



Bombero I

Contenido del capítulo

Razones para la ventilación táctica.....	493	Ventilación vertical.....	514
Control de la disponibilidad de oxígeno.....	494	Requisitos para una ventilación	
Remoción de humo y gases calientes.....	497	vertical exitosa.....	514
Consideraciones de seguridad al ventilar.....	500	Métodos de ventilación vertical.....	518
Conciencia situacional: ventilación táctica.....	500	Ventilación de estructuras y	
Ventilación no planificada e		compartimentos específicos.....	521
integridad estructural.....	500	Incendios en sótanos.....	522
Condiciones del viento.....	501	Incendios en edificaciones sin ventanas.....	523
Exposiciones.....	501	Incendios en edificios altos.....	525
Ubicación de la ventilación.....	502	Revisión del capítulo.....	527
Integridad del techo.....	502	Preguntas de discusión.....	527
Herramientas y equipo de ventilación.....	504	Notas finales del capítulo 11.....	527
Herramientas para crear aberturas.....	504	Términos clave.....	528
Equipo de movimiento de aire.....	505	Hojas de habilidades.....	529
Inspección y mantenimiento de			
equipos de ventilación.....	505		
Ventilación horizontal.....	506		
Ventilación horizontal natural.....	506		
Ventilación horizontal mecánica.....	507		
Ventilación hidráulica.....	513		

**Requisitos de desempeño del trabajo (RDT)
abordados en este capítulo**

Este capítulo provee información sobre los requisitos de desempeño del trabajo estipulados en NFPA 1001, *Estándar para calificaciones profesionales de bomberos*, edición 2019.

- 4.3.11
- 4.3.12
- 4.5.1

Objetivos de aprendizaje

1. Explicar por qué se realiza la ventilación táctica en un incendio de una estructura. [4.3.11, 4.3.12]
2. Describir las consideraciones de seguridad relacionadas con la ventilación táctica. [4.3.11, 4.3.12]
3. Describir las herramientas y el equipo de ventilación. [4.3.11, 4.3.11, 4.3.12, 4.5.1]
4. Describir la ventilación horizontal. [4.3.11]
5. Describir la ventilación vertical. [4.3.12]
6. Describir las consideraciones relacionadas con la ventilación de sótanos y otros compartimentos especiales. [4.3.11, 4.3.12]
7. Hoja de habilidades 11-1: Realizar ventilación mecánica con presión positiva. [4.3.11, 4.5.1]
8. Hoja de habilidades 11-2: Realizar ventilación hidráulica horizontal. [4.3.11]
9. Hoja de habilidades 11-3: Ventilar un techo plano. [4.3.12]
10. Hoja de habilidades 11-4: Ventilar un techo inclinado. [4.3.12]

Capítulo 11

Ventilación táctica



Si bien el término ventilación se usa tradicionalmente en el servicio de bomberos, la actividad se conoce con mayor precisión como ventilación táctica, que se puede definir como la eliminación planificada y sistemática de aire caliente, humo, gases u otros contaminantes en el aire de una estructura, para reemplazarlos con aire más fresco y así cumplir con las prioridades del incidente, que son protección de la vida, estabilización del incidente y conservación de la propiedad. Debe coordinarse con las operaciones de extinción de incendios para evitar que las tripulaciones o las víctimas tengan consecuencias no deseadas.

Implementada correctamente, la ventilación táctica ayuda a lograr las tres prioridades del incidente. Sin embargo, si no se aplica de manera adecuada, los resultados pueden afectar a los ocupantes, a los bomberos y a la estructura. Los conceptos presentados en este capítulo se basan en la información que se encuentra en los capítulos 3 y 4, incluido el desarrollo del fuego en compartimentos, las etapas de desarrollo del fuego y la reacción de la construcción de la edificación en el incendio.

Razones para la ventilación táctica

La **ventilación táctica** es la eliminación planificada, sistemática y coordinada de aire caliente, humo, gases u otros contaminantes en el aire de una estructura. Es una herramienta para ayudar a los bomberos a controlar un incendio (**Imagen 11.1**). También se utiliza durante la revisión posterior al incendio y el control de pérdidas para evacuar el humo de las estructuras después de que se haya extinguido el fuego.



Imagen 11.1 Bomberos realizando ventilación táctica. *Cortesía de Bob Esposito, Pennsburg, PA.*

Tener el control del fuego significa utilizar **ventilación** y aplicación de agua para controlar su comportamiento. En términos de ventilación, los bomberos controlan el flujo de oxígeno, humo y gases calientes para luego controlar la tasa de crecimiento y propagación del fuego.

La ventilación táctica, ya sea cerrando, cubriendo o creando aberturas en la estructura, debería coordinarse con énfasis en el control de la disponibilidad de oxígeno. Como se describe en el capítulo 4, siempre que un fuego tenga suficiente acceso a oxígeno y combustible crecerá y se extenderá.

La ventilación también les permite a los bomberos controlar por dónde salen los gases calientes y el humo de una estructura. Controlar las aberturas de salida puede mejorar la visibilidad para que los bomberos puedan trabajar de manera más efectiva. También se pueden usar durante la revisión posterior al incendio para facilitar la eliminación de humo o gases tóxicos después de la extinción del incendio.

Control de la disponibilidad de oxígeno

Los incendios dentro de un compartimento o estructura consumen el combustible y el oxígeno disponibles a medida que se queman, y estos últimos experimentan una reacción química que produce gases tóxicos calientes, hidrocarburos no quemados y partículas de carbono (hollín). Mientras se consume el oxígeno dentro del compartimento, el fuego arde con menos eficiencia y aumenta la cantidad de combustible no quemado en los productos de combustión. Si el compartimento no se ventila antes de consumir la mayor parte del oxígeno disponible, el fuego entra en una etapa de decaimiento limitada por ventilación. Estas condiciones indican que el ambiente interior está esperando más oxígeno para volver a la etapa de crecimiento. Cualquier ventilación de dicho entorno proporcionará el oxígeno que necesita el fuego, lo que puede conducir a un rápido desarrollo del incendio.



Imagen 11.2 Un bombero se puede ubicar en una puerta para controlar la ruta de flujo. *Cortesía Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Villa Ballester, Argentina.*

Control de ruta de flujo

Controlar las rutas de flujo disponibles puede ser tan simple como mantener una puerta exterior cerrada hasta que haya una línea cargada en su lugar, o tan complejo como realizar una ventilación vertical. Sin embargo, incluso con ventilación táctica coordinada, habrá un aumento en la tasa de combustión cuando el fuego esté limitado por ventilación hasta que se aplique agua para enfriar los gases. Para controlar la ruta de flujo, los bomberos pueden ubicarse en las puertas por las que pasa la tripulación a lo largo de su ruta de entrada. Normalmente, en incendios residenciales, esta es solo la puerta de entrada. Su función sería cerrar las puertas tanto como lo permitan las líneas de mangueras en uso. Además, si es necesario, este personal puede ayudar a introducir o mover líneas de mangueras en la estructura (**Imagen 11.2**).

Las operaciones de ventilación y de extinción de incendios deben coordinarse para maximizar la eficacia. El personal debería recibir y seguir instrucciones específicas sobre cuándo y dónde ventilar. Romper ventanas innecesariamente o trabajar independientemente altera la estrategia de ventilación y hace que se pierda el control del fuego. A medida que el calor y el humo se agotan, el equipo de extinción de incendios puede acercarse al lugar del fuego para extinguirlo.

PRECAUCIÓN: Romper ventanas innecesariamente o trabajar de manera independiente altera la estrategia de ventilación y hace que se pierda el control del fuego.

Una forma eficaz de controlar la ventilación es cubrir las aberturas en lugar de crear más. Antes de un ataque interior, cerrar puertas y ventanas exteriores o usar dispositivos de control de humo o control de viento para cubrir las ventanas abiertas reducirá el oxígeno disponible para el fuego. El cierre de las aberturas retarda el crecimiento del fuego hasta que se pueda planificar y establecer un ataque (**Imagen 11.3**). En general, cerrar las aberturas ayuda a controlar el fuego a menos que vaya en contra de una estrategia establecida.

Potencial de desarrollo rápido del incendio

En unos pocos minutos, un incendio creciente puede generar temperaturas que superen los límites del EPP estructural. Si hay suficiente ventilación para soportar el crecimiento del fuego, el *flashover* puede ocurrir en menos de cinco minutos después de la ignición. Estos ambientes son insostenibles para los ocupantes y bomberos con EPP completo (**Imagen 11.4**).

Cuando se introduce por la ventilación aire fresco (oxígeno) en la habitación, los gases calientes pueden volver a encenderse rápidamente, provocando un rápido desarrollo del fuego (**Imagen 11.5**). Los bomberos y los ocupantes no pueden sobrevivir en estas condiciones. Para evitar que se produzca un desarrollo rápido del fuego, usted debe utilizar un patrón de chorro de agua adecuado para enfriar los gases calientes y saber cómo y cuándo liberarlos con los métodos y procedimientos de ventilación adecuados.



Imagen 11.3 Las ventanas y puertas pueden cubrirse para reducir el flujo de aire hacia una estructura, a fin de impedir el crecimiento del fuego.

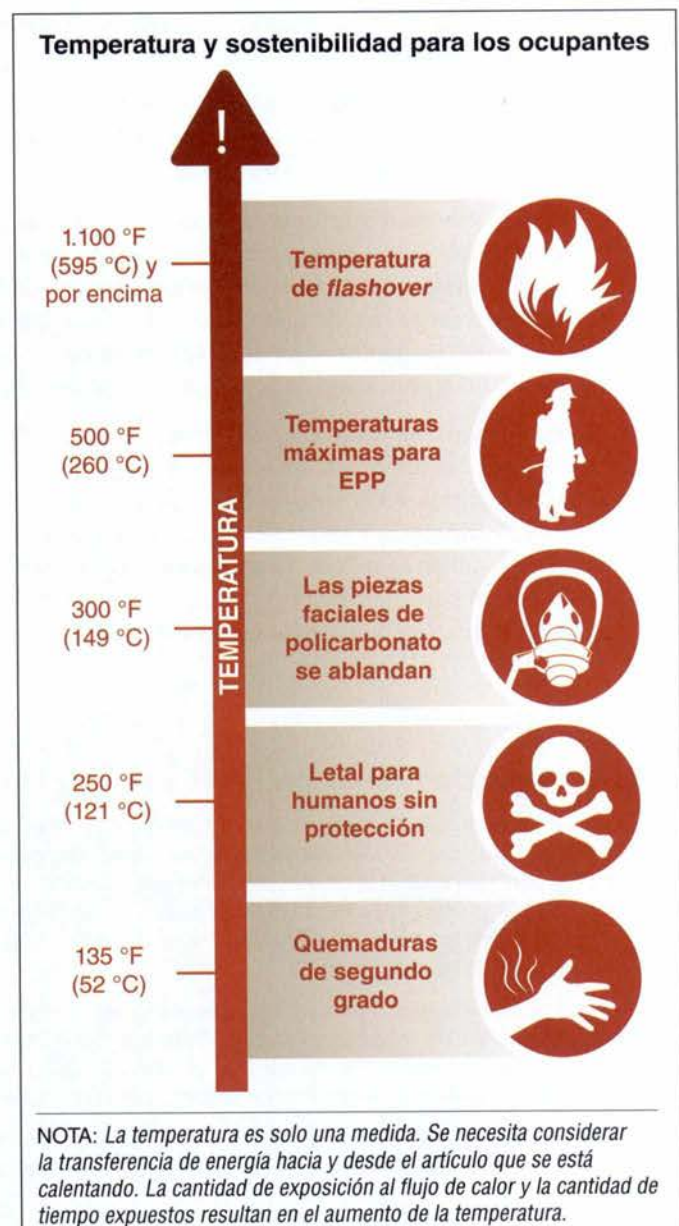


Imagen 11.4 A medida que aumenta la temperatura en una estructura en llamas, disminuye la sostenibilidad para las víctimas y los bomberos dentro de ella.



Imagen 11.5 La ventilación descoordinada puede provocar un desarrollo rápido del incendio, como un *flashover*. Cortesía de Bob Esposito, Pennsburg, PA.



Imagen 11.6 Bomberos preparados para entrar una vez que se inicie la ventilación táctica.

Los chorros de agua y la aplicación se describen en el capítulo 13, Mangueras y suministro de agua, y en el capítulo 14, Extinción de incendios.

La ventilación sin coordinación provocará un *flashover*. Ninguna ventilación adicional hará que el fuego sea limitado por combustible o evitará el *flashover*. Cuanto más tiempo se permita ventilar la estructura o el compartimento sin que se aplique agua, más pronto ocurrirá el *flashover*.

Incluso si la ventilación inicialmente parece enfriar de manera efectiva el interior y eliminar el humo y los gases tóxicos, es probable que el período de eficacia sea breve. El oxígeno adicional por la ventilación (ya sea de la primera abertura o de varias) permite que el fuego crezca hacia el *flashover*. Para evitarlo, la ventilación necesita coordinarse con el ataque del fuego casi de inmediato o al menos dentro del corto período de tiempo en que por sí sola mejora condiciones como la disminución de la velocidad de propagación del fuego y el aumento de la visibilidad. Tanto la ventilación como la aplicación de agua son necesarias para controlar un incendio.

Una vez que se ha aplicado el agua, la ventilación puede mejorar las condiciones que los bomberos necesitan para realizar operaciones interiores. En lugar de contribuir al crecimiento del fuego, el aire arrastrado a través de las aberturas de ventilación debería mejorar las condiciones y permitir que los bomberos ingresen a la estructura para realizar operaciones de búsqueda y rescate y extinción de incendios. El potencial de *flashover* mientras los bomberos operan en el interior también se reduce, lo que es más seguro para ellos. Si la ventilación está diseñada para permitir que los bomberos entren para atacar el fuego interior, estos deben estar listos con líneas cargadas para ingresar antes de que comience la ventilación táctica (**Imagen 11.6**).



Transición rápida del fuego y ventilación descoordinada

A las 8:26 a. m. del 22 de diciembre de 1999, los bomberos y la policía de Iowa llegaron al lugar de un incendio de un dúplex. Un ocupante les informó que tres niños, dos de ellos bebés, estaban en la edificación. Un policía forzó la puerta principal a las 8:28 a. m., pero no pudo ingresar; enfrentaba condiciones de mucho humo. A las 8:31 a. m., tres bomberos entraron a la casa y rescataron a dos bebés de los dormitorios del piso superior. Mientras la policía transportaba a los bebés al hospital, alrededor de las 8:35 a. m., la sala de estar y la escalera estaban completamente cubiertas por el fuego.

Los bomberos avanzaron una línea de manguera seca y descargada a través de la puerta principal y la colocaron en el piso antes de regresar a cargarla. Para cuando los bomberos la cargaron, la línea de manguera se había quemado. Los equipos encontraron que tres bomberos habían muerto como resultado del rápido desarrollo del fuego: uno en la parte superior de las escaleras y otro en la entrada del dormitorio delantero.

Un simulador de comportamiento de incendios del NIST indicó que si bien la estructura estaba cerrada y con ventilación limitada, el fuego en sí no se extendió más allá de la cocina hasta ocho minutos después de encenderse

(Forney, Madrzykowski y Walton, 2002). Sin embargo, una vez que se abrió la puerta (8:28 a. m.), solo tomó tres minutos para que el fuego alcanzara el punto de *flashover* y un minuto para que el fuego pasara rápidamente de un incendio de una sola habitación a uno que involucró la mayoría de la estructura. Esta transición aumentó el ambiente térmico en la sala de estar de 390 °F (200 °C) a 1.110 °F (600 °C) en menos de un minuto. Estos gases calientes se esparcieron rápidamente por toda la casa y provocaron el atrapamiento y la muerte de los tres bomberos dentro de la estructura.

La duración en la que se da la ventilación sin coordinación se relaciona directamente con la propagación del fuego. Cuanto más tiempo se ventila una edificación sin aplicación de agua, es más probable que un incendio interior alcance un desarrollo rápido. Cuando el fuego alcanza un desarrollo rápido, las capas térmicas pueden pasar rápidamente de ser sostenibles para los bomberos con EPP completo a insostenibles. En consecuencia, los CI y sus tripulaciones necesitan tener todo esto en cuenta y elaborar estrategias.



Imagen 11.7 Gases calientes y humo que salen de una estructura a través de una abertura de ventilación.

Remoción de humo y gases calientes

La ventilación aprovecha la flotabilidad de los gases del fuego para permitirles salir de la estructura. Durante las operaciones de ventilación, los gases fluyen del interior hacia el exterior porque calentados por el fuego se vuelven menos densos (**Imagen 11.7**). Los gases menos densos que el aire flotan, tienden a subir y se mueven hacia áreas de menor presión. A medida que escapan los gases calientes menos densos y de mayor presión, crean una presión más baja que atrae al aire ambiente más frío por abajo.

En un incendio estructural, el principal modo de transferencia de calor de un compartimento a otro es la convección (**Imagen 11.8**). Esta, como se explica en el capítulo 4, ocurre porque la flotabilidad natural del humo mueve los gases tóxicos y el calor de una habitación a otra. Si no se coordina, la misma operación de ventilación que cambia la trayectoria del flujo dentro de la estructura puede mover calor y humo adicionales a áreas que originalmente no estaban involucradas en el incendio.

Debido a que los incendios dentro de las estructuras son casi siempre limitados por ventilación, la ventilación táctica puede proporcionar al fuego el oxígeno necesario para crecer, en lugar de crear un ambiente más sostenible para los bomberos. La ventilación táctica puede ser una estrategia eficaz solo si se coordina con un ataque inmediato al fuego.

