

M3

USO DE RECURSOS OPERATIVOS



// 1665

**EQUIPOS DE
PROTECCIÓN
RESPIRATORIA**



// 1715

**MEDIOS DE
EXTINCIÓN**



// 1785

**BOMBAS E HIDRÁULICA
BÁSICA**



// 1839

**VEHÍCULOS SPEIS.
CONDUCCIÓN SEGURA**



// 1959

**EQUIPOS DE
SALVAMENTO. MANUAL
DE BÚSQUEDA Y
RESCATE EN INCENDIOS
ESTRUCTURALES**



// 1987

COMUNICACIONES

Tema 13

Equipos de protección **respiratoria**



Índice de contenidos

- 1. FISIOLÓGIA DE LA RESPIRACIÓN**
 - 1.1. COMPONENTES DEL APARATO RESPIRATORIO**
 - 1.2. PROCESO FISIOLÓGICO DE LA RESPIRACIÓN**
 - 1.2.1. TRATAMIENTO DEL AIRE: FILTRADO, CALENTAMIENTO Y HUMIDIFICACIÓN**
 - 1.2.2. VENTILACIÓN PULMONAR**
 - 1.2.3. DIFUSIÓN DE LOS GASES**
 - 1.2.4. TRANSPORTE DE OXÍGENO Y ANHÍDRIDO CARBÓNICO POR EL SISTEMA CIRCULATORIO**
 - 1.3. LA RESPIRACIÓN Y EL BOMBERO**

- 2. TOXICIDAD EN INCENDIOS Y RIESGOS RESPIRATORIOS**
 - 2.1. AIRE CALIENTE**
 - 2.2. INSUFICIENCIA DE OXÍGENO**
 - 2.3. CONTAMINANTES EN EL AIRE**
 - 2.3.1. AEROSOLES**
 - 2.3.2. GASES TÓXICOS FRECUENTES EN INCENDIOS**
 - 2.3.2.1. ANHÍDRIDO CARBÓNICO**
 - 2.3.2.2. MONÓXIDO DE CARBONO**
 - 2.3.2.3. OTROS GASES DERIVADOS DE INCENDIOS**
 - 2.3.3. GASES TÓXICOS FRECUENTES DE USO INDUSTRIAL**
 - 2.3.3.1. AMONÍACO (NH₃)**
 - 2.3.3.2. CLORO (CL₂)**
 - 2.3.3.3. DÍOXIDO DE AZUFRE (SO₂)**

- 3. CLASIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN RESPIRATORIA**
 - 3.1. EQUIPOS DEPENDIENTES DE LA ATMÓSFERA**
 - 3.1.1. FILTROS CONTRA PARTÍCULAS Y AEROSOLES**
 - 3.1.2. FILTROS CONTRA VAPORES Y GASES**
 - 3.1.3. FILTROS COMBINADOS**
 - 3.2. EQUIPOS INDEPENDIENTES DE LA ATMÓSFERA**
 - 3.2.1. EQUIPOS SEMIAUTÓNOMOS**
 - 3.2.2. EQUIPOS AUTÓNOMOS**
 - 3.2.2.1. EQUIPOS DE CIRCUITO CERRADO**
 - 3.2.2.2. DE CIRCUITO ABIERTO. - ERA**

- 4. EQUIPO DE RESPIRACIÓN AUTÓNOMA (ERA)**
 - 4.1. BOTELLA Y GRIFERÍA**
 - 4.1.1. BOTELLA**
 - 4.1.2. GRIFERÍA**

- 4.1.3. MEDIDAS DE PREVENCIÓN PARA EL MANEJO DE BOTELLAS A ALTA PRESIÓN
 - 4.1.4. MANTENIMIENTO BÁSICO A NIVEL DE USUARIO
 - 4.2. CONJUNTO DE ESPALDERA
 - 4.2.1. MANORREDUCTOR
 - 4.2.2. SISTEMA INDICADOR DE PRESIÓN
 - 4.2.2.1. MANÓMETRO ANALÓGICO
 - 4.2.2.2. MÓDULO DE CONTROL DIGITAL
 - 4.2.3. ESPALDERA Y ATALAJES
 - 4.2.4. MANTENIMIENTO BÁSICO NIVEL USUARIO
 - 4.3. PULMOAUTOMÁTICO
 - 4.3.1. FUNCIONAMIENTO
 - 4.3.2. MANTENIMIENTO BÁSICO NIVEL USUARIO
 - 4.4. MÁSCARA
 - 4.4.1. FUNCIONAMIENTO
 - 4.4.2. MANTENIMIENTO BÁSICO NIVEL USUARIO
 - 4.5. CÁLCULOS DE CONSUMO DE AIRE Y AUTONOMÍA DEL ERA
 - 4.6. EQUIPOS DE RESCATE
5. COMPRESORES. PRECAUCIONES EN LA CARGA DE BOTELLAS DE AIRE Y EN SU MANEJO
- 5.1. COMPRESORES
 - 5.2. PRECAUCIONES EN LA CARGA DE BOTELLAS DE AIRE Y EN SU MANEJO
 - 5.2.1. PRECAUCIONES GENERALES
 - 5.2.2. PRECAUCIONES DURANTE LA OPERACIÓN DE CARGA DE BOTELLAS
 - 5.2.3. PRECAUCIONES EN EL ALMACENAMIENTO DE BOTELLAS
 - 5.2.4. PRECAUCIONES EN EL TRANSPORTE DE BOTELLAS
6. TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS DE BUCEO EN HUMO
- 6.1. NORMAS BÁSICAS PARA EL EMPLEO DE ERA
 - 6.2. REQUISITOS NECESARIOS PARA EL EMPLEO DE ERA
 - 6.3. EQUIPAMIENTO DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL NECESARIO PARA REALIZAR OPERACIONES DE BUCEO EN HUMO
 - 6.4. TÁCTICA DE LA OPERACIÓN DE BUCEO EN HUMO
- 6.4.1. OBJETIVOS OPERATIVOS
- 6.4.1.1. SALVAMENTO DE VIDAS
 - 6.4.1.2. ELIMINACIÓN DE LA CAUSA DEL INCIDENTE
 - 6.4.1.3. CONTROL DEL SINIESTRO
- 6.4.2. DOTACIÓN PARA LA INTERVENCIÓN DE BUCEO EN HUMO
- 6.4.2.1. DOTACIÓN PARA LA INTERVENCIÓN DE BUCEO EN HUMO EN SITUACIONES DE RIESGO NORMAL
 - 6.4.2.2. DOTACIÓN PARA LA INTERVENCIÓN DE BUCEO EN HUMO EN SITUACIONES DE RIESGO AMPLIADO
- 6.4.3. ORGANIZACIÓN Y ACTUACIÓN EN EL ESCENARIO DEL SINIESTRO. BUCEO EN HUMO EN AMBIENTE DE RIESGO NORMAL
- 6.4.3.1. JEFE DE INTERVENCIÓN (JI).
 - 6.4.3.2. JEFE DE BUCEADORES EN HUMO (JBH)
 - 6.4.3.3. BUCEADORES EN HUMO (BBH)
- 6.4.4. ORGANIZACIÓN Y ACTUACIÓN EN EL ESCENARIO DEL SINIESTRO. BUCEO EN HUMO AMPLIADO
- 6.4.4.1. GRUPO DE PROTECCIÓN (GP)
 - 6.4.4.2. GRUPO DE RESERVA (GR)
 - 6.4.4.3. SUPERVISOR DE BUCEADORES EN HUMO (SBH)
 - 6.4.4.4. OTROS REFUERZOS
- 6.4.5. CONTROL DE BUCEADORES POR EL MANDO
- 6.4.6. MOVILIDAD EN INTERIOR CON VISIBILIDAD REDUCIDA
- 6.4.6.1. PAUTAS PARA LA PROPIA SEGURIDAD
 - 6.4.6.2. PAUTAS PARA LA ORIENTACIÓN EN UNA OPERACIÓN DE BUCEO EN HUMO PARA BÚSQUEDA DE VÍCTIMAS
 - 6.4.6.3. PAUTAS PARA LA ORIENTACIÓN EN UNA OPERACIÓN DE BUCEO EN HUMO PARA EXTINCIÓN DEL INCENDIO
7. BIBLIOGRAFÍA

1. FISIOLÓGÍA DE LA RESPIRACIÓN

1.1. COMPONENTES DEL APARATO RESPIRATORIO

El sistema respiratorio en los seres humanos es el encargado de suministrar a las células el oxígeno que necesitan para su supervivencia, así como de eliminarles el exceso de anhídrido carbónico. Este oxígeno es captado del aire que respiramos, donde su concentración normal está en el 21%.

La vía de entrada del oxígeno en el cuerpo humano se produce en la nariz por los orificios nasales, dando paso a las denominadas fosas nasales, dos cavidades óseas situadas sobre la cavidad bucal.

Al final de la fosa nasal se encuentra la faringe, conducto muscular que está comunicado también con la cavidad bucal, con el esófago, con la laringe y con el oído medio. El aire que sale de la fosa nasal por la faringe se encamina hacia la laringe, otro conducto musculo-cartilaginoso, donde se encuentran también las cuerdas bucales, y por el que desciende el aire hacia la tráquea.

La tráquea es otro conducto, en este caso, formado por anillos cartilaginosos, de unos 13 cm de largo y 2 cm de diámetro, que desciende por delante del esófago (conducto por el que circula la comida hacia el estómago). En su extremo final, la tráquea se divide en dos conductos que penetran en cada uno de los pulmones, son los bronquios, que, a su vez, siguen ramificándose en conductos cada vez más finos, los bronquiolos y los alveolos, formando el denominado árbol bronquial.

Los árboles bronquiales están contenidos en los pulmones, dos órganos grandes, de forma cónica, no exactamente simétricos, porque el derecho es un poco más grande. Por el mismo lugar de acceso de los bronquios a los pulmones entran en ellos arterias y venas, que se van subdividiendo también dentro de cada pulmón, hasta llegar a rodear a los alvéolos con una red de finos capilares. El aire que había llegado hasta los alvéolos se difunde entre dichos capilares.

Los pulmones están rodeados por una membrana doble (pleura) entre las que se encuentra un lubricante, el líquido pleural. Por fuera esta membrana, están protegidos por las costillas

1.2. PROCESO FISIOLÓGICO DE LA RESPIRACIÓN

La respiración es un proceso compuesto por varios sub-procesos:

1. Tratamiento del aire: filtrado, calentamiento y humidificación.
2. Ventilación pulmonar, consistente en la entrada, circulación y salida del aire de la atmósfera hasta los alvéolos pulmonares. Este proceso (y el precedente) se producen en los diferentes órganos del sistema respiratorio descritos en el apartado anterior.
3. Difusión de los gases (oxígeno y dióxido de carbono) entre los alvéolos y los capilares pulmonares. Son los elementos de conexión entre los sistemas respiratorio y circulatorio.
4. Transporte del oxígeno y dióxido de carbono por medio de la sangre hacia y desde las células. Este proceso ya se realiza en el sistema circulatorio.

1.2.1. TRATAMIENTO DEL AIRE: FILTRADO, CALENTAMIENTO Y HUMIDIFICACIÓN

En una situación de reposo, las personas realizamos aproximadamente 14 inspiraciones por minuto, incorporando medio litro de aire en cada una. La filtración de este aire se produce a lo largo de todo el tránsito del aire por las vías respiratorias, recubiertas interiormente de una sustancia mucosa que va reteniendo partículas mayores de 2 micras, antes de que lleguen a los alvéolos, y las va expulsando hacia el exterior. El calentamiento y la humidificación del aire son realizados por la mucosa de las vías aéreas, que calientan el aire en la inspiración y le aportan agua para humedecerlo.

1.2.2. VENTILACIÓN PULMONAR

El aire entra y sale de los pulmones como consecuencia de un gradiente de presiones, es decir, que circula de una zona de mayor presión a otra de menor presión, en un proceso continuo que se desarrolla en dos fases: inspiración (inhalación del aire) y espiración (exhalación).

Cuando inspiramos se produce un aumento del volumen intra-torácico, que hace que los alvéolos lleguen a una presión negativa y, como consecuencia de ello, se produzca el flujo de aire hacia ellos.

Los músculos que se han tensado provocando la inspiración y también pulmones y caja torácica son elásticos y, tras su tensión en la inspiración, se relajan recuperando su posición de equilibrio. Estamos en la fase de la espiración. Esta relajación provoca la disminución de su volumen y la compresión de los alvéolos, que ahora expulsan el aire al exterior, disminuyendo su volumen y comprimiendo los alvéolos. De manera que al hacerse positiva la presión en ellos el aire sale al exterior.

1.2.3. DIFUSIÓN DE LOS GASES

Las paredes de los alveolos, muy delgadas, tienen una red de pequeños capilares sanguíneos. La entrada del oxígeno a dichos capilares desde las cavidades internas de los alvéolos se produce por diferencia de presiones parciales para cada gas entre alvéolos y sangre. La presión parcial de O_2 en los alvéolos es de 100 mmHg y en los capilares arteriales que los rodean es de 95 mmHg. Una vez difundido el nuevo oxígeno en los capilares, inicia su recorrido hacia las células a través de la sangre.

El proceso inverso tiene el mismo fundamento físico. La presión parcial del CO_2 que llega por los capilares venosos es de 45 mmHg, mientras que en el alvéolo es de 40 mmHg, por lo que el alvéolo se llena de CO_2 , que será expulsado junto con N_2 y O_2 sobrantes durante la espiración.

1.2.4. TRANSPORTE DE OXÍGENO Y ANHÍDRIDO CARBÓNICO POR EL SISTEMA CIRCULATORIO

El oxígeno que ya ha entrado en el sistema circulatorio reacciona con la hemoglobina, componente de la sangre con átomos de hierro en forma de ión ferroso, que fijan, de manera reversible, una molécula de O_2 cada uno. Así, el 97% del oxígeno que entra en el flujo sanguíneo se incorpora a la oxihemoglobina y el 3% restante se transporta como O_2 libre disuelto en el plasma sanguíneo.

Este oxígeno transportado por los glóbulos rojos de la sangre, llega a todas las células del cuerpo, a las que se cede para todos sus procesos metabólicos esenciales.

