqueta que indique las características principales del extintor así como sus instrucciones de uso.

La etiqueta deberá ir situada de manera que cuando el extintor esté colocado en su soporte, resulte fácil su lectura.

En la etiqueta deberá aparecer:

- 1) La palabra **EXTINTOR**, tipo del **agente extintor**, **carga** nominal y **eficacia** extintora para las clases de fuego para las que sea adecuado.
- 2) **Modo de empleo**, que puede expresarse con pictogramas de manera que resulte suficientemente explícito.
- 3) **Limitaciones de uso**, referidas en particular a temperaturas máxima y mínima de uso, clases de fuego sobre los que no debe emplearse, comportamiento en presencia de tensión eléctrica y toxicidad.
- 4) **Identificación del agente extintor y aditivos**, gas propulsor auxiliar (excepto en los de CO₂), mención de la recarga obligatoria después de su uso y mantenimiento periódico.
- 5) **Nombre del fabricante y dirección completa.**



A continuación se presenta una etiqueta típica de extintores.



1.6. MANTENIMIENTO DE LOS EXTINTORES

Los extintores de incendio, al igual que el resto de los equipos de lucha contra incendios, se caracterizan por dos particularidades que les son propias y exclusivas.

- 1.- Se adquieren con la esperanza de no tener que utilizarlos nunca.
- 2.- La degradación de su operatividad no puede detectarse como consecuencia de su uso.

Por ello, si llegado el momento de su utilización, no responden con la eficacia esperada, la inversión habrá tenido una rentabilidad nula y nos habrá creado una falsa sensación de seguridad que podría incluso suponer riesgos adicionales producto de la confianza.

Estas particularidades, hacen que las operaciones de mantenimiento en estos equipos, tengan la máxima importancia.

Refiriéndonos concretamente a los extintores de incendios, las operaciones requeridas para mantenerlos en perfecto estado de utilización son:

- a) Mantenimiento periódico.
- b) Recarga.

1.6.1. Mantenimiento periódico

Para mantener los extintores en perfectas condiciones de operatividad, es preciso establecer un programa mínimo de mantenimiento que permita descubrir cualquier fallo en su funcionamiento.

Según el Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios, este programa de mantenimiento debe englobar dos grupos de operaciones:

- Las que debe realizar el propietario o usuario del aparato.
- Las que deben ser realizadas por fabricantes o mantenedores de aparatos.

1.6.2. Por parte del usuario.

Cada tres meses

- Comprobación de la accesibilidad del extintor.
- Comprobación del buen estado aparente de conservación mediante inspección visual de los precintos, seguros, inscripciones de placa y etiqueta de características, posibles grietas en las mangueras, desperfectos en el cuerpo del extintor (abolladuras, pintura, oxidación,...).
- Comprobación del estado de carga (peso y presión) del extintor y del botellín de gas impulsor (si existe).

- Comprobación del estado de las partes mecánicas: boquilla, válvulas, mangueras, etc.

1.6.3. Por personal especializado.

Cada año

- Verificación del estado de la carga, (peso y presión), y en el caso de extintores de presión adosada, estado del agente extintor.
- Comprobación de la presión de impulsión del agente extintor.
- Comprobación del buen estado de mangueras, boquillas, lanzas, válvula de cierre, válvula de seguridad y partes mecánicas.

Cada 5 años

- A partir de la fecha de timbrado del extintor (primera prueba de presión hidráulica) se retimbrará cada 5 años y por tres veces de acuerdo con la ITC-MIE AP.5 del "Reglamento de Aparatos a Presión", sobre extintores de incendio.

1.7. RECARGA DE EXTINTORES

Cada vez que se utilice un extintor, incluso parcialmente, o cuando se descubra algún defecto de carga o de presión, debe procederse a su recarga.

Podrá recargar el extintor: su fabricante, su importador (si está autorizado por el fabricante), o un recargador autorizado por la Administración y el fabricante.

Con el fin de conservar la eficacia del extintor y sus condiciones de seguridad, la recarga deberá realizarse con el mismo agente extintor y la misma presurización con que se concedió la aprobación.



1.8.UTILIZACIÓN DEL EXTINTOR

A la hora de tener que enfrentarse a un incendio con un extintor, para que la operación se resuelva con éxito, es preciso seguir unas pautas de carácter general.

- 1.- Se utilizará el extintor más próximo al incendio, que seguramente contendrá el agente extintor apropiado para el combustible involucrado. No obstante, esta es una cuestión que debe verificarse antes de su utilización.
- 2.- Preparar el extintor para ser utilizado, siguiendo las instrucciones de uso que aparecen en la etiqueta.
Posteriormente se hará un corto disparo de prueba para verificar el correcto funcionamiento del aparato.
- 3.- Al atacar el fuego, nos colocaremos, siempre que sea posible, de espaldas al viento, o a la corriente, si el incendio se desarrolla en un espacio interior.
El acercamiento al foco del incendio será el mínimo que nos permita el alcance del chorro del agente extintor.
- 4.- El chorro del agente extintor debe dirigirse a la base de las llamas.
- 5.- Cuando el chorro del agente extintor no vaya dirigido a la base de las llamas, se interrumpirá el disparo, ya que de no hacerlo así, perderíamos visibilidad y desperdiciaríamos inútilmente agente extintor.
- 6.- Una vez que el incendio se ha extinguido, nos retiraremos sin dar la espalda por si se produjese una reignición.
- 7.- El extintor usado, aunque sólo se hubiese empleado una pequeña parte del contenido, se despresurizará y **no** se colgará en su sitio original, deberá mandarse a recargar.



No debe olvidarse que el extintor es un aparato previsto para su utilización en **incendios incipientes**.

¿Dónde acaba un incendio incipiente o conato de incendio?

Esta es una cuestión que puede resultar a veces difícil de diferenciar, sobre todo si previamente no se ha tenido un contacto previo con el fuego, y no se ha recibido un adiestramiento en el manejo de equipos de lucha contra incendios.

Por ello, y como última medida de seguridad, diremos que, si por la magnitud del incendio o por su preparación, una persona no se encuentra convencida de poder controlar el incendio, **nunca debe exponerse inútilmente**.

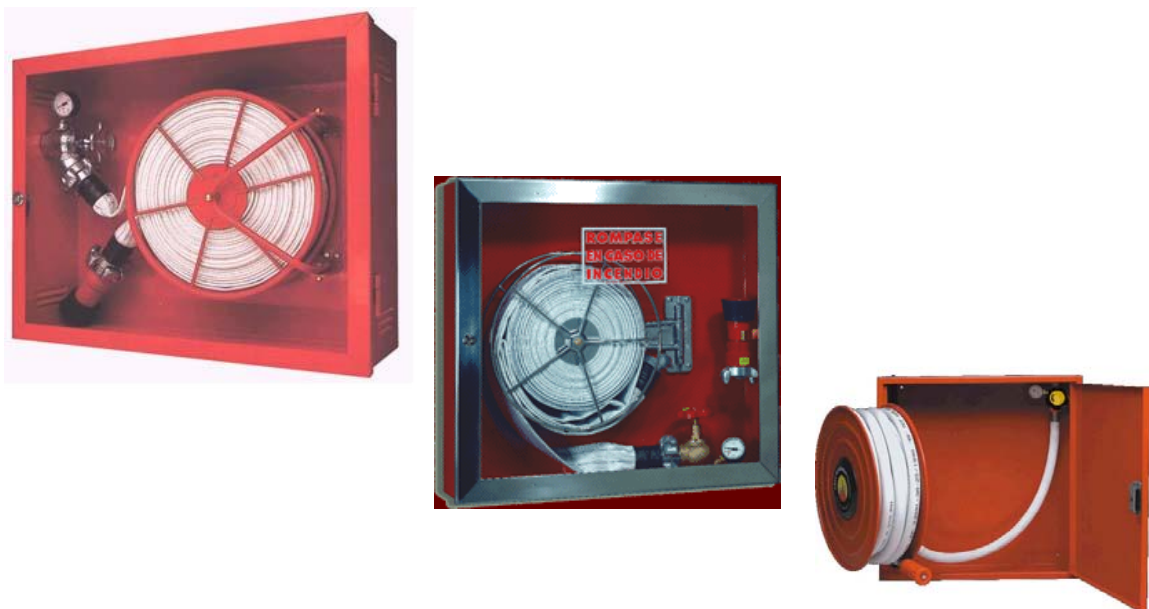
CAPÍTULO IV
EQUIPOS DE EXTINCIÓN
BOCAS DE INCENDIO EQUIPADAS
HIDRANTES



BOCAS DE INCENDIO EQUIPADAS

Cuando por la magnitud de un incendio no se considera posible la extinción mediante extintores portátiles, o cuando el empleo de estos no consigue sus objetivos, siempre que la utilización de agua no suponga ningún riesgo, esto es, que el fuego no se desarrolle en presencia de electricidad, las bocas de incendio equipadas son el siguiente medio de lucha contra incendios a emplear por parte de las personas que deben actuar en la extinción de un incendio en su fase inicial.

Una boca de incendio equipada o B.I.E. se define como una toma de agua dotada de los elementos necesarios para transportar y proyectar el agua desde el punto de la red de incendios donde se encuentra, hasta el fuego.



Una B.I.E. está constituida por los siguientes elementos:

- a) Boquilla.-** Elemento que, en el extremo de la lanza o directamente unido a la manguera, permite conformar y regular el chorro de agua.
- b) Lanza.-** Tubo cilíndrico o troncocónico, que une la boquilla a la manguera para facilitar su manejo.
- c) Manguera.-** Tubo flexible o semirrígido, provisto de racores en sus extremos que permiten su conexión a la lanza, a la válvula o a otra manguera.
- d) Racor.-** Pieza metálica normalizada que posibilita el acoplamiento rápido de mangueras, lanzas y válvulas.

- e) **Válvula.-** Dispositivo que permite la apertura y cierre del paso de agua a la manguera.
- f) **Manómetro.-** Instrumento para la medida de la presión en la red. Se situará antes de la válvula.
- g) **Soporte de manguera.-** Elemento de sujeción de la manguera enrollada o plegada que permite su extensión rápida y eficaz.
- h) **Armario.-** Elemento destinado a contener los componentes anteriores.

Todos estos elementos debidamente acoplados y conectados permanentemente a una red de abastecimiento de agua, constituyen una boca de incendio equipada.

1. TIPOS DE B.I.E.

Atendiendo a sus características constructivas, a sus aplicaciones y al diámetro nominal de las mangueras, las B.I.E. se clasifican en dos tipos: B.I.E. de 25 mm. y B.I.E. de 45 mm.

1.1.B.I.E. de 45 mm

Este tipo de B.I.E. emplea manguera flexible enrollada en devanadera o en plegadera.