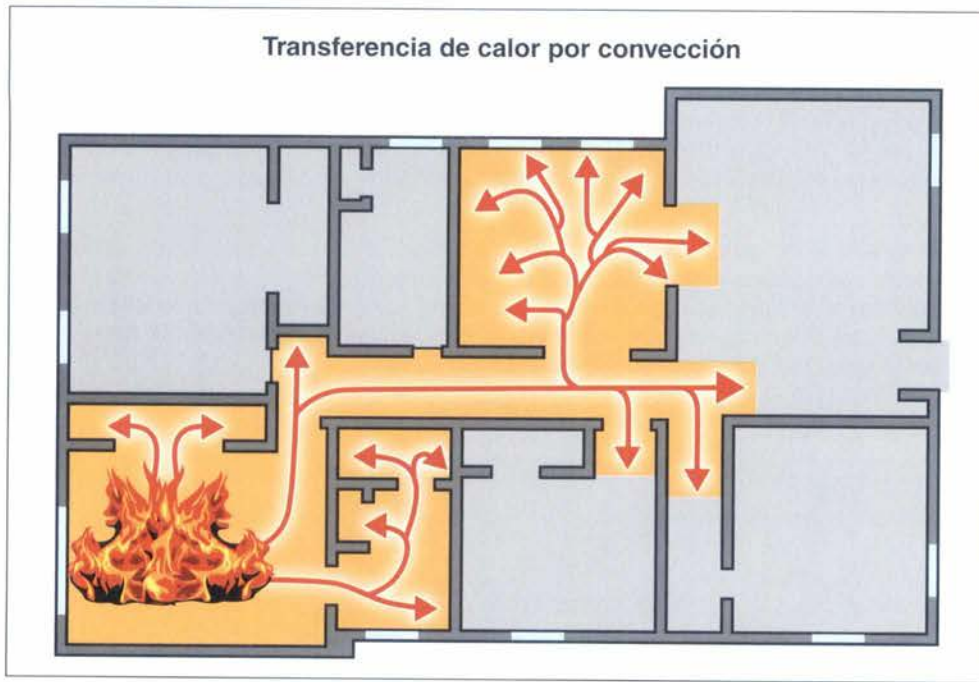


Imagen 11.8 La convección facilita la transferencia de calor de un compartimento a otros.

Los estudios han demostrado que las aberturas de ventilación eliminan menos calor y humo de lo que se pensaba y alteran la ruta de flujo de la estructura. Esto introduce más aire en la estructura (Zevotek y Kerber, 2016). Este aire transporta suficiente oxígeno para alterar el desarrollo natural del fuego e intensificar su crecimiento.

Aunque las aberturas de ventilación introducen aire, deben estar hechas para permitir que escapen el humo, el calor y los gases tóxicos. Controlar el proceso es clave y requiere además la aplicación de agua a las capas de gas caliente. Esto combinado con la ventilación táctica puede minimizar el efecto del nuevo aire sobre el crecimiento del fuego. La aplicación de agua al compartimento donde se encuentra el fuego comienza a hacer que las condiciones del fuego pasen de ser limitadas por ventilación a limitadas por combustible. La ventilación por sí sola no logrará esta transición.

La ventilación táctica que se implementa durante o después de la supresión puede crear un entorno interior o una ruta de salida con las siguientes condiciones más sostenibles:

- Incremento de la concentración de oxígeno.
- Reducción de la concentración de productos tóxicos de la combustión.
- Reducción de los niveles de temperatura.
- Incremento de la visibilidad que ayuda en las operaciones de extinción de incendios y búsqueda primaria.

PRECAUCIÓN: Una vez que el fuego en una estructura se ha convertido en limitado por ventilación, la ventilación adicional provocará el crecimiento y la propagación del fuego.

Aplicaciones para la seguridad humana

Como máxima prioridad en caso de incidente, la **seguridad humana** se aplica a los ocupantes que puedan quedar atrapados en la estructura y a los bomberos que deben ingresar a ella para rescatarlos. Se puede usar ventilación táctica y coordinada para llevar la ruta de flujo lejos de los ocupantes atrapados. Esta táctica permite el ingreso de oxígeno a la estructura, pero puede ser necesaria para crear áreas de salida sostenibles para que los bomberos rescaten a las víctimas u ocupantes atrapados (**Imagen 11.9**).

Aplicaciones para operaciones interiores: ataque de fuego interior y búsqueda y rescate

La eliminación de humo y gases debería crear áreas donde los bomberos puedan moverse y trabajar dentro de una estructura. A medida que el calor y el humo se agotan, el equipo de extinción de incendios puede acercarse al foco del



Imagen 11.9 La ventilación táctica puede crear áreas de salida sostenibles para ayudar en las operaciones de rescate.

fuego para extinguirlo. Además, la ventilación debería estar organizada para evitar que el fuego se propague hacia los bomberos que se encuentran realizando la búsqueda.

En términos de búsqueda y rescate, todos los equipos de rescate (equipo de entrada, de ataque exterior, si es necesario, de ventilación, monitores de control de puertas) deberían estar listos antes de iniciar la ventilación. Asegurarse de que las acciones de todos estén coordinadas ayuda a controlar la cantidad de oxígeno permitida en la estructura. Los equipos de búsqueda deberían comunicar sus observaciones al CI y al personal exterior que coordina la ventilación para que puedan ajustar las actividades según sea necesario. El objetivo es completar un rescate sin aumentar el peligro para las víctimas atrapadas, lesionar a los bomberos dentro, extender el fuego a nuevos compartimentos o permitir que el fuego entre en un desarrollo rápido.

Aplicaciones durante la revisión posterior al incendio

Una vez que se apaga el fuego, se puede establecer la ventilación para acelerar la eliminación de humo y gases calientes dentro de la estructura (**Imagen 11.10**). Limpiarla de humo podría hacer que el ambiente sea más sostenible para las víctimas y facilitar la búsqueda de sobrevivientes.

La ventilación se puede realizar como parte de la revisión posterior al incendio y conservación de la propiedad. Eliminar el humo de las edificaciones después de la extinción de incendios minimiza el daño por humo a la estructura.



Imagen 11.10 Durante las operaciones de revisión posterior al incendio, los ventiladores o eyectores podrían ayudar a eliminar el humo que aún se encuentra en la estructura. *Cortesía de Ron Moore, Departamento de Bomberos de McKinney (TX).*

Consideraciones de seguridad al ventilar

La ventilación táctica exitosa realizada junto con un ataque al fuego depende de:

- Una planificación cuidadosa
- La comunicación de lo observado en la escena al CI
- La aplicación sistemática de procedimientos para eliminar los contaminantes
- La coordinación con otras actividades en la zona del incendio
- El asegurarse de que todas las aberturas (puertas, ventanas y otras) son parte de la ventilación
- El reconocimiento de las ventajas y desventajas de las condiciones ambientales (viento, temperatura) en la escena

Conciencia situacional: ventilación táctica

Como se mencionó en el capítulo 1, comunicar sus observaciones cuando se le asigna una tarea es esencial para su seguridad. Además, las siguientes condiciones específicas de la ventilación táctica deberían comunicarse a los miembros de la tripulación y al supervisor:

- Ubicación y extensión del incendio
- Cambios en el comportamiento, la propagación y el crecimiento del fuego, incluidos los signos de un desarrollo rápido del fuego.
- Efecto que tendrá la ventilación sobre el fuego y las exposiciones
- Efectividad de la ventilación planificada: flujo deseado y eficiencia de extracción
- Lugares donde el humo se escapa de la estructura (debajo de los aleros, ventanas ventiladas, alrededor de las puertas)
- Tipo de construcción de la edificación
- Integridad estructural de la edificación
- Condiciones del contenido de la edificación
- Indicaciones de colapso estructural potencial, especialmente techos y pisos
- Ubicación de líneas eléctricas aéreas, paneles solares y cables guía
- Ubicaciones de dos vías de escape para el personal sobre el techo
- Cambios en la integridad estructural de techo o piso
- Coordinación de operaciones de incendios con la ventilación
- Dirección y fuerza del viento

Ventilación no planificada e integridad estructural

La ventilación puede ocurrir antes, durante o después del inicio de las operaciones de extinción de incendios. Algunos ejemplos de ventilación no planificada incluyen la falla de ventanas, puertas y elementos estructurales como resultado de la exposición al calor o al fuego. La ventilación no planificada puede influir significativamente en el comportamiento del fuego en incendios limitados por ventilación.

Los bomberos deberían hacer dos supuestos sobre cualquier incendio estructural para guiar sus decisiones al ventilar una estructura:

1. La estructura en sí consiste en una construcción ligera.
2. El fuego en la estructura es limitado por la ventilación.

Para los propósitos de este capítulo, usted puede hacer las mismas suposiciones sobre las tácticas de ventilación y la información incluida. Las tácticas utilizadas para ventilar un incendio limitado por ventilación también funcionan cuando se enfrentan a condiciones de limitado por combustible. Las tácticas pueden cambiar a medida que se conoce o se aprende más información sobre la construcción de una edificación.

Condiciones del viento

Cualquier abertura en una edificación, ya sea parte del diseño o creada por el fuego, permite que la atmósfera circundante afecte lo que está sucediendo dentro de la edificación. Siempre que sea posible, los bomberos deberían usar el viento a su favor (trabajar con el viento) durante la ventilación. Los vientos que se desplazan tan lentos como a 10 mph (15 km/h) pueden afectar los incendios estructurales y hacerlos potencialmente sostenidos. Si los vientos están a estas velocidades o más, los bomberos están más seguros trabajando con el viento a sus espaldas. Consulte el capítulo 4, para obtener más información sobre los efectos del viento y los incendios sostenidos por este.



Incendio estructural sostenido por el viento: Houston

Los equipos de bomberos respondieron a un incendio en una casa grande tipo rancho en Houston, el 11 de abril de 2009. Los vientos, con ráfagas de 17 mph a 26 mph (27 a 42 kp/h), exacerbaron el humo, lo que bloqueó la visibilidad y dificultó a los bomberos localizar la casa cuando arribaron, a las 12:13 a. m.

Un equipo de tres bomberos (Tripulación 1) realizó un ataque rápido, forzó la puerta principal para abrirla y avanzó a través de ella con una línea de manguera, a las 12:16 a. m. Un miembro del equipo permaneció en la puerta principal para tensar la línea de manguera.

Un segundo equipo (Tripulación 2) anunció su intención de ventilar el techo. Al completar sus cortes en el techo, la Tripulación 2 observó un remolino de llamas que se liberaba a través del orificio de ventilación. Las llamas invadieron los aleros de un lado de la estructura, lo que indicó la necesidad de que la Tripulación 2 se retirara.

El tercer bombero de la Tripulación 1 salió de la estructura para ajustar su casco y observó llamas rodando por encima mientras salía. Dos cuadrillas adicionales ingresaron a la estructura para atacar el fuego. Escucharon fuertes rugidos en el pasillo y experimentaron cómo se incrementaban más el calor y el humo, lo que los obligó a avanzar agachados. El CI pidió retirada a las 12:21 a. m, debido al empeoramiento de las condiciones.

En ese momento, los dos miembros de la Tripulación 1 estaban desaparecidos. Los intentos de recuperarlos fracasaron debido al calor extremo dentro de la estructura. Cuando el fuego se extinguió, a las 12:46 a. m., fueron encontrados, uno en la sala y otro en el comedor. Ambos bomberos murieron por lesiones relacionadas con el fuego. Habían intentado retirarse, pero no pudieron seguir la línea manguera porque estaba en el camino de los gases calientes que se escapaban a través de la puerta principal.

Un análisis posterior descubrió que el lado de la casa contra el viento estaba compuesto principalmente por ventanas de solárium (Barowy y Madrzykowski, 2012). A su llegada, los equipos no pudieron ubicarlas y comenzaron a trabajar desde el lado de la edificación a favor del viento (en la puerta principal).

Las ventanas del solárium fallaron en el momento en que las tripulaciones escucharon un fuerte rugido. Cuando los bomberos abrieron la puerta principal, sirvió como toma de oxígeno y punto de escape de gases. Las tripulaciones supusieron que el punto de ventilación vertical actuaría como un escape para la entrada en la puerta principal, pero este no fue el caso. Los vientos que soplaban a través de las ventanas rotas y hacia la puerta abierta crearon un túnel de viento de gases calientes a lo largo del mismo camino que usaron los bomberos para atacar el fuego. El fuego impulsado por el viento abrumó la ruta de flujo establecida hacia el punto de ventilación del techo. Convirtió la puerta principal en un punto de escape y el pasillo en un camino de flujo para gases sobrecalentados. Esto creó un ambiente insostenible en el pasillo donde estaba ubicada la Tripulación 1. El viento cambió la trayectoria del flujo de los gases provocando que salieran por las puertas delanteras en lugar de por el techo.

Los bomberos necesitan ajustar sus tácticas para tener en cuenta las condiciones del viento en la lucha contra incendios estructurales. El viento que mueve los gases a través de una estructura puede alterar las tácticas y abrumar las estrategias de ventilación planeadas.

Exposiciones

Al comenzar las operaciones de ventilación táctica, los bomberos deben considerar las **exposiciones** internas y externas. Las internas incluyen a los ocupantes de la edificación, el contenido y cualquier habitación o parte de la edificación no involucrada. Cuando la ventilación no libera calor y humo directamente sobre el fuego, se hace necesario algún enrutamiento del humo. Las rutas que el humo y los gases calientes del fuego podrían tomar naturalmente para salir pueden ser las mismas que los ocupantes necesitan para la evacuación y los bomberos para trabajar.

La ventilación que provoca que el calor, el humo y a veces el fuego sean descargados a través de las aberturas de las redes ubicadas por debajo del punto más alto de la edificación crea el peligro de que los gases ascendentes enciendan partes de la edificación por encima del punto de escape. El calor y los gases del fuego pueden entrar por las ventanas abiertas o los conductos de ventilación del ático, y también pueden encender los aleros de la edificación o estructuras adyacentes.

La radiación o el contacto directo con las llamas pueden afectar las exposiciones externas, incluidas las estructuras adyacentes a la edificación incendiada. Las unidades de aire acondicionado montadas en la ventana o las tomas de aire de HVAC pueden atraer humo hacia las edificaciones adyacentes. Las estructuras y la vegetación cercanas pueden incendiarse si la convección lleva brasas calientes en el aire. El fuego puede entrar en las ventanas exteriores o en las aberturas de las exposiciones adyacentes (**Imagen 11.11**).

Ubicación de la ventilación

Antes de seleccionar un lugar para ventilar, los bomberos deberían recopilar la mayor cantidad de información posible sobre el incendio, la edificación y la ocupación. Como bombero I, a usted se le indicará dónde ventilar. Es su responsabilidad comunicar sus observaciones o inquietudes sobre la realización de la ventilación, como cambios en las condiciones entre las órdenes que se dan y las acciones que se toman.

Integridad del techo

El conocimiento previo de la construcción del techo y la distribución de la edificación puede ayudarlo a medir la integridad del techo. Con este conocimiento, adquirido a través de la planificación preincidente, se pueden identificar elementos estructurales que pueden contribuir a la falla del techo durante un incendio. Ejemplos de elementos estructurales pueden incluir:

- Techos de cerchas livianas
- Planos de piso abierto debajo de amplias extensiones con soportes limitados de cerchas
- Daño estructural previo al techo

NOTA: Algunos códigos de construcción requieren carteles o letreros en las estructuras para indicar la presencia de construcción liviana, sobre todo sistemas de piso y techo.

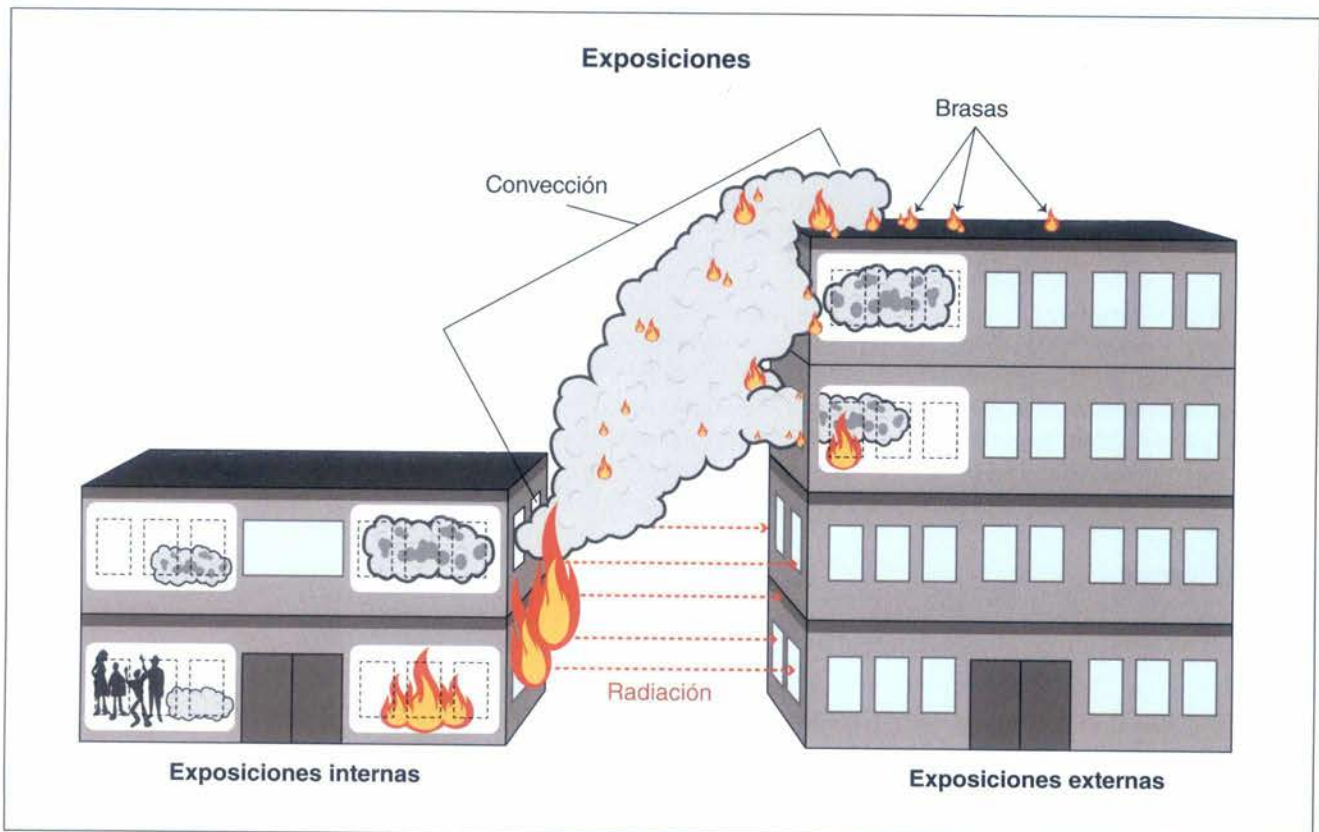


Imagen 11.11 La radiación, la convección y el contacto directo con las brasas transfieren el calor de la estructura de la izquierda a la de la derecha.



