



**NAFA**<sup>®</sup>  
National Air  
Filtration  
Association

## DIRECTRICES DE MEJORES PRÁCTICAS



**Filtración para  
Campos de  
Tiro Cubiertos**





## Tabla de contenido

Agradecimiento a los colaboradores .....	3
Acerca de NAFA.....	4
Certificaciones de NAFA .....	5
Objetivo, alcance y antecedentes.....	6
Recomendaciones de mejores prácticas de NAFA .....	7
Arranque y mantenimiento del sistema .....	12
Sección especial sobre el COVID.....	14
Glosario.....	15
Bibliografía .....	16
Derechos de autor y uso .....	17

**Sede de la *National Association of Air Filtration*  
(Asociación Nacional de Filtración de Aire)  
(NAFA, por sus siglas en inglés)**

1818 Parmenter Street, #300

Madison, WI 53562

[www.nafahq.org](http://www.nafahq.org)

*Derechos de autor* © National Air Filtration  
Association 2023 Revisado 25.2.2023. Todos los  
derechos reservados.



## Filtración para los campos de tiro cubiertos

Las directrices de NAFA ofrecen consejos para obtener un aire lo más limpio posible basándose en los límites de diseño de los equipos existentes de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC, por sus siglas en inglés) y teniendo en cuenta el impacto sobre la energía y el medio ambiente. Nuestras directrices se crean y actualizan para recopilar y complementar la información existente. Sin embargo, vamos más allá del "mínimo", ya que publicamos las mejores prácticas basadas en la experiencia y los conocimientos de nuestros miembros, así como en los mandatos e investigaciones actuales proporcionados por las comunidades gubernamentales y científicas.

Si requiere una explicación más completa de los principios y técnicas que se encuentran en esta guía, visite [www.nafahq.org](http://www.nafahq.org) para adquirir la *Guía de NAFA sobre Filtración de Aire*. Si tiene alguna pregunta o comentario sobre esta publicación, póngase en contacto con la sede de NAFA.

### Agradecimiento especial a los siguientes colaboradores:

#### **Autor principal**

Randy Brannen, CAFS, NCT II  
Quality Filters, Inc.

Thomas Riddell, CAFS  
Air Filter Sales & Service

#### **Colaboradores**

Committee Chair Kevin Delahunt, CAFS  
BGE Indoor Air Quality Solutions

Jeron Downing, CAFS  
Dave Downing & Associates

Aaron Smith  
Bruce Air Filters

Roberta MacGillivray, NCT CAFS  
BGE Indoor Air Quality Solutions

Mike Reidy, CAFS  
Roto Aire Filter Sales & Service

Stevan Brown, CAFS  
TEX-AIR Filters/Air Relief Technologies

Peter Reymer, CAFS  
NCT Filter Technologies

Benny Aycoth, CAFS  
TEX-Air Filters/Air Relief Technologies

Jeff Gradek, CAFS  
NCT II Filter Services, Inc.

Paula Levasseur, CAFS  
LMF Services, LLC.

Julie A. Engelstad, CAFS  
Camfil USA, Inc.

Phil Maybee, CAFS  
The Filter Man, Ltd.

George Spottswood, CAFS  
Quality Filters, Inc.

# ACERCA DE NOSOTROS

## Nuestra misión:

La misión de NAFA es ser la fuente global de experiencia, educación y mejores prácticas en filtración de aire.

## ¿En qué le puede beneficiar la membresía de NAFA?

NAFA reúne a los fabricantes de filtros de aire y componentes, empresas de ventas y servicios, y empresas de climatización y calidad del aire interior. Al hacerse miembro, podrá:

- Reunirse con los líderes de opinión de la industria.
- Fortalecer su red de contactos.
- Compartir las mejores prácticas.
- Recibir información actualizada de la industria.
- Acceder a la capacitación, certificación y desarrollo profesional.

## Sea parte de algo más grande

Como miembro de NAFA, usted forma parte de un sistema de apoyo que comparte los objetivos comunes de apoyar el crecimiento de la industria y crear comunidades más sanas. Tras la pandemia del coronavirus, estamos más conscientes que nunca del importante papel que desempeñan nuestros miembros en una sociedad sana. Sabemos que nuestro trabajo es importante para mantener comunidades sanas y felices.

