CAPÍTULO 4

PROTECCIÓN RESPIRATORIA PARA BOMBEROS

RIESGOS RESPIRATORIOS PARA LOS BOMBEROS

Uno de los principales riesgos para la salud del bombero son las atmósferas peligrosas. Muchas intervenciones de los bomberos, que se producen en atmósferas contaminadas, requerirán protección respiratoria. De hecho, el sistema respiratorio es la primera ruta para exposición química durante los trabajos de los bomberos.

El riesgo respiratorio más importante para los bomberos es el humo, normalmente una mezcla de oxígeno, nitrógeno, monóxido de carbono, y partículas de carbón finamente divididas. El humo también puede contener otros gases diversos en función del tipo de combustible y las características de la combustión.

Sin protección, los pulmones pueden resultar dañados por el humo y el aire supercalentados, en solo unos segundos, ya que sus tejidos son extremadamente delicados.

Los bomberos deben adoptar una regla de oro respecto de la protección respiratoria: Debe asumirse que cualquier atmósfera es peligrosa hasta que se compruebe que es segura.

Hay tres categorías fundamentales de riesgos respiratorios: deficiencia de oxígeno, gases y vapores, y partículas.

Atmósferas deficientes en oxígeno

Una deficiencia de oxígeno puede producirse como consecuencia de una descomposición o una reacción química, o porque otro gas cualquiera desplace al oxígeno.

Los espacios confinados deben considerarse como lugares con riesgo de deficiencia de oxígeno. En ocasiones esta deficiencia se produce por la descomposición de productos orgánicos, por un incendio, o por la realización de otros trabajos que consumen oxígeno, por ejemplo trabajos de soldadura o uso de bombas y otros equipos con motores de gasolina.

En otras ocasiones estos espacios son ocupados por gases más pesados que el aire, que desplazan a este, y que pueden proceder de otro recinto alejado, puede ser el caso de una atmósfera peligrosa creada en una bodega de un barco como consecuencia de trabajos realizados en un nivel superior.



Figura 4.1. El humo es el principal peligro al que tienen que enfrentarse los bomberos.

Normalmente, el 21% del aire es oxígeno. Estas son las condiciones normales para la vida humana.

Si el porcentaje de oxígeno en el aire desciende al 17 o 16%, se notan los primeros efectos sobre las personas, se acelera la respiración y se incrementa el ritmo cardíaco para compensar el bajo contenido de oxígeno de la atmósfera. Pueden aparecer los primeros síntomas de discapacidad muscular al no llegar suficiente oxígeno a los músculos.

Cuando el nivel de oxígeno desciende al 12%, aparecen defectos de coordinación y mentales. Aparecen mareos, dolor de cabeza y sensación de fatiga.

Con un 9% de oxígeno en el aire, se produce la pérdida de consciencia.

Un nivel de oxígeno del 6% causa la muerte en pocos minutos por fallo respiratorio y el consecuente fallo cardíaco.

No obstante estos datos son solo orientativos y no pueden considerarse absolutos, ya que no todas las personas tienen la misma sensibilidad y tampoco tienen en cuenta la diferencia de ritmo respiratorio de unas personas a otras y el tiempo de exposición.

Por otro lado, si además de la deficiencia de oxígeno en la atmósfera está presente algún otro gas peligroso, pueden aparecer otros síntomas, o los mismos pueden mostrarse prematuramente.

Atmósferas con vapores o gases peligrosos

Los vapores y gases pueden producirse como consecuencia de la liberación de diversos productos. Pueden interferir la absorción de oxígeno por el organismo, como es en el caso del monóxido de carbono o del ácido cianhídrico. Hay irritantes como el cloro y el amoníaco que tienen una acción corrosiva, irritan e inflaman el sistema respiratorio así como la piel y los ojos.

Algunos productos como el sulfuro de hidrógeno actúan como venenos y pueden dañar órganos y sistemas del organismo. Otros vapores y gases pueden ser cancerígenos, anestésicos, o sensibilizantes, causando alergias diversas.

