



Guía para la ventilación

design FOR THE ENVIRONMENT sobre la aplicación del aerosol de espuma

Diseño del programa ambiental de EPA (DfE, por sus siglas en inglés)

El programa DfE promueve sustancias químicas seguras y las mejores prácticas para reducir las exposiciones a las sustancias químicas relacionadas con el lugar de trabajo y la comunidad. Esta hoja informativa describe las estrategias y los principios básicos de ventilación para ayudar a proteger a los trabajadores y a los ocupantes del edificio y promover el uso seguro del aerosol de espuma aislante de poliuretano (SPF, por sus siglas en inglés).

¿Qué es el aerosol de espuma de poliuretano (SPF, por sus siglas en inglés)?

PF es un material aislante y sellador usado de forma extensa y altamente efectivo, el cual es rociado (aplicado) en paredes, techos, áticos, sótanos, cámaras y tejados. Los sistemas del SPF de dos componentes (de presión alta y baja) contienen isocianatos (el lado-A) y una combinación de polioli (el lado-B). Los lados A y B son suministrados a través de mangueras para ser rociados con una pistola, donde son mezclados y rociados a presión, reaccionan rápidamente y expanden su volumen para formar espuma de poliuretano.



Aplicación de rociado de SPF en la pared

¿La aplicación del SPF presenta riesgos a la salud?

Sí, la exposición a las sustancias químicas del SPF representan riesgos a la salud tales como la

irritación y las enfermedades crónicas del pulmón a los trabajadores u otros en el área, si ellos no protegen adecuadamente la piel, los ojos y la exposición por inhalación. Además, los isocianatos (lado-A) son sensibilizadores fuertes que pueden causar una respuesta similar a las alergias en ciertas personas y es la sustancia química líder causante del asma relacionado con el trabajo. Una persona puede volverse sensible después de un largo período o hasta por una exposición inicial y un persona sensible puede sufrir ataques severos o fatales de asma, aún si es expuesta a bajos niveles. Adicionalmente, la combinación de polioli (lado-B) contiene agentes de soplado, aminas, retardantes de flamas y otras sustancias químicas, que pueden causar efectos adversos a la salud.

¿Por qué la ventilación es importante?

La ventilación apropiadamente diseñada puede reducir los niveles de los aerosoles transmitidos por aire, neblina y vapores generados durante la aplicación de la espuma aislante y puede ayudar a proteger a los aplicadores, los asistentes y otros en contra del SPF, que pudieran estar trabajando en áreas adyacentes.

Durante y después de la aplicación de la espuma aislante, los vapores y la neblina, así como las partículas y el polvo del recorte o lijado de la espuma aislante, pueden permanecer en el área hasta

Visión general de los principios claves Establecer el flujo del aire en el área total rociada

- Dirija ventiladoras para establecer el flujo de aire
- Elimine vapores, niebla y polvo alejándolos de los trabajadores
- Inicie el trabajo en el escape final y continuar corriente abajo (lejos) del escape
- Mantenga el punto de colección del escape tan cerca como sea posible de la fuente

Establezca espacios cercados para aislar y contener el área de trabajo

- Coloque señalizaciones de advertencias en las entradas de los espacios cercados
- Mantenga una presión negativa en el espacio cercado
- Evite las aperturas que reduzcan la ventilación
- Selle las aperturas del HVAC para prevenir la migración de los contaminantes

Dirija el escape a una ubicación segura fuera del edificio

- Dirija el escape en una dirección lejos de los trabajadores y otras personas
- Dirija el escape en una dirección lejos de la toma de aire de los edificios vecinos
- Establezca zonas de control y señalizaciones de advertencias posteriores si es necesario
- Filtre el aire con filtros de partículas para proteger los vehículos cercanos y otras propiedades
- Coloque el filtro enfrente del ventilador de escape para asegurar la eficiencia máxima y continua del ventilador

Continúe la ventilación del área después de la aplicación

- Revise con el fabricante para determinar los momentos de la reentrada segura
- Minimizar la reentrada del trabajador durante ese tiempo
- Asegure que aquellos que entren tengan el equipo protector apropiado
- Restrinja la reentrada de ocupantes hasta después de que el edificio haya sido completamente ventilado y limpiado

que ésta sea ventilada y completamente limpiada.

Las actividades de construcción deben ser cuidadosamente programadas para que otros comerciantes u ocupantes no estén en el edificio durante la aplicación del SPF.

Aspectos fundamentales de la ventilación

La ventilación es un método que controla la exposición del trabajador en contra de las sustancias químicas peligrosas transmitidas por aire o vapores inflamables por escapes contaminados y alejados de la zona de trabajo y reemplazados con aire limpio. Hay dos tipos básicos de ventilación— ventilación general de escape y la ventilación local de escape.

