

EUROVENT 4/26 2025

SELECCIÓN DE FILTROS MOLECULARES PARA AIRE DE IMPULSIÓN EN VENTILACIÓN GENERAL SEGÚN ISO 10121-3

PRIMERA EDICIÓN

Publicado el martes, 07 de enero de 2025 por Eurovent,
80 Bd a. reyers Ln, 1030 Bruselas, Bélgica
secretariat@eurovent.eu

Histórico del documento

Esta Recomendación Industrial / Código de Buenas Prácticas de Eurovent sustituye a todas sus ediciones anteriores, que quedan automáticamente obsoletas con la publicación de este documento.

MODIFICACIONES

Esta publicación de Eurovent ha sido modificada con respecto a ediciones anteriores de la siguiente manera:

Modificaciones frente a	Cambios clave
Primera edición	Documento actual

Prefacio

EN RESUMEN

Este documento ofrece una guía completa y práctica sobre la selección de filtros moleculares con clasificación ISO 10121-3 para el aire exterior en sistemas de ventilación generales para aplicaciones típicas. Trata temas como la importancia de la filtración molecular, los contaminantes gaseosos más significativos y su impacto en la salud, fuentes de información sobre la concentración local de contaminantes gaseosos en el aire ambiente, el principio de funcionamiento y los tipos de filtros moleculares, aspectos prácticos del uso de filtros moleculares y mucho más. La recomendación va dirigida a todos los profesionales de la climatización que se ocupan de sistemas de ventilación, en particular diseñadores, gestores de instalaciones y fabricantes de equipos, incluidos los filtros de aire.

AUTORES

Este documento ha sido publicado por Eurovent y ha sido elaborado en un esfuerzo conjunto por los participantes del Grupo de Producto «air filters» (PG- FIL), que representa a una gran mayoría de todos los fabricantes de estos productos activos en el mercado EmEa. Una contribución especialmente importante ha sido la de Romano Basso, Thomas Caesar, Nils Juttner, Andrew Price, Frank Spehl y Tobias Zimmer y la traducción llevada a cabo por Venfilter.