Pero estos procesos celulares de biosíntesis consumen O_2 y producen CO_2 . El anhídrido carbónico generado retorna hasta los alvéolos por la red venosa, como un componente más de la sangre, aunque de tres formas diferentes: 65% como ión bicarbonato, 25% unido a la hemoglobina como carbaminohemoglobina (también llamada carbohemoglobina) y el 10% libre disuelto en el plasma.

1.3. LA RESPIRACIÓN Y EL BOMBERO

El bombero debe desempeñar un trabajo físico exigente durante su intervención en emergencias. Con un trabajo duro, los músculos del cuerpo necesitan 100 veces más oxígeno que en reposo y el corazón tiene que trabajar de 8 a 10 veces más fuerte.

Los cambios que el esfuerzo físico produce sobre el organismo son:

- Incremento del pulso.
- Bombeo de más caudal de sangre en cada impulso del corazón.
- Respiración más rápida.
- Transpiración.
- Incremento de la temperatura corporal.
- Incremento de la presión sanguínea.
- Más sangre en los músculos.
- Mayor absorción pulmonar.

El incremento de la temperatura ambiental que se produce en el entorno del fuego afecta al organismo humano, a lo que hay que añadir la necesidad de utilizar un vestuario de protección que es impermeable. En intervenciones usuales frente a incendios, la temperatura corporal del bombero puede tener un incremento de 2,5°C a los 15 minutos de trabajo.

Otro factor importante es la humedad, tanto la atmosférica como la producida por el empleo de grandes volúmenes de agua de extinción, porque el principal modo de mantenerse fresco el cuerpo es transpirando. Es importante por tanto la evaporación del sudor producido, que puede llegar a ser de 1,2 kg en la primera media hora de trabajo.

En ese ambiente de temperatura alta y elevada humedad, aparece el bombero con su equipo de protección respiratoria, que le supone una carga de trabajo adicional, por un doble motivo: primero por la resistencia que los elementos del propio equipo de protección ofrecen al paso del aire y que debe ser vencida con un mayor esfuerzo pulmonar, y en segundo lugar por el peso del propio equipo de respiración, siendo la tendencia a su reducción con el empleo progresivo de botellas de aire de materiales más ligeros y con diseños ergonómicos de los arneses.

Durante el proceso fisiológico de la respiración, no llegan a vaciarse completamente los pulmones, sino que queda una cantidad de aire en el llamado espacio muerto. En este proceso puede darse el siguiente círculo vicioso:

1. Al incrementarse el espacio muerto y la carga de trabajo se provoca más CO_2 en la sangre.
2. Más CO_2 en la sangre provoca respiración más rápida.
3. Respirar más rápido provoca una respiración más superficial.
4. Respirar más rápido y superficialmente provoca más CO_2 .
5. Más CO_2 provoca estrés psicológico.
6. Estrés psicológico provoca respiración más rápida.

Este círculo vicioso puede romperse mediante una respiración consciente más profunda y reposada. Los bomberos poco expertos en el uso de equipos de protección pueden pensar que es mejor economizar aire, realizando inhalaciones cortas, cuando realmente están en riesgo de entrar en el círculo vicioso; siempre será mejor efectuar inspiraciones profundas.

A medida que realizamos un esfuerzo físico, nuestro cuerpo va necesitando más aire. Cuando más aire necesitamos, más rápido llega éste hasta los pulmones.

Con relación al aire necesario, en reposo los humanos precisamos de 5 a 8 litros de aire cada minuto. Un paseo suave puede llegar a demandarnos de 10 a 25 litros/minuto. El trabajo pesado puede llevarnos a 100 l/min. Esta cantidad mide el volumen de aire que necesitamos, pero no la velocidad a la que lo inhalamos, que puede calcularse considerando que, en el proceso fisiológico de la respiración, 1/3 del tiempo se emplea en la inspiración y 2/3 en la expiración, es decir, que los 100 l/min necesarios deben entrar en las vías respiratorias sólo en un tiempo de 20 segundos, lo que da una velocidad de entrada de 300 l/min. Este es un parámetro de diseño de los componentes de los equipos de respiración.

Finalmente, otro factor que afecta al proceso de la respiración cuando utilizamos equipos de protección es el habla, pues rompe el patrón del proceso con repentinas demandas de aire extra. Por eso es importante que el equipo de protección que se elija ofrezca una buena transmisión de la voz.

2. TOXICIDAD EN INCENDIOS Y RIESGOS RESPIRATORIOS

El punto anterior ha mostrado la importancia vital que tiene el oxígeno para el mantenimiento de los procesos celulares que sostienen la vida misma. Por otra parte, se han expuesto los productos resultantes de las combustiones y cómo afectan a la seguridad de las personas, especialmente gases y humos. El oxígeno es un elemento esencial para la vida, pero es esencial también que esté disponible en unas condiciones normales determinadas, ni en exceso ni en defecto y sin acompañar de otros gases perjudiciales por su toxicidad. En este punto se va a exponer el efecto sobre el organismo humano de las alteraciones posibles en dichas condiciones normales.

2.1. AIRE CALIENTE

El calor conlleva un riesgo físico para el organismo humano si la energía calorífica incidente sobre el cuerpo supera la capacidad de defensa del mismo. Respirar aire caliente puede provocar desde lesiones leves

hasta incluso la muerte. Las consecuencias de la exposición a aire caliente se incrementan con la humedad; si el aire además de caliente es húmedo, favorecerá la transmisión de calor al cuerpo, que tendrá más dificultades para afrontar la energía calorífica que recibe.

La máxima temperatura soportable para exposiciones prolongadas sin equipos de protección es de 64°C, aunque a bastante menor temperatura las condiciones ya pueden ser muy comprometidas. Con exposiciones muy breves, podría llegarse hasta 149°C sin protección, aunque sólo con aire completamente seco.

El trabajo del bombero con las intervenciones para el control de incendios provoca frecuentemente exposiciones a calor húmedo. Calor húmedo y vapor de agua producido en la extinción pueden perturbar el sistema respiratorio, creando quemaduras en las vías respiratorias, descenso de la presión sanguínea y un fallo respiratorio.

2.2. INSUFICIENCIA DE OXÍGENO

La concentración normal de O₂ en el aire es del 21%. Con esa concentración se producen todos los procesos vitales basados en el oxígeno. Las alteraciones de esta concentración son peligrosas.

Conforme evolucionan los incendios de interior sin aporte de oxígeno, se va consumiendo el porcentaje inicialmente presente en el recinto incendiado. Al llegar al 16% aproximadamente, el incendio se auto-extinguirá, pues esa concentración ya puede ser insuficiente para mantener la combustión. Pero con ese porcentaje de O₂ la respiración de los humanos también tendrá dificultades.

También pueden provocarse atmósferas sub-oxigenadas por motivos diferentes al incendio, como procesos de fermentación o de corrosión en recintos cerrados, trabajos de oxicorte y soldadura, etc.

El trabajo en concentraciones bajas de oxígeno es muy peligroso, aunque no haya presencia simultánea de otros gases tóxicos.

Hasta que la concentración de O₂ no baje al 16% es posible que no se perciban síntomas perjudiciales. Al bajar de ese valor se irán incrementando respiración y latidos cardíacos, apareciendo problemas de atención y coordinación. Con concentraciones entre 14 y 10% la coordinación muscular será muy difícil, sobreviene una fatiga rápida y la respiración se vuelve intermitente. Con menos de 10% aparecerán náuseas, vómitos e inconsciencia que puede llevar a la muerte. Con menos del 6% dificultad para respirar, convulsiones y muerte en pocos minutos.

Para bomberos, no es recomendable trabajar sin ERA (equipo respiración autónoma) en concentraciones inferiores a 19,5% de O₂.

2.3. CONTAMINANTES EN EL AIRE

La presencia de contaminantes tóxicos en zonas ocupadas por personas supone un riesgo adicional al ya visto antes con el aire caliente o la deficiencia de oxígeno. En este grupo de contaminantes pueden incluirse tanto partículas volátiles (sólidas y líquidas), vapores, gases o combinaciones de varios de ellos.

Este apartado se estructura estudiando primero los aerosoles, luego los gases tóxicos frecuentes en incendios y después el riesgo de otros gases frecuentes de uso industrial.

2.3.1. AEROSOLES

Son pequeñas gotas de líquidos o partículas sólidas que, por su pequeño peso, se dispersan en el aire y pueden quedar suspendidas en él por un cierto tiempo. Al respirarlas, aunque se ha visto que el sistema respiratorio está preparado para expulsar las partículas que se introducen por los orificios nasales, las menores de 2 micras pueden pasar hasta el interior de los pulmones, provocando diversos tipos de problemas (obstrucciones, bronquitis, laringitis, etc).

El humo de incendio de muchos combustibles genera aerosoles, que quedan mezclados con los gases de la combustión, reforzando de ese modo su efecto perjudicial para el sistema respiratorio.

2.3.2. GASES TÓXICOS FRECUENTES EN INCENDIOS

2.3.2.1. ANHÍDRIDO CARBÓNICO

En sentido estricto no se le debe llamar gas tóxico, puesto que no lo es. Se trata de un gas asfixiante, cuya presencia en un determinado espacio puede provocar el desplazamiento del oxígeno del aire. Su riesgo viene motivado porque su densidad es aproximadamente 1,5 veces la del aire, con lo cual, allá donde haya CO₂ libre, su mayor peso habrá provocado el desplazamiento de O₂ de las cotas más bajas.

Es un gas resultante de las combustiones de la mayoría de materiales combustibles (todos los que contengan C), que se desprenderá cuando el aporte de O₂ al incendio sea bueno, es decir, en incendios al aire libre o en la primera fase del incendio estructural.

CO₂ también es un gas empleado como agente extintor, con uso en extintores portátiles y en sistemas automáticos fijos para la protección de recintos cerrados grandes. En el uso de extintores de CO₂ habrá que tener precaución cuando se utilicen en recintos cerrados pequeños, por la reducción de la concentración de O₂ que provocará. En la descarga de sistemas fijos de CO₂ la precaución debe llegar a la prohibición de entrada en el recinto cerrado sin protección respiratoria, tras la descarga del sistema de extinción, pues la concentración de O₂ se habrá reducido a valores del 12% o menos.

2.3.2.2. MONÓXIDO DE CARBONO

Es un gas considerado como asfixiante químico, por su naturaleza intrínseca tóxica. Con un peso molecular de 28, su densidad es prácticamente igual a la del aire (0,967 exactamente). Carece de color, olor o sabor, lo que dificulta su detección y ha ocasionado bastantes muertes.

Además, el CO es un gas combustible (rango de inflamabilidad entre 12% y 74%).

Se produce en los incendios de materiales combustibles carbonados cuando hay déficit de oxígeno, con una combustión incompleta, es decir, en incendios estructurales aparecerá en las fases avanzadas del incendio.

Su valor TLV es 50 ppm y para una corta exposición TLV-STEL es de 400 ppm. Una exposición de 200 ppm a 800 ppm durante horas ya producirá dolores de cabeza, de 800 ppm a 1.600 ppm durante una hora o menos provocará sobreesfuerzo en el corazón, malestar y náuseas, mientras que de 1.600 ppm a 6.400 ppm en minutos ya puede ser mortal, exposiciones superiores a 12.800 ppm puede ser letal en muy pocos minutos. Se considera en algunos manuales que la exposición de 35.000 ppm puede ser mortal (3.500 ppm X 10 min. / 12.000 ppm X 3 min.)

Su efecto tóxico viene derivado de su afinidad para fijarse a la hemoglobina de la sangre, una vez que se ha incorporado en los alvéolos pulmonares al sistema circulatorio; impide en esa situación que la hemoglobina reciba el oxígeno necesario.

2.3.2.3. OTROS GASES DERIVADOS DE INCENDIOS

Si bien CO_2 y CO son los dos gases más frecuentes en incendios, no son los únicos. Dependiendo de la composición química particular de los materiales combustibles, pueden aparecer otros gases, siempre tóxicos, como los siguientes:

Ácido cianhídrico (CHN)

Con densidad 0,7 se desplazará hacia las zonas más altas del recinto. Se produce en la combustión de productos textiles, fabricados a base de seda o lanas, aparte de emplearse en muchos procesos industriales. En incendios de textiles pueden alcanzarse concentraciones de este gas de hasta un 7%, cuando una concentración de solo 300 ppm ya puede ser mortal en pocos minutos.

Vapores nitrosos (N_2O)

Su densidad de 1,5 provocará su acumulación en las zonas bajas. Producido en la combustión de algodón, plásticos, celulosas, etc., en fermentaciones de productos agrícolas y utilizado en múltiples procesos industriales. Inhalado en periodos cortos provoca excitación nerviosa, que se manifiesta en deseos de reír. A partir de 50 ppm puede producir una reducción de destrezas, conocimiento y habilidades motoras. Pero, si interactúa con otros óxidos de nitrógeno, produce gases de color anaranjado más tóxicos.

2.3.3. GASES TÓXICOS FRECUENTES DE USO INDUSTRIAL

Los procesos productivos industriales emplean otros muchos gases que son tóxicos y obligan, por tanto, al empleo de equipos de protección para intervenir frente a emergencias en que se vean involucrados. Se relacionan seguidamente los más frecuentes.

2.3.3.1. AMONÍACO (NH_3)

Con densidad 0,6, se desplazará siempre hacia las zonas más altas. Aunque puede encontrarse en la combustión de algunos plásticos, el riesgo principal reside en su amplio uso industrial, como materia prima en múltiples procesos químicos, por ejemplo, para la fabricación de fertilizantes a base de nitrato amónico, como gas refrigerante, etc. La concentración límite para exposiciones de corta duración es de 50 ppm. Es inflamable (rango 15,4 a 33,6%) y con un fuerte olor, que ayuda a su detección.

2.3.3.2. CLORO (CL_2)

Gas más denso que el aire (2,5), con fuerte olor (umbral de olor 0,2 ppm) que ayuda en su detección. Empleado en múltiples aplicaciones industriales y en tratamiento de aguas. Concentraciones pequeñas provocan irritación ocular y de las vías respiratorias superiores, por lo que la concentración límite se establece en 0,5 ppm.