Los sistemas de ventilación general de escape típicamente consisten de un ventilador de escape, montado en el techo o pared, que jala el aire fuera de la habitación y lo descarga afuera. El aire reemplazado es traído al área a través de recursos naturales, tales como ventanas, puertas y ventilas exteriores (por ejemplo ventilas del ático) o podría incluir un ventilador separado de aire creado, un conducto de ventilación y los registros de aire que proporcionan aire limpio en la habitación. La ventilación general de escape, también conocida como “ventilación de dilución”, diluye el aire contaminado al mezclarlo con aire limpio de la habitación.

Los sistemas generales de escape no son recomendados como una fuente única de ventilación cuando hay vapores o neblina peligrosa presentes, porque no remueven inmediatamente los contaminantes del espacio de trabajo.

Los sistemas de ventilación de escape locales remueven las sustancias químicas y otros contaminantes de su fuente. En estos sistemas, el extractor o el ventilador de escape es colocado tan cerca como sea posible donde el trabajo es realizado para capturar y eliminar los contaminantes antes de que ellos se mezclen con el resto del aire en la habitación. Los sistemas de ventilación de escape locales son recomendados para controlar vapores, neblina, polvo y partículas peligrosas ya que, si son diseñados apropiadamente, ellos remueven los contaminantes antes de que los trabajadores sean expuestos.

Para un proyecto de aplicación del SPF, un sistema de escape local podría ser apropiado durante el proceso de aplicación para capturar los vapores, neblina, polvo y partículas en la fuente, mientras ellos son emitidos durante los procesos de rociado y recorte. La ventilación general podría ser apropiada después de que el aislante es aplicado para ventilar el área de trabajo y el edificio en su totalidad antes de que otros trabajadores u ocupantes entren al área.

Retos de ventilación del SPF

Un sistema de ventilación es normalmente diseñado para servir en una ubicación o habitación específica donde la operación está bien definida. Por ejemplo, una cabina de rociado, usada para rociar revestimientos para camas de camiones siempre tendrán las mismas dimensiones que la habitación (por ejemplo: volumen y geometría) y el proceso de aplicación siempre será el mismo. Como resultado, el sistema de ventilación efectiva puede ser diseñada e instalada con las especificaciones exactas de la habitación.

Ropa y Equipo de Protección

La Administración de Salud y Seguridad Ocupacional (OSHA, por sus siglas en inglés) requiere que los controles de ingeniería como la ventilación y los espacios cercados sean usados para reducir las exposiciones del trabajador a niveles aceptables. Cuando solo los controles de ingeniería no son suficientes para reducir las exposiciones a niveles aceptables (típicamente en el caso de aplicaciones internas de sistemas del SPF de dos componentes), OSHA requiere que los trabajadores usen equipo de protección apropiado para prevenir la inhalación y el contacto con la piel de los contaminantes. Las recomendaciones del fabricante del SPF del equipo de protección y respiratorio apropiado pueden ser encontradas en las hojas de datos de seguridad del material del producto (MSDS, por sus siglas en inglés). Generalmente, estas recomendaciones incluirán el uso de respiradores de suministro de aire de rostro completo o capucha.

La aplicación del SPF en paredes, techos, áticos y sótanos hecha en múltiples sitios de trabajo, sin embargo representa retos de ventilación, ya que en cada sitio de trabajo habrá habitaciones de diferentes tamaños y formas. Además, el proceso requiere de movimientos frecuentes de los trabajadores de acuerdo con el progreso del trabajo que da como resultado la generación de vapores, niebla, polvo y partículas a través de la habitación. Esta variabilidad y movimiento en el área de trabajo previene que se establezca una estrategia de “talla única” y representa retos asociados con el diseño del sistema de ventilación y de espacios cerrados “similar al de una cabina” y que pueda capturar vapores, niebla, polvo y partículas desde el punto de origen (como el punto de la aplicación).

Debido a esto, es importante que los aplicadores del aislante de SPF entiendan algunos principios básicos sobre la ventilación y que ellos puedan implementar los controles de ventilación efectivos en una variedad de configuraciones de trabajo a las que se pueden enfrentar. Mientras que un sistema de ventilación diseñado apropiadamente puede ayudar a proteger a los trabajadores y ocupantes del edificio, un sistema diseñado inapropiadamente podría hacer las cosas más complejas.