DERECHOS DE AUTOR

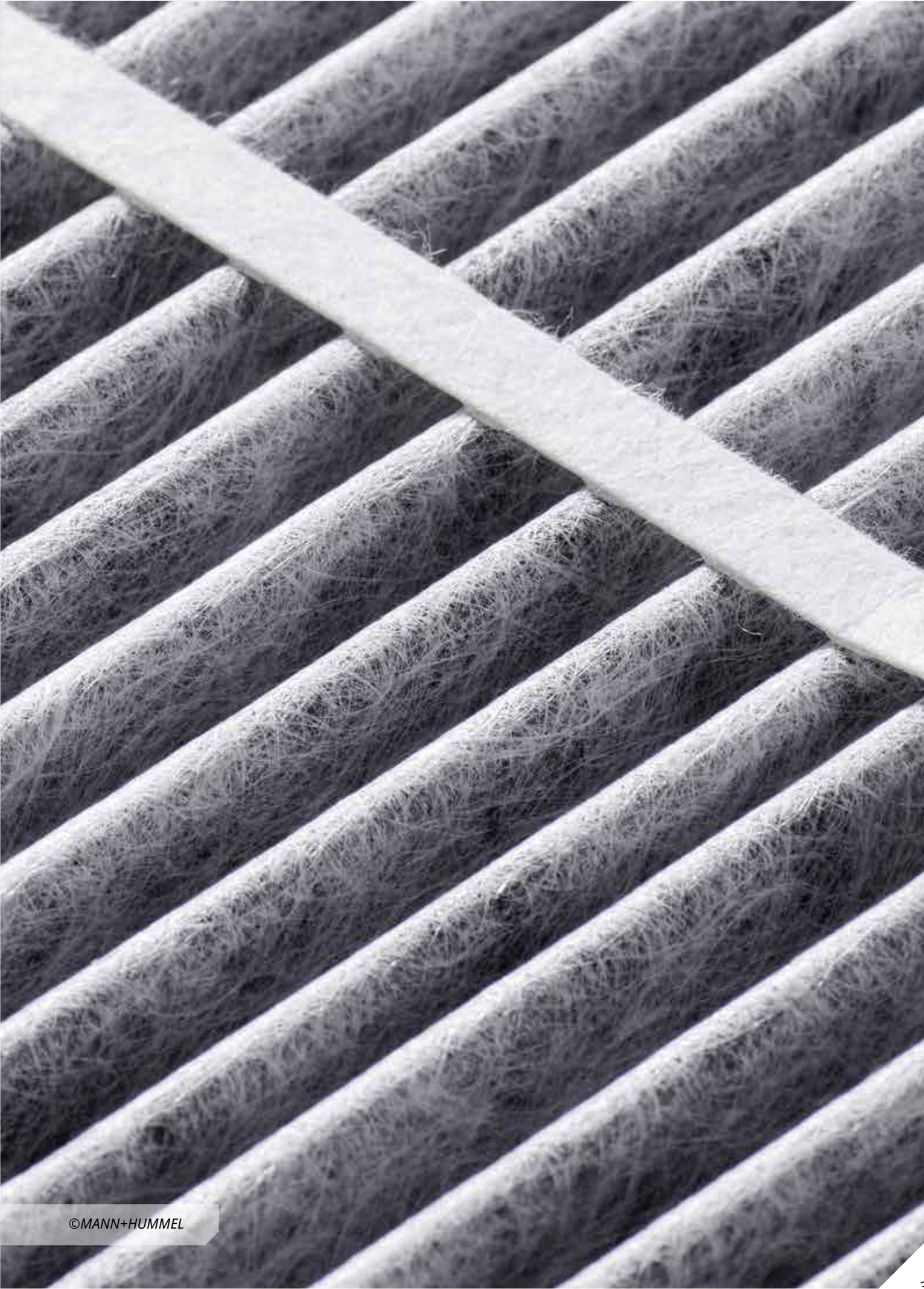
© Eurovent, 2025
Salvo que se indique lo contrario en lo sucesivo, esta publicación puede reproducirse total o parcialmente, siempre que se cite la fuente. Para cualquier uso o reproducción de fotografías u otro material que no sea propiedad de Eurovent, se debe solicitar permiso directamente a los titulares de los derechos de autor.

CITACIÓN SUGERIDA

Eurovent AISB / IVZW / INPA. (2025). Eurovent 4/26 – 2025 – Selección de filtros moleculares para aire de impulsión para ventilación general clasificados según la norma ISO 10121-3. Bruselas: Eurovent.

OBSERVACIONES IMPORTANTES

Eurovent no otorga ninguna certificación en base a este documento. Todas las cuestiones relacionadas con la certificación son gestionadas por la subunidad de certificación de Eurovent. Para obtener más información, visite www.eurovent-certification.com.



©MANN+HUMMEL

Contenido

Histórico del documento	2	6.3.3 Ejemplos de aplicaciones típicas según categorías SUP.	17
Modificaciones	2	6.3.4 Eficiencias mínimas recomendadas.	18
Prefacio	2	6.3.5 Vida útil del filtro.	18
En resumen	2	7. Consideraciones prácticas para filtros moleculares	18
Autores.	2	7.1 Cuestiones específicas	18
Copyright	2	7.1.1 Vida útil y eficiencia de los filtros moleculares	18
Citación sugerida	2	7.1.2 Composición química del filtro y los contaminantes.	18
Observaciones importantes	2	7.1.3 Contaminantes particulados.	19
Listado de abreviaciones y símbolos	5	7.1.4 Velocidad del medio.	19
1. Introducción	6	7.1.5 Temperatura	19
2. ¿Por qué usar filtración de gas?	6	7.1.6 Humedad	19
2.1 Importancia de la filtración	6	7.1.7 Intercambio, disposición y uso personal y equipo de protección	19
2.2 Un enfoque holístico del aire limpio en interiores.	6	7.2 Ejemplos de aplicaciones para molecular filtración del aire exterior	19
2.2.1 Los contaminantes gaseosos significantes.	7	8. Anexo 2: Ejemplo de selección de modelo molecular	20
2.2.2 Efectos en la salud de contaminantes gaseosos.	7	Literatura	22
3. Filtros de partículas vs. filtros moleculares	8	Sobre Eurovent.	22
3.1 Filtración de partículas (aerosoles).	9		
3.2 Filtración de gas (filtración molecular).	9		
4. Filtros gaseosos (moleculares)	10		
4.1 Principios de diseño y funcionamiento	10		
4.1.1 Tiempo de contacto	10		
4.2 Final de vida útil	10		
4.3 Principales tipos de filtros moleculares.	11		
4.4 Filtros combinados (moleculares y de partículas).	11		
5. Clasificaciones de filtros de aire moleculares acordes a la normativa ISO 10121	12		
5.1 Selección más fácil de filtros moleculares.	12		
6. Recomendación en la selección de filtros clasificados en ISO 10121-3	13		
6.1 La nueva guía global de la OMS	16		
6.2 Datos para la selección de filtros moleculares – base de datos sobre contaminación atmosférica	14		
6.3 Clase de filtración recomendada según la categoría de suministro de aire exterior	15		
6.3.1 Categorías de aire exterior	15		
6.3.2 Categorías de suministro de aire	16		