Imagen 11.12 Debido a que el fuego y el humo salen del techo, los bomberos deberían considerar la posibilidad de que este se derrumbe. Cortesía de Ron Jeffers, Union City, Nueva Jersey.

Si se sospecha o se sabe que el techo es inestable, el CI no debería colocar personal encima o debajo de él. Si se ordena la ventilación, entonces el equipo destinado a esta labor debería verificar el techo antes de subirse a él y continuar verificando antes de su progreso, a medida que lo cruzan. Si el fuego se ha ventilado a través del techo o se ha estado quemando debajo antes de la llegada del departamento de bomberos, entonces no se debería considerar la ventilación del techo hasta que se haya extinguido el fuego y se pueda evaluar la estructura. Las indicaciones de un posible colapso del techo incluyen (**Imagen 11.12**):

- Derretimiento del asfalto
- Humo que sale del techo
- Fuego que sale del techo
- Sistemas de construcción como unidades HVAC que se hundan o inclinan
- Techo esponjoso (techo normalmente sólido que se levanta cuando se camina sobre él)

Los techos esponjosos se hundan cuando se empujan o pisan y vuelven a tomar forma. Esto generalmente indica que el entablado del techo está fallando.



Techo esponjoso

Los techos esponjosos generalmente se asocian con techos planos, pero la condición puede aplicarse a techos inclinados. Cuando se utilizan materiales de construcción livianos, los techos pueden sentirse sólidos, aunque los elementos estructurales que sostienen el entablado se hayan quemado o debilitado. El techo no se sentirá esponjoso. Si el techo retrocede o no, es un dato importante sobre su integridad estructural, pero no es el único indicador que hay que comprobar.

NOTA: Algunos techos son esponjosos y no involucran fuego. Conozca los tipos de techo en su área de respuesta.

El equipo de ventilación debería estar en comunicación con otras cuadrillas en el lugar para recibir actualizaciones sobre el progreso del incendio y las condiciones observadas. Si el techo comienza a perder integridad durante las operaciones de ventilación, el personal debería evacuar y notificar al CI.

Herramientas y equipos de ventilación

Los bomberos utilizan una variedad de herramientas y equipos para realizar la ventilación y obtener acceso a los lugares donde se ejecutará. Otros crean las aberturas por donde los gases del fuego y el humo saldrán de la estructura. Las herramientas y los equipos adicionales ayudan a mover los gases del fuego y el humo de una estructura de manera más eficiente.

Las escaleras portátiles y de techo ayudan a los bomberos a acceder a los lugares que se utilizarán para la ventilación. El uso de estas se trató en el capítulo 8. Las cámaras termográficas sirven como herramientas útiles para monitorear el impacto de la ventilación o identificar posibles ubicaciones de ventilación. En el capítulo 10 hay más información sobre el uso de cámaras termográficas.

Las siguientes secciones abordan:

- Herramientas para crear aberturas
- Equipo de movimiento de aire
- Inspección y mantenimiento de equipos de ventilación

Herramientas para crear aberturas

Las herramientas comunes para crear aberturas de ventilación incluyen, entre otras, las siguientes (**Imagen 11.13**):

- **Hachas**, para romper ventanas y hacer agujeros a través del entablado del techo.
- **Sierras con fuente de poder**, para hacer agujeros a través del entablado del techo u otros obstáculos.
- **Motosierras**, para hacer agujeros a través del entablado del techo u otros obstáculos.
- **Pértigas**, para tirar o abrir cielo rasos.

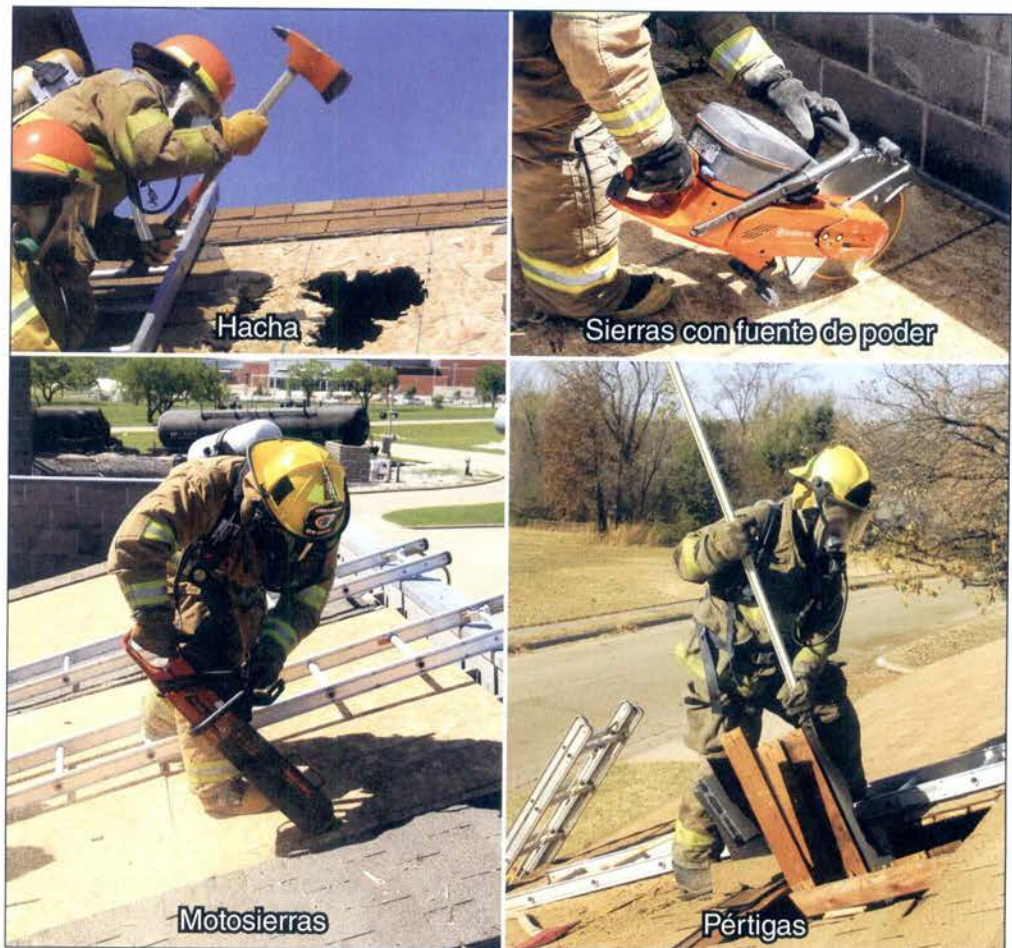


Imagen 11.13 La ventilación se puede lograr utilizando hachas, sierras con fuente de poder, motosierras y pértigas.



Imagen 11.14 Ejemplos de equipos de movimiento de aire comúnmente utilizados en operaciones de ventilación táctica.

Equipo de movimiento de aire

El equipo común que se usa para mover el aire a través de una estructura o hacia las aberturas de ventilación incluye pero no se limita a lo siguiente (**Imagen 11.14**):

- **Dispositivos de movimiento de aire.** Incluyen sopladores, ventiladores y eyectores de humo que generan flujo de aire.
- **Líneas de mangueras y boquillas.** Se utilizan para operaciones de ventilación hidráulica y para control del fuego.
- **Conductos flexibles.** Se utilizan para controlar el flujo de gases y humo del fuego durante las operaciones de ventilación.
- **Dispositivos para apilar y colgar.** Se utilizan para colocar dispositivos de movimiento de aire en puertas y ventanas.
- **Generadores y cables de alimentación eléctrica.** Se utilizan para proporcionar energía a dispositivos de movimiento de aire accionados eléctricamente.
- **Dispositivo de control de viento (WCD).** Cortina pesada o dispositivo similar que se usa para cubrir las aberturas exteriores de ventanas y puertas y así limitar la ventilación o evitar que el viento afecte negativamente las condiciones de ventilación.
- **Dispositivo de control de humo.** Cortina pesada o dispositivo similar que se usa para bloquear las aberturas de puertas y ventanas interiores o exteriores para limitar la ventilación.

Inspección y mantenimiento de equipos de ventilación

Al igual que otras herramientas y equipos de extinción de incendios, los equipos de ventilación deben recibir inspección y mantenimiento de rutina. Debido a que el mantenimiento de los equipos motorizados varía, usted debe familiarizarse y seguir las instrucciones del fabricante. Así como se hace con otros equipos, las inspecciones del equipo de ventilación deberían estar bien documentadas. El equipo que no pasa la inspección debería marcarse fuera de servicio. La autoridad competente debería establecer procedimientos operativos estándar que describan, al menos, los siguientes elementos:

- Programa de inspección y mantenimiento
- Elementos comunes a inspeccionar
- Nivel de mantenimiento que brindan los bomberos
- En qué momento se debería realizar el mantenimiento por personal ajeno al departamento de bomberos
- Procedimientos para documentar la inspección y el mantenimiento

NOTA: La inspección y el mantenimiento de las herramientas manuales utilizadas durante la ventilación se describen en el capítulo 9.



Imagen 11.15 Los bomberos deberían abrir las ventanas del lado que se encuentra a favor del viento antes de abrir las del lado que se encuentra en contra del viento, para ventilar los gases calientes del fuego y el humo de una estructura.

Ventilación horizontal

La **ventilación natural**, **mecánica** e **hidráulica** son variantes de ventilación horizontal. La ventilación horizontal natural implica la apertura de puertas y ventanas para permitir que las corrientes de aire y las diferencias de presión eliminen el humo y el calor de la edificación. La ventilación mecánica implica el uso de ventiladores y eyectores para crear diferencias de presión. La ventilación hidráulica utiliza chorros de agua para ventilar los compartimentos y crear diferencias de presión.

Ventilación horizontal natural

Cuando las condiciones sean apropiadas, las operaciones de ventilación horizontal natural deberían trabajar con las condiciones atmosféricas, aprovechando el flujo de aire natural. La ventilación natural no requiere personal o equipos adicionales para instalar y mantener.

Ventilación asistida por el viento

Cuando el CI da la orden, las ventanas y puertas que se encuentran en el lado de la estructura **a favor del viento** (lado de baja presión) deberían abrirse primero para crear una abertura de escape. Las aberturas que se encuentran en el lado de la estructura **en contra del viento** (lado de alta presión) se abren para permitir que entre aire fresco y forzar el humo hacia las **aberturas de escape** (Imagen 11.15).

Ventilación natural antes o durante la extinción de incendios

Una vez que se ha localizado el fuego, el CI tomará decisiones sobre la mejor manera de llegar al lugar del fuego y extinguirlo. Si solo se hace una apertura, como abrir una puerta, esta ventilación servirá como entrada de aire y salida de humo. Abrir ventanas o puertas puede permitir que los bomberos apliquen agua con un chorro directo desde el exterior, lo que hace que el compartimento de incendios sea sostenible para un ataque interior.

El control de la puerta es otra forma de ventilación natural. Estas se pueden usar estratégicamente en posiciones abiertas y cerradas para cambiar la ruta de flujo disponible dentro de una estructura.

Los bomberos deberían controlar la ventilación natural tanto como sea posible en una escena. Ventilar la estructura y luego alejarse permitirá que el fuego tenga más oxígeno y crezca. Además, cuantos más puntos de ventilación se agregan, más oxígeno recibe el fuego. La ventilación natural solo proporciona una pequeña cantidad de tiempo, tal vez menos de un minuto, para que los bomberos utilicen las condiciones mejoradas.

Ventilación natural después de la extinción de incendios

Una vez que se extingue el fuego, varias aberturas de ventilación natural podrían acelerar el proceso de eliminación del humo, pero también podrían provocar daños adicionales a la propiedad. Las soluciones mecánicas pueden ayudar a eliminar el humo rápidamente.

Ventilación horizontal mecánica

La ventilación mecánica puede ser necesaria cuando el flujo natural de las corrientes de aire y las corrientes que crea el fuego son insuficientes para eliminar el humo, el calor y los gases del fuego de la estructura. La ventilación mecánica se logra utilizando ventiladores, sopladores y eyectores de humo para crear presión positiva o negativa. Crear presión negativa significa reducir artificialmente la presión dentro de la estructura para que el aire fresco del exterior entre más rápidamente. Por el contrario, crear **presión positiva** significa elevar artificialmente la presión dentro de la estructura para que el humo y los gases combustibles se muevan hacia las aberturas de menor presión más rápidamente.

No altere los efectos de la ventilación horizontal. Por ejemplo, abrir una puerta o ventana en el lado que se encuentra en contra del viento de una edificación en llamas antes de crear una abertura de extracción de ventilación en el lado a favor del viento puede presurizar la edificación, intensificar el fuego y hacer que se extienda a áreas no afectadas. Aproveche las corrientes de aire creadas por la ventilación horizontal. Si una obstrucción bloquea las corrientes establecidas en la abertura de entrada, los efectos positivos de la ventilación horizontal pueden reducirse o eliminarse.

Aunque los métodos mecánicos se pueden aplicar a la ventilación horizontal y vertical, se usan con mayor frecuencia para la ventilación horizontal. Pueden implicar sacar el humo y los gases del fuego a través de una abertura o empujar aire fresco hacia la estructura y desplazar los gases. Cualquier equipo utilizado para facilitar la ventilación debería estar colocado y en espera de la coordinación de otras tácticas. El equipo debería activarse de manera coordinada con otras actividades. El equipo de movimiento de aire está diseñado para aumentar los efectos de la ventilación natural, lo que significa que el aire se introducirá en el fuego más rápidamente. Todas las actividades deben coordinarse para garantizar que el uso de equipos de movimiento de aire no empeore las condiciones del incendio.

Ventilación horizontal mecánica antes y durante la extinción de incendios

La ventilación horizontal mecánica acelera el intercambio de aire fresco en una estructura llena de humo y gases calientes. Si el fuego no está bajo control, este intercambio acelerado de gases puede hacer más daño que bien. La ventilación horizontal mecánica agregará aire a la estructura más rápidamente que la ventilación natural. Si esta táctica se usa para crear visibilidad y una ruta de flujo para operaciones interiores, entonces todo el equipo debe estar en su lugar; todas las tripulaciones deben estar coordinadas y preparadas antes de abrir las ubicaciones de entrada y escape y poner en marcha los dispositivos de movimiento de aire.

Algunas limitaciones de la ventilación mecánica incluyen:

- Dependencia de una fuente de energía
- Requerimiento de equipo especial
- Requerimiento de más recursos y personal que la ventilación natural

ADVERTENCIA: Nunca dirija un chorro nebulizador hacia una abertura de escape horizontal cuando los equipos de ataque interior estén dentro de la estructura, porque forzará humo, calor y vapor hacia ellos.

Imagen 11.16 Los bomberos deberían usar SCBA durante las operaciones de revisión posterior al incendio. *Cortesía de Ron Moore, Departamento de Bomberos de McKinney (TX).*



Usos de ventilación mecánica horizontal después de la extinción de incendios

Incluso en ausencia de fuego, las atmósferas contaminadas de una edificación u otro espacio confinado deben limpiarse rápida y completamente. Por ejemplo, las edificaciones llenas de un gas tóxico o inflamable deben ventilarse de forma rápida pero segura. Los espacios confinados que contienen niveles bajos de oxígeno pueden beneficiarse al introducir aire fresco a medida que se eliminan los productos contaminados. Limpiar el humo de las estructuras contaminadas reduce el daño que este causa y mejora las relaciones con los propietarios de viviendas o negocios. En estas y muchas otras situaciones, la ventilación mecánica es la técnica más eficaz.

El escape de los ventiladores de gas puede agregar monóxido de carbono a una estructura durante la revisión posterior al incendio. Los bomberos deberían continuar usando SCBA y monitorear el medio ambiente hasta que haya confirmación de que la atmósfera es segura (**Imagen 11.16**). La ventilación después de la extinción de incendios debería reducir los niveles de monóxido de carbono (CO). Si no es así, los ventiladores de gas pueden ser la razón. Para obtener más información sobre los procedimientos durante la revisión posterior al incendio y el control de pérdidas, consulte el capítulo 15.

PRECAUCIÓN: Los ventiladores a gas pueden agregar CO a la estructura durante las operaciones de ventilación. Use SCBA hasta que el monitoreo atmosférico confirme que el ambiente es seguro.