2.3.3.3. DIÓXIDO DE AZUFRE (SO₂)

También es un gas más denso que el aire (densidad 2,26), muy venenoso, incoloro y con olor irritante. Tiene un amplio uso industrial para la fabricación de otros productos químicos, como refrigerante, desinfectante, conservante, etc. Si es inhalado, rápidamente se transforma en ácido sulfúrico en la entrada del sistema respiratorio por efecto de la humedad de sus mucosas. A partir de 10 ppm es muy irritante para los ojos. El límite de exposición de corta duración está en 0,5 ppm.

3. CLASIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN RESPIRATORIA

De acuerdo con la norma UNE EN 133:2002 "Equipos de protección respiratoria. Clasificación", la primera clasificación que puede realizarse con los equipos de protección respiratoria atiende a su independencia o no de la atmósfera exterior en la que va a utilizarse. Aparecen así dos clases:

- Equipos dependientes de la atmósfera exterior. - El aire que va a respirar el usuario es el aire componente de la atmósfera en que se encuentra, por lo que el equipo de protección debe retener todos los agentes contaminantes que dicha atmósfera pueda tener. Estos equipos de protección respiratoria también reciben el nombre de filtrantes. Los equipos de esta clase llevan un adaptador facial y un filtro.
- Equipos independientes de la atmósfera exterior. - El aire que va a respirar el usuario no es el de la atmósfera exterior contaminada, sino una reserva de aire respirable embotellado. Estos equipos de protección respiratoria reciben el nombre de aislantes. Los equipos de esta clase constan de un adaptador facial y un sistema de suministro de aire respirable. En esta clase está el ERA.

3.1. EQUIPOS DEPENDIENTES DE LA ATMÓSFERA

Son equipos respiratorios dependientes del medio ambiente. Los filtros consisten en un elemento que se intercala entre el ambiente y las vías respiratorias, que retiene en gas o las partículas tóxicas cuya inhalación se quiere evitar.

El inconveniente más importante que presentan es que cada contaminante precisa su elemento filtrante específico, lo que obliga a mantener una amplia gama de filtros diferentes; esta cuestión invalida el empleo de estos equipos de protección por parte de los servicios de bomberos, recurriendo al versátil ERA, válido para cualquier tipo de contaminante por su funcionamiento independiente de la atmósfera contaminada.

Otro inconveniente importante para su empleo es que, en un incendio, pueden filtrar gases o partículas, pero sólo dejarán pasar la concentración de oxígeno presente en el ambiente, que, en el caso de incendios en interiores, puede ser insuficiente para mantener la respiración, aunque esté libre de elementos contaminantes. Por este motivo, el empleo de filtros debe limitarse a aquellos espacios en los que la concentración de oxígeno supere el 17%.

Por los servicios de bomberos se suelen utilizar estos equipos filtrantes para dos usos principalmente: la extinción de incendios de vegetación y las operaciones de rescate en accidentes de tráfico, especialmente cuando se utiliza la sierra de sable.

Estos equipos constan de un adaptador facial y un elemento filtrante. El adaptador facial es un dispositivo que se fija a la cara o cabeza del usuario y encamina el aire filtrado hacia las vías respiratorias del mismo. Estos adaptadores faciales pueden ser de los siguientes tipos:

Máscara completa



Mascarilla



Boquilla



Capuz de rescate



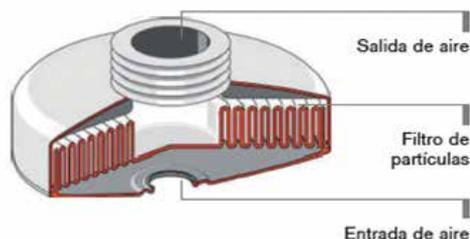
Como se observa en las fotografías, los cuatro tipos de adaptadores faciales difieren entre ellos en la facilidad de colocación, pero todos tienen el objetivo de permitir que el usuario pueda respirar aire limpio en un entorno donde la atmósfera está contaminada.

El adaptador facial se complementa con el elemento filtrante, que es el dispositivo que provoca la retención de los contaminantes, dejando pasar sólo el aire respirable. Estos elementos suelen ir roscados al adaptador.

Hay filtros desechables y otros reutilizables cambiando el elemento filtrante.

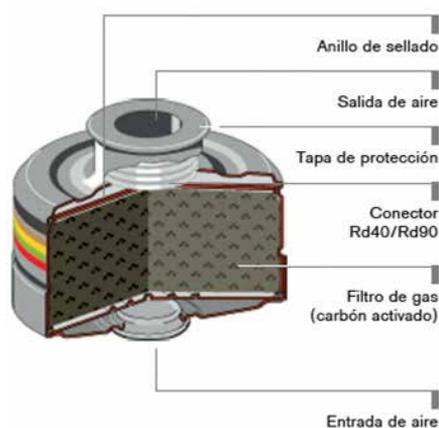
Las tres clases de elementos filtrantes se presentan seguidamente.

3.1.1. FILTROS CONTRA PARTÍCULAS Y AEROSOLES



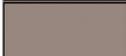
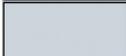
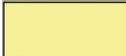
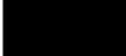
El elemento filtrante retiene las partículas sólidas y las gotas de aerosoles. Es por tanto un filtro de tipo mecánico, que se irá saturando progresivamente, ejerciendo cada vez mayor resistencia al paso del aire. Este tipo de filtros sólo son aceptables en lugares donde no esté comprometida la concentración de O_2 . Su código de color es blanco y se clasifican en 3 clases, de acuerdo con su nivel de protección: P1 (menor nivel de protección), P2 (medio) y P3 (mayor nivel de protección). Además, pueden ir codificados como P2S o P3S (sólo partículas sólidas) y como P2SL y P3S3 (partículas sólidas y aerosoles).

3.1.2. FILTROS CONTRA VAPORES Y GASES

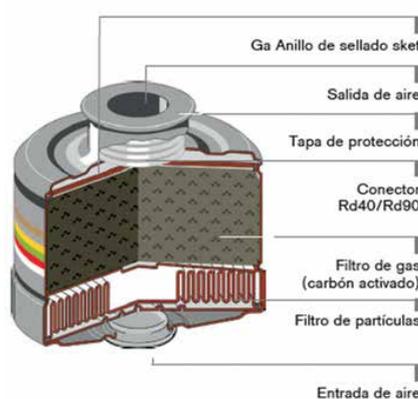


Esta clase de filtros funciona por un principio químico, haciendo reaccionar el contaminante que entra al filtro con el aire, con otras sustancias que componen el elemento filtrante. Hay tres principios químicos utilizados a tal fin: Adsorción (las moléculas del gas o vapor contaminantes quedan fijadas en la superficie de las partículas de carbón activo que componen el filtro), Absorción (las moléculas contaminantes reaccionan ahora químicamente y quedan retenidas en el carbón activado) y Oxidación (el filtro lleva un catalizador que provoca la oxidación de gases y vapores contaminantes). Hay una gran variedad de filtros

que utilizan estos principios químicos y como cada contaminante puede precisar un elemento filtrante diferente, se ha normalizado un código de colores que informa sobre la adecuación de un determinado filtro y un determinado contaminante. La norma que regula esta codificación es UNE-EN 14387:2004+A1:2008 "Equipos de protección respiratoria. Filtros contra gases y filtros combinados. Requisitos, ensayos, marcado". La siguiente tabla expone el código de colores:

CÓDIGOS DE COLORES PARA FILTROS		
Código de color	Tipo de filtro	Contaminantes presentes
	AX	Gases y vapores de compuestos orgánicos, con punto de ebullición ≤ 65°C
	A	Gases y vapores de compuestos orgánicos, con punto de ebullición > 65°C
	B	Gases y vapores inorgánicos, p.ej: cloro, ácido sulfhídrico, ácido cianhídrico
	E	Dióxido de azufre, ácido clorhídrico
	K	Amoníaco y compuestos derivados de amoníaco orgánico
	CO	Monóxido de carbono
	Hg	Vapor de mercurio
	NO	Gases nitrosos, incluyendo monóxido de nitrógeno
	Reactivo	Yodo radiactivo, incluyendo yoduro de metilo radiactivo
	P	Partículas

3.1.3. FILTROS COMBINADOS



Los filtros se clasifican también según el poder de filtración que tienen, que se mide en términos de capacidad para los filtros de gases y vapores, y de eficacia en el caso de los filtros de partículas, apareciendo

para cada uno de ellos tres clases: Bajo, Medio y Alto. Así, los filtros de partículas y aerosoles retienen el 80% como mínimo si son Clase 1, 94% si son Clase 2 y 99,95% si son Clase 3.

TIPO DE FILTRO			
Tipo de filtro	Clase de filtro	Protección contra	Concentración máxima permitida de sustancias tóxicas
Filtro de gas		Gases y vapores Capacidad:	50 veces el LEP con semi-máscaras / 2.000 veces el LEP con máscaras completas, pero como máximo:
	1	Bajo	0,1 Vol.-% (1.000 ppm)
	2	Medio	0,5 Vol.-% (5.000 ppm)
	3	Alto	1,0 Vol.-% (10.000 ppm)
Filtro de partículas		Partículas eficiencia (capacidad de separación):	
	1	Bajo	4 veces el LEP con semi-máscaras / 5 veces el LEP con máscaras completas
	2	Medio	12 veces el LEP con semi- máscaras / 16 veces el LEP con máscaras completas
	3	Alto	48 veces el LEP con semi- máscaras / 1.000 veces el LEP con máscaras completas
Filtro combinado		Gases, vapores y partículas	
	1-P2	Filtros combinados de gases y partículas	Niveles combinados
	2-P2		
	1-P3		
2-P3			

Valores y términos de cálculo del informe CEN 529. Hay que tener en cuenta las regulaciones nacionales y locales.

La tabla también indica la concentración límite de sustancia tóxica en la cual el filtro puede trabajar con garantías.

LEP es el valor límite de exposición profesional (antes denominado TLV).

3.2. EQUIPOS INDEPENDIENTES DE LA ATMÓSFERA

3.2.1. EQUIPOS SEMIAUTÓNOMOS

Su uso es poco frecuente para los servicios de bomberos en operaciones de extinción de incendios, aunque sí puede tener más aplicación en operaciones de riesgo químico, que pueden ser duraderas más allá de la autonomía del ERA convencional.



Constan de un suministro de aire en uno o dos botellones transportables sobre un carro o incluso en un compresor portátil, y un carrete con 20 o 30 metros de latiguillo que lleva el aire hasta el usuario, que puede estar trabajando a distancia.

En la conexión del latiguillo largo al usuario puede haber varias opciones.

- En trabajos que requieren protección respiratoria, pero que no se trata de extinción de incendios, el usuario normalmente irá equipado con una botella propia de 2 o 3 litros, pulmoautomático y máscara, pudiendo conectar o desconectar el suministro externo de aire a voluntad.
- En trabajos de extinción de incendios, el latiguillo procedente de este suministro no puede ir conectado al pulmoautomático, porque podría provocar tensiones que pusieran en riesgo la estanqueidad de la máscara. Por eso, el bombero debe llevar un cinturón específico de conexión a manguera respirable, tal como se indica observa en la imagen.



- En trabajos de riesgo químico los trajes estancos a gases llevan una válvula para la alimentación externa, a la cual se conecta el extremo del latiguillo de este equipo.

El funcionamiento del equipo es sencillo. Tras completar instalaciones y conexiones, se abre lenta, pero completamente una botella. Lleva un manorreductor y dos manómetros, el de alta indicará la presión de la botella (300 bars al principio) y el de baja indicará la presión a la que sale el aire hacia el latiguillo largo (6 a 10 bars).

Este equipo permite la conexión de dos usuarios como máximo.

3.2.2. EQUIPOS AUTÓNOMOS

3.2.2.1. EQUIPOS DE CIRCUITO CERRADO

Se trata de equipos de circuito cerrado, donde el aire que es exhalado por el usuario (pobre en oxígeno y con dióxido de carbono) es regenerado por un catalizador y vuelve a ser inspirado. De esta manera se consigue un equipo menos pesado que el ERA de circuito abierto, que tiene una autonomía de varias horas (3 o 4 horas en algunos modelos), pero que presenta el inconveniente de que el aire, conforme recircula, se va

secando y calentando, pudiendo llegar a 50°C; por este motivo es un equipo que requiere entrenamiento para que el bombero se habitúe a su uso.

Por la ventaja de su gran autonomía, se emplean en operaciones que requieran trabajo prolongado dentro de la zona de intervención, como en rescate minero y en emergencias en el interior de túneles.

Hay dos tipos de equipos respiratorios de larga duración: regeneradores y autogeneradores.

3.2.2.1.1. Equipos Regeneradores

Su circuito cerrado dispone de una botella de oxígeno de 1 o 2 litros, a 200 bars, con un manorreductor que la reduce a 4 bars, y un cartucho de 3 litros de cal sodada, cuya función es la retención del agua y del anhídrido carbónico exhalado en la respiración. El aire que proporciona al usuario tiene el porcentaje normal de oxígeno, pero el expirado por éste no, con lo que se le hace circular por un elemento absorbedor de CO₂ y luego se le adiciona O₂ para una nueva inspiración.



Equipo de larga duración de, del tipo regenerador



3.2.2.1.2 Equipos autogeneradores

Contienen un cartucho de peróxido de potasio (K_2O_2) por el cual se hace pasar el aire exhalado, reteniéndose el anhídrido carbónico y emitiendo oxígeno. Por cada kilogramo de K_2O_2 se generan 200 litros de O_2 , lo que permite una autonomía de unos 30 minutos. Su inconveniente principal es que la reacción es exotérmica y el aire recirculante se calienta mucho. Suele emplearse sólo en minería.

3.2.2.2. DE CIRCUITO ABIERTO. - ERA

Se trata de equipos de protección independientes del medio ambiente, donde el usuario porta su propia reserva de aire comprimido en una botella y el conjunto de elementos necesarios para poder respirarlo.

Es el equipo de protección respiratoria fundamental para el bombero, por la amplitud de situaciones con riesgo de las que protege, por la relativa sencillez de su uso y por la independencia que da al bombero de la atmósfera exterior.

Se desarrolla ampliamente en el siguiente apartado.

4. EQUIPO DE RESPIRACIÓN AUTÓNOMA (ERA)

La normativa sobre los ERA es muy amplia. Con carácter general está la "UNE-EN 137:2007 Equipos de protección respiratoria autónomos de circuito abierto de aire comprimido con máscara completa", que establece las características y ensayos exigibles a los ERA. usuales en los servicios de bomberos. Otras normas se refieren a características de máscaras (UNE-EN 136:1998 y UNE-EN 136/AC:2004), válvulas para botellas, etc.