Lista de abreviaturas y símbolos

Abreviatura	Significado	MD	Capacidad/vida útil del filtro de servicio medio
BoD	Carga de enfermedades	NO ₂	Dióxido de nitrógeno
C ₇ H ₈	Tolueno	NO _x	Óxidos de nitrógeno
CO	Monóxido de carbono	O ₃	Ozono
EEA	Agencia Europea de Medio Ambiente	ODA	Aire exterior
Eionet	Información y red medioambiental europea	P1D	Media diaria
EU	Unión Europea	PG-FIL	Grupo de productos Eurovent ‘filtros de aire’
GPACD	Dispositivos de limpieza de aire en fase gaseosa	PM	Materia particulada
HD	Capacidad/vida útil del filtro de servicio pesado	SO ₂	Dióxido de azufre
HVAC	Calefacción, ventilación y aire acondicionado	SUP	Aire de suministro
IAQ	Calidad del aire interior	vLD	Capacidad/vida útil del filtro para trabajos muy ligeros
LD	Capacidad/vida útil del filtro de servicio ligero	VOC	Compuestos orgánicos volátiles
		WHO	Organización Mundial de la Salud
		WHO AQC	Directrices de calidad del aire de la OMS

1. Introducción

La norma ISO 10121-3 publicada en 2022 ha permitido evaluar los filtros de fase gaseosa para aplicaciones de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC). Esto llena un vacío de larga data con la EN ISO 16890 y sus predecesoras, que solo abordaban la filtración de partículas. La nueva norma proporciona una herramienta que allana el camino para mejorar la calidad del aire interior (IAQ), ya que la Organización Mundial de la Salud (OMS) afirmó que los gases pueden ser tan tóxicos y dañinos como el polvo fino.

En el pasado, la filtración molecular se ha descuidado en la práctica. La recomendación para la aplicación de filtros de fase gaseosa en la norma revisada EN 16798-3 mejora las

cosas, pero aún falta orientación para el mercado sobre la selección correcta de la filtración de fase gaseosa.

El objetivo principal de esta Recomendación de Eurovent es llenar el vacío existente y presentar principios para la selección de filtros moleculares. El documento actual analiza la filtración molecular del aire exterior (fresco) en los sistemas de ventilación, y está prevista una actualización futura que también aborde la filtración del aire recirculado.

La publicación está dirigida a todos los profesionales de HVAC que trabajan con sistemas de ventilación y filtros de aire, especialmente diseñadores, administradores de instalaciones y fabricantes de equipos.

2. ¿Por qué utilizar la filtración en fase gaseosa?

2.1 IMPORTANCIA DE LA FILTRACIÓN

Las personas pasan, de media, hasta el 90% de su vida en espacios interiores, no solo en casa sino en diversos lugares como oficinas, escuelas, restaurantes, centros comerciales o cines. Disponer de aire limpio en espacios interiores es crucial para la salud de la población en su conjunto y, en particular, de los grupos vulnerables como los bebés, los niños o las personas mayores.