Algunas de las ventajas de utilizar ventilación mecánica para limpiar atmósferas contaminadas son:

- Complementa y mejora la ventilación natural
- Garantiza un mayor control del flujo de aire
- Acelera la eliminación de contaminantes
- Reduce el daño por humo
- Promueve las buenas relaciones públicas

Ventilación con presión negativa

La **ventilación con presión negativa (VPN)** es el tipo más antiguo de ventilación mecánica. El equipo de movimiento de aire se utiliza para desarrollar un flujo de aire artificial para extraer el humo de la estructura o mejorar la ventilación natural. La presión negativa creada extrae humo y gases combustibles calientes fuera de la estructura y atrae aire fresco hacia ella. Los ventiladores se pueden colocar en ventanas, puertas o aberturas de ventilación del techo para

expulsar el humo, el calor y los gases del interior de la edificación al exterior (**Imagen 11.17**). La ventilación con presión negativa requiere electricidad, generalmente suministrada por un cable que va desde un generador al ventilador, y que la abertura alrededor del ventilador esté sellada para evitar que entre aire exterior alrededor del ventilador. Esta ventilación no es tan eficaz como otras opciones de ventilación para eliminar el humo.

Las pautas de seguridad para el uso de eyectores de humo son las siguientes:

- Mantenga el lado de entrada del eyector libre de obstrucciones, como escombros, cortinas o paneles.
- Apague los eyectores de humo antes de moverlos.
- Lleve los eyectores de humo utilizando las manijas de transporte.
- Antes de encender un eyector de humo, asegúrese de que las personas, la ropa, los paneles o las cortinas que se encuentren cerca de las aspas o que puedan ser arrastradas estén aseguradas o retiradas.
- Evite pararse en el área de salida del eyector de humo; el aire descargado puede contener escombros en proyección.



Imagen 11.17 Los eyectores de humo se utilizan para extraer los gases calientes del fuego y el humo de una estructura.

Ataque con presión positiva (APP)

Los ventiladores de presión positiva funcionan mejor en fuegos confinados en un compartimento. La intención es utilizar ventiladores de gran volumen para crear una presión ligeramente mayor en los compartimentos adyacentes y forzar los productos de combustión (humo) hacia el exterior de la estructura a través de las aberturas de escape que existen o se han creado. Esto se convierte en un desafío porque un fuego creciente crea presión. Para que la táctica sea efectiva, el ventilador debe crear suficiente presión para forzar el humo y el calor hacia las aberturas de escape deseadas. Si la presión no es suficiente el humo saldrá hacia la abertura de entrada de la ventilación. Controlar el flujo dentro de la estructura de esta manera durante las etapas iniciales del incendio, antes de la extinción, se conoce como **ataque con presión positiva (APP)**. Cuando se hace correctamente reduce el efecto térmico en los bomberos cuando realizan una operación interior. Si no se aplica correctamente, aumenta la posibilidad de que se desarrolle rápidamente un incendio y se propague.

La abertura donde se instala el ventilador y se introduce el flujo de aire se conoce como **abertura de entrada o admisión**. El lugar donde los productos de combustión previstos se descargarán de la estructura se conoce como **escape** (**Imagen 11.18**). Los tamaños y tipos de ventiladores utilizados varían mucho de un departamento a otro. Cada ventilador se colocará de manera ligeramente diferente y, por lo tanto, los bomberos deberían estar familiarizados con los ventiladores de su departamento. Siga las recomendaciones del fabricante junto con los procedimientos operativos estándar de su departamento para la ubicación del ventilador.



Imagen 11.18 Ejemplos de ubicaciones de aberturas de entrada y escape utilizadas en una operación de ventilación táctica.

La ubicación del fuego y la proporción entre la entrada y el escape

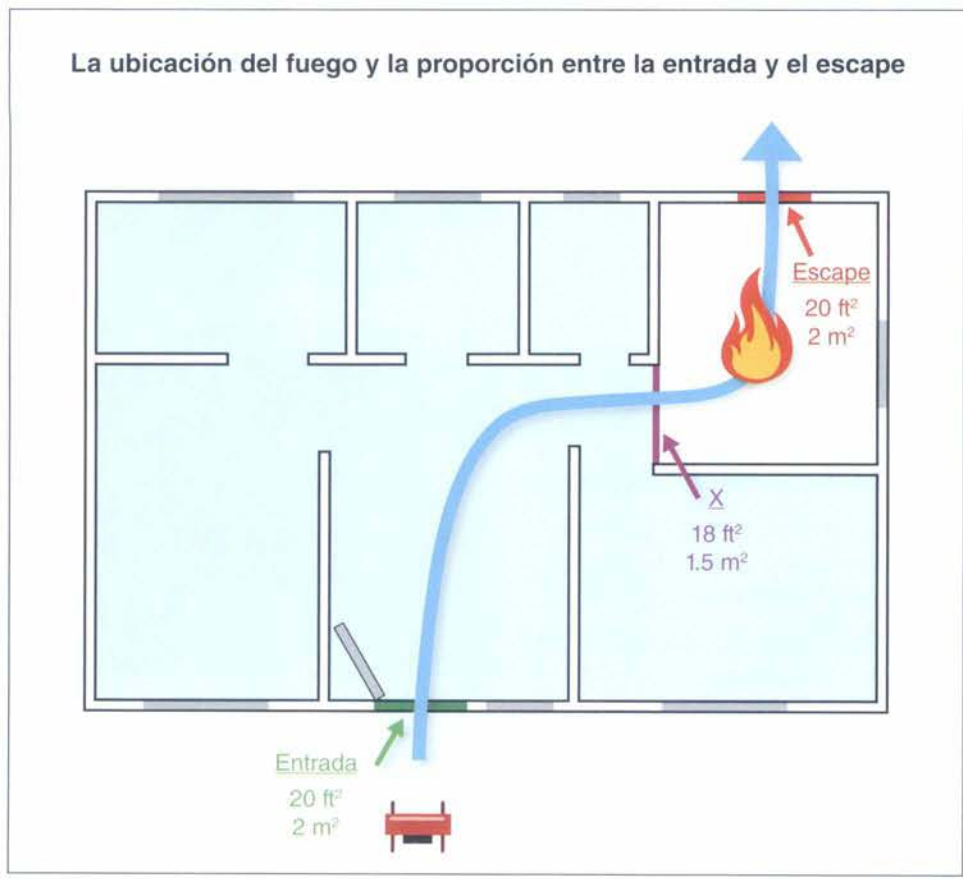


Imagen 11.19 Ilustrando los conceptos de ubicación del incendio y proporción entre el tamaño de escape y de entrada.

Las dos consideraciones principales para el ataque con presión positiva son la ubicación del incendio y la proporción de tamaño de escape y entrada. La proporción compara el área de superficie de todas las aberturas de escape con el área de superficie de todas las aberturas de entrada del compartimento. El ataque con presión positiva es solo una táctica eficaz si se conoce la ubicación del incendio y se puede lograr la proporción adecuada de escape a entrada (mayor de 1 a 1). Observe en la **Imagen 11.19** que el área de entrada que es importante es el área de entrada del dormitorio.

Para que el ventilador cree la presión necesaria para expulsar el calor y los gases tóxicos de la estructura, las aberturas de escape deben estar ubicadas en el compartimento del fuego. Las aberturas adicionales alejadas del compartimento del fuego pueden extraer aire y presión fuera de la ruta de flujo establecida y debilitar la capacidad del ventilador para forzar el humo y el calor hacia las aberturas de escape. Esto puede aumentar la presión en el compartimento del fuego más que en el resto de la estructura. Dado que el flujo siempre se mueve de alta a baja presión, esto atraerá el calor, el humo y, finalmente, el fuego hacia el nuevo punto de escape (**Imagen 11.20**).

Crear la presión necesaria en los compartimentos adyacentes se vuelve difícil porque el ventilador es solo un componente del sistema que genera presión. El fuego también crea presión a medida que crece y cuando se combina con la presión del ventilador dará como resultado un flujo en direcciones inesperadas. No es posible reducir la presión que crea el fuego, por lo que los bomberos deben controlar la que crea el ventilador o aplicar agua para enfriar el fuego. Crear una abertura de escape lo suficientemente grande para garantizar que la presión permanezca más baja en el sector del incendio que en el resto de la estructura permite a los bomberos controlar la trayectoria del flujo y el fuego. El tamaño de ese escape debe exceder la entrada al compartimento del fuego.

Como todas las tácticas de ventilación, el ataque con presión positiva requiere coordinación entre tripulaciones. Cuando se realizan cambios en la trayectoria del flujo, se puede provocar un rápido desarrollo del incendio. Las tripulaciones que operan dentro de la estructura pueden quedar aisladas de su ruta de escape y quedar atrapadas. Las operaciones de búsqueda y rescate tienen un alto potencial de cambiar el flujo si las cuadrillas abren y cierran puertas durante el ataque con presión positiva. Las cuadrillas deberían entrar y salir de la estructura solo por la entrada, teniendo cuidado de no bloquear la abertura de entrada. Una vez dentro, las cuadrillas solo deberían realizar búsqueda y registrar los compartimentos abiertos; abrir las puertas interiores cambiará la trayectoria del flujo.

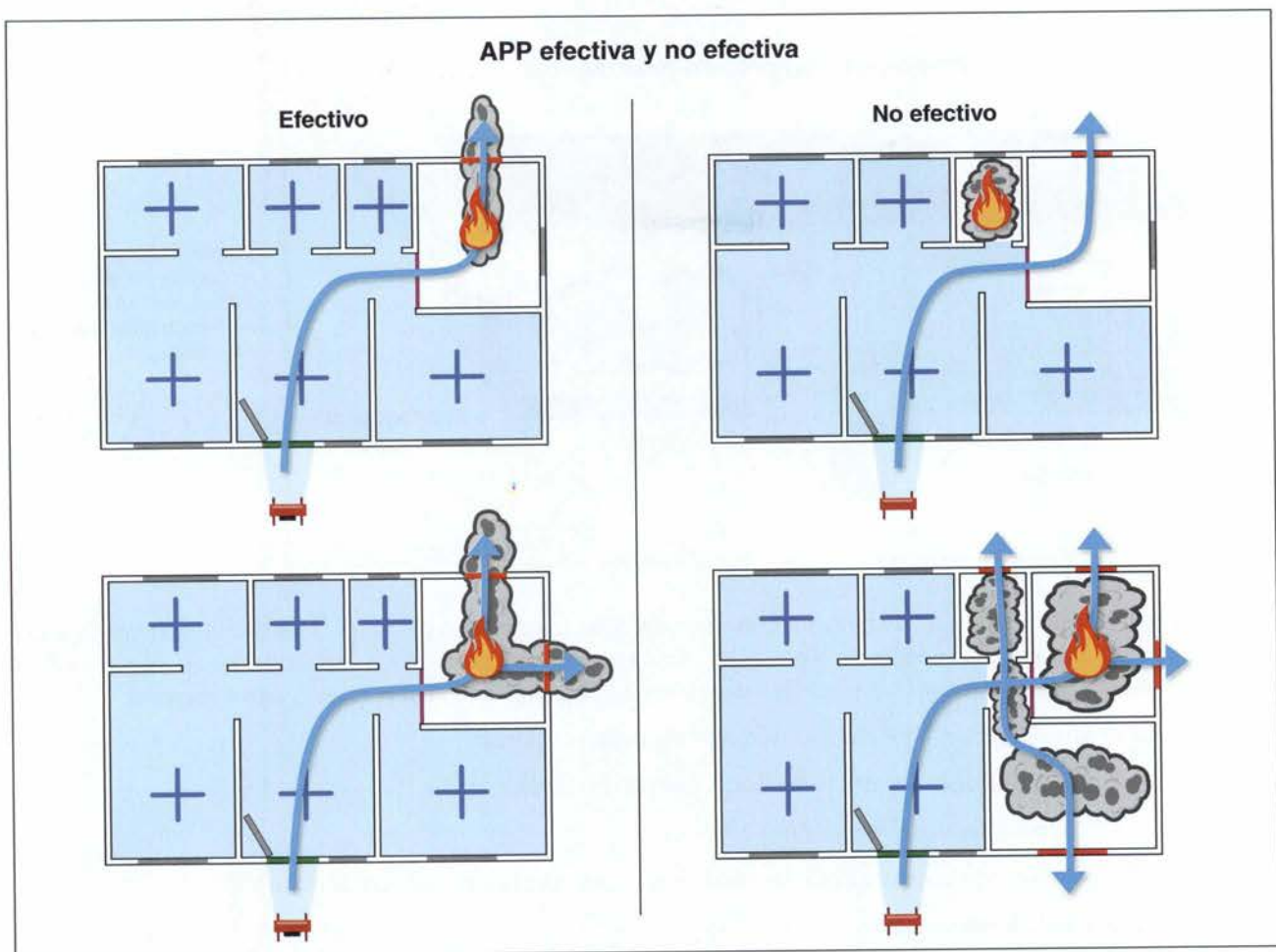


Imagen 11.20 Ilustración de un ataque con presión positiva efectivo y otro no efectivo.

La aplicación de agua al compartimento del fuego reducirá las diferencias de presión que crea el fuego, haciendo que el ataque con presión positiva sea más efectivo. La disminución de la temperatura a lo largo del camino de aproximación permite que esto suceda más rápido. Aunque la temperatura se reduce al acercarse al compartimento del fuego, las tripulaciones deben aplicar agua de manera inmediata, pues mejora la eficacia del ataque con presión positiva tan pronto ingresa.

Ventilación con presión positiva (VPP)

Los ventiladores de alto volumen utilizados en el ataque con presión positiva también se pueden usar para expulsar el humo, el calor y los gases tóxicos al exterior después de la extinción de incendios. Esta táctica se conoce como **ventilación con presión positiva (VPP)**, que acelera la ventilación natural de la estructura. Cuando la presión es mayor dentro de la estructura, el humo en el interior se mueve hacia escapes seleccionados de menor presión. A diferencia del ataque con presión positiva, la aplicación de VPP pone menos énfasis en la relación escape-entrada. El objetivo de la VPP es aumentar la presión a un nivel más alto que el exterior de la estructura, no más que el que puede producir el fuego (Imagen 11.21). Esto permite que haya más aberturas de escape para crear más flujo. Cuanto más aire pueda mover el ventilador a través de la estructura, más rápido se acercará el ambiente interior a las condiciones ambientales.

Cuando se elige VPP para eliminar el humo después de la extinción de incendios, cuanto más pronto comience, más eficaz será la ventilación. El incremento efectivo de la ventilación desde el ventilador disminuirá las temperaturas así como la concentración de gases tóxicos y aumentará la visibilidad.

Todo esto conduce a operaciones interiores más seguras y efectivas, como búsqueda y rescate, revisión posterior al incendio y salvamento.

Aunque la VPP puede acelerar la ventilación de la estructura, también puede ocultar la extensión del fuego mientras los ventiladores están en funcionamiento. Los incendios en etapa de decaimiento se pueden intensificar con el flujo de

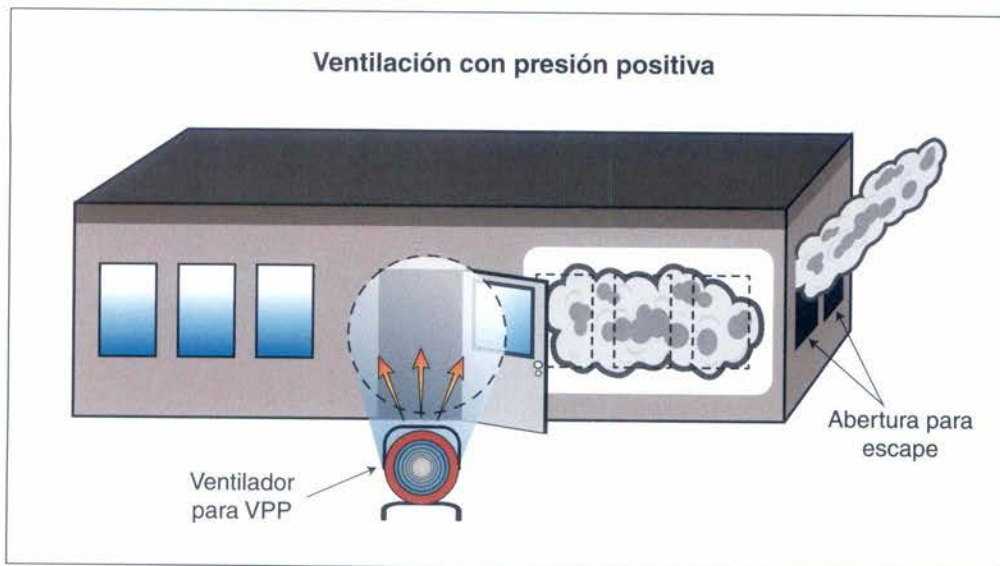


Imagen 11.21 La ventilación con presión positiva acelera la ventilación natural de una estructura.

aire adicional. Al usar VPP, es importante identificar y controlar la extensión del fuego. Una vez que las condiciones del interior mejoran, apagar el ventilador o cerrar la entrada brevemente permite a las cuadrillas en el interior evaluar las condiciones del humo e identificar posibles extensiones antes de que se conviertan en peligros mayores.

Para asegurar una operación VPP efectiva, tome las siguientes acciones:

- Asegúrese de que el área de la superficie de escape exceda el área de entrada.
- Monitoree el funcionamiento del ventilador VPP.
- Mantenga las comunicaciones entre el CI, las cuadrillas de ataque interior y el operador de VPP.
- Aproveche las condiciones del viento.