## Beneficios de la membresía

Como miembro de NAFA, tendrá acceso a una serie de ventajas que le permitirán establecer contactos, aprender y obtener oportunidades de publicidad. Éstos son sólo algunos de nuestros beneficios más conocidos:

- Conferencias y seminarios anuales en internet
- Programas de desarrollo profesional (certificación CAFS y NCT de nivel I y II)
- Revista *Air Media*
- Directrices sobre mejores prácticas
- Programa de reconocimiento *Clean Air Award*
- Biblioteca de recursos, manuales, seminarios y capacitación
- Programas de publicidad y patrocinio de NAFA
- Exposición a través de las redes sociales de NAFA y en el listado de la página web de NAFA
- Oportunidades de voluntariado y liderazgo en NAFA

...y más

**Haga clic [aquí](#) para afiliarse hoy mismo**

# Certificaciones de CAFS y NCT

**Capacite a su equipo**

**Atraiga nuevos clientes**

**Dese a conocer como líder de la industria**

Ahora más que nunca, los clientes buscan profesionales con las certificaciones que garanticen la calidad y los conocimientos necesarios para asegurar la satisfacción de sus necesidades más complejas. En respuesta a esta preocupación, NAFA ofrece dos programas de certificación para aumentar el nivel de capacitación y profesionalismo en la industria.

## **Programa de *Certified Air Filtration Specialist***

**(Especialista Certificado en Filtración de Aire) certificado por NAFA**

**(CAFS, por sus siglas en inglés):**

CAFS es el primer programa de capacitación y certificación que ofrece un examen exhaustivo sobre los principios, métodos y aplicaciones de la filtración de aire. Este programa diferencia a los profesionales que han demostrado un alto nivel de profesionalismo y un conocimiento profundo y actualizado de la tecnología de filtración de aire. El examen de CAFS es de calificación aprobado o reprobado y se basa en la *Guía de NAFA sobre Filtración de Aire*.

## **Programa de Técnico Certificado por NAFA (NCT, por sus siglas en inglés)**

Este examen a libro abierto se basa en el *Manual de Instalación, Operación y Mantenimiento de los Sistemas de Filtración de Aire de NAFA*. Este programa fue diseñado para ampliar los conocimientos de técnicos, gerentes de instalaciones y propietarios de edificios.

Ambas certificaciones se renuevan cada año, siempre que se cumpla con los requisitos de capacitación continua. Aunque los exámenes están abiertos por igual a miembros y no miembros, el precio de los exámenes es considerablemente menor para los miembros. Para obtener más información sobre el costo, materiales de estudio, fechas o lugares de los exámenes y requisitos, visite los siguientes enlaces.

[\*\*Página de información del programa de CAFS\*\*](#)

[\*\*Página de información del programa de NCT\*\*](#)

# Filtración para campos de tiro cubiertos

---

1

## OBJETIVO

Esta mejor práctica recomendada establece las directrices de filtración de aire para la eliminación de contaminantes en el aire para la protección de los empleados y usuarios de campos de tiro cubiertos.

2

## ALCANCE

Identificar los problemas de calidad del aire relacionados con los campos de tiro cubiertos. Proporcionar las guías de selección, aplicación y mantenimiento de los componentes de filtración de aire para quienes participan en el diseño y el funcionamiento de los campos de tiro cubiertos.

3

## ANTECEDENTES

La exposición al plomo y a los humos puede representar un posible riesgo para la salud de los tiradores, así como para los empleados de un campo de tiro cubierto. Proteger la salud y el bienestar de los usuarios de un campo de tiro cubierto, a la vez que se reduce la contaminación ambiental por exposición al plomo, es un elemento importante de los procedimientos operativos. La filtración desempeña un papel integral en la reducción del riesgo de exposición tóxica en los campos de tiro cubiertos.

### Posibles problemas de salud derivados de los campos de tiro cubiertos

El disparo de balas de armas de fuego genera una cantidad significativa de contaminantes potencialmente tóxicos para el ser humano. La Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (*Occupational Health and Safety Administration*) (OSHA, por sus siglas en inglés) ha establecido un estándar para la exposición al plomo de los trabajadores, CR 1910.1025. El límite de exposición admisible (PEL, por sus siglas en inglés) para los trabajadores es de 50 microgramos por metro cúbico de aire de exposición promediada durante un período de ocho horas.

### Primeros signos y síntomas de la intoxicación por plomo

Algunos de los primeros signos y síntomas de la intoxicación por plomo son los siguientes:

- Fatiga e insomnio
- "Sabor " metálico
- Cefalea, nerviosismo, irritabilidad
- Malestar estomacal
- Falta de apetito
- Problemas reproductivos

Cada individuo reacciona de forma diferente a la exposición al plomo. Una de las vías más comunes de intoxicación por plomo se produce a partir de fuentes de ingestión que van de la mano a la boca. Esta es la razón por la que no es aconsejable permitir fumar o consumir alimentos y bebidas en los campos de tiro cubiertos o en sus alrededores.