2.2 UN ENFOQUE HOLÍSTICO PARA LIMPIAR EL AIRE INTERIOR

El aire que respiramos contiene diversos contaminantes, de diferente origen, estado y concentración. Según su origen pueden ser inertes, volátiles o químicos, y se pueden dividir en dos grandes grupos: aerosoles, ya sean partículas sólidas o líquidas, o moleculares, como gases o vapores. Los contaminantes gaseosos son, en muchos casos, ignorados, pero pueden causar daños comparables a los provocados por partículas tóxicas, e incluso estar relacionados con ellos. Una vez inhalados, sus propiedades les permiten llegar a cualquier parte de los pulmones e incluso entrar en el torrente sanguíneo.

El siguiente paso necesario para mejorar la calidad del aire interior es abordar los contaminantes gaseosos. En combinación con medidas contra las partículas, se puede abordar cualquier posible sustancia nociva presente en el aire.

La contaminación gaseosa exterior se origina principalmente en fuentes de combustión, locales y distantes, en particular donde los niveles superan los de las zonas rurales. Lo que a menudo no se reconoce es que en áreas muy contaminadas (por ejemplo, zonas de industria pesada, centros urbanos con mucho tráfico) sin filtración de aire, la mayor parte de la contaminación del aire ambiental monitoreada en exteriores se produce en interiores. Esto no se aplica a todas las moléculas de gas, ya que algunas de ellas tienen una vida corta y pueden reaccionar con otras moléculas o con la superficie de las partículas. Por ejemplo, se sabe que el ozono es altamente reactivo y, por lo tanto, puede mostrar concentraciones más bajas en interiores que en exteriores, ya que puede reaccionar rápidamente con las superficies y los organismos en el ambiente interior.

En muchos casos, las partículas finas transportan contaminantes gaseosos adsorbidos a través de nuestros pulmones hasta el torrente sanguíneo. Los resultados pueden ser dobles: o más peligrosos para la salud humana o menos peligrosos.

Aplicando una combinación correctamente seleccionada de filtros de partículas y filtros moleculares en los sistemas de ventilación pueden reducir significativamente el impacto de la exposición a la contaminación del aire en la carga de enfermedad (BoD).

A pesar de las reducciones significativas de las emisiones de contaminantes atmosféricos nocivos en las últimas tres

décadas en la Unión Europea (UE), el número de muertes prematuras y las enfermedades transmisibles atribuidas a la contaminación del aire, especialmente las relacionadas con las partículas en suspensión (Pm), el dióxido de nitrógeno y el ozono, son muy considerables. Al mismo tiempo, en el último decenio se han ido desarrollando las pruebas científicas ya consolidadas de los efectos nocivos de la contaminación atmosférica sobre la salud humana. Esto está bien documentado en las directrices mundiales sobre calidad del aire (GCA) de la OMS, que se actualizan periódicamente y ofrecen recomendaciones basadas en una revisión sistemática de las pruebas científicas pertinentes. La edición de 2021 de estas directrices confirma que, en el caso de varios contaminantes atmosféricos, los efectos nocivos para la salud se producen a niveles de concentración inferiores a los especificados en ediciones anteriores.

2.2.1 LOS CONTAMINANTES GASEOSOS MÁS SIGNIFICATIVOS

Los contaminantes comunes que se consideran peligrosos para la salud son el ozono (O₃), el dióxido de azufre (SO₂), el dióxido de nitrógeno (NO₂), el monóxido de carbono (CO) y los compuestos orgánicos volátiles (CoV), incluido el tolueno (C₇H₈).

- El ozono troposférico no es emitido directamente por los gases primarios. El O₃, es un contaminante secundario que se produce en la atmósfera en presencia de la luz solar y de precursores químicos. Los principales precursores del O₃ son los óxidos de nitrógeno (NOx) y los CoV, que se originan principalmente en el transporte y las actividades industriales que se asocian en gran medida a las zonas urbanas.
- NO₂ se forma como resultado directo del proceso de combustión (gases de escape de medios de transporte, industria).
- SO₂ Se libera principalmente a partir de la quema de combustibles fósiles en centrales eléctricas y procesos industriales (industria).
- C₇H₈ es una molécula orgánica utilizada por la norma para representar un amplio grupo de CoV. La cantidad de fuentes de CoV es infinita y se pueden encontrar tanto en interiores como en exteriores. Entre ellas se incluyen disolventes, pinturas, materiales de construcción, procesos de combustión, petróleo y gas, etc.