El gas más peligroso al que normalmente se exponen los bomberos es el monóxido de carbono o CO. El monóxido de carbono se produce en todos los incendios, tanto más cuanto más pobre en oxígeno sea la atmósfera, y causa más muertes por intoxicación que cualquier otro producto de la combustión.

Es un gas sin olor ni color con una densidad similar a la del aire. Se produce por la combustión de los materiales que contienen carbono, por ejemplo todos los productos orgánicos, en una atmósfera con bajos niveles de oxígeno en el aire. En los incendios en edificios, la proporción de CO producida crece según se va consumiendo el oxígeno del aire.

La hemoglobina de la sangre tiene una afinidad por el monóxido de carbono unas 250 veces superior a la que tiene por el oxígeno, así que cuando el CO penetra en el flujo sanguíneo procedente de los pulmones, se combina con la hemoglobina, formando carboxihemoglobina, y dificulta o impide la transmisión de oxígeno al cerebro, músculos y a todos los órganos internos.

La deficiente oxigenación del cerebro causa trastornos neurológicos que empiezan por dolor de cabeza y siguen con mareos, nauseas, inconsciencia y la muerte. Pero la falta de oxigenación de los músculos supone un problema suplementario ya que se bloquea la respuesta motora y una víctima puede ser incapaz de huir a pesar de ser consciente del problema.

Otro producto que causa asfixia es el cianuro de hidrógeno (CNH), también producido en los incendios como consecuencia de la combustión de la lana, nylon, espuma de poliuretano, caucho o papel. En este caso la asfixia se produce por el bloqueo de la respiración a nivel celular.

El cloruro de hidrógeno (CIH) producido en la combustión de productos tales como el PVC y otros plásti-



Figura 4.2. En las intervenciones con riesgos químicos se precisa protección respiratoria.

cos, y el dióxido de nitrógeno (NO2) producido por la descomposición de algunos plásticos y de determinados productos orgánicos, por ejemplo en silos de cereales, causan irritación del tracto respiratorio.

Otros productos como el fosgeno pueden interactuar en los pulmones y causar lesiones pulmonares. El fosgeno, en concreto, se produce por la combustión de gases refrigerantes como el freón y forma ácido clorhídrico en los pulmones debido a la humedad de estos.

Atmósferas con partículas peligrosas en suspensión

Las partículas son materiales sólidos o líquidos suspendidos en el aire, por ejemplo aerosoles, polvos, humos, nieblas y fibras.

Algunas partículas pueden ser relativamente inertes y solo causar irritación y molestias. Otras como el amianto, pueden causar lesiones en los pulmones y provocar efectos a largo plazo como cáncer. Otras partículas pueden ser irritantes químicos o venenos para el organismo.

TIPOS DE EQUIPOS PARA PROTECCIÓN RESPIRA-TORIA

Los equipos de protección respiratoria están diseñados para proteger el sistema respiratorio contra la exposición a gases, vapores, o partículas.

Hay dos tipos generales de equipos respiratorios; los filtrantes de aire y los que suministran atmósferas respirables.



citen los equipos respiratorios autónomos (en siglas ERA) nos referiremos a este tipo de equipos.

COMPONENTES DE LOS EQUIPOS RESPIRATORIOS AUTÓNOMOS

Los componentes básicos de los equipos respiratorios autónomos son:

- La espaldera y el arnés de sujeción
- El cilindro o botella de aire
- El manoreductor
- El regulador o pulmoautomático, y
- La máscara facial

La espaldera y el arnés sujetan el equipo al usuario. Tienen correas ajustables a los hombros y la cintura, ambas deben estar ajustadas para un uso seguro cuando se lleva el equipo. Las cinchas y hebillas deben cumplir los requisitos de resistencia a la llama y al calor. El conjunto tiene la misión de distribuir adecuadamente el peso tanto de la botella como de la espaldera.

El cilindro o botella es la parte más pesada del aparato respiratorio ya que tiene que ser suficientemente resistente para soportar la alta presión del aire comprimido. Las botellas de acero y aluminio pueden pesar hasta nueve kilos, mientras que los de fibra o composite pesan, por término medio, unos siete kilos.