# Mejores prácticas de filtración de campos de tiro cubiertos

---

## Zonas de posible concentración de plomo dentro del campo de tiro

Hay tres áreas clave dentro de un campo de tiro cubierto donde el plomo está más concentrado y es potencialmente de alto riesgo. Se trata del puesto de tiro, la zona situada aproximadamente a 15 pies de distancia del puesto de tiro y la zona de objetivos. Cada una de estas áreas tiene su propio conjunto de circunstancias que crean posibles riesgos. Véase el diagrama del campo de tiro típico en la página 9.



### **Puesto de tiro**

Este es el punto de mayor concentración en el aire, debido al disparo de las armas y a la descarga de los cañones. Cada disparo libera una pequeña cantidad de polvos y gases nocivos que no deben entrar en las zonas de respiración de los tiradores ni de otros usuarios del campo de tiro.



### **Zona situada a 15 pies de distancia del puesto de tiro**

Esta es la región donde la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (*Environmental Protection Agency*) (EPA, por sus siglas en inglés) descubrió que más del 90% de los "polvos más pesados" se asientan de la corriente de aire. Esta zona está extremadamente contaminada por estos residuos de polvo y nadie debe entrar en ella sin el equipo de protección adecuado. El principal riesgo de exposición es el contacto en el interior de esta zona. Los tiradores tienen prohibido entrar en esta zona. El propietario, empleado y contratista deben revisar el Estándar de Protección Respiratoria de la OSHA (29 CFR 1910.134) para conocer el equipo de protección personal (EPP) recomendado en esta zona.



### **Zona de objetivos**

Es en la zona de objetivos donde la fragmentación del plomo de las balas es mayor. Existen varios diseños para capturar las balas en las zonas objetivo. Aunque cada uno tiene ventajas e inconvenientes, la fragmentación del plomo significa que el óxido de plomo se desarrolla a velocidades muy rápidas y es muy probable que constituya un peligro por contacto e inhalación. No se debe entrar en esta zona sin el equipo de protección regulado por la OSHA.

# Mejores prácticas de filtración de campos de tiro cubiertos (continuación)

## VENTILACIÓN DE UN CAMPO DE TIRO CUBIERTO

Los tipos de campos de tiro pueden dictar el diseño del sistema y del equipo para un uso óptimo dentro de los parámetros estándar del campo de tiro, sin embargo, la ventilación es una pieza crítica para la reducción de la exposición al plomo. Una vez construido el sistema, debe proporcionar un movimiento de aire eficaz hacia la zona de objetivos, lejos de los puestos de tiro y de las galerías del campo de tiro. Además, se debe realizar un mantenimiento adecuado del sistema y mantenerlo libre de obstrucciones que puedan alterar o interferir con los patrones de ventilación diseñados para controlar el flujo de aire. Es de vital importancia que la ventilación real del campo de tiro esté aislada de cualquiera de los otros sistemas HVAC del edificio para evitar cualquier posible contaminación cruzada de las zonas no protegidas. El aire de escape debe colocarse de forma que no vuelva a entrar en las tomas de aire de reposición.

Existen varios diseños utilizados actualmente en los campos de tiro para el control de la ventilación del polvo y los humos procedentes de la descarga de las armas de fuego. El más común ha sido suministrar aire desde atrás del puesto de tiro hacia la zona de objetivos en un intento de crear un flujo horizontal de aire para empujar los contaminantes hacia el fondo del campo de tiro sin corrientes cruzadas. Se recomienda mantener una velocidad de diseño entre 50 y 100 pies por minuto (fpm, por sus siglas en inglés). Los flujos de aire más altos pueden crear un flujo de aire turbulento que comienza aguas abajo del tirador, permitiendo que el aire contaminado regrese a la zona de respiración. Además, una velocidad mayor puede crear una distorsión óptica de movimiento del propio objetivo.

Otro diseño que utilizan algunas instalaciones gubernamentales introduce aire de reposición en cada puesto de tiro en pequeñas cantidades para mover el aire hacia el fondo del campo de tiro.

Aunque hay debates sobre los flujos de aire, un criterio claro y consensuado es que el aire debe desplazar visiblemente el humo y los gases lejos de los puestos de tiro y de la galería. Esto se consigue creando una presión ligeramente negativa en el campo de tiro. El aire buscará el punto de liberación de la presión negativa. Las investigaciones de la OSHA han verificado que la mayor concentración de polvo de precipitación en un campo de tiro se encuentra a unos 15 pies de distancia del tirador.