Teniendo en cuenta el número de efectos significativos para la salud asociados, la OMS decidió incluir NO₂, O₃, SO₂ y CO como contaminantes prioritarios en las últimas directrices. En este contexto, cabe destacar que un porcentaje elevado de la población urbana de la UE está expuesta a concentraciones de contaminantes atmosféricos que superan los niveles aceptables de calidad del aire de la OMS.

2.2.2 EFECTOS SOBRE LA SALUD DE LOS CONTAMINANTES GASEOSOS

Los efectos de los contaminantes gaseosos sobre la salud humana han sido ampliamente estudiados en el pasado. Los resultados revelaron que la exposición tanto a corto como a largo plazo al nivel excedido de contaminante gaseoso puede plantear graves riesgos para la salud, en particular en términos de enfermedades respiratorias y cardiovasculares que conducen a más ingresos hospitalarios, ausencias escolares y laborales, uso de medicamentos e incluso mortalidad prematura. En cuanto a los contaminantes identificados por la OMS como prioritarios, sus impactos en la salud, en particular en el caso de exposición prolongada a niveles elevados, incluyen problemas respiratorios, disminución de la función pulmonar, agravamiento de las condiciones cardiovasculares, aumento de la mortalidad y exacerbación de alergias e infecciones respiratorias.

Ozono (O₃)



Dióxido de nitrógeno (NO₂)



Benzo(a) PIRENO (BAP) (Representativo de los COV)



Dióxido de azufre (SO₂)



Figura 1. Porcentaje de la población urbana de la UE expuesta a concentraciones de contaminantes del aire superiores a los valores límite de calidad del aire de la OMS en 2020 (Fuente: Propuesta de Directiva AAQ - Informe de evaluación de impacto - Parte 4, p. 335) @UNIÓN EUROPEA

PUNTOS CLAVE DE APRENDIZAJE

- La calidad del aire interior debe evaluarse de forma holística, considerando tanto los contaminantes particulados como los gaseosos.
- Tanto la exposición a corto como a largo plazo a niveles superiores de contaminantes gaseosos considerados peligrosos para la salud pueden suponer graves riesgos para la salud.
- La OMS ha reconocido el NO₂, O₃, SO₂ y CO como los contaminantes gaseosos más nocivos para la salud y ha incluido sus niveles límite en las últimas directrices.
- Debido a que la ventilación proporciona un intercambio de aire continuo en los edificios, las altas concentraciones de contaminantes gaseosos en interiores se originan principalmente en el aire exterior, por lo tanto, la filtración molecular efectiva del aire exterior es crucial.
- El porcentaje de la población urbana de la UE expuesta a concentraciones de contaminantes atmosféricos gaseosos que superan los AQG de la OMS, en particular el O₃ y el NO₂, es muy elevado.

3. Filtros de partículas vs filtros moleculares

Para entender los principios de funcionamiento de los filtros de aire para aplicaciones HVAC, primero es necesario dividirlos en dos grupos principales, dependiendo de los contaminantes a tratar, que pueden estar presentes en forma de aerosoles o en fase gaseosa.

El aerosol es una mezcla de partículas sólidas y líquidas suspendidas en el aire, con un amplio rango dimensional que abarca desde nanopartículas menores de 0,1 µm hasta partículas gruesas mayores de 10 µm. Los contaminantes moleculares se encuentran normalmente en fase gaseosa.

Para la calidad del aire se deben utilizar sistemas de filtración diferentes para aerosoles y contaminación gaseosa.