Las ventajas de VPP en comparación con VPN incluyen las siguientes:

- Los bomberos pueden instalar ventiladores VPP sin entrar en un ambiente lleno de humo.
- VPP es igualmente eficaz con ventilación horizontal o vertical porque complementa las corrientes de aire naturales.
- La eliminación de humo y calor de una estructura es más eficiente.
- Las edificaciones expuestas o los compartimentos adyacentes se pueden presurizar para reducir la propagación del fuego hacia ellos.

Las desventajas de la VPP son:

- La estructura debe tener alguna compartimentación adicional.
- El escape de los ventiladores de combustión puede agregar monóxido de carbono a una estructura.
- Los fuegos ocultos pueden acelerarse y extenderse por toda la edificación.

Ventilación con presión positiva en edificios comerciales y de varios pisos

Cuando utilice VPP para ventilar un edificio de varios pisos, es mejor aplicar presión positiva en el punto más bajo, el nivel del suelo. Abrir y cerrar las puertas hasta que el edificio esté libre de humo dirige la presión positiva en todo el edificio. Si un solo ventilador no puede proporcionar suficiente presión y flujo de aire, los ventiladores VPP se pueden instalar en los pisos superiores y en el punto de entrada para aumentar el flujo de aire (**Imagen 11.22**). Los puntos de salida se pueden abrir para eliminar el humo de un piso a la vez, comenzando por el piso más cargado de humo. La ventilación cruzada de los pisos o la dirección del humo hacia arriba por una escalera y hacia afuera por la abertura del techo de la escalera son métodos para eliminar el humo de un piso a la vez. Los ventiladores más grandes que los que se llevan típicamente en un camión bomba o camión escalera pueden estar disponibles para su uso en edificios de varios pisos y de gran volumen. El procedimiento para ventilar usando presión positiva mecánica se explica en la **Hoja de habilidades 11-1**.

Utilizando múltiples ventiladores VPP

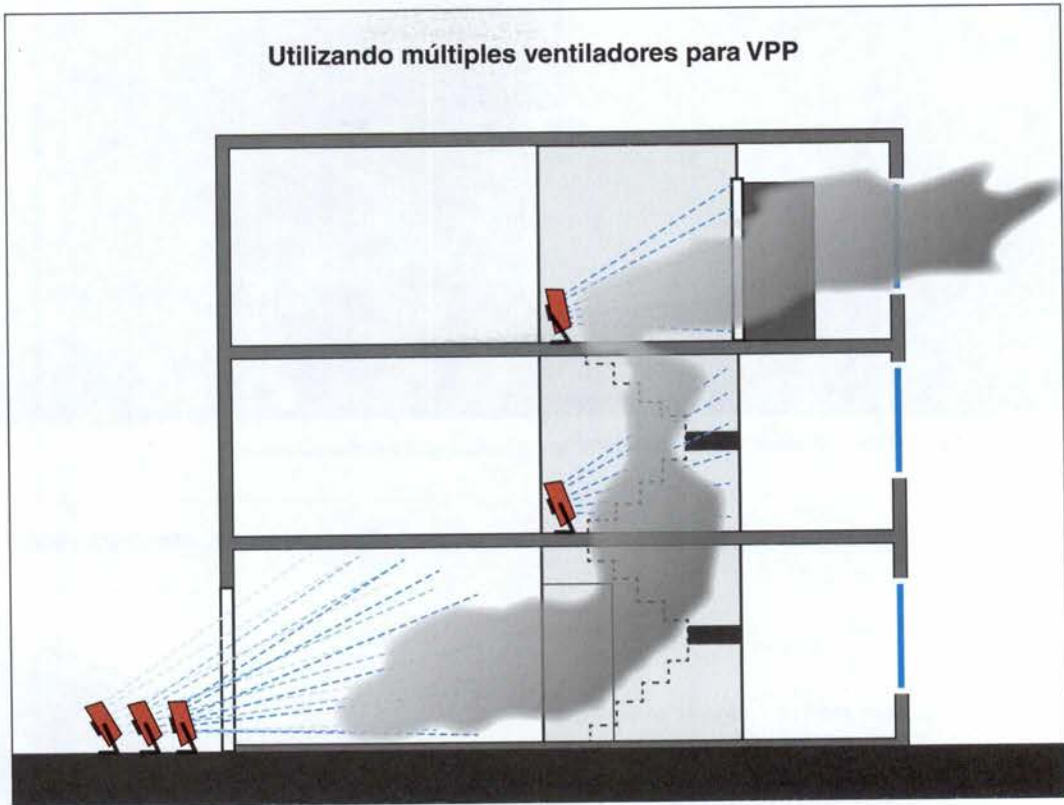


Imagen 11.22 Se pueden usar varios ventiladores VPP para ayudar a la ventilación con presión positiva en edificios de varios pisos.

El principal problema del uso de la VPP en operaciones por encima del nivel del suelo es coordinar la apertura y el cierre de las puertas del hueco de la escalera que se utiliza para ventilar el edificio. Para controlar las aberturas o fugas de presión, una persona se encarga del proceso de presurización. Es útil usar radios portátiles y hacer que los bomberos supervisen las escaleras y los pasillos.

Ventilación hidráulica

- Puede ser usada en situaciones en las que otros tipos de ventilación forzada no están disponibles.
- Puede ser usada para limpiar una habitación o una edificación de humo, calor, vapor y gases después de que el incendio haya sido controlado.
- Utiliza un chorro nebulizador para arrastrar el humo y los gases y sacarlos de la estructura a través de una puerta o ventana.
- Requiere que los bomberos operen la boquilla dentro de la atmósfera contaminada.

Para realizar la ventilación hidráulica, coloque una boquilla nebulizadora en un patrón lo suficientemente amplio como para cubrir la abertura de escape a través de la cual se extraerá o se halará el humo (**Imagen 11.23**). Cuanto más se aleja de una abertura de escape, más aire entra en el patrón nebulizador. Cuanto más aire se incorpora, más gases calientes se ventilan de la habitación. Cuanto mayor sea la abertura, se producirá una ventilación más rápida. El procedimiento de ventilación hidráulica horizontal se muestra en la **Hoja de habilidades 11-2**.

La ventilación hidráulica tiene sus desventajas, incluidas las siguientes:

- Si se hace incorrectamente, el daño por agua puede aumentar dentro de la estructura.
- Agota el suministro de agua, un problema más común durante las operaciones rurales de extinción de incendios donde se utilizan suministros de agua móvil.
- Se formará más hielo en el suelo que rodea la edificación cuando las temperaturas estén bajo cero.
- Los bomberos que operan la boquilla deben permanecer en la atmósfera peligrosa y caliente durante toda la operación.



Imagen 11.23 Ventilación hidráulica vista desde el interior (izquierda) y el exterior (derecha).

Imagen 11.24 Una abertura de ventilación sobre el fuego expulsa los gases calientes y el humo. Una abertura horizontal al nivel del fuego o por debajo de él proporciona una ruta de flujo de aire fresco.



Ventilación vertical

La ventilación vertical implica la creación de aberturas en un techo o el uso de aberturas existentes para canalizar humo, gases calientes y productos de combustión fuera de la estructura. Hacer una abertura en el techo sobre el fuego o abrir puertas de acceso al techo, escotillas o tragaluces existentes son ejemplos de **ventilación vertical**. Para que esta sea efectiva, se necesita una abertura de entrada horizontal al nivel del fuego o por debajo de él para proporcionar una ruta de flujo y que el aire fresco ingrese a la estructura (**Imagen 11.24**).

Requisitos para una ventilación vertical exitosa

La ventilación vertical presenta los siguientes riesgos incrementados:

- Colocar personal sobre el nivel del suelo.
- Trabajar en superficies planas y puntiagudas.
- Trabajar por encima del fuego.
- Trabajar en techos que pueden haberse debilitado por la edad o daños por fuego.

Los bomberos capacitados que realizan un ataque bien coordinado pueden evitar problemas de ventilación. Algunos factores comunes que pueden reducir la efectividad de la ventilación vertical son:

- Uso inadecuado de la ventilación mecánica
- Ventilación descoordinada
- Chorros nebulizadores dirigidos a las aberturas de ventilación

- Techo, piso o paredes quemadas
- Aberturas adicionales entre la cuadrilla de ataque y la abertura superior
- Ubicación incorrecta de la abertura de ventilación vertical

La ventilación vertical a menudo es impráctica o imposible. En estos casos, se debe emplear otras estrategias, como el uso de ventilación estrictamente horizontal.

Algunas de las precauciones de seguridad que usted debería observar son:

- Trabaje con el viento en su espalda o costado al cortar una abertura en el techo, para protegerse del calor, el humo y las brasas.
- Asegúrese de que los soportes estructurales principales no se corten al crear una abertura de ventilación.
- Proteja la abertura de ventilación para evitar que el personal caiga en ella.
- Evacúe el techo inmediatamente cuando se complete el trabajo de ventilación o cuando se le ordene salir.
- Utilice líneas de vida, escaleras de techo u otros medios para evitar que el personal se deslice y caiga del techo.
- Asegúrese de que una escalera de techo (si se usa) esté firmemente asegurada sobre la cumbrera del techo antes de trabajar desde ella.
- Tenga cuidado al trabajar cerca de cables eléctricos, paneles solares y cables guía.
- Asegúrese de que todo el personal en el techo esté usando EPP completo, incluido el SCBA, y que esté usando sus piezas faciales y respirando el aire del SCBA.
- Manténgase fuera del alcance de aquellos que están empleando hachas y operando sierras con fuentes de poder.
- Esté atento a las obstrucciones aéreas dentro del rango de su movimiento.
- Encienda los equipos con fuentes de poder en el suelo para asegurar su funcionamiento, pero asegúrese de que estén apagados antes de izarlos o llevarlos al techo (**Imagen 11.25**).
- Cuando utilice una sierra con fuente de poder asegúrese de que el ángulo del corte esté alejado del cuerpo.
- Extienda las escaleras portátiles por lo menos tres peldaños por encima del borde del techo o la parte superior del muro y asegure la escalera a la pared o al techo.
- Cuando se opera desde plataformas aéreas, el piso de la plataforma debería estar nivelado o ligeramente por encima del nivel del techo (**Imagen 11.26**).



Imagen 11.25 Los equipos con fuente de poder deberían iniciarse en el suelo para asegurar su funcionamiento, pero apagarse antes de izarlos o transportarlos.



Imagen 11.26 Una plataforma aérea debería colocarse al mismo nivel o ligeramente por encima del nivel del techo durante las operaciones de ventilación.

- Verifique la integridad estructural del techo antes de subirse a él y use todos los métodos disponibles para continuar monitoreando su integridad estructural durante toda la operación (**Imagen 11.27**).
- Antes y después de ventilar, siempre que sea posible, camine a lo largo de los muros de carga y los puntos más fuertes de la estructura del techo.
- Cuando el techo haya sido abierto, penetre el cielorraso para mejorar la ventilación (**Imagen 11.28**).

ADVERTENCIA: Las escaleras de techo no aumentan la seguridad de los bomberos cuando el techo ha sido debilitado por el fuego.

ADVERTENCIA: Nunca dirija un chorro nebulizador hacia una abertura de escape vertical cuando las cuadrillas de ataque interior estén dentro de la estructura. Forzará humo, calor y vapor sobre ellos.

Antes de bajarse de una escalera, paredes en parapeto u otro lugar seguro en el techo de una edificación en llamas, especialmente si el humo o la oscuridad ensombrecen el techo, los bomberos deberían golpear la superficie del techo con el extremo romo de una pértiga, un gancho de remoción o un hacha. Cuando una herramienta golpea los techos con revestimiento intacto se sentirán sólidos y la herramienta tenderá a rebotar en la superficie. Golpear el techo solo determinará si su revestimiento está intacto.

Sondear (golpear la superficie de un techo para determinar su integridad estructural) no proporciona información sobre los elementos estructurales debajo del revestimiento. Las edificaciones con construcción liviana pueden tener vigas de techo que fallan bajo el fuego antes del revestimiento. Cuando esto ocurre, el revestimiento puede parecer sólido, pero fallará bajo su peso.



Imagen 11.27 Los bomberos deberían sondear el techo antes de subirse a él.



Imagen 11.28 Un bombero usa una pértiga para abrir el techo debajo de una abertura de ventilación.

ADVERTENCIA: Sondar el techo no proporciona suficiente información para garantizar su integridad estructural. No debería ser el único medio utilizado para determinar su estabilidad.

Sin embargo, recuerde que los techos compuestos por varias capas de tejas u otros revestimientos pueden no responder al sonido. Pueden sonar sólidos cuando se golpean con una herramienta, aunque el fuego haya dañado gravemente sus soportes. Además, los techos cubiertos con baldosas o lajas no pueden sonar; deben quitarse para revelar la estructura subyacente.

Las mototrozadoras, las motosierras de dientes con punta de carburo y motosierras con características adaptadas son excelentes para las operaciones de corte de techos (**Imagen 11.29**). Son más rápidas y menos dañinas que las hachas y otras herramientas de cortes manuales. El operador de la sierra debe estar bien parado y mantener el control en todo momento. Para trabajar en un techo inclinado desde una escalera de techo, se puede usar un hacha, un gancho para escombros o una Halligan para proporcionar un punto de apoyo seguro para el operador de la sierra. En la mayoría de los casos, es más seguro apagar la sierra cuando se transporta hacia o desde el punto de operación, especialmente al subir o bajar una escalera.

El equipo de ventilación del techo debería estar en comunicación constante con su supervisor o el CI. Los equipos deberían mantener la conciencia situacional e informar al supervisor sobre los cambios que vean. Las responsabilidades del líder del equipo de ventilación del techo incluyen:

- Asegurar que el techo sea seguro para pararse o caminar (sondear, inspección visual).
- Asegurar que solo se hagan las aberturas necesarias.
- Dirigir esfuerzos para minimizar el daño secundario (daño que provocan las operaciones de extinción de incendios).
- Coordinar los esfuerzos del equipo con los de los bomberos dentro de la edificación.
- Garantizar la seguridad de todo el personal que apoya las operaciones de ventilación.
- Asegurar que haya dos medios de salida desde el techo.
- Asegurar un tamaño adecuado de abertura de escape.
- Asegurar que el equipo abandone el techo tan pronto como la asignación esté completada.

PRECAUCIÓN: Trabaje en grupos de al menos dos, pero no más del personal absolutamente necesario para realizar la tarea asignada.



Imagen 11.29 Cortar aberturas de ventilación con una mototrozadora (izquierda) y una motosierra (derecha).



Imagen 11.30 Un ejemplo de corte inicial.



Imagen 11.31 Un corte triangular más grande puede proporcionar una mejor vista de las condiciones debajo del entablado del techo.

Antes de cortar cualquier tipo de orificio de ventilación, usted debería realizar un orificio de inspección en el techo. Estos ayudan a determinar la ubicación de un incendio, la presencia de fuego debajo del techo y sus características de construcción. La comparación de lo que usted observa desde múltiples orificios de inspección puede proporcionar información sobre la propagación del fuego. Los orificios de inspección se utilizan en operaciones de ventilación ofensivas y defensivas. Hay dos tipos principales de orificios de inspección: el **corte inicial** y el corte de triángulo.

El corte inicial es el orificio de inspección más fácil y rápido de realizar. Consiste en un solo corte en la superficie del techo con una mototrozadora, una motosierra o un hacha. El agujero resultante debe ser del ancho de la sierra o la hoja del hacha (**Imagen 11.30**). La única información que proporciona un corte inicial es si el humo o las llamas se están escapando por el corte. Usualmente, no es lo suficientemente ancho para ver a través, por lo que no permite una inspección visual. La presencia de humo proporcionará alguna indicación de las condiciones debajo del techo. Si las llamas atraviesan el corte de inspección, abandone el área y no continúe con los cortes de ventilación.

El corte triangular puede proporcionar una mejor vista de las condiciones debajo del techo. Con una sierra con fuente de poder, el corte se puede crear a partir de un corte inicial si las condiciones indican que es necesario. El corte triangular consta de tres cortes superpuestos que forman un triángulo (**Imagen 11.31**). Si hay fuego, reporte la información al CI y suspenda la ventilación. Recuerde que el humo caliente, los gases y a veces el fuego saldrán por el orificio de inspección.

Métodos de ventilación vertical

La ventilación vertical implica hacer una abertura para el escape vertical de los gases calientes y el humo. El tipo de abertura de escape y el método para realizarla dependerán de la clase de techo en el que se haga. Al hacer los cortes efectivos para una abertura de escape en cualquier tipo de techo, las aberturas de ventilación deben ser lo suficientemente grandes para coincidir con el fuego.

Ventilación de techos planos

Las aberturas cuadradas o rectangulares son los tipos más comunes que se hacen en un techo plano (**Imagen 11.32**). Estas aberturas se pueden hacer entre las cerchas del techo o con la cercha en el medio de la abertura. Cuando la cercha está en medio de la abertura, se usa un **corte de persiana**. La **Hoja de habilidades 11-3** proporciona los pasos para ventilar techos planos.



Imagen 11.32 Ejemplo de una abertura de ventilación cuadrada o rectangular.



Imagen 11.33 Bombero cortando una abertura de ventilación cerca de la cumbre de un techo inclinado.

Ventilación de techos inclinados cubiertos de tejas (shingles)

En techos inclinados cubiertos de tejas, corte unas pocas pulgadas (mm) por debajo de la cumbre en el lado a favor del viento. Siempre corte las aberturas de escape en o muy cerca del punto más alto del techo cuando sea posible (**Imagen 11.33**). Trabaje desde una escalera de techo con los ganchos unidos a la línea de la cumbre. En tejados muy empinados, puede ser necesario trabajar desde un camión con dispositivo aéreo. Los pasos para abrir techos inclinados con una sierra con fuente de poder o un hacha se tratan en la **Hoja de habilidades 11-4**.