El tamaño y tipo de manguera empleada, confiere a esta boca las siguientes características:



- Para su empleo, es necesario desenrollarla en su totalidad antes de abrir la válvula.
- Al transportar grandes caudales, la fuerza de reacción es alta, lo que unido a su dificultad de extensión, hace que su manejo requiera dos o más personas. Además, los daños ocasionados durante la extinción, debido a los impactos del chorro de agua, pueden ser elevados.
- Gracias a su alto caudal (aproximadamente 200 l/min), se hace necesaria para la protección de locales en los que se prevean incendios de importancia.

Estas características hacen que para el uso de este tipo de B.I.E., sea necesario el adiestramiento del personal que vaya a utilizarlas.

1.2.B.I.E. de 25 mm

Su característica principal es que dispone de manguera semirrígida.

El tipo y tamaño de la manguera empleada, aporta a estas B.I.E. las siguientes características:



- No es necesaria la extensión de la manguera en su totalidad para proceder a su uso.
- Manguera rígida, en la que no se pueden producir dobleces, con lo que la extensión de la manguera resulta sencilla.
- Al ser bajos los caudales conducidos (100 l/min aproximadamente), la fuerza de reacción es baja, lo que permite ser utilizada por una única persona.
- Las limitaciones de caudal de estas bocas de incendio, la hacen aconsejable en locales donde la carga de fuego no sea elevada (oficinas, viviendas, escuelas,...).

1.3. VERIFICACIÓN Y MANTENIMIENTO DE B.I.E.'S

Con el fin de conseguir la mayor eficacia en su utilización, son necesarias las operaciones de verificación y mantenimiento sobre las B.I.E., éstas nos darán la seguridad de que en todo momento se encuentran en perfectas condiciones de funcionamiento, sin deterioro alguno y sin obstáculos que dificulten su visibilidad y acceso.

Según Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios, el mantenimiento a realizar en las B.I.E, es el siguiente:

1.3.1. Por parte del usuario

Cada tres meses:

- Accesibilidad y señalización de los equipos.
- Comprobación por inspección de todos los elementos, despliegue total de la manguera y accionamiento de la boquilla en el caso de ser de varias posiciones.
- Lectura del manómetro para comprobar la presión de servicio.
- Limpieza del conjunto y engrase de cierres y bisagras en puertas del armario.

1.3.2. Por personal especializado

Cada año:

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

Cada cinco años

- La manguera debe ser sometida a una presión de prueba de 15 kg/cm².

1.4. UTILIZACIÓN DE LA B.I.E.

1.4.1. B.I.E. de 45 mm.

Teniendo en cuenta que para el manejo de la B.I.E de 45mm, es necesaria la presencia de dos personas, las operaciones a seguir para su empleo, son las siguientes:

1. Romper el cristal tomando precauciones para evitar posibles cortes. En el caso de no ser de frente de cristal, abrir la puerta del armario que la contiene.
2. Desplegar la manguera en su totalidad sin que se formen codos que pueden impedir el paso normal del agua.
3. Comprobar que la lanza está conectada y en posición cerrada.
4. Mientras una persona sujeta la lanza, la otra abrirá lentamente la válvula de la B.I.E. para dar paso al agua. (La válvula debe abrirse en su totalidad).
5. En el caso de que la lanza no disponga de cierre independiente, al abrir la válvula y con el fin de evitar posibles daños, se apuntará con la lanza hacia el suelo.
6. Extinguir el incendio.

1.4.2. B.I.E. de 25mm.

Entendiendo que las B.I.E de 25 mm, están dotadas de manguera semirígida y que pueden ser empleadas por una única persona, los pasos para su utilización son los siguientes:

1. Romper el cristal o abrir la puerta del armario que la contiene.

2. Comprobar que la lanza está conectada y cerrada.
3. Abrir la válvula de suministro de agua en su totalidad.
4. Desplegar la manguera a la vez que nos dirigimos hacia el incendio.
5. Extinguir el incendio.

2. HIDRANTES

Un hidrante puede definirse como una toma de agua no equipada, esto es, un dispositivo de conexión para mangueras cuya función es la lucha contra incendios. Su manejo requiere un adiestramiento adecuado, por ello, son de **uso** exclusivo para equipos de **segunda intervención** o cuerpos profesionales de extinción.

Los hidrantes tienen dos funciones básicas:

- Servir de conexión y abastecimiento de agua a las mangueras para la protección y lucha contra incendios.
- Servir de abastecimiento de agua a los vehículos autobomba del servicio público de extinción, o recibir agua de los mismos para abastecer a la red general de incendios.



2.1. TIPOS DE HIDRANTE

Básicamente existen tres tipos de hidrante:

2.1.1. Hidrante de boca.

Boca de salida de una tubería de abastecimiento, provista de un racor para conexión de mangueras.



2.1.2. Hidrante de columna

Tubería-columna conectada a una red subterránea, que emerge del suelo y en la que se encuentran las bocas de salida.

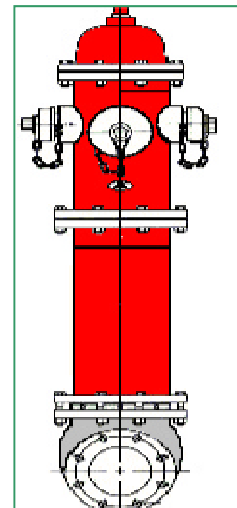
En hidrantes de columna existen dos modalidades:

2.1.3. Hidrante de columna seca.

Está diseñado de manera que el agua solo penetra en la columna cuando se abre la válvula principal.

Este tipo de hidrante está indicado para su instalación en lugares donde exista riesgo de heladas. Con este tipo de hidrantes se evita que el agua pueda congelarse en la columna, lo que supondría la inutilización del hidrante.

Los tamaños normales de estos hidrantes son los siguientes:



<i>DIÁMETRO DE LA COLUMNA (Pulgadas)</i>	<i>BOCAS DE SALIDA ADMISIBLES</i>
3	1 x 70 mm. 2 x 45 mm.
4	1 x 100 mm. 2 x 70 mm.
6	1 x 100 mm. 2 x 70 mm.

NOTA.- La boca de salida de 100 mm., es únicamente para la conexión a vehículos autobomba.

Este tipo de hidrante no dispone de válvulas de corte en sus bocas de salida.

Para su utilización deben tomarse las precauciones siguientes:

- Conectar la manguera antes de abrir la válvula principal.
- Entre la manguera y el hidrante debe colocarse una válvula de cierre.
- La apertura de la válvula del hidrante debe ser total.

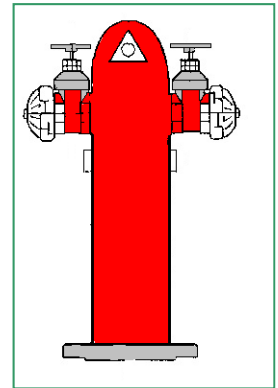
2.1.4. Hidrante de columna húmeda

En este tipo de hidrantes, la columna está continuamente llena de agua y dispone de válvula de corte en cada una de sus bocas de salida.

Estos hidrantes están indicados para su instalación en zonas donde la temperatura no baje de los 4°C.

Los tamaños de estos hidrantes son similares a los de columna seca.

Para su utilización basta con abrir la válvula de corte de la boca de salida deseada.



2.1.5. Hidrante de arqueta

Boca de salida de una red subterránea, alojada en una arqueta enterrada y cubierta con una tapa a ras de suelo.

2.2. EQUIPAMIENTO DE HIDRANTES

El empleo de hidrantes en la lucha contra incendios requiere una serie de elementos que permitan transportar y proyectar el agua sobre el fuego, este equipamiento está formado por:

- Válvulas de corte
- Bifurcaciones
- Mangueras
- Lanzas de agua



2.2.1. Válvulas de corte

En los sistemas de distribución de agua, debe disponerse de válvulas de corte que permitan la posibilidad de interrumpir el paso de agua cuando sea necesario.

Las válvulas de corte utilizadas para conexión en líneas de mangueras son generalmente del tipo esférico o de asiento, y su función principal es la de cortar o abrir el paso del agua hacia las mangueras de manera rápida.

En las bocas de salida de los hidrantes de columna seca, es recomendable situar una válvula portátil de tipo esférico.

En los hidrantes de columna húmeda las válvulas de corte son del tipo de asiento con accionamiento de volante.

2.2.2. Bifurcaciones

Una bifurcación es un equipo portátil que, situado en una línea de mangueras, permite obtener dos salidas para mangueras de sección inferior a la de entrada.

Las más empleadas son las de entrada de 70 mm., con dos salidas de 45 mm. y las de 45 mm., de entrada con dos salidas de 25 mm.



Cada una de las salidas dispone de válvula de corte de tipo esférico.

2.2.3. Mangueras

Una manguera es una conducción flexible en cuyos extremos lleva incorporados sendos racores de unión para el acoplamiento a la toma de alimentación de agua y a la lanza, a otra manguera o a cualquier otro equipo de aplicación de agua.

Los materiales de construcción pueden ser lino o tejidos sintéticos resistentes a la putrefacción y al roce.

El interior de la manguera irá recubierto de un material que la convierta en estanca.

Exteriormente pueden ir protegidas por un recubrimiento que se considerará como parte integrante de la manguera.



En función de su diámetro, existen cuatro tipos, cada una de ellas con aplicaciones específicas.

- a) **De 25 mm.-** Son utilizadas para intervenciones rápidas, incendios forestales, B.I.E (en el caso de mangueras semirrígidas).
- b) **De 45 mm.-** Se utiliza como líneas de intervención directa.
- c) **De 70 mm.-** Generalmente son utilizadas como mangueras de abastecimiento a líneas de 45 mm.
- d) **De 100 mm.-** Se utilizan para la conexión de camiones autobomba con hidrantes.

En cuanto a su longitud, pueden ser de 15, 20 ó 40 m en función de necesidades.

Los racores de conexión de las mangueras deben ser del mismo tipo que el de los equipos a los que van a conectarse. En España, para los equipos de lucha contra incendios está normalizado el racor Barcelona.

2.2.4. Lanzas de agua



Una lanza de agua es un equipo portátil que situado al final de una línea de mangueras, es capaz de proporcionar agua en las condiciones necesarias para su aplicación en la lucha contra incendios.

Todas ellas deben estar dotadas de un sistema de apertura y cierre, seguro y rápido, recomendándose que el cierre sea independiente de cualquier otra actuación que tenga la lanza.

En líneas de mangueras, las lanzas normalmente utilizadas son de 45 y 25 mm., si bien, en aplicaciones muy específicas, se utilizan lanzas de 70 mm.

En función del objetivo de la actuación, las lanzas nos ofrecen la posibilidad de proyectar el agua de tres maneras distintas:

"CHORRO SÓLIDO".