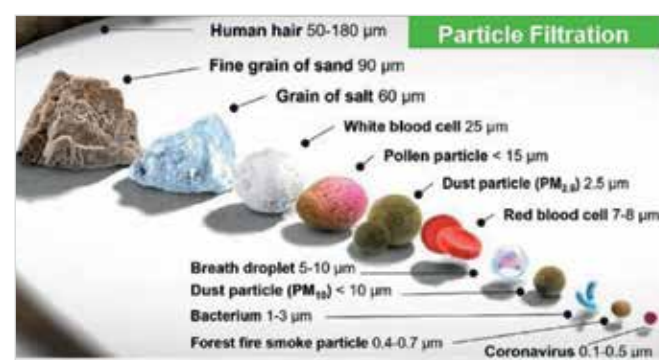


Figura 2. Filtración de partículas vs. molecular.
Filtración ©MANN+HUMMEL

3.1 FILTRACIÓN DE PARTÍCULAS (AEROSOL)

El método más común para separar partículas de las corrientes de aire en los sistemas de ventilación y aire acondicionado son los filtros de fibra. La caída de presión del filtro de partículas aumenta con el tiempo debido a la acumulación de polvo, lo que, a diferencia del filtro molecular, le permite determinar su fin de vida útil una vez que se alcanza la caída de presión final. Otra forma de determinar el fin de la vida útil de los filtros de partículas es el enfoque "basado en el tiempo", lo que significa que el filtro se cambia después de un período fijo por razones de higiene, incluso si aún no se ha alcanzado la caída de presión final.

Puede encontrar información más completa sobre la filtración de partículas en la Guía de filtros de aire de Eurovent, y los principios para seleccionar filtros con clasificación ISO 16890 se describen en la recomendación 4/23 de Eurovent.

3.2 FILTRACIÓN EN FASE GASEOSA (FILTRACIÓN MOLECULAR)

Los filtros de aire conocidos como dispositivos de limpieza de aire en fase gaseosa (GPACD) pueden mejorar la calidad del aire interior al eliminar contaminantes moleculares del aire.

La eficiencia inicial del filtro molecular disminuye gradualmente a lo largo de su vida útil, mientras que su caída de presión permanece aproximadamente igual si se prefiltra lo suficiente con un filtro de partículas. Por lo tanto, la caída de presión no se puede utilizar para determinar el final del gas.

La vida útil del filtro de fase es limitada. En cambio, la concentración del contaminante más relevante aguas abajo del filtro debe controlarse de forma continua o periódica para determinar la necesidad de reemplazar el filtro.

PUNTOS CLAVE DE APRENDIZAJE

- El aire contiene contaminantes tanto en fase aerosol como gaseosa.
- Los filtros de aire de partículas son eficaces para los aerosoles, mientras que, para los contaminantes gaseosos, se deben utilizar filtros moleculares.
- Los contaminantes en fase gaseosa más comunes en la vida diaria son SO₂, CO, NO_x, O₃ y COV, así como los olores que a menudo se forman en el aire como contaminantes secundarios (como amoníaco, sulfatos y carbono orgánico)..
- El cambio en la caída de presión del filtro molecular a lo largo del tiempo no puede utilizarse como indicador para determinar el final de su vida útil. Para ello es necesario monitorizar la concentración de contaminantes gaseosos corriente abajo del filtro.

Guía de filtros de
aire Eurovent



Recomendación
Eurovent 4/23



4. Filtros de fase gaseosa (moleculares)

4.1 PRINCIPIOS DE DISEÑO Y OPERACIÓN

Para los filtros moleculares se pueden utilizar medios como zeolitas, óxidos de aluminio, resinas de intercambio iónico y otros, pero el carbón activado es el más común.

Los filtros de fase gaseosa son una tecnología de purificación de aire común que se basa en el GPACD para eliminar las impurezas de la fase gaseosa del aire. Estos filtros funcionan mediante la adsorción (no la absorción) de contaminantes en la superficie del GPACD.

La adsorción es el proceso en el cual las moléculas de un gas o vapor se adhieren mediante procesos físicos o químicos a la superficie expuesta de una sustancia sólida, tanto la superficie externa como la superficie interna de los poros, con la que entran en contacto.

La alta porosidad de los carbones activados asegura una amplia superficie activa por unidad de volumen, llegando a más de 1.000 m² por gramo de material e incluso hasta, y en algunos casos, superando, los 2.000 m²/g.

A medida que el aire contaminado pasa a través del filtro, los contaminantes penetran en el interior del material adsorbente, distribuyéndose dentro de los microporos del carbón activado. Sin embargo, la interacción entre estas

Para evitarlo, muchos materiales adsorbentes se impregnan con sustancias específicas, de forma que, además de la adsorción física, se produce también una adsorción química, que, gracias a reacciones entre el contaminante y la sustancia impregnante, es irreversible.