Las botellas de composite se introdujeron en el mercado con el objetivo de reducir el peso del equipo respiratorio, y, aunque el diseño varía en función del fabricante, disponen de varias capas, de las cuales la más externa es de fibra de vidrio o fibra de carbono, aunque puede llevar aún un revestimiento más externo para mejorar el acabado. La capa interna suele ser de una aleación de aluminio.



Figura 4.9. Componentes de un equipo autónomo de circuito abierto.



Figura 4.10. Las botellas de los equipos respiratorios pueden ser de acero, aluminio, o composite.

Las botellas más utilizadas por los bomberos tienen una presión de trabajo de 300 kg/cm².

La alta presión de la botella se reduce a media presión (alrededor de unos 7 kg/cm²) en un manorreductor que se instala directamente a la salida de la botella y que va fijado en la misma espaldera.

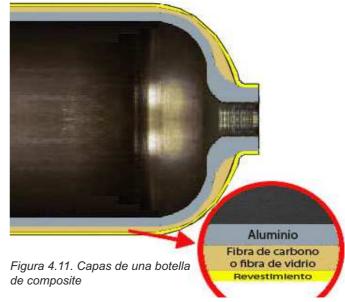




Figura 4.12. Dispositivo de lectura de presión en la botella, tiempo restante y temperatura ambiente.

Un manómetro indica la lectura de la presión de aire en la botella, permitiendo conocer la cantidad de aire respirable restante. Cuando la presión residual de la botella baja es de un 20 o 25% de la presión de servicio establecida se activa una alarma audible incorporada al manorreductor. Cuando se dispare la alarma de baja presión de la botella de un miembro del equipo de trabajo, todo el equipo, y no sólo ese usuario, debe abandonar la zona de riesgo.

Algunos equipos modernos tienen dispositivos de lectura directa de la presión, tiempo restante de suministro, e incluso incorporan indicador de la temperatura ambiente y alarmas para baja presión o alta temperatura.

El regulador o pulmoautomático está diseñado para reducir la presión del aire de la botella hasta una presión ligeramente por encima de la atmosférica, y para proporcionar el caudal de aire requerido por el usuario. Durante la inhalación, el regulador suministra más aire del demandado por el usuario para mantener la máscara con presión positiva.

El regulador está conectado a la botella a través de un conducto de alta presión. Los reguladores antiguamente usados eran de demanda o mixtos, pudiendo el usuario conmutar a voluntad para utilizar el equipo como de demanda o de presión positiva. Los modernos reguladores se fijan directamente sobre la máscara mediante un acoplamiento de enchufe rápido.

Las máscaras son de caucho flexible y disponen de un visor de plástico transparente de seguridad.



Figura 4.13. Máscara respiratoria con regulador acoplado, que se ajusta directamente al casco

Pueden ajustarse a la cabeza con correas ajustables, o ajustarse directamente al casco mediante unos accesorios de fijación extensibles, de modo que casco y máscara componen un conjunto de protección integral. Disponen de una correa para llevarla colgada del cuello cuando no están siendo utilizadas.

Una mascarilla nasal en el interior de la máscara reduce el empañamiento. También se dispone de un dispositivo de by-pass, que permite, pulsando un botón, enviar un mayor caudal de aire directamente al visor, para desempañarlo más rápidamente en caso de necesidad.

La máscara facial tiene una válvula de admisión y otra de exhalación. Cuando se respira, la presión en la máscara disminuye. El mecanismo de diafragma se desplaza ligeramente hacia adentro, basculando la válvula de admisión lo suficiente para permitir que el aire a baja presión penetre en la máscara. Esto provoca que el regulador se mantenga abierto dejando pasar el aire de la botella y creando una presión positiva dentro de la máscara. Tan pronto como se expira, el diafragma retrocede a la posición de cerrado.

Una vez realizada la primera aspiración el regulador se mantiene en posición de funcionamiento, debiendo cerrarse de modo manual, apretando un botón al efecto.

El regulador detectará una disminución de la presión positiva en la máscara tanto cuando el usuario aspira como si hay una fuga por un ajuste inadecuado que libere la presión en el interior de la máscara. Esto impide la entrada de contaminantes a la máscara.