Ventilación de techos inclinados de baldosas o lajas

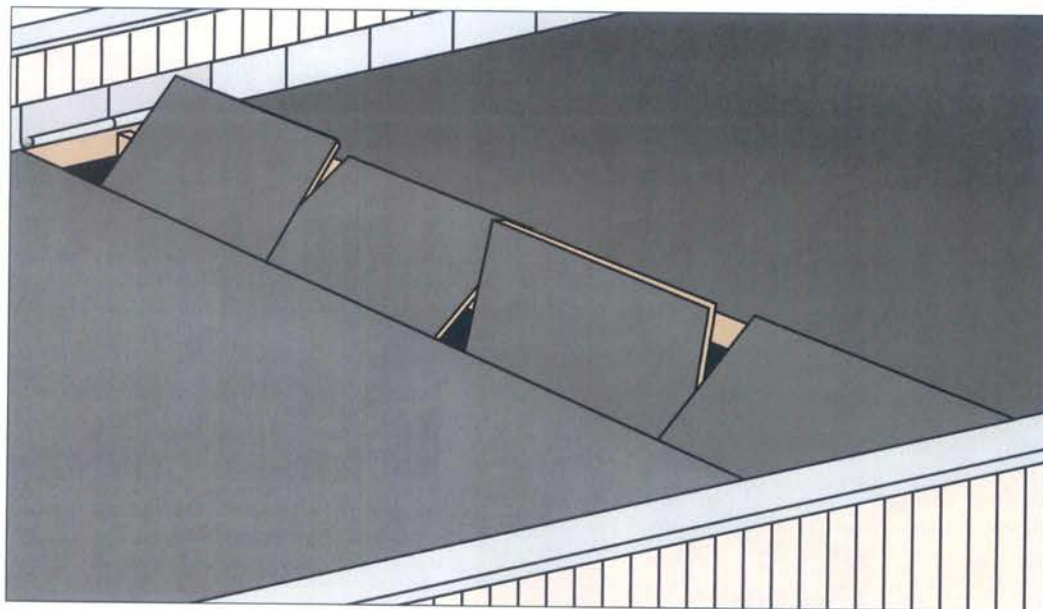
La cubierta de baldosas o lajas se puede unir a un revestimiento sólido o listones (tiras de madera unidas a las vigas) que tienen espacios entre ellos. Quitar las baldosas individuales o usar un mazo grande para romperlas son métodos para abrirlas. Si el subtecho o entablado es sólido, se corta un orificio de ventilación de la manera estándar para techos inclinados. Es posible que al abrir una abertura no sea necesario cortar los listones si hay suficiente espacio entre ellos para que se realice la ventilación.

Ventilación de techos metálicos

Los techos de metal delgado se pueden cortar con un hacha, una motosierra de dientes con punta de carburo o una mototrozadora, y removerlos. Para abrir techos de metal grueso pueden ser usadas herramientas para cortar metal o sierras con fuente de poder con hojas para cortar metal. En edificaciones industriales con techos de metal grueso, puede ser más fácil y rápido abrir tragaluces, monitores o escotillas. Las edificaciones más antiguas pueden tener techos elaborados con grandes piezas de chapa de metal colocadas sobre un entablado espaciado. Utilice sierras con fuente de poder, hachas o cortadores grandes de chapa para abrir los techos.

Los techos de metal a veces tienen paneles de tragaluces que pueden no soportar el peso de un bombero. Los bomberos deberían identificarlos y evitarlos. También puede haber áreas designadas para caminar en estos techos que indican las zonas seguras. En caso de duda, asuma que los tragaluces no soportarán su peso.

Figura 11.34 Para crear un cortafuegos se utiliza un corte de zanja.



Creación de cortes de zanja

El propósito de un **corte de zanja** (también conocido como ventilación de zanja o franja) es crear una línea defendible antes de la propagación del fuego (**Imagen 11.34**). Los bomberos pueden atacar esta área con chorros contra incendio cuando el fuego se ventila en el corte de la zanja. Por lo general, se ordena un corte de zanja cuando el CI ha determinado que el cuerpo principal del fuego es demasiado grande para extinguirlo. Con la parte de la edificación en llamas y dada como pérdida, el CI dará la orden para un corte de zanja.

Los cortes de zanja se hacen antes del avance del fuego: la distancia hacia adelante se basa en la tasa de crecimiento del fuego. Generalmente, la distancia es tan grande como para asegurar que el fuego no llegue al personal que crea el corte antes de que haya terminado su trabajo. Por lo general, se asignan varios bomberos (a menudo de seis a diez) para crear el corte a fin de completarlo lo suficientemente rápido para que sea efectivo. Estos bomberos deberían tener cargadas las líneas de mangueras en caso de que no puedan completar el corte a tiempo y necesiten atacar el fuego mientras se retiran.

Se deberían crear un corte de zanja solo en coordinación con otras aberturas verticales de ventilación. Las aberturas de escape más cercanas al fuego permiten que salga parte del calor y el humo, lo que le da tiempo al equipo de corte de zanjas para completarlas. Sin esta coordinación, el fuego se verá rápidamente atraído hacia la zanja sin terminar, se extenderá por toda la edificación y pondrá en peligro a los bomberos sobre el techo.

Una zanja se crea en dos pasos. Primero, haga dos cortes paralelos que se extiendan desde una pared exterior a la pared exterior opuesta. A continuación, retire el material del techo entre los cortes y empuje el material del cielo raso hacia abajo. La distancia entre los cortes debe ser lo suficientemente grande para evitar que el fuego pase por la abertura y tan pequeña como para no comprometer la integridad del techo. Un corte de zanja debería tener 4 ft o más (1,2 metros o más) de ancho y extenderse a lo ancho de la edificación.

Las ventajas de un corte de zanja incluyen:

- Puede ser usado para establecer una posición defensiva para un ataque de fuego entre estructuras con un ático común (**Imagen 11.35**).
- Funciona bien en edificaciones grandes.

Las desventajas del corte de zanjas incluyen:

- Hacerlo puede tomar mucho tiempo o requerir exigencia física al personal.
- Puede colocar a los bomberos en una posición peligrosa para trabajar delante del fuego.
- Si se hace incorrectamente o en el momento equivocado, puede permitir que el fuego se propague con mayor rapidez y que destruya la estructura.

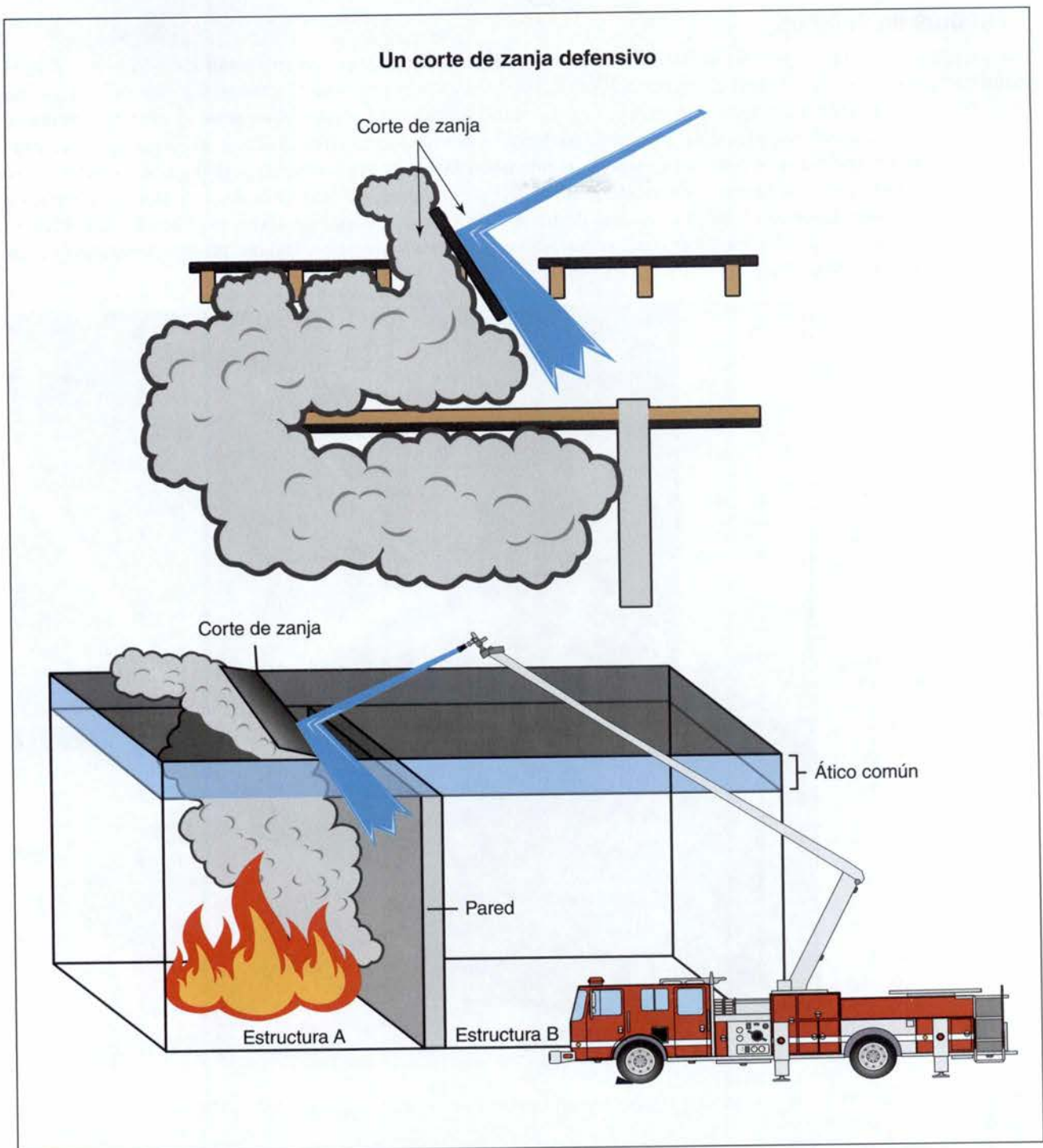


Imagen 11.35 Un chorro contra incendios que defleca hacia un ático común a través de un corte de zanja puede usarse para establecer una posición defensiva.

Ventilación de estructuras y compartimentos específicos

Algunos compartimentos y estructuras plantearán desafíos importantes para los bomberos cuando intenten emplear ventilación táctica. Entre los incendios estructurales más desafiantes se encuentran:

- Incendios en sótanos
- Incendios en edificaciones sin ventanas
- Incendios en edificios altos

Incendios en sótanos

Los incendios en sótanos pueden ser una de las situaciones más desafiantes que enfrentan los bomberos. Allí, la ventilación debe coordinarse con el ataque del fuego. También es muy importante determinar cuál es la etapa del incendio antes de ventilar un sótano. A menos que el sótano tenga ventilaciones instaladas, el calor y el humo se esparcirán rápidamente hacia arriba de la edificación. Sin una ventilación efectiva, el acceso al sótano es difícil porque los bomberos tendrían que descender a través del intenso aumento de calor y humo para llegar al foco del fuego. El acceso al sótano puede ser a través de escaleras interiores o exteriores, puertas de bodega, ventanas exteriores o huecos de ascensor (Imagen 11.36). Las rejillas de hierro, las contraventanas de acero, las puertas de madera o combinaciones de estas pueden bloquear muchas entradas exteriores a los sótanos. Todas estas características pueden impedir los intentos de ventilación.

Imagen 11.36 Ejemplos de puntos de acceso al sótano.



Incendios en sótanos y ventilación peligrosa

En una casa en la ladera de San Francisco, un incendio en el sótano abrumó a los bomberos cuando un segundo equipo ventiló el sótano mientras el equipo de entrada buscaba el fuego en el primer piso. La ventilación del sótano creó un flujo desde la entrada y pasó sobre el fuego hasta la puerta principal abierta en el primer piso. Los bomberos que habían ingresado al primer piso estaban trabajando en la nueva ruta de flujo (Madryzkowski, Overholt y Weinschenk, 2014).

En Maryland, los bomberos respondieron a un incendio en un sótano. Cuando llegaron, las ventanas del sótano ya habían fallado. Todas las puertas y ventanas de los otros pisos estaban cerradas. El fuego era limitado por ventilación. El viento sopló hacia la parte trasera de la casa, donde las ventanas del sótano fallaron. Cuando los bomberos entraron por la puerta principal, se creó un flujo desde las ventanas del sótano hasta la puerta principal. Las condiciones del viento extendieron rápidamente el fuego desde el sótano hasta el primer piso (Madryzkowski, Overholt y Weinschenk, 2014).

En Washington D.C., los bomberos respondieron a un incendio estructural en una casa que tenía un sótano con una salida al exterior. La salida del sótano constaba de puertas corredizas de vidrio. A través de las puertas de vidrio, los bomberos observaron pequeños fuegos en el piso del sótano. Procedieron a quitar las puertas. Tan pronto como lo hicieron, los pequeños fuegos aumentaron rápidamente de tamaño. En dos minutos, las llamas del sótano se extendieron por la parte trasera de la casa hasta el primer piso. Los bomberos del primer piso estaban abrumados. Los que intentaban combatir el incendio del sótano desde el exterior tuvieron que retirarse debido a los intensos niveles de calor (Madryzkowski y Vettori, 2000).

En todos estos ejemplos, los bomberos resultaron heridos o muertos. Usted debe comprender que toda ventilación crea un flujo. El fuego sigue al oxígeno, horizontal y verticalmente. Los bomberos necesitan recopilar toda la información sobre la estructura y predecir posibles rutas de flujo antes de ventilar o ingresar en ella. En todos estos casos, los bomberos ingresaron al primer piso para buscar el fuego sin darse cuenta de que había un sótano o de que el fuego estaba en el sótano. Cuando se descubrió el sótano y luego se ventiló, la trayectoria del flujo se amplió, el fuego se extendió verticalmente y los equipos del primer piso sufrieron las consecuencias.

Métodos para ventilar sótanos

La ventilación de un sótano se puede lograr de varias maneras. Si tiene ventanas a nivel del suelo o incluso por debajo del nivel del suelo en fosos, la ventilación horizontal se puede emplear de manera eficaz. Las boquillas perforadoras se pueden usar antes, para reducir los riesgos asociados con la ventilación de un sótano sin ventanas.

Los senderos naturales desde el sótano, como las escaleras y los huecos de los ascensores, se pueden usar para evacuar el calor y el humo si existe una manera de expulsarlos a la atmósfera sin poner en peligro otras partes de la edificación (**Imagen 11.37**). Como último recurso, se puede hacer una abertura en el piso cerca de una puerta o ventana a nivel del suelo, y el calor y el humo pueden salir a través de esta utilizando ventiladores. Si otros métodos no están disponibles o no son efectivos, es posible que se requiera ventilación vertical interior; esta táctica puede requerir trabajar por encima del fuego en pisos debilitados por este. Utilice esta táctica únicamente cuando esté seguro de que el suelo soportará el peso del personal necesario. Haga sonar el piso para evaluar la estabilidad de su revestimiento antes de continuar con los cortes.

ADVERTENCIA: Los pisos pueden fallar en cualquier momento y sin previo aviso.

Romper pisos

Es posible que sea necesario romper un piso para ventilar un área, aplicar agua a un fuego o rescatar a ocupantes atrapados. Las herramientas y métodos de ruptura utilizados dependerán del tipo de construcción del piso.

La construcción del subpiso se limita a madera u hormigón (**Imagen 11.38**). Cualquiera de estos dos puede tener un revestimiento de una variedad de materiales. Los pisos de losas de concreto son comunes en construcciones residenciales, comerciales e industriales. Incluso los pisos superiores de las edificaciones pueden tener un acabado de hormigón ligero. Los pisos superiores de las residencias de varios niveles suelen tener subpisos de madera que descansan sobre vigas también de madera o vigas en H. No es raro que un piso se clasifique según su revestimiento y no según el material con el que está construido.

La viabilidad de abrir un piso durante una operación de extinción de incendios depende de cómo y con qué material se construyó. Un suelo de madera no es garantía de que se pueda penetrar fácilmente. Muchos se instalan sobre una losa de hormigón. El tipo de construcción del piso debe determinarse durante las inspecciones de planificación preincidente.

Incendios en edificaciones sin ventanas

Las edificaciones sin ventanas complican las operaciones de ventilación y extinción de incendios. La creación de las aberturas necesarias para ventilar una edificación de estas características puede retrasar la operación durante un tiempo considerable.

Ventilar este tipo de edificaciones puede ser difícil y los problemas involucrados varían según el tamaño, la ocupación, la configuración y el tipo de materiales de construcción utilizados. Las edificaciones sin ventanas generalmente

Ventilación por escaleras y huecos de ascensor

Imagen 11.37 Los gases calientes y el humo del fuego se pueden ventilar desde un sótano mediante escaleras y huecos de ascensores.