Es imperativo que las zonas de respiración de los puestos de tiro reciban aire limpio para las personas que ocupan el campo de tiro. Esto significa que todos los contaminantes deben desplazarse hacia el fondo del campo de tiro o filtrarse en caso de que el aire recircule a través del sistema HVAC.

### Zona de respiración para tiradores

La mayoría de los ingenieros utilizan un sistema que proporciona un flujo de aire adecuado a través de la zona de respiración de los usuarios, introduce niveles suficientes de aire exterior, mantiene un diferencial de presión negativa con respecto a otras zonas del edificio y elimina los contaminantes perjudiciales mediante el uso de filtración de aire. El aire debe ser introducido en un patrón de flujo horizontal en un esfuerzo por empujar los contaminantes hacia el fondo del campo de tiro.

# Mejores prácticas de filtración de campos de tiro cubiertos (continuación)



*La zona de respiración es diferente en estas dos posiciones. La mayoría de los campos de tiro están destinados al uso de pistolas y el tirador se encuentra principalmente de pie. La zona de respiración suele estar entre 1 y 7 pies del suelo. Si el campo de tiro permite posiciones de rodillas o boca abajo, entonces la zona de respiración está mucho más cerca del suelo (de 1 a 4 pies). El aire de suministro debe introducirse siempre por detrás de los puestos de tiro. El sistema debe ser capaz de adaptarse a todas las posiciones de tiro previstas, incluidas las personas con discapacidad o en silla de ruedas.*

# Mejores prácticas de filtración de campos de tiro cubiertos (continuación)

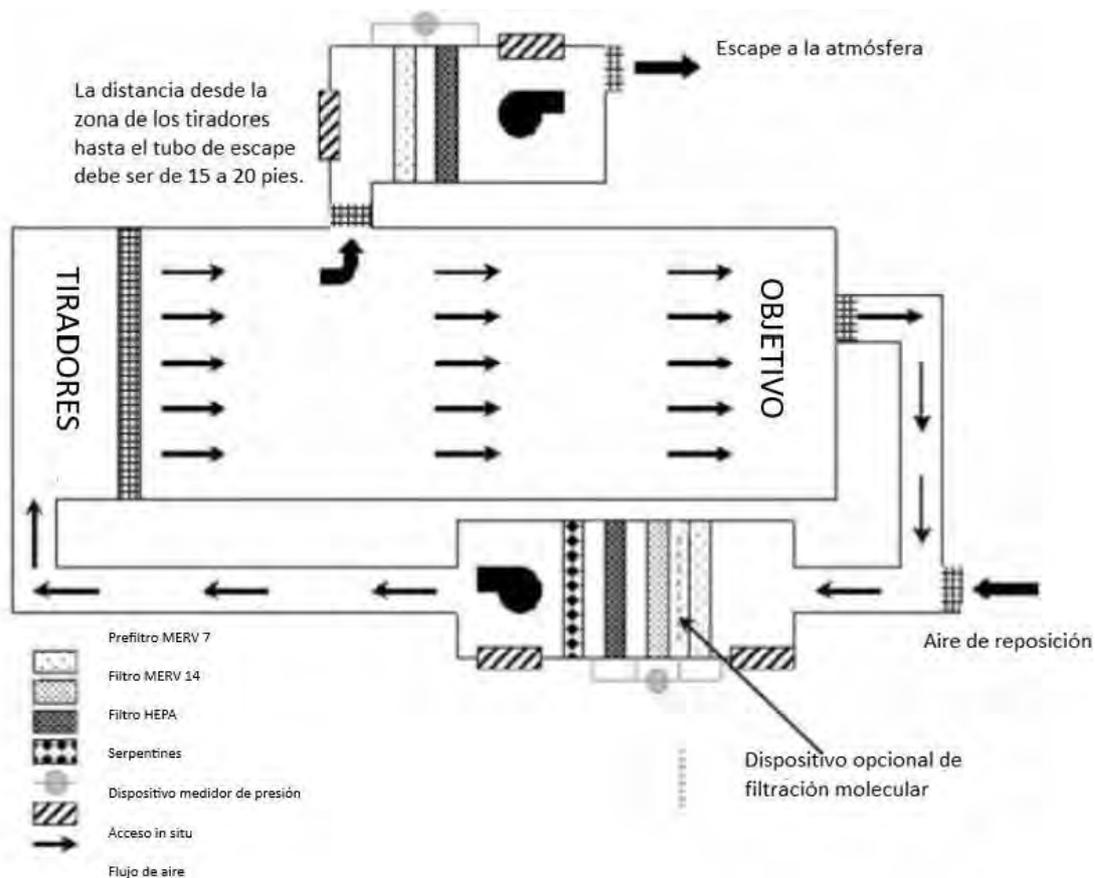
## SISTEMA DE UNA SOLA PASADA

Uno de los diseños de sistema más simples es que el aire pase solo una vez por el campo de tiro. En este caso, se utiliza aire 100% exterior que se introduce en la zona situada detrás de los puestos de tiro, pasa por el campo de tiro y se expulsa por el extremo opuesto. Aunque el diseño es sencillo, resulta muy costoso debido al enfriamiento o calentamiento del aire 100% exterior.