La siguiente imagen muestra los componentes del ERA, cuyas características principales se desarrollan en los siguientes apartados de esta unidad didáctica.



4.1. BOTELLA Y GRIFERÍA

La botella es el elemento donde se almacena el aire que el bombero va a respirar mientras utilice el ERA. El requisito inicial que se le demanda a la botella es que almacene una gran cantidad de aire, de modo que la autonomía del ERA sea muy alta. Pero el aire es un gas que sólo puede almacenarse comprimido, por lo que, para almacenar más cantidad, hay que recurrir a presiones más altas. Aparece entonces la limitación de la resistencia de los materiales que conforman la botella; aunque ha habido una evolución hacia el empleo de materiales cada vez más ligeros, como se verá más adelante, el límite sigue estando en botellas con un volumen de 6 u 8 litros normalmente.

La única función de la botella es almacenar el aire. Se introduce en la misma durante la operación de carga. Va saliendo de la botella, hasta vaciarse, con el uso del ERA por el bombero. Entrada y salida de aire se producen a través del elemento denominado grifo (o grifería). Este elemento es el que garantiza la estanqueidad de la botella cuando está cerrado.



4.1.1. BOTELLA

Los cilindros antiguos eran de acero al cromo-níquel-molibdeno, mientras que hoy día se ha extendido el uso de botellas ligeras, fabricadas con un alma de aluminio de una pieza (sin soldaduras) envuelta en fibra de carbono y acabada con un recubrimiento de fibra de vidrio, para reforzarla, revestido exteriormente con resina, con lo cual la superficie tiene un acabado de más fácil duración y limpieza. También están en uso hoy día cilindros hechos en fibra de carbono y polietileno, acabados también con fibra de vidrio, con resultado de un peso un poco menor que las de alma de aluminio. Con las botellas actuales se aligeran pesos y por lo tanto se reduce el esfuerzo físico y el consumo del usuario, alargando así el tiempo de trabajo del bombero en la zona de intervención.

La norma que regula los cilindros para aire comprimido respirable de aluminio y composite es UNE-EN 12245:2009+A1:2012 "Botellas para el transporte de gas. Botellas de material compuesto totalmente recubiertas".

Las botellas de aire comprimido deben llevar, además de la contraseña o marcado CE, troqueladas en la ojiva (en el caso de botellas metálicas) o en una etiqueta adhesiva, en el caso de materiales compuestos, las inscripciones siguientes:

- Nombre del gas
- Marca del fabricante
- Número de fabricación
- Presión de prueba

- e. Presión máxima admisible
- f. Volumen (de agua en litros)
- g. Fecha de la prueba de fabricación
- h. Fechas de las pruebas periódicas
- i. Masa de la botella en kg.

Estas botellas de aire comprimido trabajan a presiones de servicio de 200 o 300 bar. Se prueban a 450 bar.

Las marcas más usuales tienen una gama de botellas que van desde las más pequeñas, con 4 litros de capacidad, hasta las más recientes de 8 y 9 litros. Las más usuales siguen siendo las botellas de 6 y de 6,8 litros.

El volumen real de aire que contiene la botella se calcula multiplicando su volumen nominal en litros por la presión a la que se encuentra la botella, expresada en bars. Una botella estándar de 6 litros, cargada a 300 bar, contendrá 1.800 litros de aire comprimido; en esas condiciones su autonomía puede llegar a los 40 minutos, aunque siempre dependiendo del consumo personal del usuario, en función del esfuerzo que esté haciendo en su intervención. Una botella de 8 litros, contiene 2.100 litros de aire, por lo que su autonomía puede acercarse a los 50 minutos. Importante recalcar que la autonomía de trabajo no debe contemplar la reserva, con lo que habrá que descontar de los litros totales, la reserva, que se deja para situaciones de emergencia. No obstante, en un apartado posterior de este tema se incide más en cálculos de consumo de aire y tiempos de autonomía de los ERA.

Otra cuestión importante con las botellas está en su peso. Realmente es lo que ha motivado la evolución en los materiales con los que están fabricadas. Las antiguas botellas de acero podían pesar entre 7 y 8 kg. Las botellas de aluminio y composite bajan a 4 kg aproximadamente y las de composite y polietileno incluso a 3,6 kg.

Una solución que algunos fabricantes pusieron hace tiempo en el mercado, antes del incremento del tamaño de las botellas modernas de composite, fue el sistema bi-botella, es decir, la colocación en una misma espaldera de dos botellas. De ese modo se gana algo de volumen de aire almacenado y, en consecuencia, de autonomía.

Equipo monobotella



Equipo bi-botella



4.1.2. GRIFERÍA

También denominado válvula o grifo, es el elemento de cierre del cilindro y el que permite la salida del aire comprimido en su interior hacia el manorreductor. Su unión con el cilindro es mediante rosca, normalizada por UNE EN 144-1:2001.



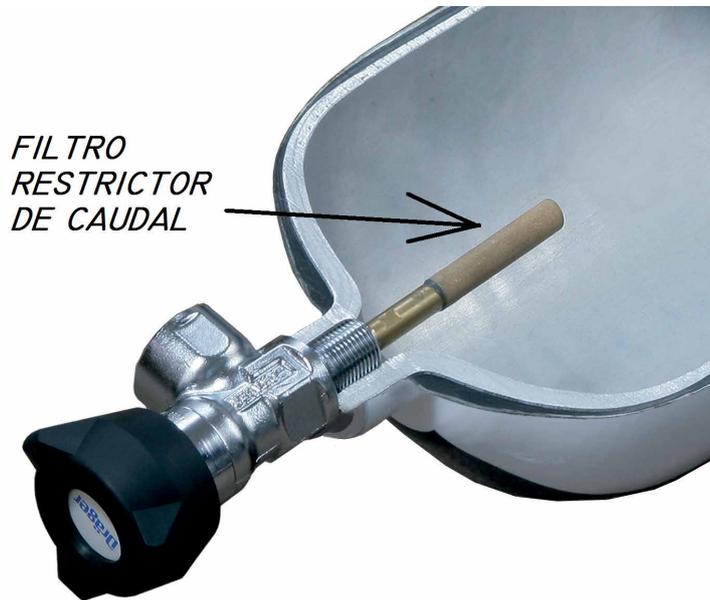
En su otro extremo, el grifo debe roscar con el manorreductor, cuando la botella de aire se monta en la espaldera del ERA. Esta conexión roscada está normalizada por UNE EN 144-2:1999.

En el diseño del grifo hay que diferenciar tres elementos:

- Cuerpo central. - es la pieza metálica que en su interior provoca el cierre o la apertura del flujo de aire y lleva las dos roscas comentadas, macho para fijarse al cilindro y hembra para conectar al manorreductor.
- Volante de apertura y cierre, con diseño ergonómico para facilitar su maniobra, acabado en goma o plástico (algunos modelos incluso reflectantes, para facilitar su localización en un ambiente de humo).
- Filtro sinterizado. - situado en la parte interior de la válvula, tiene forma cilíndrica alargada, con pequeños poros que permiten el paso del aire pero no así de ninguna partícula o impureza que pudiera haber, ni tampoco de agua que pudiera condensarse en el interior de la botella.

Este elemento de la botella presenta el riesgo de que, ante golpes fuertes, pudiera llegar a romperse, ya que es el elemento más débil del conjunto de la botella. Se han dado casos de accidentes por rotura de la grifería (por ejemplo, en una caída al suelo de la botella). Cuando eso sucede, el aire a presión que quede en el cilindro saldrá a un mayor caudal (lo que podríamos llamar "a escape libre"), convirtiendo a la botella en un proyectil que saldrá impulsada en dirección impredecible, girando sobre sí misma con

rapidez o con otra trayectoria si va impactando con obstáculos, hasta que el cilindro se vaya vaciando y perdiendo presión.



Para evitar este riesgo, la mejor medida preventiva es que el grifo, en vez de llevar un filtro convencional, vaya dotado con un filtro regulador de caudal. Este dispositivo, cuando detecte un exceso de flujo de aire, provocará el cierre casi completo de la salida de aire, con lo cual la botella carecerá de impulso y no se desplazará con violencia.

4.1.3. MEDIDAS DE PREVENCIÓN PARA EL MANEJO DE BOTELLAS A ALTA PRESIÓN

Las botellas de aire comprimido de los equipos ERA son aparatos a presión. Como ya se ha indicado, para tener una autonomía de aire razonable para el trabajo de intervención en emergencias, hay que ir a utilizar la alta presión, recargando las botellas a 300 bar. En consecuencia, el bombero tiene que ser conocedor del riesgo de estos equipos y mantener todas las medidas de prevención requeridas.

La primera de estas medidas de prevención está en el cumplimiento de la normativa específica que afecta a estas botellas de aire, debiendo estar absolutamente prohibido el uso de alguna botella que no esté al corriente de sus inspecciones de mantenimiento reglamentarias. La normativa vigente en la actualidad es la Instrucción Técnica Complementaria nº5 del Reglamento de Equipos a Presión, dedicada específicamente a botellas de equipos respiratorios autónomos. Esta ITC establece dos tipos de controles periódicos que deben pasar las botellas de aire comprimido:

- “Inspección visual”, consistente en un conjunto de verificaciones para comprobar el estado de conservación de la botella y su válvula, evaluando la corrosión interna y el aspecto externo del recipiente. Se debe realizar anualmente por parte de un organismo de control acreditado.

- “Inspección periódica”, consistente en una inspección visual exterior e interior de la botella, la inspección detallada del cuello de la botella y de su rosca interior, la inspección de la válvula y una prueba hidráulica al cilindro. Se debe realizar cada tres años.

El organismo de control debe emitir un certificado de cada inspección visual y periódica, marcando además la botella con alguna etiqueta identificativa, que permita al usuario de la misma comprobar con rapidez si la botella que va a utilizar tiene las revisiones en regla o no.

4.1.4. MANTENIMIENTO BÁSICO A NIVEL DE USUARIO

Las botellas de aire comprimido de los equipos ERA son utilizadas en intervenciones en las que el ambiente está contaminado. Si se trata de un incendio, la contaminación será debida al humo principalmente. Si se trata de una emergencia química, la contaminación se deberá a los productos químicos afectados por el siniestro y presentes en la zona de trabajo. En cualquiera de los casos, el bombero que ha utilizado el ERA, al finalizar la intervención debe proceder a una inspección visual rápida de la botella, para comprobar si se ha producido algún tipo de daño, a su limpieza con agua y jabón y a su recarga.

4.2. CONJUNTO DE ESPALDERA

4.2.1. MANORREDUCTOR

Es un componente esencial del ERA. Va ubicado en la parte inferior de la espaldera y a él se rosca la botella de aire comprimido. Su función en el ERA consiste en reducir la presión del aire de la botella hasta 7 bares aproximadamente.

La conexión roscada entre manorreductor y botella es sencilla, pero debe hacerse con cuidado y sin ningún tipo de error. Una vez enfrentadas las dos roscas (macho y hembra) se procederá al roscado, para lo cual el manorreductor se gira la rosca del manorreductor, accionada desde un volante circular con forro de goma, para facilitar su manipulación. Se girará con los dedos este volante hasta el final, sin hacer ningún apriete forzado con ningún tipo de herramienta. Cuando haya terminado el uso del ERA y se vaya a desmontar, habrá que cerrar la botella y despresurizar todo el circuito para poder desenroscar botella del manorreductor.

Dispone de una válvula de seguridad que se dispara a 11 bares, asegurando así la protección al circuito de media presión.

Aparte de la función principal descrita, el manorreductor incorpora un sistema de alarma por baja presión en la botella, que normalmente se activa cuando la presión dentro de la misma baja de 55-60 bars, con lo que la autonomía restante será de 10 minutos. Esta alarma acústica suena a más de 90 dB. El funcionamiento de esta alarma consume 2 litros de aire por minuto, cantidad que, por tanto, no tendrá disponible el usuario del ERA.

4.2.2. SISTEMA INDICADOR DE PRESIÓN

Consiste en un manómetro de control de la presión de aire en la botella. Con este dispositivo el usuario del ERA tiene información permanente de la autonomía que puede quedarle. En los modelos de ERA

tradicionales, se trataba de un manómetro analógico; en los equipos modernos se han incorporado sistemas de control digitales, que ofrecen más información que la simple presión de la botella, como los sistemas Bodyguard o G1.

4.2.2.1. MANÓMETRO ANALÓGICO



Es el indicador convencional de presión. A través de un latiguillo conectado a la entrada de alta presión del manorreductor, está recogiendo permanentemente la presión de la botella de aire. La banda de presiones entre 50 y 0 bares va marcada con color, que puede ser en algún caso amarillo fluorescente, para que resalte en la oscuridad.

4.2.2.2. MÓDULO DE CONTROL DIGITAL



Entre los modernos sistemas de control digitales está el Bodyguard, que se muestra en la imagen.

Estos dispositivos digitales monitorizan el ERA, pero también la movilidad del usuario y condiciones del entorno de trabajo, como la temperatura. La información que pueden ofrecer es la siguiente:

- Autonomía de trabajo estimada según consumo real del usuario durante el último minuto.
- Presión de aire en la botella.
- Control de temperatura, estimando la temperatura corporal del bombero, con alarma acústica si se rebasan 45°C durante 4 minutos.
- Alarma óptica y acústica de reserva de aire, cuando presión baja de 55 bars.
- Alarma personal de hombre muerto. - si el usuario permanece inmóvil 25 segundos da una prealarma acústica, que se convierte en permanente si en los siguientes 8 segundos no detecta ningún movimiento.
- Alarma acústica de 50% capacidad de la botella.

- Aviso de batería baja (mantenimiento).

Disponen también de un botón de alarma manual, que el bombero puede pulsar voluntariamente en caso de emergencia durante una operación de buceo en humo.

Estos dispositivos tienen también la opción de enviar toda esa información mediante un sistema de telemetría, de modo que el responsable de la operación de buceo en humos podría recibirla en tiempo real.

Como sistemas electrónicos que son, necesitan una alimentación eléctrica por baterías.