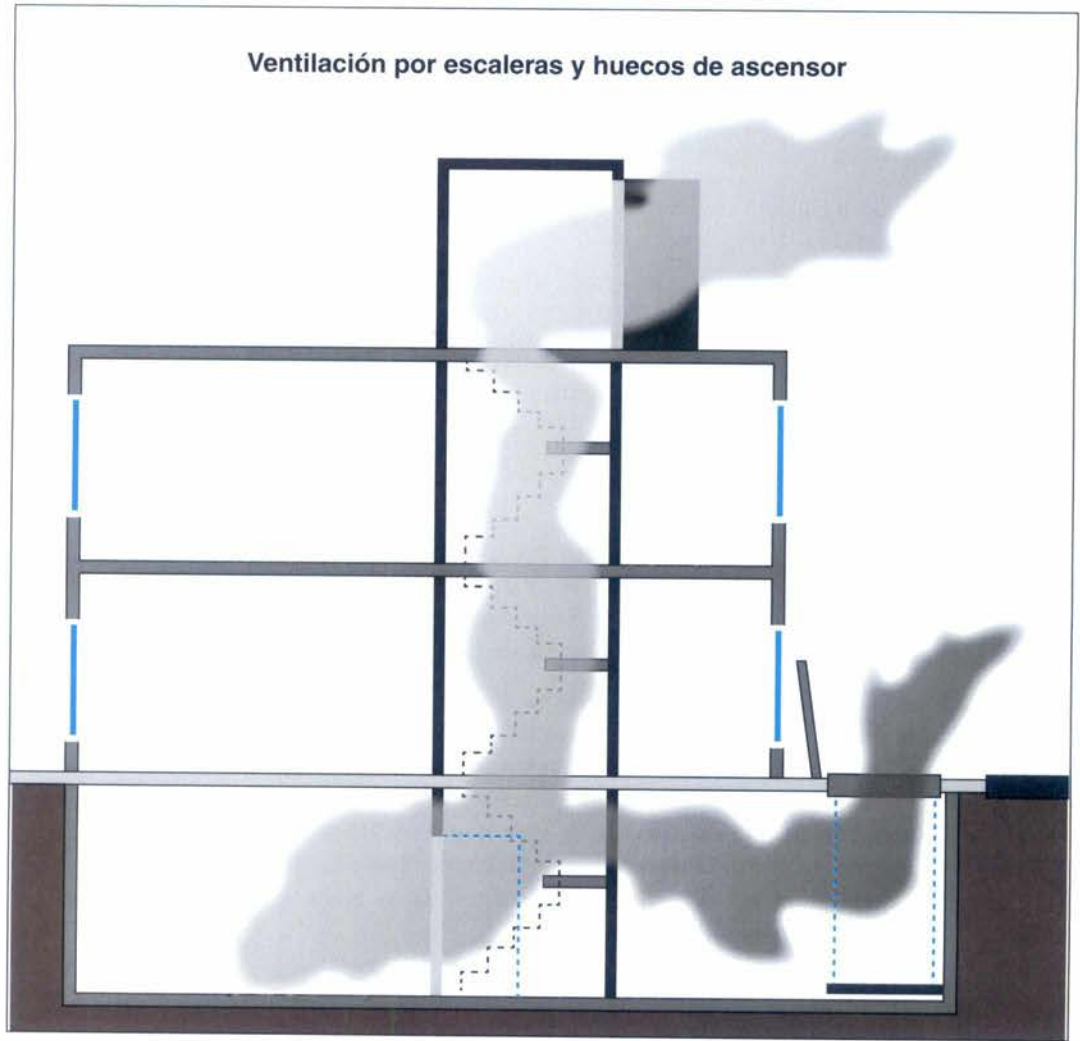


Imagen 11.38 Ejemplos de un piso de losa de concreto y un subpiso de madera.

requieren ventilación mecánica para eliminar el humo. La mayoría de las edificaciones de este tipo se enfrían y calientan automáticamente a través de conductos. El equipo de HVAC a veces puede eliminar efectivamente el humo del área; a menos de que estén diseñados específicamente para este propósito, es más probable que estos sistemas provoquen la propagación del calor y el fuego. En estructuras sin ventanas y de gran altura, estos sistemas necesitan estar bajo el control del departamento de bomberos lo antes posible. Si los sistemas ambientales de la edificación están diseñados para contener productos de combustión y funcionan correctamente, se les debería permitir que funcionen; si no es así, se debería notificar al CI y tomar las medidas necesarias para controlar el sistema manualmente.

Incendios en edificios altos

Los edificios altos pueden albergar hospitales, hoteles, apartamentos u oficinas. Debido a que hay más ocupantes en ellos que en otras estructuras, las consideraciones de seguridad humana son una prioridad aún mayor. La ventilación táctica en un edificio alto debe coordinarse cuidadosamente para garantizar el uso más seguro y eficaz del personal, el equipo y los agentes extintores. Se requiere mucho más personal para las operaciones de búsqueda, rescate y extinción de incendios en edificios altos.

En edificios altos, el fuego, el humo y los gases tóxicos pueden propagarse rápidamente a través de los conductos de tuberías, escaleras, huecos de ascensores, conductos no protegidos y otras aberturas verticales y horizontales. Estas aberturas contribuyen al **efecto de chimenea**, que crea una corriente de aire hacia arriba e interfiere con la evacuación y la ventilación (**Imagen 11.39**).

El humo y los gases calientes viajan hacia arriba hasta que alcanzan la parte superior del edificio o se enfrían a la temperatura del aire circundante. Cuando se iguala esta temperatura, el humo y los gases dejan de ascender, se extienden horizontalmente y se estratifican (forman capas). En algunos casos, como en los edificios altos, estas capas se

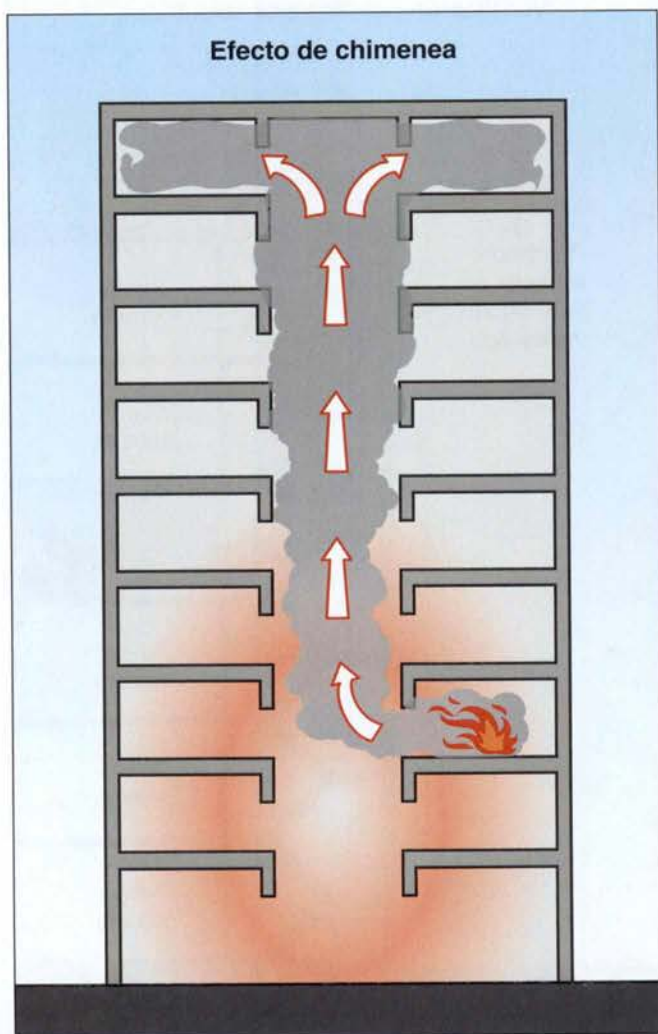


Imagen 11.39 Ilustrando el concepto de efecto de chimenea.

acumularán en los niveles por debajo del piso superior. El calor y el humo adicionales eventualmente obligarán a estas capas a expandirse y moverse hacia arriba hasta el piso superior del edificio. La **propagación horizontal del humo** y el desarrollo de una capa de gas caliente también pueden ocurrir cuando una abertura de escape no coincide con el tamaño del fuego. Deben desarrollarse tácticas que involucren ventilación horizontal o vertical utilizando medios mecánicos para abordar los problemas de ventilación y peligro de vida inherentes al humo estratificado. En muchos casos, la ventilación debe lograrse horizontalmente con el uso de dispositivos mecánicos y los sistemas HVAC del edificio.

Se debe considerar la ventilación vertical táctica en edificios altos durante la inspección de planificación preincidental. En muchos edificios, solo una escalera atraviesa el techo. Esta escalera se puede utilizar como chimenea para ventilar el humo, el calor y los gases del fuego de varios pisos; mientras que otra escalera se utiliza como ruta de escape para los ocupantes. Sin embargo, durante un incendio, las puertas de los pisos no afectados deben controlarse para que los ocupantes no entren accidentalmente en una escalera de ventilación mientras están evacuando. Se deberían asignar bomberos para vigilar y controlar las puertas. Recuerde que al ventilar la parte superior de una escalera, atraerá el humo y el calor hacia usted o hacia cualquier otra persona en la escalera que esté entre el piso del fuego y el techo. Cuando se usa una segunda escalera cerrada para evacuar a los ocupantes, los ventiladores VPP deberían ubicarse en el piso inferior para presurizar la escalera y evitar que entre humo.

En algunas estructuras de gran altura, los ventiladores están integrados en la parte superior de la escalera para ayudar en la ventilación. Cuando se activan, extraen del piso del fuego el humo hacia el hueco de la escalera que sale por la parte superior (**Imagen 11.40**). Esto puede dificultar que el equipo de extinción de incendios ingrese al piso del fuego desde esta escalera. La técnica más segura y eficaz puede ser presurizar las escaleras con ventiladores VPP para confinar el humo en los pisos. Los bomberos pueden avanzar hasta el piso del fuego en una atmósfera segura.

NOTA: Bajo algunas condiciones, los huecos de los ascensores que atraviesan el techo pueden usarse para ventilación.

ADVERTENCIA: No utilice escaleras o huecos de ascensores simultáneamente para la evacuación y el flujo de escape. Este llevará calor y subproductos de la combustión, haciendo este espacio insostenible para los ocupantes y los bomberos.

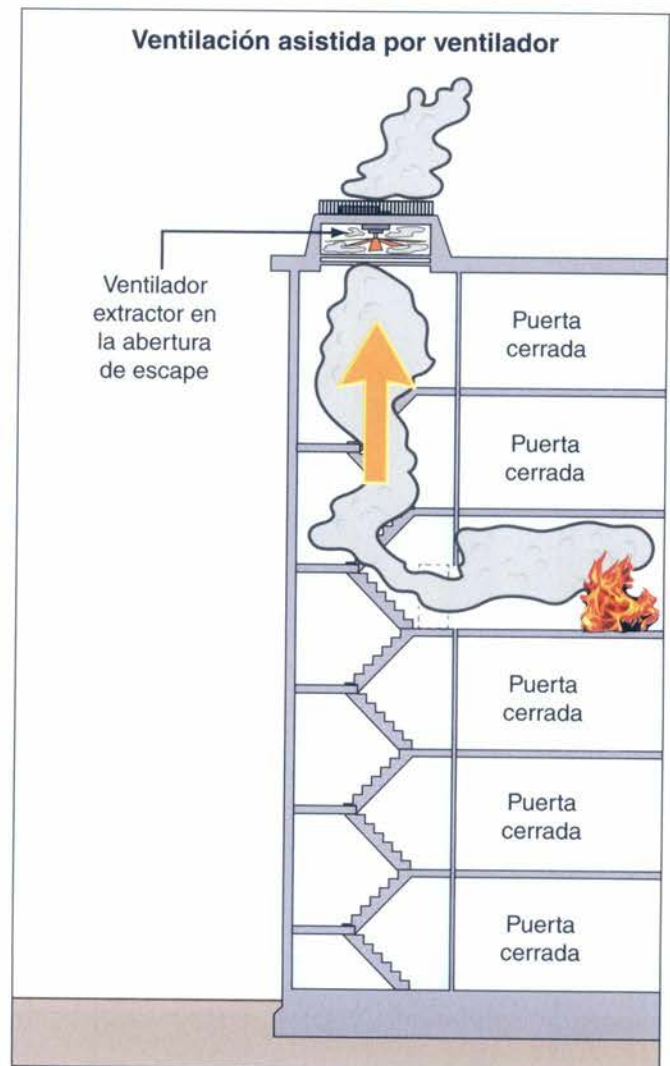


Imagen 11.40 Los ventiladores incorporados en las escaleras de estructuras de gran altura pueden eliminar el humo y los gases peligrosos durante los incendios.

Revisión del capítulo

1. ¿Cuáles son las tres razones para realizar ventilación en un incendio estructural?
2. ¿Qué condiciones se deben comunicar al CI y a los miembros de la tripulación antes y durante las operaciones de ventilación?
3. ¿Cuáles son algunos indicadores de colapso del techo que los bomberos deben observar antes y durante las operaciones de ventilación?
4. Enumere cinco herramientas o equipos utilizados para la ventilación y explique cómo se utilizan.
5. ¿Cómo puede afectar el ataque con presión positiva directamente a las operaciones de extinción de incendios?
6. ¿Cuál es la diferencia entre ventilación horizontal natural y ventilación horizontal mecánica?
7. ¿Cuál es la diferencia entre el ataque con presión positiva y la ventilación con presión positiva?
8. ¿Cuáles son las desventajas de usar ventilación hidráulica?
9. ¿Qué precauciones de seguridad se deberían tomar antes de realizar la ventilación vertical?
10. ¿En qué se diferencia el procedimiento para ventilar un techo inclinado del procedimiento para ventilar un techo plano?
11. ¿Por qué los incendios en sótanos son especialmente peligrosos para los bomberos?
12. ¿Cómo puede el movimiento de gases calientes y humo en un edificio alto afectar las operaciones de extinción de incendios?

Preguntas de discusión

1. Usted está asignado para realizar la ventilación en una edificación comercial de dos pisos. ¿Qué condiciones debería buscar y estar preparado para comunicar a su supervisor y compañeros de equipo mientras ventila?
2. Proporcione un ejemplo de un escenario en el que se utilizaría ventilación horizontal natural en lugar de ventilación horizontal mecánica.
3. ¿En qué tipo de situación sería apropiado utilizar la ventilación hidráulica?
4. ¿Los sótanos o los edificios altos son comunes en su jurisdicción? ¿Qué consideraciones especiales deberían planificarse para estos en lo que respecta a las operaciones de extinción de incendios y ventilación?

Notas finales del capítulo 11

- Barowy, A. M., y Madrzykowski, D. (2012). *Simulación de la dinámica de un incendio impulsado por el viento en una casa estilo rancho - Texas*. Nota técnica del NIST (NIST TN) - 1729.
- Forney, G. P., Madrzykowski D., y Walton W. D. (2002). *Simulación de la dinámica de un incendio en un dúplex de dos pisos, Iowa, 22 de diciembre de 1999*. Informe interinstitucional/interno del NIST (NISTIR) - 6854.
- Madrzykowski, D., Overholt, K. J., y Weinschenk, C. G. (2014). *Simulación de un incendio en una estructura residencial de ladera - San Francisco, CA*. Nota técnica del NIST (NIST TN) - 1856.
- Madrzykowski, D., Overholt, K. J., y Weinschenk, C. G. (2014). *Simulación de un incendio en un sótano impulsado por el viento - Riverdale Heights, MD*. Nota técnica del NIST (NIST TN) - 1870.
- Madrzykowski, D., y Vettori, R. (2000). *Simulación de la dinámica del incendio en 3146 Cherry Road NE Washington D.C., 30 de mayo de 1999 (NISTIR 6510)*. Informe interinstitucional/interno del NIST (NISTIR) - 1650.
- Zevotek, R., y Kerber, S. (2016). *Estudio de la efectividad de la ventilación de presión positiva del servicio de bomberos durante un ataque de incendio en casas unifamiliares que incorporan prácticas de construcción modernas*. Underwriters Laboratories.

Términos clave

Abertura de entrada o admisión. En términos de ventilación, lugar donde el aire está siendo arrastrado hacia el fuego.

Aberturas de escape. Ubicaciones de escape intencionales y controladas, creadas o mejoradas en o cerca del fuego para permitir que los productos de combustión escapen de la edificación.

Ataque con presión positiva (APP). Uso de ventiladores antes de la extinción de incendios y aplicación de alto volumen de ventilación destinados a forzar el calor y el humo hacia las aberturas de escape deseadas.

Corte de persiana. Abertura de escape rectangular cortada en un techo que permite inclinar una sección del entablado (aún clavada a una viga central), creando así un agujero similar a una persiana.

Corte de zanja. Táctica defensiva que consiste en cortar una abertura de salida en el techo de una edificación en llamas, que se extiende de una pared exterior a otra, para crear una abertura en la que se pueda cortar la propagación de un incendio.

Efecto de chimenea. Fenómeno de una fuerte corriente de aire que se mueve desde el nivel del suelo hasta el nivel del techo de un edificio. El movimiento del aire se ve afectado por la altura del edificio, la configuración y las diferencias de temperatura entre el aire interior y exterior.

Escape. En términos de ventilación, el lugar por donde los gases calientes y los productos de combustión salen de una estructura.

Exposiciones. Estructuras o partes separadas del área del incendio a las que podría propagar el fuego.

Lado a favor del viento. Lado de una edificación contra el cual sopla el viento, corresponde al lado de alta presión.

Lado en contra el viento. Lado de una edificación alejada del viento, corresponde al lado de baja presión.

Presión negativa. Cuando la presión afuera de una estructura es mayor que la presión que hay dentro, lo que hace que el aire fresco del exterior se mueva hacia el interior.

Presión positiva. Cuando la presión es mayor dentro de una estructura que fuera de esta, lo que hace que el humo y los gases combustibles se muevan hacia las aberturas de menor presión.

Propagación horizontal del humo. Tendencia al aumento de calor, humo y otros productos de la combustión hasta que chocan contra una obstrucción horizontal. En este punto se propagarán lateralmente (chorro fluido de

techo) hasta que encuentren obstrucciones verticales y comiencen a inclinarse hacia abajo (desarrollo de la capa de gas caliente).

Seguridad humana. Se refiere a la consideración conjunta de la vida y el bienestar físico de las personas, tanto civiles como bomberos.