Principios básicos del diseño de ventilación

Debido a que la fuente de emisiones se mueve con el progreso del trabajo durante las aplicaciones del SPF, diseñar un sistema de escape local puede ser difícil. De hecho, en muchos casos el sistema podría verse más como un sistema general de escape. Hay algunos consejos que se deben considerar, como maximizar la efectividad del sistema. La clave para entender y aplicar estos consejos es entender los tres componentes importantes de un sistema de ventilación y cómo trabajan juntos. Estos componentes incluyen:

- **El espacio de trabajo**, habitación, espacio cercado que necesita el escape de aire.
- **El sistema de escape**—incluye una ventila o un extractor de escape, un conducto de aire y un ventilador—que captura los contaminantes en el origen de los mismos y

los transporta a un lugar fuera del edificio lejos de la toma de aire del HVAC y de las áreas ocupadas.

- **El aire creado** es el aire fresco en la habitación o el área de trabajo que reemplaza el aire de escape. Esto puede ser aire creado forzado (aire forzado en una habitación con un ventilador) o aire creado pasivo (aire guiado a una habitación a través de aberturas como puertas, ventanas o ventilas exteriores).

La manera en la cual diseñe o coloque cada uno de esos componentes determinará la efectividad de su sistema.

Establecer el flujo del aire a través del área de rociado

Una consideración fundamental de cualquier sistema de ventilación es que el sistema crea un flujo desde el aire creado en la entrada de la ubicación al punto de colección del escape (por ejemplo, extractor o ventila). Es importante que este flujo de aire:

- Fluya a través de la totalidad del espacio de trabajo que va a ser ventilado (vea la Figura 1). Esto es logrado al asegurar que la ubicación de entrada de aire creado esté en el lado opuesto del área de trabajo del extractor o la ventila de escape.
- Lleve los contaminantes lejos de los trabajadores. Cuando sea posible, las personas que hacen la aplicación deben iniciar el rociado cerca del extractor o ventila de escape y avanzar desde ese punto para que los gases generados de la aplicación del SPF sean llevados lejos de la persona que aplica el SPF. Los ayudantes deben también trabajar en contracorriente del rociador (vea la Figura 1).

Consejos relacionados:

- **Evite la colocación y dirección inapropiada de los ventiladores.** Simplemente dirija los ventiladores al área de trabajo sin establecer un patrón del flujo de aire dirigido que sólo agitará el aire, creando un potencial mayor para que los trabajadores respiren los

contaminantes. Esto podría también dirigir de forma no intencionada el escape de contaminantes a otras áreas de trabajo.

- **Recuerde colocar el extractor o la ventila de escape tan cerca como sea posible del punto de aplicación.** Mientras que la persona que hace la aplicación se mueva a través del área de trabajo, si es posible, repositone los ventiladores (para que ellos permanezcan cerca del proceso de aplicación) a fin de contar con un punto de aplicación en movimiento. Coloque el ventilador de escape cerca del origen de las emisiones para minimizar el potencial de que los contaminantes se mezclen con el resto del aire en la habitación.

Establecer espacios cercados para aislar y contener el área de trabajo

El establecimiento de los espacios cercados alrededor del área de trabajo sirve dos propósitos importantes:

- Prevenir la migración de contaminantes a otras áreas del edificio. Esto protege a los trabajadores en otras áreas y minimiza la necesidad de una ventilación más amplia en el edificio durante el proceso de aplicación y antes de la ocupación.
- Mejorar la eficiencia y la efectividad del sistema de ventilación al minimizar el tamaño del área que es ventilada (la cual afecta el número y el tamaño de los ventiladores necesitados) y al ayudar a dirigir o canalizar el flujo del aire a la ventila o extractor de escape.

En algunos casos la configuración y el tamaño de la habitación donde la aplicación ocurrirá puede ser suficiente para aislar el área de trabajo. En otros casos, puede ser necesario construir espacios cercados temporales. Dichos espacios cercados típicamente incluyen hojas de plástico con las uniones sobrepuestas y selladas con cinta adhesiva.

Recuerde colocar las señalizaciones de advertencias en las entradas del espacio cercado o área de trabajo para alertar

Figura 1. Establecer el flujo del aire a través del área de rociado y desviar el rociado excesivo lejos de los trabajadores