El agua no se pulveriza sino que sale en un chorro compacto. Se utiliza exclusivamente para refrigerar zonas y su ventaja principal es la de lanzar el agua a gran distancia. No se debe emplear nunca en aplicación directa sobre los combustibles, especialmente no se debe usar nunca en extinción de combustibles líquidos.



"CHORRO DE ATAQUE".

El agua se pulveriza y se proyecta en forma de cono. Es el tipo de chorro de agua ideal para extinguir, ya que como sabemos la aplicación del agua sobre el fuego debe ser en forma pulverizada con el objeto de que la absorción del calor sea mayor y más rápida.



"CORTINA DE PROTECCIÓN".

El agua sale en forma pulverizada pero formando una pantalla de protección delante del operador. Este tipo de aplicación o efecto solo es válido para proteger al operador de las llamas o el calor del fuego, no tiene efectos de extinción y su alcance es mínimo. Como su propio nombre indica es un **"escudo de protección"**.

A las lanzas con capacidad de proporcionar el agua en estas tres formas, se les conoce con el nombre de "lanzas de tres efectos".



CAPÍTULO V

MANEJO DE MANGUERAS



MANEJO DE MANGUERAS

Cuando la magnitud o problemática de un incendio requiere para su extinción el empleo de una o varias mangueras, las personas que deban utilizarlas deben contar con un adiestramiento previo que les permita resolver con éxito todos los problemas e inconvenientes que puedan presentarse.

La extinción de incendios mediante la utilización de mangueras involucra una serie de operaciones a realizar con suma meticulosidad si no queremos ser sorprendidos por imprevistos. Las mangueras que habitualmente son utilizadas en la extinción de incendios de cierta importancia, son las de 45mm, por esta razón, a partir de ahora nos referimos a las de este tipo.

1. MONTAJE DE LÍNEAS

El primer paso a realizar antes de la extinción es el montaje de las líneas de mangueras que deban intervenir en la extinción.

Para ello, se conectarán las mangueras al abastecimiento de agua más próximo al incendio.

Es importante asegurarse de que la longitud de la manguera nos permitirá alcanzar el punto más alejado del incendio, en caso de que no fuese así, la línea contará con el número de mangueras que fuera necesario.

A continuación se colocará la lanza (en posición cerrada) en el extremo de la línea y daremos paso de agua a la manguera. Esta operación debe hacerse lentamente, ya que de lo contrario podría producirse un "golpe de ariete" que nos tirase al suelo o produjera desperfectos en la instalación.

2. COMPROBACIONES PREVIAS.

Una vez montadas las líneas y antes de proceder a la extinción, debemos realizar una serie de comprobaciones de suma importancia:

- Abrir ligeramente la lanza para eliminar el aire existente en la manguera y comprobar que disponemos de agua con presión suficiente.
- Que la posición de la lanza nos proporcionará el tipo de chorro necesario para comenzar la extinción
- Que las personas de nuestra línea están preparadas.
- Que el resto de líneas (en su caso) están preparadas.

3. POSICIONAMIENTO EN LA LINEA.

La posición de las personas en la línea de mangueras es una cuestión muy importante a la hora de enfrentarse a un incendio.

- a) En primer lugar debe adoptarse una **posición estable** que permita:
 - Contrarrestar la fuerza de reacción que ejerce el agua al salir de la manguera y que tiende a echar hacia atrás a las personas que la manejan.
 - Evitar accidentes por posibles caídas debidas a resbalones y pérdidas de equilibrio.
- b) Las personas deben colocarse de manera que la **superficie** del cuerpo que quede expuesta al fuego sea **mínima**. Las posiciones más adecuadas son ponerse de lado o agachándose para quedar protegido detrás del chorro de agua.
- c) El **número de personas** que debe manejar cada línea de mangueras dependerá fundamentalmente de:
 - La disponibilidad de medios humanos.
 - El caudal y la presión del agua en la manguera.

Cuando el caudal y la presión del agua sean elevados, el manejo de una manguera por una única persona puede ser tremendamente complicado a la vez que peligroso, por lo que en estas situaciones, no es aconsejable la intervención con menos de dos personas.

En cualquier caso y siempre que los medios humanos lo permitan, el número mínimo de personas para manejar una línea de mangueras de 45mm debe ser de **tres** (para largos tendidos de manguera o caudales muy elevados, puede resultar aconsejable la presencia de más personas).

Las misiones de estas personas serán las siguientes:

- **Primera persona.** La primera persona será la encargada de dirigir al fuego el chorro de agua apropiado para conseguir la extinción (manejo de la lanza).
- **Segunda persona.** La segunda persona tendrá como misión mantener en todo momento el control sobre la manguera, con el fin de facilitar el trabajo de la primera persona.
- **Tercera persona.** La tercera persona será la encargada de facilitar el avance y retroceso a las dos primeras personas, manteniendo aclarada la manguera en todo momento, para lo cual debe estar atenta a las maniobras de las dos primeras personas. Asimismo esta persona debe encargarse de vigilar la posición de todas las válvulas.

Obviamente, si no es posible disponer de tres personas en una línea, las tareas de la tercera persona deberán ser realizadas por la segunda.

4. COLOCACIÓN DE PIERNAS, PIES, CUERPO Y MANOS.

La colocación de cuerpos, manos y pies es fundamental a la hora de manejar una manguera, especialmente en las dos primeras personas. La tercera persona tiene más libertad de movimiento.

4.1. COLOCACIÓN DE PIERNAS Y PIES.

La primera y la segunda persona deben colocarse con la pierna izquierda adelantada y ligeramente flexionada. Por su parte, la pierna derecha se retrasa y se mantiene estirada y con el pie en dirección oblicua al pie izquierdo. De esta manera se consigue una posición estable. En la figura siguiente puede verse la colocación de piernas y pies de las dos primeras personas.

4.2. COLOCACIÓN DEL CUERPO

La colocación del cuerpo se hará de manera que la parte que se exponga al fuego sea mínima. Esto se consigue poniéndose de lado al fuego. Por otra parte para vencer la fuerza de reacción ejercida por el chorro de agua, resultará más fácil si dejamos caer el peso del cuerpo hacia adelante.

4.3. COLOCACIÓN DE MANOS

En el manejo de mangueras, es también de gran importancia la colocación de las manos.

En la primera persona, una colocación adecuada de las manos le permitirá realizar las maniobras con más seguridad y de manera más rápida.

Una correcta colocación de las manos de la **primera persona** es agarrar la lanza (si dispone de empuñadura, si no es así, agarrará la manguera) con la mano diestra, la otra mano, una vez que ha abierto la válvula de cierre de la lanza, se coloca en el selector de chorro tal como se muestra en la figura. De esta manera, se consigue que el tiempo invertido en seleccionar el chorro de agua adecuado, sea mínimo.

La **segunda persona** tomará la manguera con la mano derecha y la sujetará por tres puntos: mano, antebrazo y axila. La mano izquierda, con el brazo totalmente estirado, agarrará la manguera de abajo hacia arriba a la altura de la primera persona.





5. AVANCE Y RETROCESO CON MANGUERAS.

En el momento de atacar el incendio, surge la necesidad de desplazarse hacia él con el fin de llegar con el chorro de agua a todos los puntos donde exista fuego. En esta maniobra, es de vital importancia no sufrir ningún imprevisto que pudiera resultar fatal.

Para evitar caídas o pérdidas de equilibrio, debe conservarse en todo momento, la posición de estabilidad a la que hemos hecho referencia anteriormente. Tanto al avanzar hacia el incendio como al retroceder, debe asegurarse una pisada firme, ésta se consigue conservando en todo momento un apoyo sobre el suelo. Este punto de apoyo será el pie retrasado al avanzar, y el pie adelantado al retroceder.

Con estas condiciones, para avanzar, arrastraremos el pie derecho con la precaución de no adelantar en ningún momento al pie izquierdo. El siguiente paso será levantar el pie izquierdo y adelantarlo a la vez que se tantea el terreno.

Al detenernos, la posición de los pies deberá ser la de partida, esto es, posición de estabilidad.

El retroceso, se realizará de igual manera que el avance, con la salvedad de que en este caso, es el pie derecho el que se levanta y el pie izquierdo el que se arrastra.

6. FORMAS GENERALES DE ACTUACIÓN

En la extinción de un incendio de cierta magnitud generalmente se llevan a cabo tres tipos de operaciones:

- Al comenzar la extinción, las líneas de mangueras se encuentran más o menos alejadas del incendio, si consideramos que debemos intervenir

directamente, conviene realizar previamente una **refrigeración** en la zona afectada, con ello se consiguen varios objetivos:

- Prevenir la rotura por recalentamiento de tanques, estructuras,...
- Evitar que el incendio alcance a materiales aún no afectados de las proximidades
- Bajar la temperatura en la zona afectada.
- Cuando se ha avanzado lo suficiente para comenzar el ataque directo al incendio, seleccionaremos el cono de ataque en la lanza y comenzaremos la extinción.
- Si durante la extinción por un cambio de viento o cualquier otra causa nos viéramos sorprendidos por las llamas o el calor, la selección de cortina de protección nos mantendrá protegidos de estos efectos.

Es preciso decir por último, que no todos los incendios pueden ser atacados del mismo modo. En función del tipo de combustible, magnitud del incendio, condiciones ambientales, personal disponible,..., cada incendio requiere una **técnica de extinción** específica.

Solo con el conocimiento y el adiestramiento correcto en estas técnicas, estaremos en condiciones de hacer frente a un incendio en el que por su magnitud, se requiera el empleo de líneas de mangueras.

CAPÍTULO VI

EQUIPOS DE PROTECCIÓN

RESPIRATORIA



INTRODUCCIÓN

El uso de un determinado equipo de protección personal de las vías respiratorias, en cualquier caso, debe estar respaldado por un conocimiento apropiado de las prestaciones de éste y de las características del ambiente donde se vaya a utilizar.

Como principio general, se puede decir que en aquellos ambientes en los que hay deficiencia de oxígeno siempre se deberá recurrir a un equipo independiente, así como en el caso de que estén presentes contaminantes con peligro inmediato para la vida. Aunque la deficiencia de oxígeno se define con límites distintos según los países, se estima que cuando el tanto por ciento del mismo está por debajo del 19 en volumen, dicho ambiente debe considerarse como deficiente.

1. GENERALIDADES Y CLASIFICACIÓN

Los equipos independientes del medio ambiente son aquellos que aíslan la respiración del usuario del aire ambiental contaminado donde se desenvuelve, y le suministran para su respiración aire procedente de un lugar sin contaminantes, o del recipiente a presión.

Entre los equipos independientes hay tantos tipos como modalidades diferentes de suministrar aire a quien los usa.