Ventilación. Eliminación sistemática de aire caliente, humo, gases u otros contaminantes transportados por el aire de una estructura, reemplazándolos con aire más frío o más fresco para reducir el daño y facilitar las operaciones de extinción de incendios.

Ventilación hidráulica. Ventilación que se logra mediante el uso de un chorro nebulizador para extraer el humo de un compartimento a través de una abertura exterior.

Ventilación mecánica. Cualquier medio que no sea la ventilación natural; puede implicar el uso de ventiladores, sopladores, eyectores de humo y chorros contra incendio.

Ventilación natural. Técnicas que utilizan el viento, las corrientes de convección y otros fenómenos naturales para ventilar una estructura sin el uso de ventiladores, sopladores, eyectores de humo u otros dispositivos mecánicos.

Ventilación con presión negativa (VPN). Técnica que utiliza eyectores de humo para desarrollar un flujo de aire artificial. Estos se colocan en ventanas, puertas y aberturas de ventilación en el techo para extraer el humo, el calor y los gases del interior de la edificación y expulsarlos al exterior.

Ventilación con presión positiva (VPP). Método de ventilación de una habitación o estructura mediante la inyección mecánica de aire fresco a través de una abertura de entrada, en un volumen suficiente para crear una ligera presión positiva en el interior y, por lo tanto, forzar a la atmósfera contaminada a salir por una abertura de salida.

Ventilación táctica. Eliminación planificada, sistemática y coordinada de aire caliente, humo, gases u otros contaminantes en el aire de una estructura, para reemplazarlos con aire más frío o más fresco y así cumplir con las prioridades del incidente de seguridad humana, estabilización del incidente y conservación de la propiedad.

Ventilación vertical. Ventilar en un punto por encima del fuego a través de aberturas existentes o creadas y canalizando la atmósfera contaminada verticalmente dentro de la estructura y hacia afuera por la parte superior; se hace con aberturas en el techo, claraboyas, ventilaciones o puertas en el techo.

PRECAUCIÓN: Los bomberos deben tener en cuenta la dirección del viento y la ruta del flujo antes de realizar la ventilación, y estar continuamente al tanto de la ubicación y las condiciones del incendio durante este procedimiento.

NOTA: Las aberturas de ventilación deben ser lo suficientemente grandes para adaptarse a las condiciones del incendio. Si trabaja desde una escalera, asegúrese de que esté debidamente asegurada, ya sea por otro bombero o por medios mecánicos. Los bomberos deben confirmar la orden de ventilación antes de realizar las operaciones correspondientes.



Paso 1: Despeje la abertura de entrada de todas las obstrucciones.

Paso 2: Asegúrese de que las aberturas de escape sean más grandes que la abertura de entrada.

Paso 3: Coloque los ventiladores cerca de la abertura de entrada.

NOTA: El ventilador debe colocarse a la distancia adecuada según el tamaño de la abertura de escape y la recomendación del fabricante.



Paso 4: Encienda el ventilador y aléjelo temporalmente de la abertura.



Paso 5: Dirija el ventilador hacia la abertura de entrada.



Paso 6: Inspeccione el sitio para asegurarse de la efectividad de la ventilación.

Paso 7: Si la ventilación es ineficaz, deje de usar el ventilador. Reevalúe la ubicación o el tamaño de las aberturas de ingreso y escape y verifique que no haya obstrucciones en el flujo de aire.

Paso 8: Inspeccione los ventiladores y documente los resultados antes de volver a ponerlos en servicio.

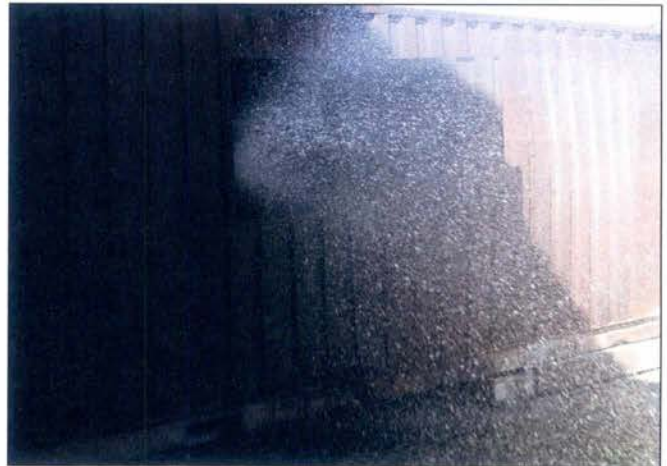
PRECAUCIÓN: Los bomberos deben tener en cuenta la dirección del viento y la trayectoria del flujo antes de realizar la ventilación, y estar continuamente al tanto de la ubicación y las condiciones del incendio durante este procedimiento.

NOTA: Las aberturas de ventilación deben ser lo suficientemente grandes para adaptarse a las condiciones del incendio. Los bomberos deben confirmar la orden de ventilación antes de realizar las operaciones de ventilación.

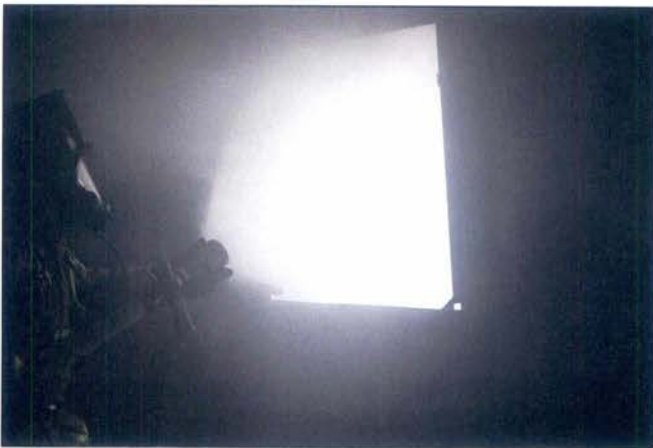


Paso 1: Abra la ubicación del escape.

Paso 2: Despeje la abertura de todas las obstrucciones.



Paso 4: Inspeccione el sitio para asegurarse de la efectividad de la ventilación.



Paso 3: Configure el patrón de la boquilla nebulizadora lo suficientemente ancho para cubrir la abertura de ubicación del escape.

PRECAUCIÓN: Los bomberos deben tener en cuenta la dirección del viento y la trayectoria del flujo antes de realizar la ventilación, y estar continuamente al tanto de la ubicación y las condiciones del incendio durante este procedimiento.

NOTA: Las aberturas de ventilación deben ser lo suficientemente grandes para adaptarse a las condiciones del incendio. Si trabaja desde una escalera, asegúrese de que esté debidamente asegurada, ya sea por otro bombero o por medios mecánicos. Los bomberos deben confirmar la orden de ventilación antes de realizar las operaciones correspondientes.

Ventilar usando una sierra con fuente de poder

Paso 1: Asegúrese de que la sierra funcione correctamente antes de subir al techo.

PRECAUCIÓN: La sierra no debería estar en funcionamiento mientras asciende al techo.

Paso 2: Haga sonar el techo con un hacha o una pértiga para verificar su integridad, antes de colocar peso sobre este.

Paso 3: Ubique las vigas/soportes.

Paso 4: Seleccione la ubicación para la ventilación y la posición contra el viento de la abertura planificada.

Paso 5: Delinee la abertura de ventilación con un hacha.

Paso 6: Retire la grava u otros materiales que puedan interferir con el corte de la abertura de ventilación desde los contornos.

Paso 7: Retire los materiales de acabado del techo, si es necesario.

Paso 8: Configure el control del medidor de profundidad de la protección, si corresponde.

Paso 9: Encienda la sierra.

NOTA: Al crear aberturas de ventilación, se deberían hacer cortes hacia la ruta de escape, si es posible. Corte completamente el entablado del techo y deje los soportes intactos.



Paso 10: Corte una abertura de inspección triangular en el techo si así lo requieren los POE.



Paso 11: Realice el corte # 1: Corte el entablado del techo perpendicular a una viga o soporte del techo. Incorpore la abertura de inspección, si aplica.



Paso 12: Haga el corte # 2: Corte el entablado del techo en un lado de la abertura paralela a los soportes e interceptando el corte # 1.



Paso 13: Haga el corte # 3: Corte el entablado del techo en el lado opuesto del corte # 2, perpendicular e interceptando el corte # 1.



Paso 14: Realice el corte # 4: Complete la abertura de ventilación uniendo el corte # 2 y el corte # 3.

Paso 15: Retire o incline la cobertura de la abertura de ventilación con un hacha o una pértiga.



Paso 16: Penetre el interior del cielo raso con un hacha, una pértiga u otra herramienta de mango largo, trabajando desde el lado de la abertura de ventilación que está en contra del viento.

Paso 17: Inspeccione el sitio y comuníquese con las cuadrillas interiores para garantizar la efectividad de la ventilación.

Ventilar usando un hacha

Paso 1: Con un hacha o una pértiga, haga sonar el techo para verificar su integridad antes de colocar peso sobre este.

Paso 2: Ubique las vigas/soportes.

Paso 3: Seleccione la ubicación para la ventilación y ubíquese al lado que se encuentra en contra del viento del lugar donde usted planea realizar la abertura.

Paso 4: Delinee la abertura de ventilación con un hacha.

Paso 5: Retire los materiales que puedan interferir con el corte de la abertura de ventilación desde los contornos.

Paso 6: Retire los materiales de acabado del techo, si es necesario.



Paso 7: Corte una abertura de inspección triangular en el techo si así lo requieren los POE.

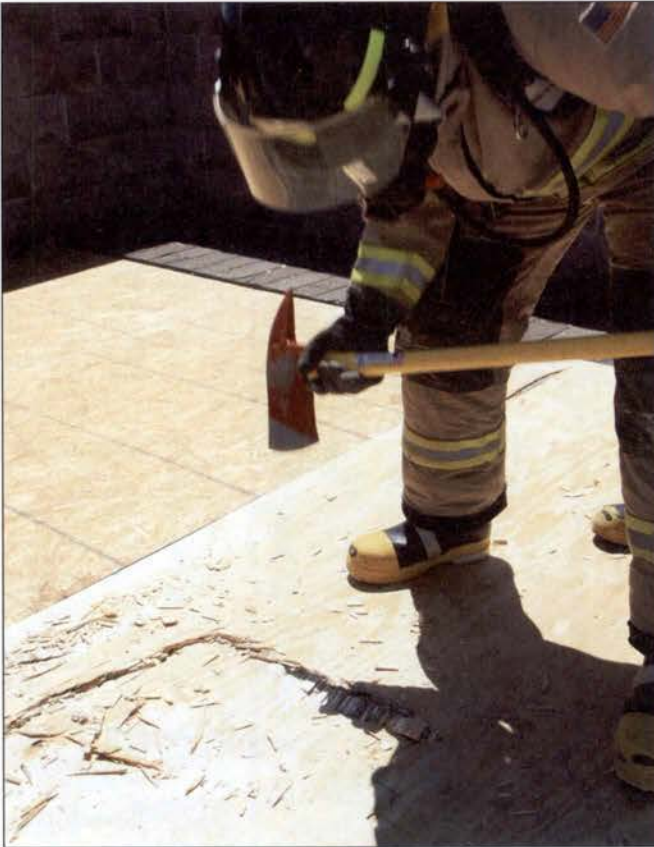
NOTA: Al crear aberturas de ventilación, se deberían hacer cortes hacia la ruta de escape, si es posible. Corte completamente el entablado del techo y deje los soportes intactos.



Paso 8: Realice el corte # 1: Corte el entablado del techo perpendicular a una viga o soporte del techo. Incorpore la abertura de inspección, si aplica.



Paso 9: Realice el corte # 2: Corte el entablado del techo en un lado de la abertura paralela a los soportes e intercepte el corte # 1.



Paso 10: Realice el corte # 3: Corte el entablado del techo en el lado opuesto del corte # 2, perpendicular e intercepte el corte # 1.



Paso 11: Haga el corte # 4: Complete la abertura de ventilación uniendo el corte # 2 y el corte # 3.



Paso 12: Retire o incline el entablado de la abertura de ventilación con un hacha o una pértiga.

Paso 13: Penetre el interior del cielo raso con un hacha, un bichero u otra herramienta de mango largo, trabajando desde el lado de la abertura de ventilación que está en contra del viento.

Paso 14: Inspeccione el sitio y comuníquese con las cuadrillas interiores para garantizar la efectividad de la ventilación.

PRECAUCIÓN: Los bomberos deben tener en cuenta la dirección del viento y la trayectoria del flujo antes de realizar la ventilación, y estar continuamente al tanto de la ubicación y las condiciones del incendio durante este procedimiento.

NOTA: Las aberturas de ventilación deben ser lo suficientemente grandes para adaptarse a las condiciones del incendio. Si trabaja desde una escalera, asegúrese de que esté debidamente asegurada, ya sea por otro bombero o por medios mecánicos. Los bomberos deben confirmar la orden de ventilación antes de realizar las operaciones correspondientes.

Ventilar con una sierra con fuente de poder

Paso 1: Asegúrese de que la sierra funcione correctamente antes de subir al techo.

PRECAUCIÓN: La sierra no debería estar en funcionamiento mientras asciende al techo.

Paso 2: Coloque y asegure la escalera del techo contra el viento de la abertura planificada.

Paso 3: Con un hacha o una pértiga, haga sonar el techo para verificar su integridad antes de colocar peso sobre este.

Paso 4: Ubique las vigas/soportes.

Paso 5: Seleccione la ubicación para la ventilación.

Paso 6: Delinee la abertura de ventilación con un hacha.

Paso 7: En los contornos retire los materiales que puedan interferir con el corte de la abertura de ventilación.

Paso 8: Retire los materiales de acabado del techo, si es necesario.

Paso 9: Configure el control del medidor de profundidad de la protección, si corresponde.

Paso 10: Encienda la sierra.

NOTA: Al crear aberturas de ventilación, se deberían hacer cortes hacia la ruta de escape, si es posible. Corte completamente el entablado del techo y deje los soportes intactos.



Paso 12: Realice el corte # 1: Corte el entablado del techo perpendicular a una viga o soporte del techo. Incorpore la abertura de inspección, si aplica.



Paso 11: Corte una abertura de inspección triangular en el techo si así lo requieren los POE locales.



Paso 13: Haga el corte # 2: Corte el entablado del techo en un lado de la abertura paralela a los soportes y al corte # 1 de intersección.



Paso 14: Realice el corte # 3: Corte el techo en el lado opuesto del corte #2 perpendicular al corte #1.



Paso 15: Realice el corte # 4: Complete la abertura de ventilación uniendo el corte # 2 y el corte # 3.

Paso 16: Remueva o incline el entablado de la abertura de ventilación con un hacha o una pértiga. Saque el entablado de la abertura de ventilación.

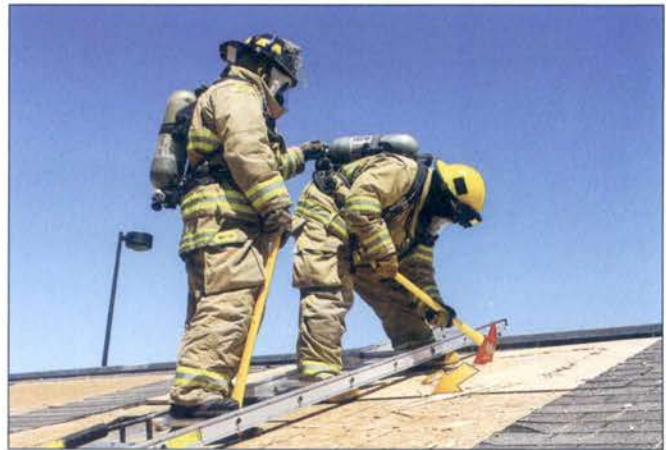


Paso 17: Penetre el interior del cielo raso con un hacha, una pértiga u otra herramienta de mango largo, trabajando desde el lado de la abertura de ventilación que se encuentra contra el viento.

Paso 18: Inspeccione el sitio y comuníquese con las cuadrillas interiores para garantizar la efectividad de la ventilación.

Ventilar usando un hacha

- Paso 1:** Coloque y asegure la escalera del techo contra el viento de la abertura planificada.
- Paso 2:** Con un hacha o un pértiga, haga sonar el techo para verificar su integridad antes de colocar peso sobre este.
- Paso 3:** Ubique las vigas/soportes.
- Paso 4:** Seleccione la ubicación para la ventilación.
- Paso 5:** Delinee la abertura de ventilación con un hacha.
- Paso 6:** Retire los materiales de los contornos que puedan interferir con el corte de la abertura de ventilación.
- Paso 7:** Retire los materiales de acabado del techo, si es necesario.
- Paso 8:** Corte una abertura de inspección triangular en el techo si así lo requieren los POE.



- Paso 11:** Realice el corte # 3: Corte el entablado del techo en el lado opuesto del corte # 2, perpendicular e interceptando el corte # 1.



- Paso 9:** Realice el corte # 1: Corte el entablado del techo perpendicular a una viga o soporte del techo. Incorpore la abertura de inspección, si aplica.



- Paso 12:** Haga el corte # 4: Complete la abertura de ventilación uniendo el corte # 2 y el corte # 3.
- Paso 13:** Retire el entablado de la abertura de ventilación con un hacha, una pértiga u otra herramienta de golpe. Mantenga el entablado fuera de la abertura de ventilación.
- Paso 14:** Penetre el interior del cielo raso con un hacha, una pértiga u otra herramienta de mango largo, trabajando desde el lado de la abertura de ventilación que se encuentra contra el viento.
- Paso 15:** Inspeccione el sitio y comuníquese con las cuadrillas interiores para asegurar la efectividad de la ventilación.



- Paso 10:** Haga el corte #2: Corte el entablado del techo en un lado de la abertura paralela a los soportes e intercepte el corte # 1.