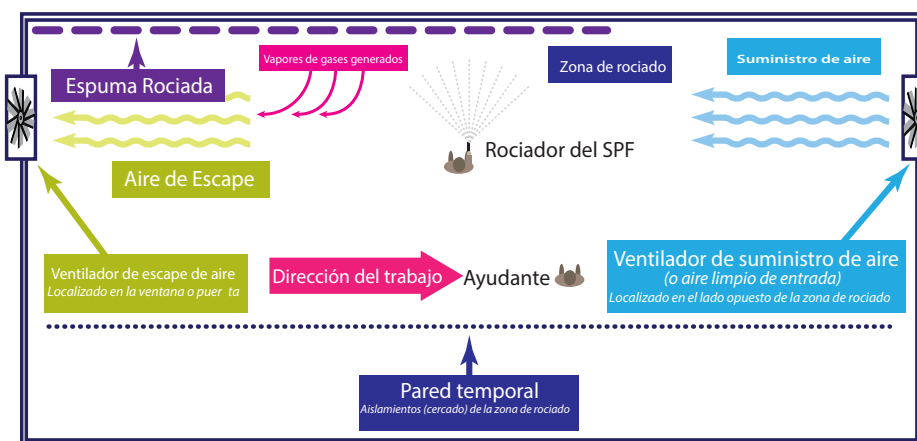
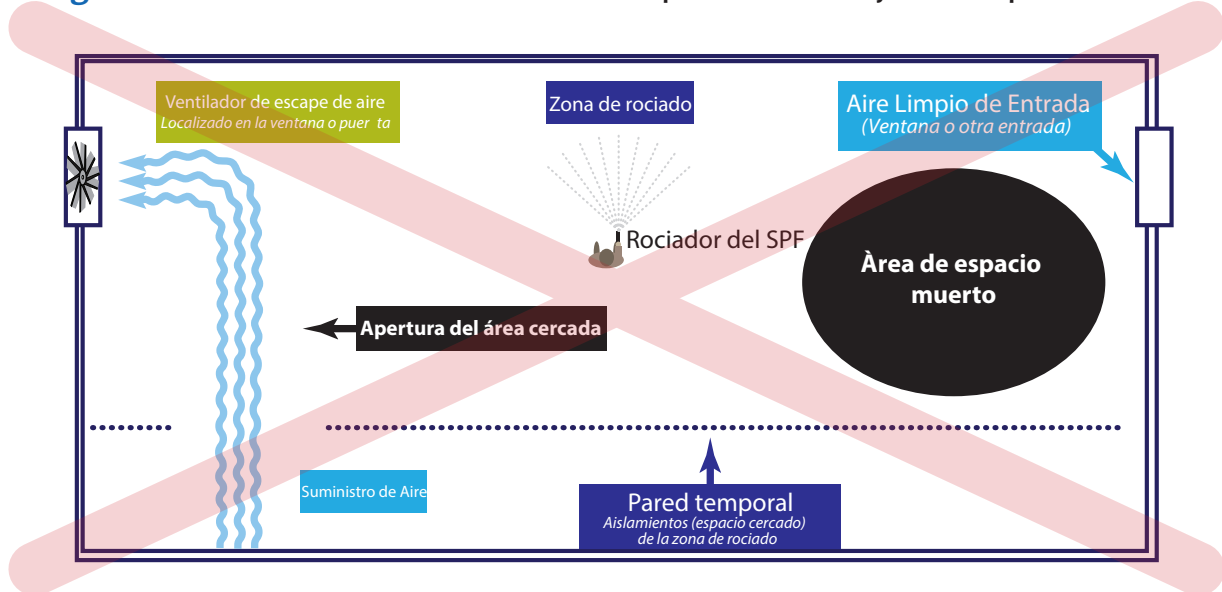


Figura 2. Un Un diseño deficiente de las entradas impide la ventilación y crea un espacio muerto



otros trabajadores del peligro y prevenir que entren al área.

Consejos relacionados:

- **Mantener una presión negativa en el área de trabajo o espacio cercados.** Eso es realizado al asegurar que escapa más aire de la habitación que el aire suministrado. Una presión negativa en el espacio cercado evitará que el aire contaminado escape del espacio cercado al asegurar que, si hay alguna fuga, las fugas estarán adentro y no afuera del espacio cercado. Si usted usa aire suministrado forzado, puede mantener una presión negativa al asegurar que la capacidad del ventilador de escape (CFM, por sus siglas en inglés) sea mayor que la del ventilador del aire creado (en promedio si la capacidad del ventilador de escape es 10 por ciento mayor que la del ventilador de suministro). Si usa un suministro de aire pasivo, el ventilador de escape debe ser suficiente para crear una presión negativa. Un tubo de humo puede ser usado como una herramienta básica para evaluar si el espacio cercado tiene una presión negativa.
- **Evitar las aperturas que abreviarán el sistema de ventilación.** Recuerde que como tiene una presión negativa en la habitación o espacio cercado, el aire será dirigido a la habitación a través de una apertura (con o sin intención). Las aperturas mal colocadas pueden interferir con el flujo del aire intencionado y crear espacios muertos (vea figura 2). Esto es particularmente importante con sistemas de aire creado pasivo.
- **Recuerde apagar y sellar las aperturas de HVAC en el área de trabajo** para prevenir la migración de contaminantes a otras áreas del edificio, según fue indicado previamente. No olvide quitar el sello o reiniciar el sistema de HVAC antes de reocupar y después de que el SPF se haya curado completamente y el área de trabajo haya sido ventilada y limpiada.