LIMITACIONES Y CONSIDERACIONES DE SEGURI-DAD DE LOS EQUIPOS RESPIRATORIOS

La utilización de equipos respiratorios supone ciertas limitaciones. Algunas de ellas tienen que ver con las condiciones físicas o psicológicas del usuario. Otras son achacables al equipo, por ejemplo el sobrepeso que supone para el usuario, el incremento de volumen y el cambio del centro de gravedad que supone cambios para mantener el equilibrio. Estas limitaciones, exigen tener en cuenta algunas consideraciones de seguridad.

En primer lugar, los usuarios de equipos respiratorios autónomos deben cumplir con unos ciertos requisitos:

- Físicos: Tener buena condición física y no tener problemas faciales que impidan el ajuste correcto de la máscara
- Médicos: No tener problemas neurológicos, musculares, cardiovasculares o respiratorios que supongan alguna incompatibilidad con el uso de los equipos respiratorios
- Mentales: Tener confianza en uno mismo y en el equipo, tener estabilidad emocional y no tener claustrofobia u otras fobias relacionadas con las limitaciones de estos equipos

El personal que tenga problemas de visión debe llevar lentes de contacto o tener máscaras faciales especialmente preparadas para usar con gafas; las gafas con patillas no son compatibles con las máscaras de protección respiratoria.

Todo bombero que tenga que usar aparatos respiratorios debe pasar un examen médico anualmente, para certificar que está físicamente apto, dado que, debido a su peso, los equipos autónomos disminuyen las prestaciones físicas y generan estrés.

Los bomberos deben realizar prácticas periódicas de formación con equipos de protección respiratoria para adquirir confianza en si mismo y en los equipos y aprender los riesgos específicos contra los que debe usarse protección respiratoria. Las prácticas deben resaltar qué ocurre cuando no se usan equipos de respiración, como funcionan los equipos, sus posibilidades y limitaciones, y los procedimientos de emergencia en averías.

Con la práctica el bombero experimenta cómo el peso de un equipo respiratorio incrementa la fatiga y reduce la capacidad de trabajo, reduce el campo visual y como cambia el centro de gravedad del cuerpo, haciendo posible la pérdida del equilibrio.

Esta experiencia permite asumir las limitaciones que supone llevar un equipo respiratorio, incrementa la autoconfianza y permite mantener el control en una situa-



Figura 4.24. En las intervenciones en que se requieran equipos autónomos hay que trabajar siempre en pareja.

ción de tensión emocional y física, minimizando la posibilidad de cometer errores.

Adicionalmente, eliminar el stress que supone el uso del equipo respiratorio permite obtener el máximo rendimiento del contenido de aire de la botella, ya que la respiración es más rápida cuanto mayor es la tensión nerviosa.

Las prácticas deben incluir situaciones de visibilidad limitada, utilizándose aparatos generadores de humo que no supongan riesgos.

Dado que en un incendio, no hay modo de comprobar qué tóxicos están presentes y en qué concentraciones, se requiere equipo autónomo siempre que se realice ataque al fuego o inspección en interiores, y a veces también en operaciones exteriores.

También serán necesarios equipos de protección respiratoria en los incidentes con productos peligrosos.

Cuando las operaciones de emergencia exijan un proceso de descontaminación es preciso contar con que el suministro de aire debe incluir también el tiempo necesario para completar este proceso.

En cualquier emergencia, el personal con equipos autónomos en zonas peligrosas, debe trabajar siempre en equipos de dos o más. Además, una persona situada en el exterior de la zona de peligro debe ser responsable de las operaciones de entrada.

Para poder programar el relevo del equipo de trabajo o para iniciar un rescate de los bomberos que estén trabajando en la zona de peligro, quien supervise la seguridad desde el exterior, debe saber a que zonas se ha entrado,

cuando se entró, y hacia donde se dirigían los que entraron, así como cuanto aire se necesita para entrar, trabajar y salir del ambiente hostil, y, en su caso, para la descontaminación y retirada del equipo de protección.