4.2.3. ESPALDERA Y ATALAJES

El conjunto conformado por espaldera y atalajes puede subdividirse para su estudio en varios componentes. Ya se han abordado manorreductor y sistema indicador de presión, seguidamente se describe el resto de elementos:

- Latiguillos. - Los ERA disponen de dos latiguillos: uno de alta presión y otro de media. El de alta presión conecta la entrada del manorreductor y manómetro, por lo que siempre que se abra la botella estará sometido a la presión interna de ella. El de media conduce el aire desde la salida del manorreductor (a 7 bares aproximadamente) hasta el pulmoautomático y consta de dos tramos, conectados mediante un sistema de enganche rápido, útil para conectar el dispositivo de segundo usuario para poder suministrar aire a una segunda persona.
- Arnés. Es el elemento de sujeción principal del ERA, por lo que su diseño ergonómico es su característica fundamental. Consta de espaldera y atalajes. Las espalderas se fabrican en fibra de carbono, antiestática, dieléctrica y con resistencia mecánica y al calor notables. Los atalajes deben ir almohadillados en hombros y cintura para incrementar el confort. Diseñados para portar una botella o para un sistema bi-botella.

El peso de todo el conjunto es de 4 kg aproximadamente en los modelos de espaldera más modernos.

4.2.4. MANTENIMIENTO BÁSICO NIVEL USUARIO

El mantenimiento básico después de cada uso es sencillo, pero esencial, habida cuenta de la importancia que este EPI tiene para el trabajo seguro y eficaz del bombero.

En caso de que sea necesario porque el ERA se ha empleado en algún incendio con humo denso, se realizará el lavado de la espaldera con agua y jabón. Después se comprobará que todos los elementos componentes de la espaldera están en su sitio, bien colocados, verificando que los atalajes no tienen vueltas, tensión o algún tipo de daño, que se deslizan con suavidad y que todos los cierres rápidos de conexión de los atalajes y el cierre de sujeción de la botella están en perfecto estado, así como la junta tórica de la rosca del manorreductor.

4.3. PULMOAUTOMÁTICO

4.3.1. FUNCIONAMIENTO

También se le denomina pulmo o regulador de demanda o pulmo automático. Es la pieza situada en el extremo del latiguillo y conectado a la máscara, mediante rosca o mediante sistema de bayoneta.



En su interior existe una válvula a demanda, que se abre por la acción de la primera inspiración de los pulmones, dando paso al flujo de aire hacia la máscara y permitiendo, a partir de ahí, una presión positiva en el interior de la máscara, lo que evitará la entrada de cualquier contaminante.

El pulmoautomático recibe el aire por el latiguillo que lo conecta al manorreductor, llegándole a una presión de 7 bares aproximadamente. El paso del aire por su interior provoca otro descenso de la presión, que se queda a aproximadamente 1 bar en la salida del pulmo, entrada a la máscara, por donde pasan 400 l/min de aire.

4.3.2. MANTENIMIENTO BÁSICO NIVEL USUARIO

El problema principal que aparece con los pulmos es la entrada de suciedad en su interior por el extremo por el cual se conecta a la máscara, lo cual es fácil si el usuario no es cuidadoso. Esta entrada de elementos extraños dentro del cuerpo del pulmo puede provocar el mal funcionamiento de su membrana interior, lo que deberá ser reparado por un servicio técnico.

El bombero, como usuario de este equipo, debe velar por su cuidado, para que no reciba golpes y debe proceder a su limpieza con un trapo húmedo, cuidando especialmente que no entre agua ni ningún otro elemento en dentro, tapando finalmente el orificio de salida con su tapón plástico de protección.

4.4. MÁSCARA

4.4.1. FUNCIONAMIENTO

La máscara es la pieza del ERA que se acopla a la cara del usuario, cubriendo boca, nariz, ojos y barbilla, debiendo conseguir una estanqueidad absoluta, para lo cual se ajusta a la cabeza mediante cinco correas de goma (tipo pulpo, como en la imagen) o bien a los cascos integrales mediante dos enganches metálicos. Además del requisito esencial de la estanqueidad, a las máscaras hay que demandarles visibilidad y que no entorpezca la comunicación oral entre los usuarios.

La entrada del aire a la máscara se produce por una válvula de inhalación (situada en la entrada desde el pulmoautomático), que sólo permite la entrada de aire, pero no el retorno del aire exhalado. La salida se produce por una válvula de exhalación, que expulsa fuera de la máscara el exceso de aire y el exhalado.

El cuerpo principal de la máscara suele estar fabricado con neopreno (con silicona en algunas máscaras modernas), el visor panorámico en policarbonato, resistente a golpes, con algunos otros elementos que le confieren resistencia al calor y térmica.

Con atalaje tipo pulpo



Con enganche metálico para casco integral



La pieza interior, denominada semi-máscara, ayuda a la conducción del aire, evitando la mezcla del aire limpio que entra en la máscara, con el aire ya exhalado. El aire que pasa por la válvula de inhalación entra barriando el visor por dentro, penetra en la semi-máscara a través de las dos válvulas unidireccionales situadas a ambos lados de la nariz y es inhalado entonces por el usuario. El aire que

éste exhala encuentra directamente la válvula de exhalación, también unidireccional, que le permite su expulsión al exterior.

El último elemento de la máscara es la denominada membrana fónica, pequeño disco metálico que contribuye a la estanqueidad de la máscara, pero también al mantenimiento de la comunicación del usuario con el exterior.

4.4.2. MANTENIMIENTO BÁSICO NIVEL USUARIO

El mantenimiento a nivel de usuario de las máscaras de ERA debe consistir en la limpieza con agua y jabón neutro, si se ha estado utilizando la máscara en ambientes de humo; el mejor procedimiento será sumergirla en posición vertical en agua y jabón, aclararla después con agua limpia y dejar secar, sin exponer a los rayos del sol.

Aparte de la limpieza, el bombero deberá comprobar el estado correcto de todos los elementos: válvulas, enganches rápidos, pulpo, etc. En caso de detectar cualquier incidencia, la máscara deberá ser enviada al servicio técnico.

4.5. CÁLCULOS DE CONSUMO DE AIRE Y AUTONOMÍA DEL ERA

Un aspecto importante sobre los ERA es su autonomía efectiva o de trabajo. Evidentemente depende del tipo de trabajo que el usuario esté haciendo: esfuerzo que se le requiera, estrés térmico, etc. Convencionalmente puede adoptarse el valor de 40 l/min como un consumo estándar en operaciones de bomberos aunque este consumo podrá dispararse en situaciones de trabajo en condiciones desfavorables. Por lo tanto, puede determinarse la autonomía efectiva en minutos, dividiendo la capacidad de aire de la botella entre este valor, empleando la siguiente fórmula práctica:

$$\text{Autonomía efectiva} = \frac{\text{capacidad de la botella en litros} \times \text{presión del manómetro en bares}}{40\text{l/min}}$$

Con una botella de 6 litros, cargada a 300 bares, menos 50 bares de reserva, la autonomía efectiva será de 37,5 minutos, quedando (a un consumo de 40l/min) 7,5 minutos de reserva. En realidad todos estos valores cambian al variar el consumo, por distintos factores que pueden afectar durante la intervención, de ahí la importancia de efectuar entrenamiento con ERA y establecer consumos bajos que nos den mayor autonomía. Recordar que la reserva no se contempla como tiempo de trabajo, por lo que habrá que prever tras una entrada a una zona que requiera protección respiratoria, el tiempo de salida (ojo en intervenciones que requieran descontaminación).

4.6. EQUIPOS DE RESCATE

Cuando se desarrolla una intervención de buceo en humos para el rescate de alguna víctima que ha quedado encerrada en el recinto incendiado, una vez localizada ésta, puede ser necesario ofrecerle un suministro de aire limpio mientras se produce su traslado hasta un lugar seguro. Para ellos se dispone de los equipos

de rescate o de segundo usuario, que permiten conectar una segunda máscara al ERA del bombero que efectúa el rescate. La conexión se realiza por el enchufe rápido que llevan los dos tramos de latiguillo que conectan manorreductor con pulmoautomático, mediante el acople que se ve en la fotografía. Importante tener en cuenta el consumo extra de la víctima a la hora de efectuar el rescate.



5. COMPRESORES. PRECAUCIONES EN LA CARGA DE BOTELLAS DE AIRE Y EN SU MANEJO

5.1. COMPRESORES

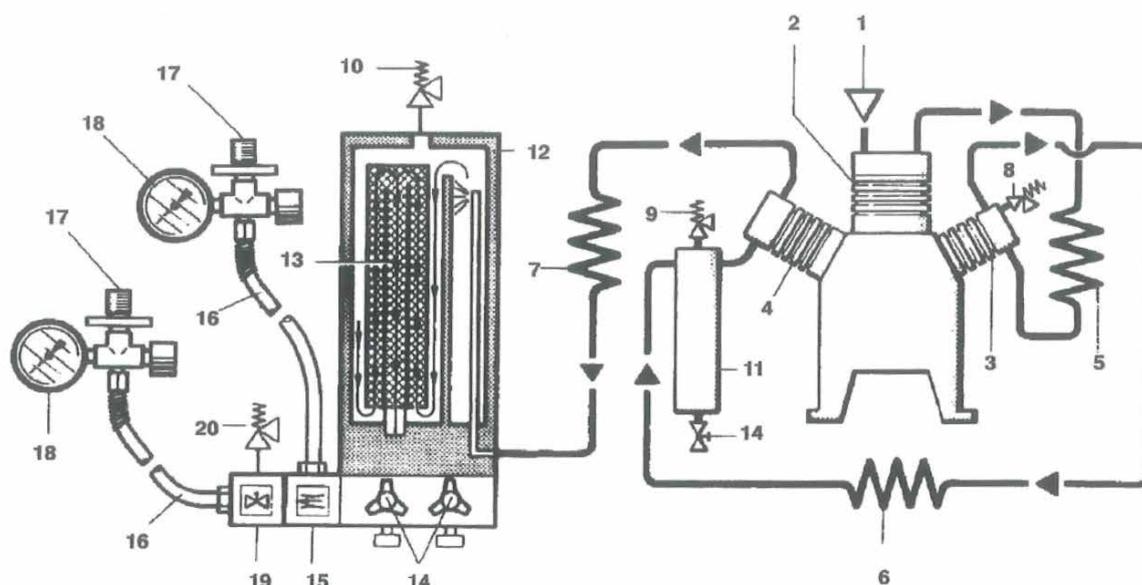
La carga de aire a presión de las botellas de ERA se realiza en los compresores. Se trata de máquinas que, en varias etapas, comprimen el aire atmosférico, hasta 300 bars, en la botella del ERA y con calidad de aire respirable.

Los compresores pueden ser tanto fijos como portátiles

Los componentes principales de un compresor son los siguientes:

- Bloque del compresor.
- Motor de impulsión.
- Sistema de filtrado.
- Sistema de llenado.
- Bastidor.
- Vaciado automático de condensados.
- Sistema de control eléctrico.

La siguiente figura muestra el diagrama del flujo de aire en un compresor.



- | | |
|----------------------------------|--|
| 1 Filtro de admisión | 11 Separador intermedio |
| 2 Cilindro 1ª etapa | 12 Filtro P21 |
| 3 Cilindro 2ª etapa | 13 Cartucho triplex |
| 4 Cilindro 3ª etapa | 14 Válvulas de vaciado de condensados |
| 5 Enfriador intermedio 1ª etapa | 15 Válvula de mantenimiento de presión |
| 6 Enfriador intermedio 2ª etapa | 16 Tubo de llenado |
| 7 Enfriador final | 17 Válvula de llenado |
| 8 Válvula de seguridad 1ª etapa | 18 Manómetro |
| 9 Válvula de seguridad 2ª etapa | 19 Dispositivo de conmutación |
| 10 Válvula de seguridad 3ª etapa | 20 Válvula de seguridad |

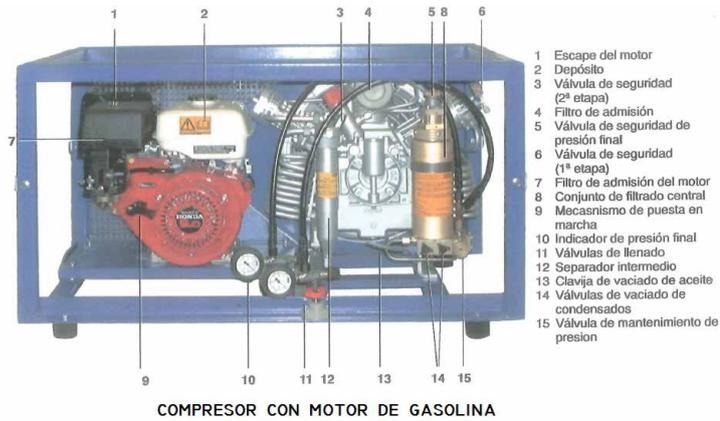
El bloque del compresor está conformado por varias etapas de compresión sucesivas (tres en el esquema de la figura anterior). El aire comprimido en una etapa precedente se hace pasar por otras etapas sucesivas, hasta llegar a los valores de presión normales en botellas de aire de ERA: 230 ó 330 bars. Valores normales de la presión que se alcanza son 6,5 bars en la 1ª etapa, 47 bars en la 2ª etapa y 330 bars en la 3ª etapa.

Como el aire se calienta al comprimirse, entre unas etapas y otras se sitúan enfriadores intermedios, consistentes en serpentines por cuyo interior pasa el aire comprimido caliente y se refrigera por el flujo de aire exterior más frío.

El bloque compresor incorpora también una válvula de seguridad en cada etapa, para limitar sobrepresiones peligrosas. Estas válvulas deben ser tipo resorte, con asiento de levantamiento total y precintables. Cada válvula de seguridad debe ser capaz de evacuar la totalidad del caudal de aire que pueda producirse, almacenarse o circular, sin que se produzca un incremento de presión a la entrada de la válvula que llegue a superar el 10% de su presión de tarado, cuando se descargue el caudal máximo para el que ha sido prevista.

El proceso de compresión del aire puede incorporarle tanto vapor de agua, como aceite del propio compresor o partículas, por lo que el sistema va dotado de filtros que garantizan la purificación del aire y su filtrado, eliminando los condensados que pueda incorporar y cualquier tipo de partícula.