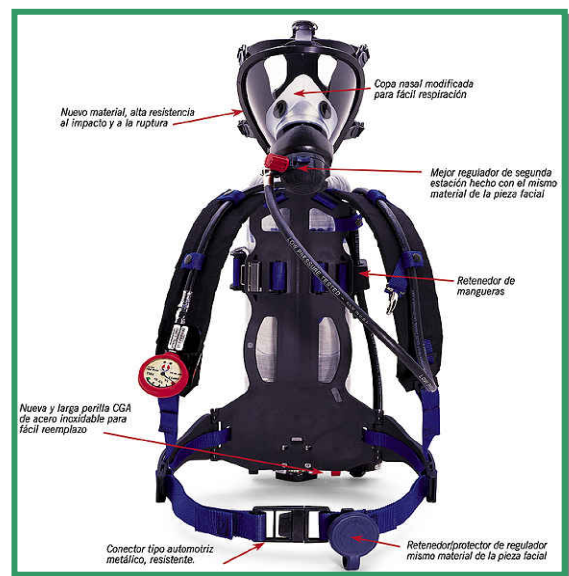
Los equipos independientes se dividen en dos grupos fundamentales:

1.1. INDEPENDIENTES SEMIAUTÓNOMOS

En los que el sistema que suministra aire al usuario no es transportado por éste.

1.2. INDEPENDIENTES AUTÓNOMOS

En los que el propio usuario transporta el sistema que le suministra el aire que necesita para la respiración.



Los dos grupos fundamentales de equipos se subdividen en diversos tipos, que a continuación se van a definir.

Los semiautónomos de aire fresco que suministran, para que respire el usuario, aire procedente de un ambiente no contaminado. Cuando este aire lo aspira directamente el usuario a través de una manguera, el equipo se llama de aire fresco con manguera de aspiración. Cuando el aire es suministrado al usuario por medio de un soplante a través de una manguera, se llaman de manguera de aire fresco a presión.

Los equipos semiautónomos son de aire comprimido cuando éste viene de recipientes a presión, o de compresores.

2. AUTÓNOMOS DE CIRCUITO ABIERTO

En los que el aire procedente de las botellas es inhalado por el usuario y después expulsado fuera del adaptador facial a través de sus válvulas de exhalación, sin posibilidad de ser aprovechado.

3. AUTÓNOMOS DE CIRCUITO CERRADO

Los que aprovechan el aire procedente de la respiración del usuario haciéndolo volver a circular tras eliminar el dióxido de carbono por absorción en unidades filtrantes intercaladas en el circuito.



Esta modalidad de equipos independientes se presenta en dos tipos básicos:

- Autónomos de circuito cerrado con producción de oxígeno, en los que los filtros destinados a limitar el CO₂, generan además oxígeno.

- Cuando se elimina solamente el CO₂ procedente de la respiración y la deficiencia de O₂ creada se compensa directamente de una botella, los equipos se denominan autónomos de circuito cerrado sin generación de oxígeno.

En los equipos independientes que utilizan para su funcionamiento aire a presión procedente de recipientes o de líneas generales, se pueden utilizar distintos sistemas para dosificar el aire respirable. Bien dando entrada directa regulable a través de una llave manejada manualmente, o por medio de válvulas llamadas "a demanda", que responden a depresiones relativas, generadas por la propia respiración. La presión existente en el interior del adaptador facial puede ser inferior o superior a la atmosférica, llamándose entonces de presión negativa o positiva.

Por otra parte, los equipos autónomos más utilizados son los de circuito abierto, por tanto serán los que estudiaremos en adelante.

4. EQUIPOS AUTÓNOMOS DE CIRCUITO ABIERTO

Cuando se habla de los equipos independientes autónomos, lo más importante a destacar de ellos es justamente su autonomía, pero no se pueden marginar sus limitaciones; la principal de ellas es el tiempo máximo de uso, tanto para las botellas de aire comprimido u oxígeno, los filtros generadores de oxígeno o los que tienen por objeto retener el CO₂. Esta importante supeditación y el peso de los equipos, son las mayores limitaciones para su empleo.

Sin embargo, se presentan situaciones laborales en las que no hay otro medio para lograr una protección adecuada de los trabajadores que usar equipos autónomos, casos que se dan en cualquier situación en la que no se conozcan los contaminantes que crean el riesgo higiénico, y en la que, además, el usuario necesite de una gran movilidad. Características muy propias de los trabajos de salvamento, y normal en las actuaciones de los bomberos. Caso peculiar éste último, en el que debería ser preceptivo que únicamente utilizaran equipos independientes autónomos, sin embargo, por desgracia, esto no se cumple siempre en nuestro país, donde no es difícil ver a bomberos hacer uso de equipos dependientes, lo que sin duda conlleva para ellos un riesgo considerable.

Ya se hizo una clasificación de los equipos independientes, en ella se incluyó la de los autónomos con una escueta definición funcional de los mismos. Tratados ya los semiautónomos, se pasa en primer lugar a estudiar los equipos independientes autónomos de circuito abierto para terminar con los independientes autónomos de circuito cerrado.

Es notoria la diferencia entre ambos tipos de unidades integrales, y de ahí la necesidad de estudiar con detenimiento y con la mayor profundidad posible ambos modelos.

**CUADRO I
COMPONENTES BÁSICOS DE LOS EQUIPOS INDEPENDIENTES
AUTÓNOMOS DE CIRCUITO ABIERTO**

AUTÓNOMOS DE CIRCUITO ABIERTO	DE FLUJO CONSTANTE	ELEMENTOS DE RESPIRACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • BOTELLAS DE PRESIÓN • VÁLVULA PRINCIPAL O GRIFO • VÁLVULA REDUCTORA DE PRESIÓN • VÁLVULA DE FLUJO CONSTANTE • TUBOS
		ELEMENTOS DE CONTROL	<ul style="list-style-type: none"> • AVISADOR AUTOMÁTICO • MANÓMETRO
		ELEMENTOS DE ADAPTACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • ADAPTADOR FACIAL
		ELEMENTOS DE SUJECIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • SOPORTE CON ATALAJE
	A DEMANDA O PRESIÓN POSITIVA	ELEMENTOS DE RESPIRACION	<ul style="list-style-type: none"> • BOTELLAS DE PRESIÓN • VÁLVULA PRINCIPAL O GRIFO • VÁLVULA REDUCTORA DE PRESIÓN • REGULADOR AUTOMÁTICO A DEMANDA O PRESIÓN POSITIVA • TUBOS
		ELEMENTOS DE CONTROL	<ul style="list-style-type: none"> • AVISADOR AUTOMÁTICO • MANÓMETRO
		ELEMENTOS DE ADAPTACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • ADAPTADOR FACIAL
		ELEMENTOS DE SUJECIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • SOPORTE CON ATALAJE

Algunos de los elementos indicados como componentes básicos de los equipos autónomos de circuito abierto, admiten variaciones tanto en sus principios funcionales como por la posición que ocupan en el equipo o por el material con el que se construye. Es interesante conocer, y por eso se incluyen en el cuadro II, las variaciones más frecuentes que se pueden encontrar en el mercado, atendiendo a los factores que se han indicado.

CUADRO II

CRITERIO DIFERENCIAL	DENOMINACIÓN
SEGÚN EL TIPO DE REGULADOR PARA EL FLUJO DE AIRE	<ul style="list-style-type: none"> • A DEMANDA, PRESIÓN POSITIVA • A DEMANDA, PRESIÓN NEGATIVA • A FLUJO CONSTANTE
SEGÚN EL NÚMERO DE BOTELLAS	<ul style="list-style-type: none"> • MONOBOTELLA • BIBOTELLA
SEGÚN EL TIPO DE CONEXIÓN DE LA BOTELLA	<ul style="list-style-type: none"> • UNIÓN ROSCADA • UNIÓN CON BRIDA CON PALOMILLA
SEGÚN EL TUBO DE ALTA	<ul style="list-style-type: none"> • SIN TUBO, CUANDO LA VÁLVULA REDUCTORA DE PRESIÓN VA DIRECTAMENTE CONECTADA A LA BOTELLA • CON TUBO, CUANDO LA VÁLVULA REDUCTORA DE PRESIÓN SE CONECTARÁ A LA BOTELLA POR MEDIO DE UN TUBO
SEGÚN EL MATERIAL DE FABRICACIÓN DE LAS BOTELLAS	<ul style="list-style-type: none"> • DE ACERO • DE ALUMINIO Y FIBRA DE VIDRIO • DE ALUMINIO (PARA SUBMARINISTAS)
SEGÚN LA SITUACIÓN DEL REGULADOR	<ul style="list-style-type: none"> • SIN TUBO DE BAJA O TUBO RESPIRATORIO, CUANDO EL REGULADOR ESTÁ ACOPLADO DIRECTAMENTE AL ADAPTADOR FACIAL • CON TUBO DE BAJA O TUBO DE RESPIRACIÓN, QUE UNE EL REGULADOR CON EL ADAPTADOR FACIAL
SEGÚN EL TIEMPO DE USO	<ul style="list-style-type: none"> • DE LARGA DURACIÓN, CON TIEMPO DE USO DE 30 MINUTOS A 40 L. DE AIRE POR MINUTO • DE CORTA DURACIÓN, CON TIEMPO DE USO DE 15 A 20 MINUTOS A 40 L. DE AIRE POR MINUTO • DE ESCAPE, CON TIEMPO DE USO DE 5 A 10 MINUTOS A 40 L. DE AIRE POR MINUTO
SEGÚN EL SISTEMA DE AVISO EN RELACIÓN A LA RESERVA DE AIRE (ALGUNOS EQUIPOS LLEVAN INCORPORADOS DOS O MÁS SISTEMAS DE AVISO)	<ul style="list-style-type: none"> • AVISO POR RESISTENCIA A LA RESPIRACIÓN • AVISO POR TIMBRE, VIBRADOR O CAMPANA • AVISO POR SILBATO • MANÓMETRO DE COMPROBACIÓN DE LA PRESIÓN DEL AIRE, APLICADO EN LA VÁLVULA PRINCIPAL, DE LECTURA CONTINUA • MANÓMETRO DE COMPROBACIÓN DE LECTURA DURANTE EL USO • RESERVA MANUAL DE ACCIONAMIENTO A PALANCA