## SISTEMA DE RECIRCULACIÓN

Este sistema permite filtrar la mayor parte del aire contaminado y reintroducirlo en el espacio. Sin embargo, sigue siendo necesaria una cierta cantidad de aire de escape a la atmósfera para mantener la presión negativa en el campo de tiro. Este aire de escape debe filtrarse de acuerdo con los requisitos de la EPA. Se requiere una entrada de aire de reposición para mantener el balance del aire en este diseño. Incorporando aire exterior más limpio también ayudará a proporcionar la dilución necesaria para mantener la calidad del aire. Como regla general, el aire de suministro debe ser un 10% menor que el aire de escape.

## DIAGRAMA TÍPICO DE RANGO DE DISPARO



# Mejores prácticas de filtración de campos de tiro cubiertos (continuación)

## REQUISITOS DE FILTRACIÓN

La filtración en un campo de tiro cubierto debe tener en cuenta la protección de los equipos HVAC frente a los contaminantes externos y la eliminación de los contaminantes peligrosos generados por las armas de fuego al extraer o recircular el aire del interior de la instalación.

El aire de reposición debe filtrarse con un filtro final MERV 14 (valor reportado de eficiencia mínima), de acuerdo con el Estándar 52.2 de la Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado (*American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers*) (ASHRAE, por sus siglas en inglés). Su tamaño debe ser tal que proporcione una eficiencia adecuada y los mecanismos de sellado deben ser apropiados para su instalación en el sistema HVAC. La velocidad de entrada del filtro debe diseñarse a 400 fpm con indicadores de caída de presión instalados para ayudar a determinar los puntos de cambio del filtro.

El aire extraído o recirculado debe filtrarse en el punto de extracción con un filtro de partículas de aire de alta eficiencia (HEPA, por sus siglas en inglés) de un 99.97% como mínimo, de acuerdo con la práctica recomendada por el Instituto de Ciencias y Tecnologías del Medio Ambiente (*Institute of Environmental Sciences and Technology*) (IEST, por sus siglas en inglés) para filtros HEPA/ULPA (IEST RP-CC001 o EN1822:2009 H13 Rating). Todos los filtros HEPA deben ir acompañados de una carta de certificación o una etiqueta que documente que cada filtro cumple los requisitos de la prueba. El flujo de aire debe diseñarse a la velocidad de entrada recomendada por el fabricante, normalmente 250 fpm. Deben instalarse dispositivos de medición de la caída de presión en todas las secciones de los filtros HEPA para controlar los ciclos de vida de los filtros.

Se recomienda prefiltrar los filtros HEPA con filtros MERV 14 como mínimo para prolongar su vida útil. También debería considerarse la posibilidad de utilizar un prefiltro MERV 8 para prolongar la vida útil del filtro MERV 14. Deben instalarse dispositivos de medición de la caída de presión en todas las secciones del filtro para su mantenimiento.

## Sistema de marcos

Los sistemas de marcos deben ser diseñados y probados específicamente para los filtros HEPA con el fin de eliminar las fugas o la penetración de aire alrededor del filtro. Es de vital importancia que el sellador del filtro sea de espuma de caucho de célula cerrada para eliminar el baipás del aire. Todas las carcasas y componentes deben estar libres de fugas hasta una presión de 6.0" c.a o *water gauge* (w. g., por sus siglas en inglés) de hasta 6.0".

## Filtración molecular

También pueden encontrarse trazas de monóxido de carbono, óxido de bario, dióxido de nitrógeno, tetróxido de nitrógeno y óxidos de azufre en un campo de tiro cubierto. Aunque el aire de reposición proporciona la dilución de los gases contaminantes conocidos que se crean en el campo de tiro, es aconsejable prever la filtración molecular siempre que se recircule el aire. Esta sección de filtrado puede instalarse en la parte de HVAC del sistema del campo de tiro. Se recomienda una relación de aire de reposición del 30% para evitar la acumulación de óxidos de nitrógeno y carbono.