Los motores de impulsión de los compresores pueden ser tanto eléctricos como de combustión. Las siguientes figuras muestran uno de cada tipo.



En función de su portabilidad, los compresores pueden ser fijos o portátiles.

Los compresores fijos tienen su bastidor anclado o bien son de un tamaño que impide que puedan trasladarse, permaneciendo en un emplazamiento fijo. Su toma de aire estará fija también, captando el aire de un lugar donde esté garantizada su calidad suficiente. Su instalación está regulada por la ITC EP-5 Botellas de Equipos Respiratorios Autónomos, del Reglamento de Equipos a Presión (R.D. 2060/2008, de 12 de diciembre).



Compresor fijo.

Los compresores portátiles, generalmente los de pequeño tamaño y dotados con un bastidor que facilita su transporte, incluso con ruedas, deben tener los mismos dispositivos de purificación y filtrado de aire y las válvulas de seguridad que los compresores fijos. La ITC EP-5 permite su funcionamiento fuera de recintos expresamente habilitados como centros de carga de botellas de aire, con la limitación de que deberá hacerse en un lugar apartado, sin presencia de público y a una distancia mínima de 50 metros de cualquier vía de comunicación pública, locales y establecimientos habitados, edificaciones de cualquier clase y zonas en que se realice cualquier tipo de ocupación o actividad en la que intervengan personas y/o animales.

El empleo de compresores para la recarga de botellas de aire de ERA sólo debe producirse cuando el bombero conozca detalladamente el funcionamiento del modelo concreto de compresor disponible en su

parque. El alcance del presente Manual no permite entrar en el funcionamiento concreto de cada modelo de compresor. Sí es importante tener presente siempre que en el manejo de botellas de aire y en la operación de carga con compresores estaremos interactuando siempre con altas presiones, con lo que deben mantenerse todas las pautas de seguridad que sean necesarias.

5.2. PRECAUCIONES EN LA CARGA DE BOTELLAS DE AIRE Y EN SU MANEJO

5.2.1. PRECAUCIONES GENERALES

- Utilice las botellas de aire sólo para los usos para los que están previstas.
- Utilice solo botellas de aire que estén al corriente de sus inspecciones reglamentarias.
- Utilice solo compresores de carga que estén al corriente de sus inspecciones reglamentarias.
- En el compresor, no afloje nunca tapas de recipientes ni afloje acoplamientos si están a presión.
- Nunca utilice botellas ni compresores que presenten algún elemento dañado.
- Mantenga completamente cerradas las válvulas de las botellas y con los tapones de tuerca colocados, para evitar la entrada de elementos extraños en la botella o daños en la rosca de la grifería, tanto si las botellas están con presión como si estuvieran vacías completamente.
- Las botellas no deberían ser vaciadas completamente. Si se mantiene una pequeña presión residual en su interior, se evitará la entrada de partículas o elementos extraños.

5.2.2. PRECAUCIONES DURANTE LA OPERACIÓN DE CARGA DE BOTELLAS

- Durante la operación de carga de botellas con compresor, tenga presente los riesgos de posibles descargas eléctricas y de contacto con superficies calientes.
- Nunca cargue una botella a una presión mayor que la autorizada.

5.2.3. PRECAUCIONES EN EL ALMACENAMIENTO DE BOTELLAS

- Proteger siempre las botellas de ambientes húmedos y corrosivos.
- Almacenar por separado las botellas llenas de las vacías, para evitar confusiones en caso de emergencia.
- Almacenar las botellas lejos de fuentes de calor.

5.2.4. PRECAUCIONES EN EL TRANSPORTE DE BOTELLAS

- Aplicar siempre las mismas precauciones de seguridad en el transporte a las botellas vacías que a las llenas.
- Las botellas deben transportarse siempre con los tapones roscados, para evitar cualquier salida de aire en caso de apertura accidental de la válvula.
- Las botellas deben transportarse bien estibadas, de modo que no estén expuestas a golpes entre ellas o con otros objetos, ni a desplazamientos peligrosos.
- Las botellas de aire, especialmente las de composite, pueden dañarse con arañazos si se manejan descuidadamente. Sería deseable el transporte en las fundas de protección.

6. TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS DE BUCEO EN HUMO

6.1. NORMAS BÁSICAS PARA EL EMPLEO DE ERA

De todos los equipos de protección respiratoria, el ERA es el más versátil para el bombero, ya que permite la respiración segura del bombero que lo utiliza, con independencia de cuál sea la atmósfera del entorno.

La utilización del ERA para penetrar y progresar en ambientes de incendio se denomina Buceo en Humos. Su uso para penetrar y progresar en ambientes con algún tipo de riesgo químico se denomina Buceo Químico. Tanto en uno como en otro, aunque el ERA es el equipo de protección esencial para garantizar el trabajo seguro del bombero, su empleo también puede conllevar riesgos, por este motivo es importante seguir algunas normas básicas de actuación durante el empleo del ERA, como las siguientes:

1. Utilizar exclusivamente equipos adecuados y en perfecto estado de uso y conservación, desechando cualquier ERA con algún componente cuya seguridad plantee dudas.
2. Antes de la utilización del ERA para acceder a la zona de riesgo, realizar todas las revisiones visuales y comprobaciones de funcionamiento pertinentes, para asegurar el funcionamiento correcto del equipo.
3. Cualquier operación en la que un bombero necesite el empleo de ERA debe ser realizada por parejas, ya se trate de un buceo en humos, como en cualquier otra situación que requiera el empleo de ERA.



4. Respirar lo más pausadamente que sea posible, lo que reducirá el consumo de aire y prolongará la autonomía del ERA.
5. Ante cualquier incidente que sobrevenga con el ERA mientras el bombero está dentro de la zona de riesgo, éste deberá plantearse la salida de dicha zona como opción más segura siempre. Sería el caso de problemas de funcionamiento con algún elemento componente del ERA, de pérdidas de aire (por ejemplo, por máscaras mal colocadas), de enganchones de los atalajes con algún elemento durante operaciones de buceo en humo. En estos casos, manteniendo la calma siempre, se deberá optar por salir de la zona contaminada.
6. Cuando comience a oírse la señal acústica de la reserva de aire, siempre deberá plantearse la salida de la zona. ¡La reserva de aire nunca debe ser agotada!

6.2. REQUISITOS NECESARIOS PARA EL EMPLEO DE ERA

Como usuario de ERAs, el bombero debe cumplir con los siguientes requisitos fundamentales:

1. Debe tener conocimiento de los riesgos respiratorios que se producen en los ambientes de peligro como consecuencia de incendios, fugas de gases tóxicos, derrames de productos peligrosos, etc. Cuando se producen, en qué condiciones, que afectación nos pueden provocar, etc.
2. Debe tener un conocimiento detallado del propio ERA: sus elementos componentes, sus funciones y parámetros de funcionamiento característicos, su cuidado y mantenimiento básico.

3. Debe tener habilidades en el manejo de los ERA, conseguidas a base de ejercicios prácticos de entrenamiento.
4. Debe tener un estado de salud y físico adecuado. Al principio del módulo, cuando se estudió la fisiología de la respiración, se pudo expuso la creciente necesidad de aire requerida cuando el usuario del ERA va realizando trabajos más duros. En consecuencia, un déficit de salud o una mala forma física, provocarán consumos de aire mayores, reduciendo así los tiempos de autonomía. En algunos países, el trabajo con ERA tiene el requisito previo de superar un reconocimiento médico específico con carácter previo.

6.3. EQUIPAMIENTO DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL NECESARIO PARA REALIZAR OPERACIONES DE BUCEO EN HUMO

Éste y los siguientes apartados del tema se centran en las operaciones de buceo en humos, por ser las más frecuentes entre las situaciones que demandan el empleo de ERA. En estas operaciones, el bombero se enfrenta no sólo a la necesidad de trabajar en una atmósfera contaminada con humo procedente de una combustión, sino también al resto de efectos resultantes de los incendios, como la radiación de calor, los contactos con llamas o con superficies u objetos calientes, el vapor de agua o los riesgos del trabajo en ambientes con visibilidad reducida entre otros.

De acuerdo con la "Guía Táctica Incendios de Interiores: Viviendas y Asimilables" del Consorcio Provincial de Bomberos de Valencia, los riesgos que se pueden dar en los incendios de interior (viviendas en edificios o unifamiliares, locales de pública concurrencia, centros docentes, garajes, locales comerciales, centros hospitalarios o cualquier otro recinto asimilable) son los siguientes:

Factor de riesgo	Consecuencias
Trabajo en atmósferas nocivas	Intoxicaciones, asfixia, lesiones por inhalación, agotamiento del ERA
Trabajo en ambiente con altas temperaturas	Termopatías, golpe de calor, lipotimia, deshidratación
Caída de objetos, elementos estructurales y de cerramiento	Contusiones, golpes, fracturas, heridas
Utilización de instalaciones a presión	Contusiones, golpes, fracturas, heridas
Escasa visibilidad	Desorientación, caídas, golpes, fracturas, heridas

La intervención en un ambiente con la presencia de todos los riesgos descritos, obliga a que el bombero que va a realizarla vaya equipado con el Nivel 1 de protección, es decir, aparte del ERA, con:

- Casco de intervención.
- Sotocasco.
- Traje de intervención (chaquetón y cubrepantalón).
- Vestuario interior.

- Cinturón o arnés incorporado en cubrepantalón.
- Guantes de intervención.
- Botas de intervención.

Aparte de los equipos de protección individual mencionados, para operaciones de buceo en humos en general se requerirá siempre el empleo de emisoras y linternas. Además, ocasionalmente, según tareas concretas que haya que realizar, otros equipos como visores térmicos, detectores de gas u otros. La disponibilidad de emisora por parte de cada uno de los participantes en la operación de buceo en humo es un requisito imprescindible para iniciarla.

6.4. TÁCTICA DE LA OPERACIÓN DE BUCEO EN HUMO

6.4.1. OBJETIVOS OPERATIVOS

Las operaciones de buceo en humos se aplican en las intervenciones frente a incendios estructurales. Los objetivos perseguidos con el buceo en humos serán, por lo tanto, los objetivos definidos por el mando de la intervención frente al incendio, con la priorización siempre del salvamento de las personas afectadas por el incendio, para continuar después con su control, extinción y limitación de daños.

Lo ideal sería que la intervención frente al siniestro pudiera realizarse con suficientes dotaciones de personal como para acometer los tres objetivos de modo simultáneo. Pero lo normal será una llegada escalonada de recursos al escenario del incendio, por lo que la primera dotación tendrá que acometer la operación de buceo en humos con sólo el primer objetivo y atender progresivamente los siguientes.

También podrá ocurrir, en ocasiones, que no pueda plantearse el objetivo de localización y rescate primero, sin acometer acciones de extinción del incendio y de control del siniestro.

6.4.1.1. SALVAMENTO DE VIDAS

El salvamento de vidas constituye el primer objetivo de la operación de buceo en humos. Si a la llegada de la dotación de bomberos al escenario del incendio se dispone de información sobre personas posiblemente atrapadas en el interior o simplemente dudas sobre tal posibilidad, la primera intervención se deberá enfocar en su localización, rescate y salvamento.

El desarrollo de incendios en interiores puede provocar en pocos minutos unas condiciones muy adversas en cuanto a presencia de gases tóxicos, humo y calor, que afectarán de un modo severo a las personas que no hayan podido escapar. Por este motivo, la operación de buceo en humos debe prepararse e iniciarse lo más rápido posible.

Con independencia de las condiciones adversas en cuanto a toxicidad y temperatura (para las cuales los bomberos que realizan la operación de buceo en humos disponen de equipos de protección adecuados), la reducción de visibilidad en el recinto incendiado como consecuencia del humo dificulta la intervención para localizar y rescatar a las víctimas. Es necesario por tanto que los bomberos conozcan y practiquen maniobras de orientación y de movilidad con visibilidad reducida.

6.4.1.2. ELIMINACIÓN DE LA CAUSA DEL INCIDENTE

Una vez asegurado el salvamento de las víctimas afectadas por el incendio, el siguiente objetivo de la operación de buceo en humos será la eliminación de la causa del incidente. Si se trata de un incendio, ahora es cuando hay que plantearse las acciones para su control y extinción. Para ello, durante la operación de buceo en humos, desde su inicio, los buceadores irán acompañados por una instalación de manguera, tal como se describe más adelante, que les permite asegurar el avance hacia el interior del recinto incendiado, protección y la extinción del incendio una vez localizado.

6.4.1.3. CONTROL DEL SINIESTRO

Este último objetivo de la operación de buceo en humos puede consistir en un conjunto amplio de acciones: estabilización de estructuras, revisión de instalaciones, evaluación de daños, etc.

Como este es el último objetivo en cuanto a prioridad, tiene el riesgo de que se plantee con relajación por parte de las dotaciones de bomberos, lo cual puede ser peligroso. Muchos materiales combustibles mantendrán temperaturas suficientemente altas tras la extinción, como para continuar emitiendo vapores inflamables y tóxicos después de la extinción de su incendio. Aparte del problema de la toxicidad, incluso pueden producirse re-igniciones súbitas como consecuencia de fenómenos de flash-over o back-draft. Por lo tanto, en esta fase final de la operación de buceo en humos, los buceadores deben mantener el empleo de la totalidad de equipos de protección descritos en el apartado 6.3, junto con la instalación de manguera y el equipamiento complementario de intervención como linternas, visor térmico, etc.

6.4.2. DOTACIÓN PARA LA INTERVENCIÓN DE BUCEO EN HUMO

Pueden diferenciarse dos situaciones para operaciones de buceo en humos: las que se desarrollan en un ambiente de riesgo normal y las que se desarrollan en un ambiente de riesgo superior o ampliado.

Las operaciones de buceo en humo en ambientes de riesgo normal son las que se pueden afrontar con una sola dotación de bomberos (Grupo de Buceadores de Humo, GBH) y normalmente con penetraciones en el recinto del incendio inferiores a 60 metros desde el punto base. Se trata de incendios en apartamentos, viviendas unifamiliares, aisladas o adosadas, pequeños talleres, oficinas, almacenes o locales comerciales y siempre que no tengan riesgos especiales.