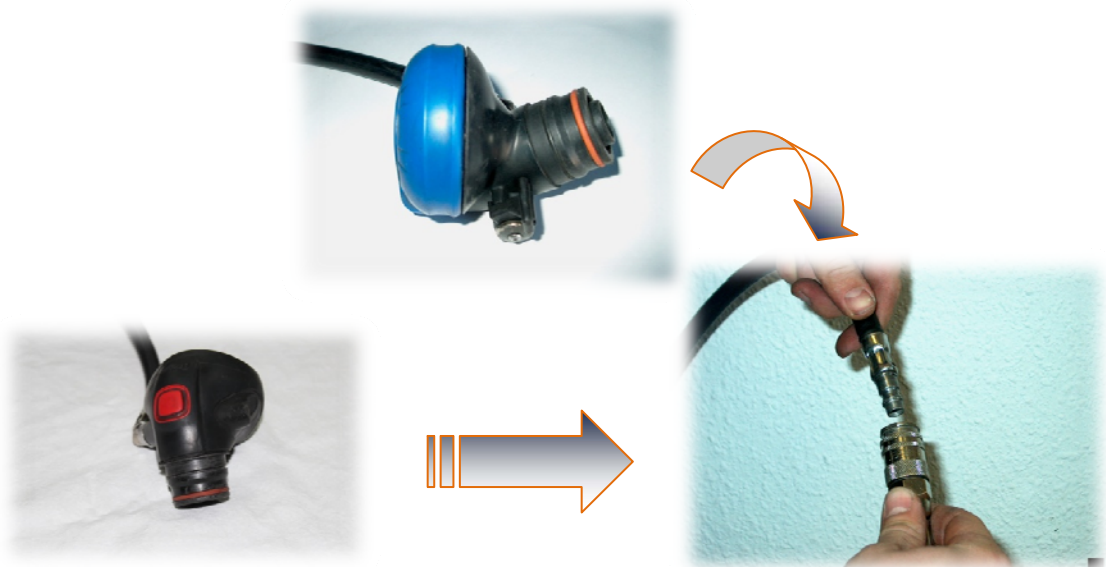
4.1. INSTRUCCIONES DE USO DE LOS EQUIPOS DE RESPIRACIÓN DE CIRCUITO ABIERTO

A modo de guía los pasos a seguir desde el montaje de la botella de aire al equipo serían los siguientes:

1. Colocar la botella para roscarla al equipo.
2. Roscar la botella.
3. Colocar el seguro indicador.



4. Conectar el regulador.



5. Conectar la mascarilla.



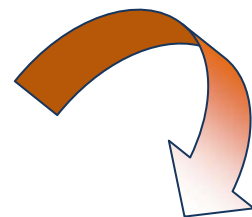
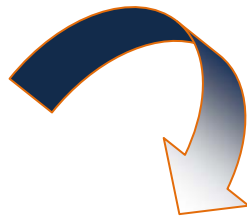
6. Abrir la botella de Aire



7. Comprobar la carga y presión con el manómetro. Los equipos actuales se cargan a una presión de 300 bar.



8. Colocarse el equipo en la espalda de una forma segura y cómoda.



9. Fijar el equipo al cuerpo con los tirantes verticales.



10. Abrochar el cinturón.



11. Colocarse la mascarilla como se indica a continuación.



12. El equipo quedará fijado al cuerpo sin posibilidad de moverse o desplazarse.



La máscara debe quedar totalmente libre para que se ajuste a la cara y logre una total estanqueidad.

Comprobar la estanqueidad de la máscara cerrando el paso de aire a la máscara.



A partir de ese momento y con el equipamiento que requieran las circunstancias podremos acceder a zonas con problemas que afecten a la respiración.



Para quitar la máscara debemos aflojar los atalajes previamente para evitar rozaduras y daños en las orejas y en la cara.



ANEXO



CONSIGNAS A SEGUIR EN CASO DE INCENDIO

Cuando debemos tomar una decisión importante de manera urgente, habitualmente tomamos la peor, por ello, en caso de incendio, existen varias decisiones y modos de actuación que deben estar previstos de antemano.

En caso de producirse un incendio y con el fin de reducir al mínimo los daños a las personas y a los bienes, deben seguirse las siguientes normas:

- 1.- Al descubrir un incendio la primera acción a tomar debe ser la de *comunicar la alarma*: vía telefónica, mediante dispositivos de alarma o por medio de otra persona.
- 2.- Si por la magnitud del incendio, los medios disponibles y la preparación de la persona, ésta se viese capacitada para extinguirlo, *pedirá ayuda* a otras personas y en compañía de éstas, tomará el medio de extinción que crea oportuno y tratará de controlar el incendio.

Es muy importante *no enfrentarse* a un incendio *en solitario* o sin que otra persona sepa que lo está haciendo.

- 3.- Si es posible, se *cortará el fluido eléctrico* en la zona afectada. Si no es posible, no deberá emplearse agua en la extinción.
- 4.- Al atacar el incendio, deberá situarse *entre el fuego y la puerta*.
- 5.- Si se toma un extintor portátil como medio de extinción, antes de dirigirse hacia el fuego, se hará un *dísparo de prueba* para verificar su funcionamiento.

- 6.-** El ataque al fuego debe iniciarse desde su *parte más baja*.
- 7.-** *Antes de abrir* la puerta de una habitación donde exista un incendio, debe tocarla con la palma de la mano. Si está muy caliente no se debe abrir.
- 8.-** Si se decide a abrir, se hará muy lentamente y *pegado a la pared*.
- 9.-** A falta de una careta antihumo, una protección improvisada es colocarse un *pañuelo húmedo* cubriendo las vías respiratorias.
- 10.-** Si se inflaman las ropas, *no se debe correr*, ya que las llamas aumentarán. Deberá revolcarse por el suelo o envolverse en una manta o abrigo.
- 11.-** *Al moverse*, deberá hacerlo *agachado* a ras del suelo, ya que el humo y los gases calientes son más ligeros que el aire y tienden a irse hacia arriba.
- 12.-** Al huir de un incendio, debe *cerrar todas las puertas y ventanas* que encuentre a su paso.
- 13.-** El *ascensor no* debe utilizarse como medio de evacuación, ya que podría quedar atrapado y morir asfixiado por los humos.
- 14.-** Para evacuar un edificio, debe utilizarse *la escalera* y hacerlo de manera organizada.
- 15.-** Si se encuentra atrapado en una habitación:
 - Cierre las puertas y ventanas.
 - Tape todas las rendijas de puertas y ventanas, a ser posible, con trapos húmedos.
 - Hágase ver a través de los cristales, agitando un pañuelo o trapo.
- 16.-** Intente ayudar a las personas siempre que sea posible, de lo contrario *no arriesgue* su vida inútilmente.

PRINCIPIOS Y NOCIONES BÁSICAS DE PRIMEROS AUXILIOS

El objetivo de esta pequeña introducción a los conceptos básicos de Socorrismo y Primeros Auxilios es, poder facilitar al personal, unos:

- Conocimientos básicos.
- Saber cuáles son las maniobras y las actuaciones que se pueden hacer.
- Fundamentalmente aquello que no debemos hacer.
- Diferenciar y distinguir las posibles lesiones y las actuaciones sobre las mismas.
- Conocer e intervenir ante una PARADA CARDIO RESPIRATORIA.
- Activación de los Sistemas de Emergencia.

CONSIDERACIONES PREVIAS

Como parte importante de la CONDUCTA A SEGUIR ante un accidentado lo primero que deberá hacer el primer respondiente será:

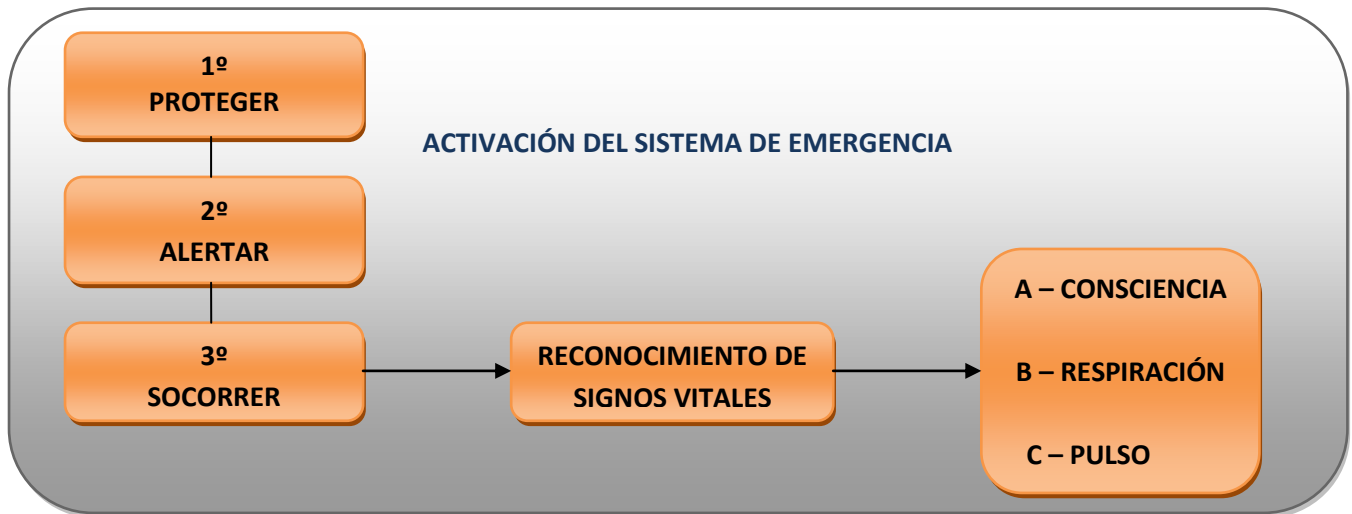
- ✚ **PROTEGER:** significando que en caso de actuar debemos protegernos nosotros mismos y a partir de esa primera actuación deberemos proteger al accidentado. Deberá evaluar la escena y comprobar que es zona segura.

La protección del socorrista incluye, como norma, la utilización de GUANTES, GAFAS DE PROTECCIÓN y MASCARILLA.



Una vez que hemos realizado esa actuación, suponiendo que bajo ningún concepto el rescatador deberá ponerse en riesgo o deberá poner en mayor riesgo a la víctima; en caso de que la zona donde vaya a trabajar no sea zona segura deberá, si no es posible rescatar a la víctima sin conllevar mayor riesgo para el rescatador y para el accidentado, esperar a los servicios de emergencia.

- ✚ **ALERTAR:** como concepto principal concepto a tener en cuenta, es que se deberá alertar a los servicios de socorro, con la máxima información posible sobre la situación de la víctima, de los recursos necesarios (en caso de necesitar bomberos, policía, ambulancias, etc.) y se les facilitará los mayores detalles posibles sobre la intervención, desde vías de acceso colapsadas o cortadas, el tipo de accidente, cantidad de víctimas, mecanismo lesional. El primer respondiente deberá contestar a todas las preguntas que realice el operador del sistema de emergencia (1-1-2) y no deberá colgar hasta que él no le indique o de por concluida la conversación.
- ✚ **SOCORRER:** significando que sólo intervendremos si tenemos claro que es lo que debemos hacer. En caso de tener la mínima duda, no se intervendrá. En éste caso la actuación a seguir será evaluar el estado de la víctima constantemente y cuando se valore que existen posibles alteraciones (antes las que no conozca la actuación) deberá volver a ponerse en contacto con los servicios de emergencia y comunicar los cambios o alteraciones en la víctima.