Escape directo para la ubicación segura

Siempre recuerde dirigir el escape a una ubicación segura afuera del edificio y lejos de las áreas donde los trabajadores o personas pueden estar presentes. Si el escape está a un nivel del suelo y otras áreas donde las personas pueden entrar, debe también establecer una zona de control usando las señalizaciones de advertencia y barreras físicas alrededor del área de escape para prevenir el acceso del personal. También debe estar consciente de dónde se encuentra la toma de aire de los edificios vecinos y dirija su escape lejos de esas áreas.

Consejos relacionados:

- **Los filtros de escape de partículas deben ser usados para retirar el polvo y niebla del SPF y del aire de escape.** Esto no solo ayuda a minimizar contaminantes peligrosos del aire en el escape, sino que puede también prevenir que el SPF se sedimente en los vehículos cercanos y otras propiedades. Note que el SPF puede también acumularse en las cuchillas del ventilador de escape significativamente reduciendo la eficiencia del ventilador de escape con el paso del tiempo. Por esta razón, el filtro del escape debe ser instalado en frente del ventilador para remover el polvo y la niebla antes de que lleguen al ventilador. Los filtros obstruidos también pueden reducir la eficiencia, por lo tanto, recuerde seguir las recomendaciones del fabricante en relación con los filtros de reemplazo.
- **Algunos de los vapores y nieblas del SPF pueden presentar peligros explosivos en ciertas concentraciones.** Como resultado, puede ser necesario usar un ventilador específico para el uso en ambientes explosivos. Consulte al fabricante del SPF para determinar si ciertos usos del producto poseen este peligro.

Asegure la ventilación adecuada después de la aplicación

Recuerde siempre continuar la ventilación del área después de la aplicación hasta que el material se haya curado completamente, el desprendimiento de gases haya parado y los vapores hayan sido retirados. Durante este tiempo, la reentrada del trabajador debe mantenerse a un mínimo y sólo incluir a aquellos con protección respiratoria apropiada (y protección de la piel si hay contacto con el SPF, si es posible). La reentrada del ocupante solo debe ocurrir después de que el edificio haya sido completamente ventilado. La cantidad de tiempo necesario para esto depende de varios factores incluyendo:

- Las formulaciones del SPF y los tiempos relacionados con el curado según sean especificados por el fabricante
- Adecuada proporción y mezclado del lado-A y el lado-B
- Índice de ventilación
- Temperatura y humedad

Consultar con el fabricante del producto de SPF para determinar el índice de ventilación y los tiempos apropiados para la reocupación.

¿Cómo puede obtener mayor información sobre la ventilación del SPF y otras prácticas importantes de la salud y seguridad?

- Póngase en contacto con el vendedor o fabricante del SPF.

- Consulte al Instituto Nacional Ocupacional de la Seguridad y la Salud (NIOSH, por sus siglas en inglés) llamando al 1-800-CDC-INFO o al visitar la página web de <http://www.cdc.gov/niosh/topics/isocyanates/>
- Viste las paginas siguientes (en inglés):
 - **EPA's Design for the Environment (DfE) SPF website at** http://www.epa.gov/dfe/pubs/projects/spf/spray_polyurethane_foam.html
 - **NIOSH Alert on Spray-on Truck Bed Lining Operations at** <http://www.cdc.gov/niosh/docs/2006-149/default.html>
 - **OSHA's isocyanates website at** <http://www.osha.gov/SLTC/isocyanates/index.html>
 - **American Chemistry Council—Center for the Polyurethanes Industry (CPI) website at** <http://www.polyurethane.org/>
 - **Spray Polyurethane Foam Alliance's website at** <http://www.sprayfoam.org/>
 - **OSHA's Green Jobs Hazards website at** <http://www.osha.gov/dep/greenjobs/index.html>

Las investigaciones continuas sobre NIOSH y el Centro del Comité Químico Estadounidense de la Industria de Poliuretanos (CPI, por sus siglas en inglés) continuará ofreciendo información actualizada sobre los índices de ventilación apropiada, aislamiento y métodos de captura, los cuales ser añadidos a este sitio web cuando estén listos.