Las operaciones de buceo en humo ampliado se realizan cuando las líneas de penetración tienen más de 60 metros (3 tramos de manguera), cuando la carga de fuego es elevada, la configuración del recinto incendiado tiene espacios ocultos, si hay grandes volúmenes de gases de combustión, si la retirada de los buceadores puede quedar comprometida o, cuando a juicio del Jefe de Intervención, se considere necesaria la ampliación. En todos estos casos hay un incremento del riesgo. Algunos ejemplos pueden ser los incendios en grandes locales industriales y almacenes, grandes áticos y locales bajo rasante, locales de pública concurrencia, túneles, embarcaciones, sótanos, etc.

6.4.2.1. DOTACIÓN PARA LA INTERVENCIÓN DE BUCEO EN HUMO EN SITUACIONES DE RIESGO NORMAL

Las operaciones de buceo en humos más sencillas, cuando el riesgo es normal, deben ser llevadas a cabo por una dotación estándar. Dado que en cada uno de los SPEIS de la Comunitat Valenciana, varia esta dotación estándar, esta se adaptará en función de los componentes de la misma, pudiendo un mismo mando abarcar una o varias funciones según dotación, distribuidas del siguiente modo:

- Jefe de Intervención, será el mando de mayor rango.
- Jefe de Buceadores, que se quedará fuera controlando la seguridad de los buceadores.
- Buceadores de Humo.
- Conductor (en ausencia de otra dotación compone grupo de protección (GP) con el jefe de buceadores)

A este equipo de trabajo se le suele denominar Grupo de Buceadores en Humo (GBH).

Las funciones a desempeñar por cada miembro del GBH se detallarán en los distintos procedimientos operativos que implementen los SPEIS.

6.4.2.2. DOTACIÓN PARA LA INTERVENCIÓN DE BUCEO EN HUMO EN SITUACIONES DE RIESGO AMPLIADO

Como se trata de incidentes de mayor riesgo, las operaciones de buceo en humos serán más complejas y, aparte de la dotación inicial componente del GBH, el Jefe de Intervención podrá decidir la constitución de los siguientes equipos de trabajo:

- Grupo de Protección (GP), compuesto por otro equipo de buceadores en humo, que se ponen bajo las órdenes del Jefe de Buceadores.
- Grupo de Reserva (GR), compuesto por un nuevo equipo de buceadores con su propio jefe de buceadores.
- Supervisor de buceadores de humo (SBH), puesto desempeñado por un mando, que descarga al Jefe de Intervención del control de todos los grupos de buceadores trabajando.

Las funciones concretas a desempeñar por estos grupos en el buceo en humo ampliado se detallarán en los distintos procedimientos operativos que implementen los SPEIS.

6.4.3. ORGANIZACIÓN Y ACTUACIÓN EN EL ESCENARIO DEL SINIESTRO. BUCEO EN HUMO EN AMBIENTE DE RIESGO NORMAL

6.4.3.1. JEFE DE INTERVENCIÓN (JI)

Este rol lo ocupa el mando de bomberos de mayor graduación presente en el escenario del siniestro. Cuando la llegada de dotaciones sea escalonada, inicialmente lo ocupará el primer mando que llegue. En muchas situaciones este primer mando en llegar tendrá que simultanear el papel de Jefe de Intervención con el de Jefe de Buceadores, hasta que la llegada de un segundo mando, generalmente un Sargento, permita la distribución de funciones.

El Jefe de Intervención tiene la responsabilidad de evaluar los riesgos que pueden afectar a la operación de buceo en humos, tanto a la llegada al escenario del siniestro, con carácter previo al inicio de la intervención, como posteriormente de un modo continuo, para que pueda ir variando el plan y los objetivos, conforme vaya evolucionando el incendio.

Sus funciones pueden estructurarse según la fase de la intervención:

- Antes de la intervención.
 1. Ubicarse sobre el lugar y recabar información sobre la situación.
 2. Analizar y evaluar los riesgos.
 3. Decidir objetivos.
 4. Decidir la organización de la intervención, recursos, táctica y nivel de protección a emplear.
 5. Informar al GBH y ordenarles las tareas a desarrollar, objetivo a conseguir, emplazamiento del punto base y normas concretas de seguridad, informando de cualquier riesgo específico a considerar.
- Durante la operación de buceo en humo.
 1. Mantenerse en comunicación permanente con el Jefe de Buceadores, informándole de la evolución del siniestro y sus riesgos, y recibiendo información sobre el desarrollo de la intervención de los buceadores.
- Después de finalizadas las operaciones de buceo en humo.
 1. Recabar información sobre el siniestro y sobre el servicio realizado, para la redacción del parte posterior y eventuales informes que se precisen.

6.4.3.2. JEFE DE BUCEADORES EN HUMO (JBH)

Es el encargado de dirigir la intervención del equipo de buceadores que con él mismo conforman el Grupo de Buceo en Humo (GBH).

En intervenciones de riesgo normal, su emplazamiento será en la mayoría de ocasiones en el Punto Base (punto de entrada al recinto en el cual se va a desarrollar la operación de los buceadores). No obstante, debe ir equipado con el mismo equipamiento de protección que los buceadores, además de linterna y emisora portátil, y con una manguera de seguridad cargada, ya que, en caso necesario, deberá penetrar en el recinto incendiado para ayudar a los buceadores en su retirada o en cualquier situación de emergencia.

El Jefe de Buceadores también podrá llevar una máscara de rescate y un regulador; en el caso de que se necesite para colocársela a una víctima, o en caso de emergencia del equipo de buceadores.

Según la fase de desarrollo de la intervención, sus funciones serán las siguientes:

- Antes de la intervención.
 1. Comprobar que sus buceadores llevan el equipamiento de protección requerido.
 2. Comprobar presión de aire en los ERA de los buceadores y anotarlo junto al tiempo de la comprobación (hora y minutos).
 3. Indicar a los buceadores dónde está el punto base.
 4. Inspeccionar la zona de trabajo, evaluando los riesgos.

5. Explicar a los buceadores su función concreta (como GBH, GP o GR) y la zona del edificio en la que deben trabajar.
 6. Informar al JI del inicio de la intervención con la penetración de los buceadores en el recinto incendiado.
 7. Preparar su propio equipamiento, tanto de protección, como de intervención o auxiliar, por si se requiere su rápida intervención.
- Durante la intervención de buceo en humo.
 1. Mantenerse en comunicación continua con el equipo de buceadores, compartiendo la información adicional que vaya recibiendo.
 2. Mantenerse en comunicación con el JI, manteniéndole informado del desarrollo de la operación.
 3. Controlar de un modo continuo el tiempo empleado en la operación, utilizando una tabla de control y pidiendo a los buceadores el chequeo de la presión de aire en sus ERA.
 4. Ordenar la salida del binomio de buceadores cuando considere que el tiempo previsto ha terminado o cuando aparezca cualquier motivo que así lo aconseje.
 5. Si se produce una pérdida de comunicación con los buceadores, informará al JI e intentará restablecerla, si no es posible por radio, entrando en el recinto y sacando a los buceadores. La pérdida de comunicación con el equipo de buceadores implica situación de emergencia.
 - Después de finalizadas las operaciones de buceo en humo.
 1. Anotar hora de salida de los buceadores y comunicarla a JI.
 2. Completar información o anotaciones sobre la operación realizada.
 3. Recogida de material y, tan pronto como sea posible, preparación para una nueva misión.

6.4.3.3. BUCEADORES EN HUMO (BBH)

Su misión dentro del GBH es la entrada en el recinto con presencia de humo y gases del incendio para realizar acciones de búsqueda y salvamento de personas, de extinción o control del incendio u otras que se les puedan ordenar por los mandos responsables de la intervención. Sus tareas se describen seguidamente:

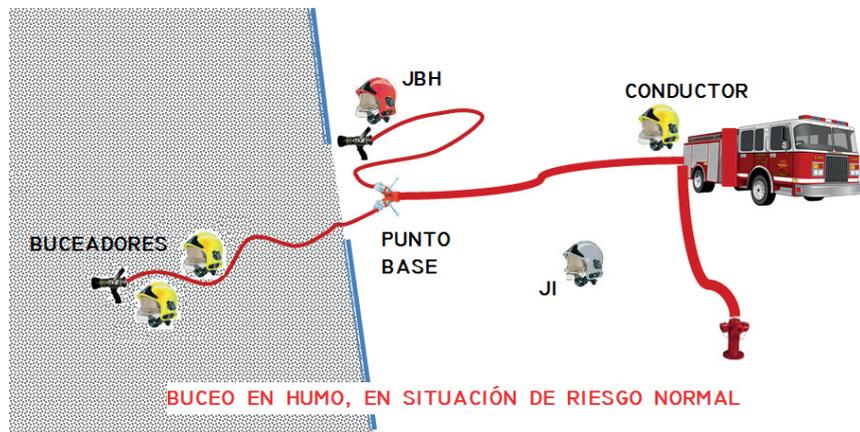
- Antes de la intervención.
 1. Verificar que todo su equipamiento personal, tanto de protección, como el ERA, la radio y otros, están disponibles y en condiciones de uso. Esta verificación y la colocación del ERA deben realizarse en una zona limpia de humo y de gases tóxicos (punto base). Con relación al ERA, específicamente deberán comprobar lo siguiente:
 - Que el ERA esté completo.
 - Que las conexiones de regulador al latiguillo de media y a máscara están bien hechas.
 - Que la espaldera se ha colocado y ajustado correctamente.

- Que la válvula de la botella está completamente abierta.
 - Que la presión en la botella es de 300 bars (recomendable) y, en todo caso, mayor de 250 bars (mínimo).
 - Que funciona correctamente el sistema de alarma de reserva de aire (se habrá comprobado en la revisión diaria).
 - Chequeo mutuo entre los buceadores dándose el OK de nivel de protección.
2. Recibir del JBH las tareas a acometer, objetivos, lugar del punto base, riesgos y normas de seguridad específicas a seguir.
 3. Purgar de aire la instalación de agua, dejando la lanza en la posición correcta de caudal y cono de apertura.
 4. Inspeccionar (en la medida que sea posible) la zona o entorno de trabajo: tipo de edificio, recinto al que se va a entrar, distribución de habitaciones, tamaños, longitudes, progresión del incendio y manifestación de gases de la combustión (respiración del incendio, color del humo, etc.)
- Durante la intervención de buceo en humo.
 1. Mantener siempre con el equipamiento de protección.
 2. La entrada en el recinto con humo se producirá cuando haya sido ordenada por el JBH y nunca sin su conocimiento.
 3. Mantenerse en contacto físico con el otro/s buceador/es y no perder contacto con la manguera.
 4. El Buceador 1 dirigirá la progresión y manejará la lanza de agua.
 5. El Buceador 2 apoyará al 1 y llevará el equipo auxiliar, como visor térmico o herramientas para forzar aperturas.
 6. El avance se realizará con un buceador a cada lado de la manguera.
 7. Regularmente los buceadores irán comprobando la presión de aire.
 8. Si el objetivo es la búsqueda de víctimas atrapadas por el incendio, se cubrirá todo el espacio a rastrear, manteniendo una referencia de avance que ayude en el recorrido completo de toda la superficie. Especialmente se buscará en lugares de difícil acceso como puedan ser debajo de muebles o en el interior de armarios.
 9. En las comunicaciones entre BBH y JBH tendrán siempre prioridad los primeros. La regla a seguir es que los BBH hablan y JBH escucha. Por eso, periódicamente los BBH irán transmitiendo información a su JBH sobre la marcha de la operación y sobre todas las circunstancias relevantes (localización de víctimas, presencia de botellas de gas, productos químicos u otros).
 10. Si fallara la comunicación con una emisora de los BBH, la operación puede mantenerse en curso. Pero, si fallaran las dos emisoras, la operación debe abortarse e iniciar la salida.
 11. El retroceso se iniciará antes de que se llegue a la reserva de aire en los ERA de los BBH. Cuando se inicie, se informará al JBH.

12. Durante el retroceso hacia el punto base irán recogiendo la manguera, acción en la que ayudará desde fuera el JBH.

- Después de finalizada la operación de buceo en humo.
 1. Completar información al JBH sobre la operación realizada.
 2. Recogida de material y, tan pronto como sea posible, preparación para una nueva misión.

La siguiente imagen muestra el despliegue de una operación de buceo en humo en situación de riesgo normal.



6.4.4. ORGANIZACIÓN Y ACTUACIÓN EN EL ESCENARIO DEL SINIESTRO. BUCEO EN HUMO AMPLIADO

Tal como se ha descrito anteriormente, las operaciones de buceo en humo en incendios con mayores riesgos necesitan la respuesta con mayor cantidad de recursos, debiendo plantear una organización más compleja que la del buceo en humos en ambientes de riesgo normales.

En estas operaciones se mantienen los mismos roles y funciones que en el buceo con riesgo normal, es decir:

- Jefe de Intervención (JI).
- Jefe de Buceadores en Humo (JBH).
- Buceadores en Humo (BBH).
- Conductor.

Pero, el JI, de acuerdo con las necesidades del incendio, podrá decidir la movilización y organización de recursos adicionales para los siguientes roles:

- Grupo de Protección (GP).
- Grupo de Reserva (GR).

- Supervisor de Buceadores en Humo (SBH).
- Otros recursos de refuerzo.

Ante cualquier duda sobre la suficiencia de un solo GBH para acometer una operación de buceo en humo, el JI debería decantarse por un buceo en humo ampliado.

Las funciones concretas de los nuevos grupos que se activan para el buceo ampliado se describen seguidamente.

6.4.4.1. GRUPO DE PROTECCIÓN (GP)

Se trata de un binomio de buceadores en humo, controlado por el mismo JBH que el binomio de buceadores principal (BBH) y que se emplaza en el punto base del recinto incendiado en el que se está llevando a cabo la operación, con la misión de proteger a los BBH en caso necesario.

El GP penetrará en el recinto con su propia instalación de manguera, cargada, lista para su uso. Desde el exterior se alimentará la instalación en modo dual desde una autobomba diferente a la del BBH, estableciendo redundancia de sistema de alimentación.

GP debe mantener contacto vía radio de un modo continuo con BBH y con JI. Todos emplearán el mismo grupo de radio, salvo sectorización de la intervención. Si el recinto en el que se emplazan es de grandes dimensiones (caso por ejemplo de túneles), GP puede actuar como enlace de radio entre BBH y JI.