Como concepto básico de esta actuación, significa que **SÓLO SE HARAN AQUELLAS ACTUACIONES DE LAS QUE ESTAMOS TOTALMENTE SEGUROS**, bajo ningún concepto actuaremos sin conocer las mismas. Es decir, en un momento determinado y como norma general, es mejor no hacer nada que realizar alguna intervención sobre la que existen dudas y que puede conllevar al agravamiento del accidentado.

SOCORRISMO Y PRIMEROS AUXILIOS

✚ Socorrismo:

- Conjunto de “primeros auxilios”, de índole práctica y terapéutica cuya finalidad es solventar aquellas situaciones en las que una persona se encuentre en situación de riesgo o peligro.

✚ Primeros Auxilios: se entiende por tal:

- Aquella actuación o asistencia que se presta de forma “Inmediata, Limitada y Temporal”.
- Se prestará en caso de accidente o enfermedad brusca, por persona no especializada en ello.
- Siempre hasta la llegada del personal especializado (asistencia sanitaria) o hasta el traslado de la misma a un Centro Hospitalario Útil.

De lo que deducimos, que existen 2 situaciones en las que un primer respondiente debe actuar:

✚ Urgencia:

- Aquella situación en la que existe un peligro para la víctima, pero en la misma no existe una situación tal que haga peligrar su vida, en un corto período de tiempo. Ejemplos: heridas, quemaduras, traumatismos, esguinces, luxaciones, etc.



✚ Emergencia:

- Es aquella en la que si no actuamos de forma rápida y contundente, la víctima podrá perder la vida en un muy corto espacio de tiempo. Dentro de esta clasificación están incluidas aquellas situaciones



como son Parada Respiratoria, Parada Cardio-Respiratoria, Hemorragias.

PREMISAS ANTE UN ACCIDENTADO

Como norma general, ante cualquier paciente debemos:

- ✚ Saber lo que podemos hacer y lo que no podemos hacer.
- ✚ Evitar que durante las maniobras de primeros auxilios se agraven las lesiones o se produzcan otras más graves.
- ✚ Conseguir, siempre, la ayuda de personal experto o especializado, que efectúe el tratamiento definitivo.

ACTUACIÓN

El primer respondiente o socorrista deberá hacer una valoración de la escena y a la vez un diagnóstico de la situación, significando que deberá poder evaluar las posibles causas del accidente.

Debiendo, acto seguido, alertar a los servicios de emergencia o de socorro.



En todo momento, deberá controlar la situación (actitud de autodominio). Debiendo alejar a los curiosos del lugar del accidente, esto supone que si es necesario deberá mandarlos a que alerten a los servicios de socorro, o a que intervengan de forma activa en la seguridad de la escena (no dejen pasar a los transeúntes, etc.).

A continuación, y como norma general se examinará al paciente, haciendo hincapié en el **NIVEL DE CONSCIENCIA** y como pauta principal será la de permitir que el paciente respire normalmente (se aflojará, en caso necesario) aquella ropa que le impida la normal respiración y circulación tales como cinturones, etc.) y se localizarán lesiones.

Una vez identificadas, las posibles lesiones, determinará la mejor forma de prestar esas primeras actuaciones, evitando mover a la víctima de forma precipitada (intentará no mover a la misma sin los medios adecuados y movilizarla sin contar con los conocimientos mínimos).

Nunca le deberá facilitar a la víctima ni comida ni bebida.

VALORACIÓN DEL PACIENTE

En cualquier situación que tenga que atender, deberá realizar dos valoraciones principalmente:

1. Valoración de la Escena.

En toda actuación, se deberá comprobar que la zona de actuación es segura, tanto para el rescatador como para el rescatado. Si valora que la zona no es segura, y la víctima está en peligro inminente y siempre que sea posible, EVACUE AL ACCIDENTADO (en las mejores condiciones posibles para el mismo), en caso de no ser posible valore posibilidades y aplique el mejor criterio para poder salvar a la víctima.

2. Valoración de la Víctima.

La primera valoración de la víctima corresponde a poder comprobar SIGNOS VITALES:

- Nivel de Consciencia. Consciente o Inconsciente.
- Respiración.
- Pulso.
- Hemorragias.

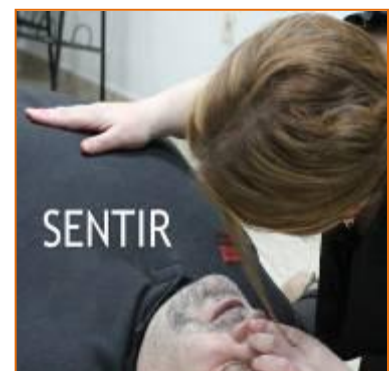
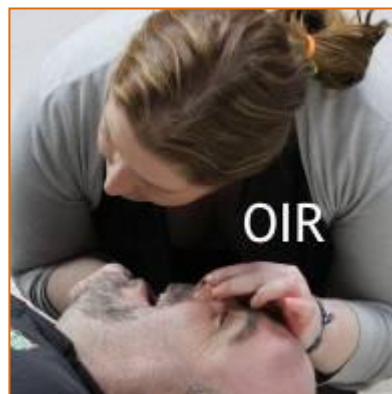
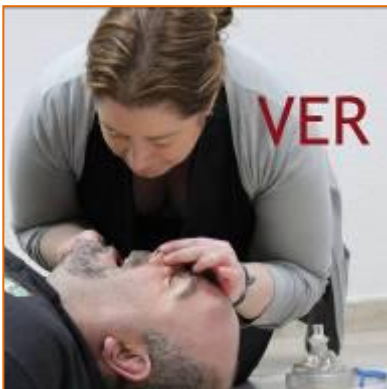
O lo que es lo mismo la valoración del A – B – C.

- ✓ A – Apertura de la vía aérea.
- ✓ B – Comprobación de la respiración o ventilación.
- ✓ C – Comprobación de la circulación.

PACIENTE INCONSCIENTE: si valora que el paciente está inconsciente y no es traumático (no responde a estímulos - dolorosos o verbales -), pero respira y tiene pulso deberá colocarle en la posición lateral de seguridad. AVISE AL SISTEMA DE EMERGENCIA (1-1-2) y alerte de PACIENTE INCONSCIENTE.

VER, OIR, SENTIR

- ✓ Pregunte.
- ✓ Estimule.
- ✓ Sienta.



En caso de paciente traumático, se deberá efectuar tracción mandibular manteniendo el eje de la columna y en caso de necesidad (vital) de moverle se hará en bloque (alineación del cuerpo) y deberá hacerse con tantas personas como requiera (tamaño, peso, etc.).

IMPORTANTE:

Las maniobras que se realicen para mover a una víctima en bloque serán siempre lentas y coordinadas desde la cabeza.

- ✓ El rescatador que realice el control cervical mandará y coordinará toda la maniobra y hasta que no de las instrucciones correspondiente ningún socorrista deberá realizar movimiento alguno.
 - Como norma general, informará al resto de los socorristas que a la de 3 se elevará a la víctima, el espacio suficiente para introducir la camilla o para levantarle en bloque.
 - Si es necesario, se hará en dos pasos (si hubiera que moverlo y desplazarlo), primer movimiento hasta las rodillas y segundo movimiento hasta ponerse totalmente de pie, en caso de tener que dejarla en lugar seguido, se seguirán los mismos pasos (pero en sentido contrario).



Puente Holandés





Movimiento en bloque

PARADA RESPIRATORIA Y PARADA CARDIO – RESPIRATORIA: una vez que haya comprobado el nivel de consciencia, compruebe RESPUESTA Y RESPIRACIÓN a la vez (pregúntele y estimule al paciente y confirme su respiración – elevación del tórax y movimientos respiratorios, o lo que es lo mismo: ver, oír y sentir), una vez que haya confirmado la NO RESPUESTA, GRITE Y PIDA AYUDA o VUELVA A LLAMAR AL SERVICIO DE EMERGENCIAS:

1. Confirme paciente inconsciente.
2. Confirme paciente en Parada Respiratoria.
3. Solicite un DEA.

Una vez que haya confirmado esta situación, el servicio de emergencia le recomendará los pasos a seguir, SI USTED DISPONE Y TIENE MEDIOS DE BARRERA INICIE LAS MANIOBRAS DE RESUCITACIÓN CARDIO PULMONAR CON 5 CICLOS DE **30 COMPRESIONES POR 2 VENTILACIONES**, o lo que es lo mismo 2 minutos.

Si usted no administrara ventilaciones, por no contar con los dispositivos de barrera, deberá seguir con las compresiones (evitando disminuir los tiempos de paro entre los ciclos, comprobando cada 2 minutos signos efectivos de recuperación, es decir, respiración efectiva y pulso efectivo).

El servicio de Emergencia confirmará si usted tiene conocimientos y le pedirá que INICIE MANIOBRAS DE RESUCITACIÓN, si no le indicará los pasos a iniciar como Rescatador Lego.

Una vez, haya llegado el DEA y si usted cuenta con la formación adecuada siga las pautas de la Desfibrilación Precoz y las que al encender el dispositivo le recomiende.

- ✚ Si es posible tome nota o informe de la hora en que se inician las maniobras de resucitación, con la finalidad de tener constancia del tiempo;
 - Tanto de maniobras de resucitación – Soporte Básico y Avanzado.
 - Tiempo en parada cardio respiratoria que lleva la víctima.



HEMORRAGIA: junto con las dos valoraciones anteriores, deberá comprobar si existen signos evidentes de hemorragia y si esta estuviera presente se tomarán las medidas necesarias para el control de la misma.

En caso de hemorragias visibles, aplique las técnicas habituales para el control de las mismas:

1. Taponamiento y presión directa (aplique apósitos y presione sobre la hemorragia).



2. Si la hemorragia no se detiene aplique un vendaje compresivo, sobre los apósitos anteriores sin retirarlos en ningún caso.



3. Si utilizando las técnicas anteriores, persistiera la hemorragia eleve el miembro afectado por encima del corazón (si es posible esta maniobra).