# Arranque y mantenimiento del sistema

---

## ARRANQUE Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA

### Práctica recomendada de NAFA

Se debe realizar una prueba de estanqueidad de los filtros HEPA, *in situ*, utilizando un método aceptado por ASHRAE antes del arranque inicial y después de su sustitución. La prueba debe ser realizada por un certificador capacitado. El propietario deberá conservar un certificado de esta prueba.

### Recomendaciones de mantenimiento de filtros

Se seguirán las recomendaciones de los fabricantes para el procedimiento de cambio de filtros cuando se realice el mantenimiento de los filtros de aire. Cuando se manipulen los filtros usados retirados de un sistema HVAC, utilice equipo de protección, como guantes y mascarillas contra el polvo.

### Evaluación de los filtros (manómetros)

Para garantizar que los filtros funcionan correctamente y que se aprovecha al máximo la vida útil de cada etapa, deben utilizarse medidores Magnehelic para determinar la caída de presión diferencial en el banco de filtros. Una instalación óptima incluye un manómetro para cada etapa de filtros. Los manómetros múltiples permiten la evaluación inmediata de cada banco de modo que puedan tomarse medidas correctivas lo antes posible, es decir, una caída repentina en la lectura del manómetro puede indicar una falla del filtro. También es aceptable un solo manómetro con válvulas diseñadas para aislar cada etapa del filtro. Se recomienda establecer un programa regular de limpieza de mantenimiento preventivo para todos los instrumentos de medición. Esta práctica ayudará a evitar la acumulación de contaminación y a mantener la precisión de las lecturas de los instrumentos.

Las velocidades de los sistemas HVAC pueden variar mucho según el diseñador (normalmente de 350 a 500 fpm). Los fabricantes de filtros publican valores máximos recomendados de caída de presión final para evitar la degradación del filtro. En un sistema de campo de tiro, se recomienda un nivel adicional de protección. NAFA recomienda cambiar el filtro de aire cuando la caída de presión inicial se duplica, es decir, la caída de presión inicial es de 0.35" w.g x 2 = .70" de cambio final. Esta recomendación se aplica a cada una de las secciones del filtro, cuando proceda, utilizar prefiltro, filtro secundario, filtro final y filtro HEPA.

## PRECAUCIONES Y PROTECCIÓN DE LOS EMPLEADOS

Los filtros usados (no peligrosos) deben envolverse en dos capas de poliéster de 6 mm y sellarse con cinta adhesiva. Es probable que los filtros cargados contengan plomo en cantidad suficiente para clasificar el filtro usado como residuo peligroso según la Ley de Conservación y Recuperación de Recursos (*Resource Conservation and Recovery Act*) (RCRA, por sus siglas en inglés) (40 CFR 260-279). Una prueba del procedimiento de lixiviación de características de toxicidad (TCLP, por sus siglas en inglés) determinará si el filtro es un residuo peligroso regulado por la normativa RCRA. Si el filtro no cumple los criterios de residuo peligroso, puede eliminarse como residuo sólido normal. Si el filtro tiene suficiente plomo para ser considerado un residuo peligroso, hay dos opciones: la primera es reciclar o reutilizar el filtro, en cuyo caso no se considera un residuo (exención de reciclaje RCRA 40 CFR 261.4(a)(13)) y no hay procedimientos de manipulación de residuos peligrosos requeridos, en segundo lugar, si el filtro no se recicla, y no pasa el TCLP, entonces debe ser transportado y eliminado adecuadamente de acuerdo con las regulaciones federales, estatales y locales.

# Arranque y mantenimiento del sistema (continuación)

## ELIMINACIÓN DEL FILTRO

Nunca se debe manipular el polvo de óxido de plomo con la piel al descubierto. Nunca se debe barrer el polvo de plomo en el campo de tiro como método de limpieza, ya que se aerosolizarían los polvos. Los empleados que cambien los filtros deben llevar equipo de protección que incluya guantes, ropa de protección exterior, gafas de seguridad y protección respiratoria aprobada. Debe revisarse el Estándar de Protección Respiratoria de la OSHA (29 CFR 1910.134) para conocer cuál es el dispositivo adecuado.

## CAPACITACIÓN

El mantenimiento de los productos de filtración de aire es cada vez más técnico y requiere conocimientos especializados. Es por esta razón que NAFA introdujo el programa de NCT en 1999 para incrementar la experiencia y el profesionalismo en la industria de la filtración de aire. El programa de NCT les permite a los gerentes de instalaciones y propietarios de edificios la oportunidad de certificar a sus empleados en todos los aspectos del servicio de filtración y calidad del aire interior. Para obtener más información, visite el sitio web de NAFA: [www.nafahq.org](http://www.nafahq.org) o póngase en contacto con un miembro local de NAFA.