Es preciso tener presente los problemas potenciales de los equipos autónomos. No se debe entrar en zonas peligrosas a menos que se esté seguro de que se tiene suficiente aire respirable para salir de la zona.

En el momento en que suene la alarma de baja presión de uno de los miembros del equipo su usuario y quienes entraron con él deben abandonar la zona.

Hay que seguir llevando el equipo autónomo hasta que pueda establecerse que la atmósfera está libre de contaminantes y que hay suficiente oxígeno.

Debe recordarse siempre que la equipación de nivel I, con equipos autónomos no ofrecen protección contra los productos químicos que pueden ser tóxicos por contacto con la piel.

TÉCNICAS CON EQUIPOS RESPIRATORIOS EN CASOS EXTREMOS

El equipo respiratorio es una herramienta vital para el bombero, y, en general, no debe desprenderse de él bajo ninguna circunstancia mientras esté en un ambiente con un nivel de contaminación atmosférica peligroso para su vida.

Algunas operaciones, tales como la respiración compartida, dar máscaras a víctimas, o cualquier otra actividad que rompa la estanqueidad de la máscara facial o reduzca el tiempo de utilización no son recomendables en general y no deben utilizarse salvo en un caso extremo en el que el rescatador no considere posible alcanzar a tiempo la salida con la víctima, o en el caso de que rescatador y víctima resulten atrapados.

Utilizar el propio equipo de protección respiratoria para extraer a una víctima puede hacer que el bombero se transforme a su vez en víctima. Puede ser aceptable compartir con otra persona el equipo cuando este tenga una bifurcación y se disponga de una segunda máscara.

En estas circunstancias la mejor acción puede ser ir por ayuda, o sacar a la víctima a un ambiente seguro.

Con trajes de protección química encapsulados, en los que parte del aire exhalado se queda dentro del traje, una alternativa cuando se acaba el aire de la botella es respirar el aire del traje, que puede ser suficiente para escapar.

Cuando un bombero resulte accidentado o se extravíe y tenga dificultades para salir de un ambiente contaminado, corre el riesgo de agotar su suministro de aire y morir. En tales circunstancias, es preciso conservar la calma porque la angustia y el nerviosismo aceleran la respiración incrementando el consumo de aire.

Un bombero en esta situación de emergencia debe intentar mantener la serenidad y utilizar técnicas de relajación y respiración que disminuyan el consumo de aire y prolonguen la duración del suministro de su equipo respiratorio. Al mismo tiempo debe intentar dar a conocer su problema lo antes posible utilizando su equipo de radio o activando la alarma personal, ya que demorar la petición de ayuda puede resultar fatal.

Para disminuir voluntariamente el ritmo respiratorio y el consumo de aire pueden utilizarse dos técnicas

- una respiración controlada aspirando el aire por la nariz y exhalándolo lentamente por la boca, alargando en lo posible la duración de cada respiración.
- una respiración contenida, aspirando el aire y reteniéndolo en los pulmones el mayor tiempo posible antes de exhalarlo lentamente, para aprovechar al máximo posible el contenido de oxígeno del aire en cada secuencia de respiración.

CONTROL DEL PERSONAL CON EQUIPOS RESPIRATORIOS

Durante las intervenciones es vital que todo el personal esté bien localizado. La posibilidad de sufrir un accidente durante una intervención puede ser elevada y es preciso que se pongan en marcha cuanto antes las operaciones de rescate.

Cada jefe de equipo debe tener constancia de la localización del personal a su cargo.

Pero cuando se trabaja en atmósferas contaminadas, y muy especialmente en interiores, fuera de la visión de los responsables de la intervención, hay que considerar que la seguridad del bombero depende de su equipo autónomo. Si un bombero se queda sin suministro de aire su vida estará en peligro.

Algunos Servicios de Bomberos utilizan un sistema de control de todo el personal que está usando equipos respiratorios. Para ello se utiliza un sistema de etiquetado de los equipos respiratorios.

Cada equipo de respiración dispone de una etiqueta de plástico con un número de identificación y un espacio en el que se anota la presión, una vez cargado; también puede disponer de un espacio para anotar el