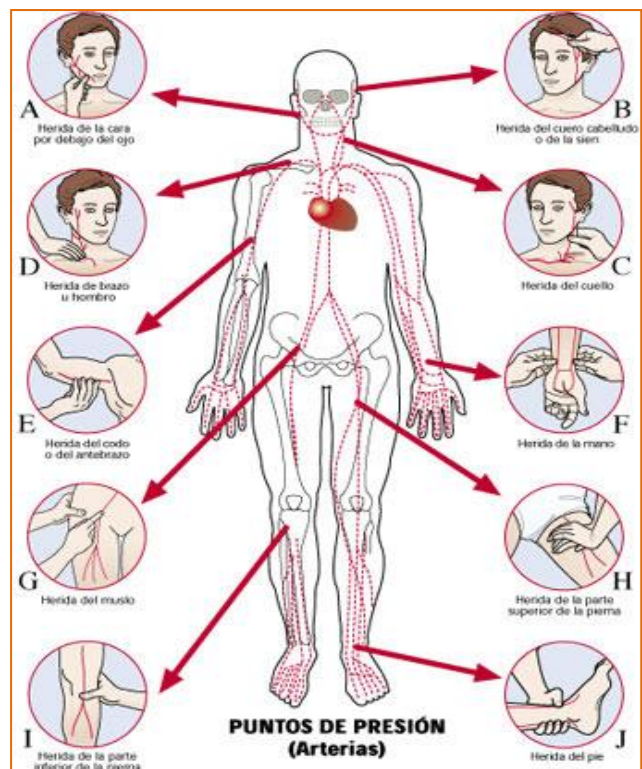


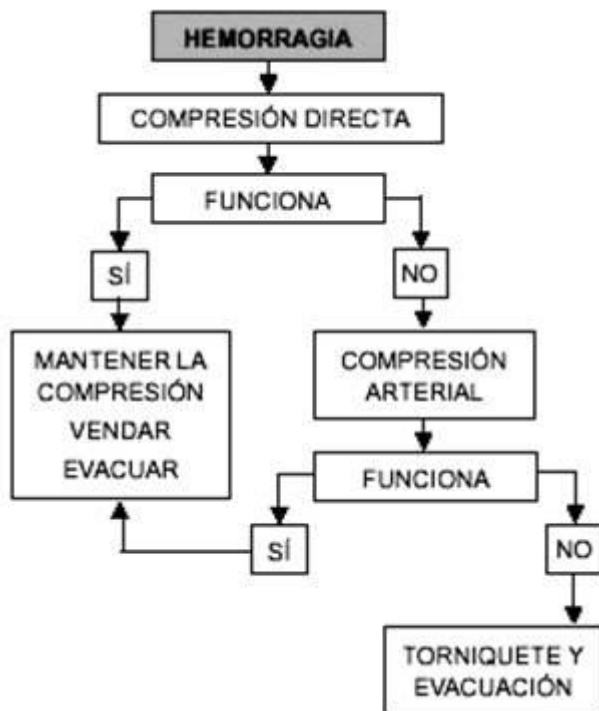
4. En caso de que no se hubiera sido cohibida la misma, presione la arteria principal correspondiente al miembro afectado.



5. Como ÚLTIMA MANIOBRA en caso de persistir la hemorragia, y no contar con los servicios de emergencia en tiempo válido, se aplicará un torniquete con las precauciones y las técnicas correspondientes.
 - o Utilice como compresor un manguito de compresión no menor del equivalente a un manguito de esfingo (toma de tensión), y comprima hasta que haya cohibido la hemorragia. Deje una anotación de la hora a la que se puso el torniquete y mantenga la compresión constante.

Como alternativas se podría utilizar la inmovilización del miembro con férulas (en caso de fracturas), mediante entablillados alternativos por ejemplo: revistas, tira de maderas, palos, etc.





LO QUE NO SE DEBE DE HACER

Como norma general, ningún socorrista ni primer respondiente deberá:

- Mover a un herido sin evaluar las lesiones:
 - Rápida valoración de la víctima.
 - Solamente se moverá en caso de que sea estrictamente necesario, teniendo en cuenta que la zona donde se evacúe a la víctima será zona segura.
- Tocar y hurgar las heridas.
- Despegar restos de ropa pegada en pacientes que hayan sufrido quemaduras.

- Reventar ampollas o flictemas.
- Dar alimentos o líquidos:
 - Se podrá recomendar, en caso de que el paciente sea diabético, que tome azúcar.
- Poner almohadas, ni levantar la cabeza o incorporar a personas que hayan sufrido algún tipo de desvanecimiento.
- Tocar la parte de los apósitos que tengan que quedar en contacto con las heridas o lesiones.
- Tocar a un electrocutado.
- Aplicar vendajes excesivamente apretados.
- No se aplicará ningún tipo de tratamiento, toda víctima debe ser valorada por el servicio médico, que será quien instaure el tratamiento definitivo.

LO QUE SE DEBE HACER

El primer respondiente o socorrista deberá:

- Identificarse, teniendo en cuenta su aptitud será la de confianza y autodominio de la situación.
- Examinar funciones vitales, con control de:
 - respiración y respuesta.
 - pulso.
 - hemorragias.
- Si necesita ayuda:
 - Solicite ayuda al 112.
 - Despeje zona alrededor de la víctima. Aleje a los curiosos.
- Examen de la víctima.



EMERGENCIA:

PARADA RESPIRATORIA Y PARADA CARDIO RESPIRATORIA.

Se deberá hacer una valoración de la escena, recopilando información sobre la víctima o paciente. Deberá contar con la información facilitada tanto por los familiares, testigos presenciales (pudiendo ser el mismo socorrista) y la propia víctima.

El examen deberá contar con la valoración de los Síntomas y Signos.

- **Síntomas:** aquello que el paciente experimenta.
- **Signos:** lo que el socorrista detecta mediante la observación y la inspección.



La valoración y exploración del paciente debe ser:

- Sistemática.
- Ordenada.
- Con reconocimiento del FUNCIONAMIENTO de los ÓRGANOS VITALES:
 - Corazón.
 - Pulmones.
 - Cerebro.

1. VALORACIÓN DEL ESTADO DE CONSCIENCIA

El socorrista deberá valorar el nivel de consciencia. Éste se valora mediante preguntas y estímulos dolorosos, debe ser rápido y exhaustivo, ya que una vez que se detecte que el paciente está inconsciente se deberá alertar al 112 e informar de que la víctima está inconsciente.

La verificación de consciencia se basará en un rápido examen sobre la respuesta:

- **A** – Nivel de alerta de la víctima a nuestra llegada.
- **V** – Respuesta a estímulos verbales.
- **D** – Respuesta a estímulos dolorosos.
- **N** – Sin respuesta. INCONSCIENTE.

A partir de este examen, y si la víctima está consciente se comprobará que esté orientado en tiempo, espacio, persona, mediante preguntas sencillas (ejemplo: cuál es su nombre, día de la semana, etc.).

2. VALORACIÓN DE LA RESPIRACIÓN

Esta evaluación deberá hacerla mediante observación y conjuntamente con la valoración del estado de consciencia.

La finalidad de esta evaluación conjunta, tiene como finalidad la rápida intervención sobre ella, apertura de la vía aérea y aviso precoz a los servicios de emergencia con la finalidad de la rápida resolución de la misma, antes de llegar a instaurarse el paro cardíaco.

El primer respondiente deberá evaluar que la respiración sea efectiva (vea la elevación el tórax de la víctima o pecho y que la misma no sea agónica), en caso de que no sea el caso, deberá iniciar maniobras de resucitación. Si tiene medios o dispositivos de barrera inicie ventilaciones de rescate, si no dispone de ellos (una vez activado el servicio de emergencia) inicie masaje cardíaco.

- La respiración normal de un paciente adulto es de 12 a 16 respiraciones por minuto.
- Se deberá tener en cuenta, que una vez abierta la vía aérea (maniobra frente-mentón en pacientes no traumáticos o tracción mandibular en pacientes con trauma) existirá la posibilidad de que se haya liberado la misma y el paciente recupere estímulos respiratorios al haber liberado la misma de la obstrucción por relajación de la lengua.



Se entiende por RESPIRACIÓN AGÓNICA aquella en la que la víctima jadea/boquea o toma aire muy rápido. Puede que la boca esté abierta y la mandíbula, cabeza o el cuello se muevan con respiraciones agónicas. Pueden parecer forzadas o débiles, y podría pasar un tiempo entre una y otra, ya que suelen darse con una frecuencia baja. Sonarán prácticamente como un resoplido, ronquido o gemido. El jadeo no es una respiración normal. Son un signo de paro cardíaco el alguien que no responde.

- ✚ Si la víctima NO RESPONDE, NO RESPIRA pero TIENE PULSO, administre 1 respiración cada 5 o 6 segundos.

3. VALORACIÓN DEL PULSO

El primer respondiente deberá, una vez realizado los dos pasos anteriores (con la activación precoz al 112 e información de la NO RESPUESTA NI RESPIRACIÓN, en este caso deberá solicitar la llegada de un DEA o Desfibrilador) la comprobación del pulso.

La toma del pulso será carotídea, ya que éste será el que la víctima pierda en último lugar a estar más cercano al corazón. Deberá tener en cuenta que una persona adulta tiene un pulso de entre 60 y 80 latidos por minuto.



Una vez haya comprobado el pulso y ante la ausencia de este INICIE MANIOBRAS DE RESUCITACIÓN CARDIO PULMONAR. Iniciando la siguiente secuencia:

✚ **COMPRIMA FUERTE Y RÁPIDO 30 VECES**, el punto de presión será la línea media entre el pecho.

- La compresión que debe ejercer será la suficiente para comprimir el pecho no menos de 5 centímetros.



✚ **SI TIENE MEDIOS DE BARRERA** o usted lo cree conveniente o se ve capacitado:

- **VENTILE 2 VECES** siendo las insuflaciones de 1 segundo cada una y de forma rápida.



Boca a Boca



Utilización Bolsa-Mascarilla



Boca a Mascarilla

Componente	Recomendaciones		
	Adultos	Niños	Lactantes
Reconocimiento	No responde (para todas las edades)		
	No respira o no lo hace con normalidad (es decir, sólo jadea/boquea)	No respira o sólo jadea/boquea	
	No se palpa pulso en 10 segundos para todas las edades (sólo PS)		
Secuencia de RCP	C-A-B		
Frecuencia de compresión	Al menos 100/min		
Profundidad de las compresiones	Al menos 2 pulgadas, 5 cm	Al menos $\frac{1}{2}$ del diámetro anteroposterior Al menos 2 pulgadas, 5 cm	Al menos $\frac{1}{4}$ del diámetro anteroposterior Al menos 1½ pulgadas, 4 cm
Expansión de la pared torácica	Dejar que se expanda totalmente entre una compresión y otra Los reanimadores deben tumarse en la aplicación de las compresiones cada 2 minutos		
Interrupción de las compresiones	Reducir al mínimo las interrupciones de las compresiones torácicas Intentar que las interrupciones duren menos de 10 segundos		
Vía aérea	Inclinación de la cabeza y elevación del mentón (si el PS sospecha de traumatismos: tracción mandibular)		
Relación compresión-ventilación (hasta que se coloque un dispositivo avanzado para la vía aérea)	30:2 1 ó 2 reanimadores	30:2 Un solo reanimador 15:2 2 reanimadores PS	
Ventilaciones: cuando el reanimador no tiene entrenamiento o cuando lo tiene, pero no es experto	Únicamente compresiones		
Ventilaciones con dispositivo avanzado para la vía aérea (PS)	1 ventilación cada 6-8 segundos (8-10 ventilaciones/min) De forma asincrónica con las compresiones torácicas Aproximadamente 1 segundo por ventilación Elevación torácica visible		
Secuencia de desfibrilación	Conectar y utilizar el DEA en cuanto esté disponible. Minimizar la interrupción de las compresiones torácicas antes y después de la descarga, reanudar la RCP comenzando con compresiones inmediatamente después de cada descarga.		