¿Quién cubre qué y en dónde?

Agencia	Mandato	¿Qué cubre?
Agencia de Protección Ambiental (EPA)	Proteger la salud del ser humano y el medioambiente	Todo lo que sea expulsado al exterior.
Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA)	Garantizar unas condiciones de trabajo seguras y saludables para los trabajadores y trabajadoras, estableciendo y aplicando normas y proporcionando formación, divulgación, educación y asistencia.	Tdo lo que llegue a la zona respiratoria y pueda exponer a los empleados y a los tiradores.
Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH)	Investigar y formular recomendaciones para la prevención de lesiones y enfermedades laborales	Criterios detallados de diseños para campos de tiro cubiertos.

## RECOMENDACIONES CLAVE PARA SUS SISTEMA HVAC

- Poner en marcha el sistema HVAC siempre que el espacio esté ocupado.
- Dirigir el aire limpio/limpiado a la zona de respiración de cada espacio ocupado.
- Las salidas de aire de retorno deben extraer el aire de la habitación y no deberá ser directamente de la entrada de aire limpio.
- Mantener los valores de ajuste de temperatura y humedad.
- Ajustar el sistema HVAC para que entre la mayor cantidad posible de aire de ventilación exterior.

## RECOMENDACIONES CLAVE PARA EL MANTENIMIENTO DE LOS FILTROS

- Para alcanzar los niveles de rendimiento recomendados equivalentes a MERV 13 o superiores (que eliminan  $\geq 85\%$  de las partículas de 1-3  $\mu\text{m}$ ), se puede utilizar una combinación de filtros / purificadores de aire.
- Utilice sólo purificadores de aire cuya eficacia y seguridad estén claramente demostradas.
- Cuando mejore los filtros, asegúrese de que su sistema actual puede soportar la mejora (por ejemplo, la caída de presión).
- La mejora tanto de los prefiltros como de los filtros finales puede provocar una caída de presión inaceptable. Es posible que no sea necesario cambiar ambos.
- Considere el uso de la tasa de suministro de aire limpio (CADR, por sus siglas en inglés) de Estándar de Filtración del Aire (AHAM, por sus siglas en inglés) para dimensionar los purificadores para su espacio.
- Confirme que los marcos de los filtros estén sellados, preferiblemente con empaques para evitar fugas de aire.
- El personal que cambie los filtros debe llevar EPP. Deseche los filtros usados de forma inmediata y segura.

### ¿SABÍA USTED QUE?...

Estudios sobre el SARS CoV-1 han demostrado que la descarga del inodoro puede generar gotitas y aerosoles en el aire que podrían contribuir a la transmisión de patógenos? Recuerde lo siguiente:

- Mantener cerradas las puertas de los sanitarios, incluso cuando no se utilicen.
- Fomentar que se baje la tapa del inodoro, si existe, antes de descargarlo.
- Mantener los ventiladores del sanitario funcionando continuamente y además ventilar, siempre que sea posible.

# Glosario

---

**ASHRAE:** *American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers* (Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado). ASHRAE es una organización internacional que establece normas y directrices para el sector de la calefacción, ventilación, aire acondicionado y refrigeración.

**cfm:** pies cúbicos por minuto; medida volumétrica utilizada para dimensionar ventiladores y ductos.

**Método de prueba DOP en frío:** Véase la *Guía NAFA sobre filtración de aire*.

**DOP:** el ftalato de dioctilo es un producto químico utilizado para rectificar los filtros HEPA. Las pruebas en fábrica consisten en calentar el DOP para producir una carga de partículas monodispersas y su distribución a través de una boquilla Laskin produce una carga de partículas polidispersas

**EPA:** *Environmental Protection Agency* (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos).

**fpm:** pies por minuto que se refiere a la velocidad del aire. Los FMP son siempre positivos y se miden siempre en una dirección.

**HEPA:** filtro de aire de partículas de alta eficiencia. HEPA se refiere a un filtro que alcanza una eficiencia mínima del 99.97% en partículas de 0.3 micrómetros o similares.

**HVAC:** calefacción, ventilación y aire acondicionado.

**IEST:** *Institute of Environmental Sciences and Technology* (Instituto de Ciencias y Tecnología del Medio Ambiente).

**In situ:** traducido significa "en posición". Se refiere a la medición de un filtro instalado en un sistema mediante el uso de DOP en frío para filtros HEPA con el fin de comprobar si hay fugas.