En los casos de largos recorridos, los buceadores del GP deben situarse entre 20 y 40 metros por detrás de BBH, es decir, uno o dos tramos de manguera, en una posición intermedia con el punto base. Si hay buena visibilidad y fácil orientación, la distancia puede aumentar; si no y cuando haya riesgos importantes, la distancia tendrá que aproximarse.

Incluso podría darse el caso de necesitar varios GP, en incendios de muy grandes dimensiones y con operaciones de buceo en humo de largos recorridos.

6.4.4.2. GRUPO DE RESERVA (GR)

Se trata de un binomio de buceadores con su propio JBH. Este grupo no penetra en el recinto incendiado de inicio, sino que se queda preparado en la zona templada, junto al punto base.

Los componentes del GR irán equipados igual que el grupo de buceo en humo principal, incluyendo manguera de aire de rescate y manguera de extinción, cargada y alimentada desde autobomba independiente a la del GBH inicial.

Deberán estar preparados para la acción rápida en el momento que así lo ordene el JI.

6.4.4.3. SUPERVISOR DE BUCEADORES EN HUMO (SBH)

Con todos los grupos activados en una operación de buceo en humo ampliado, pueden encontrarse trabajando simultáneamente 8 y más buceadores y jefes de buceadores. Para asegurar el control efectivo de tanto personal conviene la activación del Supervisor de Buceadores en Humo.

Esta función será desempeñada por un mando, que no tendrá asignada ninguna otra misión.

Sus funciones consistirán en monitorizar las comunicaciones de los grupos de radio de los grupos de buceadores, centralizando datos, apoyando en el control a los JBH e informando periódicamente al JI.

6.4.4.4. OTROS REFUERZOS

En incendios de alto riesgo, con gran cantidad de recursos operativos interviniendo en operaciones de buceo en humo, aparecerán otras necesidades de recursos de refuerzo, para cubrir relevos de buceadores, para aire de repuesto, para apoyo logístico en el aporte de avituallamiento y agua, etc.

La siguiente imagen muestra el despliegue de una operación de buceo en humo ampliado.



6.4.5. CONTROL DE BUCEADORES POR EL MANDO

A lo largo de este módulo ha ido quedando constatado que la operación de buceo en humo, como prácticamente la totalidad de intervenciones de bomberos, consiste en un trabajo de equipo. Nunca un bombero intervendrá individualmente, portando ERA, en un recinto inundado de humo. En el apartado precedente se ha visto que la composición mínima del equipo básico de buceo en humo es de dos Bomberos (buceadores en humo) y un Cabo (como jefe de buceadores). Esa estructura mínima y básica permite establecer ya un sistema de control de la operación por parte del Jefe de Buceadores, emplazado en el que hemos denominado Punto Base.

Puesto que el buceo en humo en un recinto incendiado conlleva riesgos importantes, garantizar en todo momento la seguridad de los bomberos buceadores debe ser un objetivo de la operación tan importante como el rescate de víctimas. La seguridad de los buceadores se garantiza con el empleo de equipos de protección y de intervención adecuados, con un sistema de comunicaciones eficaz con órdenes claras del mando, y con la supervisión permanente por el Jefe de Buceadores de las condiciones en que se desarrolla la operación, incluyendo el control del aire (carga inicial de botellas de los ERA, consumos y autonomía previsible).

Para ayudar al Jefe de Buceadores en su tarea de control se han ido diseñando diferentes sistemas con formato de tablilla de control, en la que se anota, al menos, la siguiente información:

- Presión inicial de aire en la botella del ERA de cada buceador.
- Tiempo (hora y minutos) de colocación inicial del ERA y entrada a la zona caliente.
- Presión de la botella a los 10 minutos de trabajo (aproximadamente será 2/3 de la presión inicial).
- Tiempo (hora y minutos) del control a los 10 minutos del inicio de la operación.
- Presión de la botella a los 20 minutos de trabajo (aproximadamente 1/3 de la presión inicial).
- Tiempo (hora y minutos) del control a los 20 minutos desde el inicio de la operación.
- Puede anotarse también la estimación realizada por el Jefe de Buceadores del momento (hora y minutos) previsible de entrada en la reserva de aire.

Las presiones en los periodos intermedios de tiempo las tendrán que comunicar los buceadores cuando se les requiera.

La siguiente imagen muestra una tablilla de control de formato básico, con capacidad para el control simultáneo de 3 buceadores en humo. Para cada uno se van anotando tiempos (horas: minutos) y presiones de aire. La ventaja del dispositivo es que, al ser un aparato eléctrico, alimentado por pilas convencionales, lleva tanto un reloj para cada usuario como un sistema de alarmas ópticas y acústicas para indicar los momentos en que debe procederse al control de presiones.



La función de control de buceadores es una de las responsabilidades del Jefe de Buceadores en las operaciones de buceo en humo en ambiente normal, que en un segundo nivel se complementa con la figura del Supervisor de Buceo en Humos.

Algunos servicios de bomberos tienen procedimentada esta operación, incluyendo algún sistema oficial de identificación del personal, mediante algún tipo de chapa indicadora de nombre y apellidos junto con alguna información básica más como pueda ser código personal y parque de bomberos de destino. Esta chapa identificativa, que obligatoriamente debe llevar el bombero en su traje de intervención, es entregada

al Jefe de Buceadores en Humo, quien la prende de algún modo en la tablilla de control y no la devuelve, hasta la salida del recinto de humos del bombero; la chapa de identificación personal se convierte así en una herramienta del control para la seguridad del personal: si la chapa identificativa de un bombero la tiene el Jefe de Buceadores, es porque ese buceador está dentro del recinto incendiado.

En ERA modernos, esta chapa identificativa es incluso la llave de seguridad que llevan los módulos digitales de control de los equipos, como el sistema Bodyguard.

Estas tablas de control de buceo fueron ampliando su capacidad, estando disponible ya desde hace años, la opción de la telemetría, es decir, la transmisión vía radio de la información en tiempo real de cada ERA (presión de aire, tiempos, autonomía estimada, ...) a un panel que tiene el Jefe de Buceadores en el Punto Base. Estos sistemas han ido evolucionando hacia la automatización y han ido creciendo en capacidades, como la posibilidad de almacenamiento de todos los datos para su posterior vuelco a un ordenador.

6.4.6. MOVILIDAD EN INTERIOR CON VISIBILIDAD REDUCIDA

En los incendios estructurales en los que hay que plantear operaciones de buceo en humo, uno de las principales dificultades reside en la imposibilidad de ver bien como consecuencia del humo. Cualquier operación que a la luz del día sería sencilla, se convierte en complicada y consume mucho tiempo.

Los humanos utilizamos nuestros sentidos corporales del siguiente modo para captar información sobre el entorno que nos rodea:

75% por la vista

13% por el oído

6% por el tacto

3% por el olor

3% por el sabor

La pérdida de visión para los buceadores en humo hace que los sentidos del oído y el tacto sean esenciales. En esas condiciones deben plantearse las operaciones de buceo en humos, que siempre tendrán como objetivos fundamentales el mantenimiento de la propia seguridad de los buceadores, la localización y rescate de víctimas y, finalmente, la localización, control y extinción del fuego. Con la incorporación de nuevas tecnologías, las cámaras térmicas nos ofrecen un gran avance en la intervención con visibilidad reducida, aportándonos un extra en la rapidez y seguridad de la intervención.

6.4.6.1. PAUTAS PARA LA PROPIA SEGURIDAD

Los buceadores siempre deben efectuar un balance entre la necesidad de avanzar dentro del recinto incendiado y las medidas para evitar los riesgos. Las siguientes medidas de seguridad pueden ayudar a reducir estos riesgos:

- Si el avance puede realizarse de pie, el bombero siempre debe avanzar arrastrando los pies, dejando que el peso del cuerpo recaiga en el pie más atrasado, hasta comprobar que el delantero pisa sobre seguro.

- El pie más adelantado se desliza sobre el suelo, para detectar huecos, obstáculos u otros objetos que puedan dificultar la progresión.
- El avance se hará con el brazo extendido hacia delante, palpando con el reverso de la mano (protegida evidentemente con guantes de intervención), para que un eventual contacto con algún cable o elemento eléctrico con tensión, despidiera la mano hacia fuera (guantes mojados).

6.4.6.2. PAUTAS PARA LA ORIENTACIÓN EN UNA OPERACIÓN DE BUCEO EN HUMO PARA BÚSQUEDA DE VÍCTIMAS

La búsqueda en el interior del recinto inundado por humo debe realizarse de un modo metódico. Habrá dos direcciones posibles para empezar: izquierda (manteniendo contacto de la mano izquierda con la pared interior del recinto a la izquierda del punto base de entrada) o derecha (manteniendo contacto de la mano derecha con la pared interior del recinto a la derecha del punto base de entrada).

Cuando haya que volver hacia la salida, el cambio de mano de referencia orientará el camino de salida.

Dependiendo de las condiciones particulares del recinto inundado en humo, pueden aplicarse dos modos de búsqueda: indirecta y directa:

- Búsqueda indirecta. - El binomio de buceadores puede esparcirse para, manteniendo el contacto físico entre ellos, abarcar la máxima superficie posible. El buceador que porta la lanza es quien debe mantener el patrón de búsqueda elegido. Si observan puertas o aberturas en el lado contrario al del avance de la búsqueda y no pueden ser rastreadas sin abandonar el patrón inicial, lo notificarán al jefe de buceadores.
- Búsqueda directa. - Cuando el binomio de buceadores ha recibido una misión concreta, de desplazarse a un punto determinado del interior del recinto inundado en humo para la búsqueda o asistencia a una víctima, para la extinción de un foco de incendio o para el auxilio a un grupo de buceadores que previamente había entrado. En este caso, el recorrido del grupo de buceadores por el interior del local no debe hacerse manteniendo el patrón de contacto anterior, sino por el recorrido más directo hacia la zona de trabajo asignada.

Si el objetivo de la operación de buceo en humos es la búsqueda de víctimas atrapadas, la acción tendrá que ser cuidadosa. Cada puerta o abertura que se encuentre debe tenerse en cuenta, entrando a revisar completamente la habitación o recinto a la que da acceso. Lo primero a hacer será buscar detrás de la puerta, ya que es frecuente que las personas atrapadas hayan querido salir por ella, pero no hayan conseguido abrirla. Los dos lugares donde más frecuentemente se encuentran víctimas afectadas por el humo son detrás de las puertas y bajo las ventanas.

Dentro de la habitación se debe realizar un circuito de rastreo indirecto completo, con la referencia de las paredes, abarcando entre los dos buceadores la máxima área posible y buscando especialmente bajo camas, en el interior de armarios y divanes, o de cualquier mueble en el cual pudiera haberse refugiado un niño o incluso un adulto.

Al salir de la habitación ya rastreada, si fuera posible marcarla con alguna señal y siempre cerrar la puerta, lo que dificultará la extensión del fuego. Evidentemente la incorporación de cámaras térmicas facilitará la localización de víctimas, pero las técnicas descritas seguirán vigentes ante un posible fallo de la cámara térmica o la no disponibilidad de este equipamiento.

6.4.6.3. PAUTAS PARA LA ORIENTACIÓN EN UNA OPERACIÓN DE BUCEO EN HUMO PARA EXTINCIÓN DEL INCENDIO

Si el objetivo operativo del grupo de buceadores en humo es la localización y extinción del incendio, una ayuda podría ser el conocimiento sobre el movimiento del humo en interiores, aunque en ocasiones este

desplazamiento puede ser a mucha distancia del foco original. En principio, el humo producido en el foco del incendio, caliente, tiene un movimiento convectivo ascendente, hasta que se encuentra con el techo como obstáculo para su ascenso, pasando entonces a extenderse hacia los lados y, a medida que se va enfriando, comienza a descender.

Si el humo no puede utilizarse para predecir la situación del fuego, puede haber otros indicadores, como la temperatura, que se incrementará conforme nos aproximemos al fuego, aunque también, ya cerca de él, pueda sentirse una corriente de aire fresco hacia dentro, provocada por la succión que produce la propia combustión y la convección ascendente que provoca de los gases y el aire calentados. El incremento de temperatura en la proximidad del fuego podrá notarse en paredes, puertas, pinturas, etc. Finalmente, el foco del incendio podrá aportar algo de luz y también en ocasiones ruido. La incorporación de las cámaras térmicas nos ofrece una mayor eficacia en la localización de puntos calientes.

7. BIBLIOGRAFÍA

CEIS GUADALAJARA (2015). Manual de equipos operativos y herramientas de intervención. <http://ceis.antiun.net/docus/pdfsonline/m6/M6_EOV_v4_02_equipos_proteccionRespiratoria/#p=1>.

CONSORCIO PROVINCIAL DE BOMBEROS DE VALENCIA (1992). Buceo en Humos.

CONSORCIO PROVINCIAL DE BOMBEROS DE VALENCIA (2013). Guía de Método de Buceo en Humo. GM I-02.

CONSORCIO PROVINCIAL DE BOMBEROS DE VALENCIA (2013). Guía Táctica de Incendios de Interiores: Viviendas y asimilables. II GT-01.

DIRECCIÓN GENERAL DE PROTECCIÓN CIUDADANA – COMUNIDAD DE MADRID (2008). Manual de Consulta del Cuerpo de Bomberos de la Comunidad de Madrid. <http://www.madrid.org/media/icm/03_materias_especificas.rar>.

FONT, C. Curso Básico de Equipo de Respiración Autónoma. <<http://www.bombersdepalma.com/agora/Curso%20Basico%20Eras.pdf>>.

LÓPEZ, H.E. Aparato respiratorio. ><https://es.slideshare.net/HectorEnriqueLopez/aparato-respiratorio-13971132>>.

NAVARRETE RUIZ, J. (2006). Equipos de Protección Personal y Equipos de Respiración Autónoma. Valencia, Diploma EPU Servicios de Prevención, Extinción de Incendios y Salvamentos, Universitat de València.

NAVARRETE RUIZ, J. (2011). Equipos de Protección Personal y Equipos de Protección Respiratoria. Las Rozas, Curso de Cualificación Profesional en Extinción de Incendios y Salvamentos, Fundación Fuego.

PRIETO SOLER, J. M. y HERNÁNDEZ CASTAÑEDA, A. (2008). NTP-787. Equipos de protección respiratoria. Identificación de los filtros según sus tipos y clases. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.