Observaciones a tener en cuenta si usted es reanimador lego: la comprobación de la respuesta y la respiración deberá hacerse en no más de 10 segundos, alertando al 112 de la ausencia de ambas. Si conoce las técnicas de toma de pulso, compruebe también entre 5 y 10 segundos, iniciando maniobras de resucitación. Si tiene un DEA y los conocimientos necesarios, conéctelo y siga las pautas que le indique el mismo.

Figura 1

Cadena de supervivencia de la ACE de la AHA para adultos

Los eslabones de la nueva cadena de supervivencia de la ACE de la AHA para adultos son los siguientes:

1. **Reconocimiento** inmediato del paro cardíaco y **activación** del sistema de respuesta de emergencias
2. **RCP** precoz con énfasis en las compresiones torácicas
3. **Desfibrilación** rápida
4. **Soporte vital avanzado** efectivo
5. **Cuidados** integrados **posparo cardíaco**



Como pauta a seguir y en toda activación de un SEM (Servicio de Emergencias Médicas), deberá tener conocimiento de la **CADENA DE SUPERVIVENCIA**. El seguimiento de la misma, facilitará la rápida recuperación de la víctima. Teniendo en cuenta que los índices de supervivencia ante una PCR:

- 4 minutos iniciadas maniobras de Soporte Vital Básico.
- Entre 4 y 8 minutos con maniobras de Soporte Vital Avanzado.

Por lo que de ello se deduce, que es primordial el tratamiento sobre la misma y la alerta precoz al 112 de dicha situación.

MOVILIZACIÓN DE LA VÍCTIMA

Bajo ningún concepto se deberá trasladar a una víctima sin haber realizado una valoración del mismo, sobre todo en caso de inconscientes y lesionados. Estos deberán ser trasladados con los medios adecuados.

Una vez valorado, y ante la posibilidad de que presente algún cuadro traumático, deberemos activar a los servicios de emergencia y esperar a su llegada. Seguiremos reevaluando sus constantes, en caso de agravamiento (sudor frío, aletargamiento en sus respuestas, amoratamiento de los labios, respiración agitada, etc.) y ante la posibilidad de que entre en shock se alertará de la nueva situación al 112 y se seguirán sus instrucciones.



El shock es una condición severa que ocurre cuando no hay suficiente flujo de sangre en el cuerpo, provocando muy baja presión sanguínea, falta de orina y daño en células y tejidos

Como norma general, cualquier víctima que necesite ser trasladada, ante una urgencia y emergencia, deberá ser trasladada en ambulancia y totalmente estable. Evitando utilizarse los vehículos normales, sólo en caso de estricta necesidad y ante una urgencia menor (por ejemplo: no deberá ser trasladado en este medio un paciente traumático o que presente fracturas graves).

HERIDAS

En caso de que la herida lleve aparejada una hemorragia, deberá actuar sobre ésta.

- Si es posible limpie la herida con suero fisiológico o agua y jabón neutro y ejerza presión directa sobre la hemorragia.
- Si es una herida de poca importancia lave la misma con chorro abundante de suero fisiológico y agua y jabón neutro (si tiene), posteriormente deberá cubrirla con apósitos limpios.
- En cualquier caso, deberá enviar a la víctima a que sea valorada por un servicio médico, para el control de la misma.
- Nunca se deberán extraer los objetos enclavados, éstos deberán ser sujetos con el fin de inmovilizarlos y se evacuará a la víctima con los medios adecuados.
- No se utilizará ni alcohol ni agua oxigenada para su limpieza. Únicamente utilizaremos suero fisiológico o agua y jabón neutro (si tenemos) y si no sólo agua potable.
- Bajo ningún concepto utilizaremos ni aplicaremos antisépticos, ya que cómo norma general, cualquier intervención de un socorrista debe ser valorada por un médico.



QUEMADURAS

Ante cualquier víctima que esté ardiendo, el primer respondiente actuará con energía, se deberá evitar que corra, si es posible apagaremos las llamas con una manta o similar, o le haremos rodar por el suelo.

En caso de ser una quemadura pequeña o que pueda ser tratada “in situ”:

- Sumergiremos el miembro afectado en agua, durante 20-30 minutos.
- Traslado para valoración médica.

Y en caso de ser un gran quemado o una quemadura que por profundidad y extensión requiera atención:

- AVISE A LOS SISTEMAS DE EMERGENCIA,
- TRASLADO A CENTRO ÚTIL (a ser posible por servicio de emergencia).



Nunca despegue restos de ropa que estén pegados a la piel de la víctima. En caso, de que al enfriar salgan los restos, retírelos.

Si es posible, quite joyas o elementos metálicos que puedan seguir dando calor a la misma.

Siempre, que tenga que trasladar a una víctima quemada (1er. Grado o 2do. Grado pequeñas), deberá mantener el miembro afectado húmedo y vendar toda la superficie, deberá evitar que el vendaje se seque.

- Si hubiera que vendar dedos, deberán ser aislados mediante gasas estériles y húmedas de forma independiente y después protegida toda la superficie, de nuevo, con más apósitos o vendajes triangulares o similares humedecidos.

Bajo ningún concepto, reviente o explote las ampollas o flictemas. Evite cualquier infección de la misma. No haga ningún tratamiento local con pomadas, aceite, etc.

Recuerde: cualquier quemadura debe ser valorada por un médico.

Si dispone de WATER-JEL® y para conseguir una termorregulación de temperatura utilícelo (en quemaduras de 1er. y 2do. Grado, como alternativa al enfriamiento con agua o suero fisiológico y como primera medida hasta su traslado. En víctimas con quemaduras de 3er. grado, enfríe hasta la llegada de los servicios de emergencia).



LESIONES OCULARES

En caso de que la lesión haya sido por proyección de ácidos, sósas u otros líquidos agresivos, lavar de forma abundante los ojos con agua corriente.

En caso de objetos enclavados o cortes, no manipule ni extraiga el mismo.

- Cubra con gasas y proteja ambos ojos.
- Remita o traslada a la víctima a un Centro Especializado.



INTOXICACIÓN POR GAS O ASFIXIA POR FALTA DE AIRE

Los humos procedentes de combustiones deficientes y del gas manufacturado producen Monóxido de Carbono, tóxico para el organismo. El resto de gases habituales que se utilizan como G.L.P. y el Gas Natural, no son tóxicos, pero llegan a producir asfixia por desplazamiento del oxígeno y falta del mismo.

Cualquier interviniente en este caso deberá actuar de la siguiente forma:

- Si debe entrar a socorrer a una víctima (intoxicado o asfixiado) abra todas las entradas de aire posible. Es decir, VENTILE.
- Evacue a la víctima a un lugar seguro, sin peligro y ventilado. Se deberán aplicar las medidas necesarias para su resucitación (RESPIRACIÓN ARTIFICIAL Y MASAJE CARDÍACO), en caso de ser necesario hasta la llegada del servicio médico.
 - Si la víctima está intoxicada por un gas manufacturado o por monóxido de carbono, se valorará el traslado a un centro hospitalario que disponga de cámara hiperbárica.
 - Informe al 112 de la intoxicación, el tiempo de contacto con el gas y si es posible del tiempo en contacto con el mismo. En la actualidad, los servicios de emergencia cuentan con antídotos para dichas intoxicaciones.
 - Si la víctima, requiere un traslado mayor de 45 minutos, valore trasladarle a un hospital más cercano, desde el que posteriormente se hará un traslado útil.

Bajo ningún concepto encienda luces, interruptores o enchufes, si persiste la atmósfera con gas.

Nunca pare la RCP hasta que la víctima sea atendida por un Soporte Vital Básico y se haga cargo de la situación hasta la llegada del Soporte Vital Avanzado.

FRACTURAS

Como general, cualquier contusión que presente hinchazón, dolor y dificultades en la movilización, se deberá considerar como una fractura.

A ser posible, no la movilice sin los medios adecuados.

- Avise al servicio de urgencias.
- Valore constantes vitales y agravamiento de la víctima. Posibilidad de Shock.
- Siga reevaluando y ante cualquier cambio, vuelve a avisar e informe de la nueva situación.



En caso necesario, ante la posibilidad de una fractura menor, inmovilice mediante entablillado, varillas, etc., almohadillas



con gasas y algodón y sujetas con esparadrapo o vendajes no muy apretados.

Nunca traccione el miembro afectado o coloque en su posición normal, esta maniobra deberá hacerse en la presencia de un facultativo y valorando la posibilidad de lesiones añadidas o hemorragias internas.

La movilización del paciente, deberá realizarse (ante la situación de posible paciente politraumatizado) en bloque y a ser posible con los medios adecuados.

ACCIDENTE ELÉCTRICO

Como primera actuación el socorrista o primer respondiente deberá asegurarse que la energía eléctrica ha sido cortada, es decir, si no está desconectada la misma deberá cortar la corriente antes de poder realizar cualquier actuación sobre el mismo.



Observar las medidas necesarias, en caso de cortar la energía, para asegurar a la víctima y su entorno (posibilidad de caídas o lesiones que puedan producirse por las mismas).

En caso de no poder actuar sobre el corte de corriente, utilice medios adecuados para la protección (pértigas aislantes, guantes dieléctricos, etc.).



Si la víctima ha entrado en P.C.R., ACTÚE.

- Inicie Reanimación Cardio Pulmonar.
- Nunca finalice hasta que no hayan llegado los Servicios de Emergencia:
 - SVB.
 - SVA.



Todas las maniobras, dentro de las posibilidades del momento, deben realizarse con protección para el interviniente, es decir, con guantes y gafas de seguridad (si es posible), en caso de RCP si no existe protección no se realizará Boca-Boca.



OFICINAS CENTRALES
Comandante Ázcarraga nº 5
28016 Madrid
Tel. (91) 453 82 00
Fax (91) 453 82 22

www.alentis.com