**MERV:** el valor reportado de eficiencia mínima se refiere a la eficiencia más baja de un filtro cuando se prueba de acuerdo con la norma ANSI/ASHRAE 52.2.2017.

**NAFA®:** acrónimo registrado de *National Air Filtration Association* (Asociación Nacional de Filtración de Aire), la asociación comercial de fabricantes y distribuidores de filtros de aire a nivel mundial.

**OSHA:** *Occupational Safety and Health Administration* (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional). La OSHA es el grupo encargado de hacer cumplir la legislación sobre salud y seguridad.

**PEL:** límite de exposición admisible; nivel estándar de exposición establecido por la normativa gubernamental.

# Bibliografía

---

Controlling Airborne Lead in Indoor Firing Ranges, Environmental Hygienist, July 1990.

Controlling Lead Exposures in the Workplace, the Lead Industries Association, Inc. Firing Range Design, Cambridge Filter Corporation.

Firing Ranges, The Airborne Lead Dust Hazard Shooters Guide, and Firing Ranges, The Airborne Lead Dust Hazard, Employers Guide, Texas Department of Health.

Indoor Firing Range Ventilation System, Brian O'Rourke,, HPAC, October 1992. Lead Exposure and Design Considerations for Indoor Firing Ranges, NIOSH 75-130.

Lead Exposure at an Indoor Firing Range, United States Department of Commerce.

Lead Exposure at an Indoor Firing Range, T.L. Anania, J.B. Lucas, J.A. Seata, DHEW, National Institute of Occupational Safety and Health, Publications 74- 100 and 76-130.

Lead on the Range, D. Ozonoff, Boston University School of Public Health, 1994.

Indoor Pistol and Small Bore Rifle Range Ventilation, American Conference of Governmental Industrial Hygienists, 1978.

Indoor Shooting Range, Boyd Morgenthaler, P.E., David F. Shumway, P.E., ASHRAE Journal, December 2002.

Occupational Lead Poisoning, Kevin C. Staudinger, M.D. M.P.H, Victor S. Roth, M.D., M.P.H., American Family Physician, February 15, 1998.

Occupational Exposure to Lead: Final Standard, Federal Regulation 43 (220), US Occupational Safety & Health Administration, 1978.

On Target with Camfil Farr, Camfil Farr, 1997.

OSHA Lead Standard (29 CFR 1910.1025).

OSHA Respiratory Protection Standard (29 CFR 1910.134).

Understanding Government Range Ventilation Criteria, Bill Provencher NSSF, National Shooting Sports Foundation, 7/26/2017.

NIOSH Alert – Preventing Occupational Exposures to Lead and Noise at Indoor Firing Ranges, DHHS (NIOSH) Publication 2009-136

# Derechos de autor y uso

---

Como fuente internacional de experiencia, formación y mejores prácticas en filtración de aire, ofrecemos estas directrices con un importante objetivo en mente: apoyar las mejores prácticas y garantizar el aire más limpio posible para nuestros empleados, clientes y comunidad. Aunque la información proporcionada es propiedad de NAFA y está protegida por las leyes de derechos de autor y propiedad intelectual, recomendamos con gran énfasis el uso y la difusión de esta información, en forma impresa o electrónica, a aquéllos dentro de nuestra industria.

Estas directrices han sido creadas gracias al duro trabajo y cuidado de expertos en la industria... sus colegas. Al leer estas directrices, usted se compromete a no reproducir, difundir o distribuir la información contenida en las mismas con fines comerciales sin el consentimiento previo por escrito de NAFA. Si se le concede dicho permiso, también acepta incluir en cualquier uso impreso/electrónico la frase "Utilizado con permiso de *The National Air Filtration Association®*".

## **Aviso legal**

La información contenida en esta directriz está destinada únicamente como referencia. NAFA ha realizado su mejor esfuerzo para garantizar la exactitud de la información y las prácticas de la industria. NAFA exhorta al usuario a trabajar con CAFS de NAFA para asegurar que estas directrices aborden las necesidades específicas del equipo y de la instalación del usuario. Los temas relacionados con la información de salud, incluyendo el COVID- 19, pueden ser reemplazados por nuevos desarrollos en el campo de la higiene industrial o por nueva información revelada por expertos en ciencia/medicina. Por lo tanto, se aconseja a los usuarios que consideren estas recomendaciones como directrices generales y que determinen si se dispone de nueva información.

Envíe sus preguntas a: [nafa@nafahq.org](mailto:nafa@nafahq.org)