El valor de eficiencia de un filtro para estas aplicaciones, así como su vida útil, depende de la superficie total del material adsorbente, del tiempo de residencia o, inversamente, de la velocidad del aire dentro del filtro y también de la concentración de contaminantes del gas.

Partiendo de un nuevo filtro de fase gaseosa con un valor de eficiencia determinado para un determinado contaminante, la eficiencia disminuirá gradualmente a lo largo de su vida útil, aumentando la superficie efectiva del carbón y alcanzando el punto de saturación. A medida que disminuye la eficiencia, aumenta en consecuencia la concentración de contaminante que pasa a través del filtro, contenido en el flujo de aire aguas abajo del filtro.

Este efecto, aunque irreversible, no es infinito. La vida útil de estos filtros se reduce a medida que se reduce la cantidad de sustancia impregnante que participa en la reacción química con el contaminante en el aire que pasa a través del propio filtro.

Una vez que se ha eliminado toda la red reticular, la estructura del medio filtrante ha reaccionado con la

sustancia a adsorber, el filtro ya no es capaz de retener eficazmente los contaminantes que pasan a través de él. La capacidad total de adsorción puede entonces definirse como la cantidad máxima de contaminante en fase gaseosa o de vapor retenida por el sistema de filtrado al alcanzar el punto de saturación de toda el área de poros activos del medio filtrante.

4.1.1 TIEMPO DE CONTACTO

Uno de los parámetros más importantes para el dimensionamiento correcto de los filtros de fase gaseosa es el tiempo de contacto entre los contaminantes moleculares y el material adsorbente. Según la norma ISO 29464:2017, se denomina tiempo de residencia y se define como el tiempo que una porción de aire contaminado permanece dentro del medio filtrante. Un tiempo de contacto prolongado mejora la eficiencia debido a que las moléculas tienen más tiempo para encontrar superficies vacías con las que conectarse.

El tiempo de contacto se ve afectado tanto por la velocidad del aire como por la distancia recorrida a través del adsorbente. Además de estos factores, la superficie disponible del adsorbente, el tamaño de los poros y la adición de impregnación química pueden influir en la probabilidad de captura.

Por este motivo, es importante seleccionar filtros que estén clasificados según la norma ISO 10121-3 para el caudal requerido. Generalmente, la eficiencia del filtro aumentará a caudales más bajos.

4.2 FIN DE LA VIDA ÚTIL

Los elementos filtrantes deben reemplazarse cuando la concentración de flujo de contaminantes del filtro alcance el valor de diseño máximo permitido.

La forma más eficaz de determinar el fin de la vida útil es controlar de forma continua o periódica la concentración del contaminante más relevante de los filtros o en la sala donde se suministra el aire. Cuando su valor de concentración esté a punto de alcanzar el umbral máximo admitido, será el momento de sustituir el filtro. El fin de la vida útil no se puede determinar en función de la caída de presión.

Si no hay monitoreo de la concentración de gas, se debe aplicar un enfoque basado en el tiempo para el cambio de filtro.

Además, el final de la vida útil se puede estimar mediante la determinación de la capacidad restante del GPACD. Esto se puede realizar mediante un análisis químico realizado periódicamente.

4.3 LOS PRINCIPALES TIPOS DE FILTROS MOLECULARES

Los filtros para contaminantes moleculares generalmente consisten en un medio adsorbente en forma de granulado o polvo que puede introducirse en cartuchos cilíndricos o módulos en forma de V, adherirse a un material portador como espuma, placa de metal o tela no tejida, o mezclarse con otros materiales para permitir un posterior procesamiento y formación mediante operaciones de extrusión o punzonado.

4.4 FILTROS COMBINADOS (FILTROS MOLECULARES Y DE PARTÍCULAS)

Una solución alternativa y ampliamente utilizada en los sistemas HVAC es la combinación de partículas y filtración molecular en un solo elemento filtrante

Estos tipos están disponibles como elementos filtrantes de panel, de bolsa o compactos. Los filtros moleculares se pueden instalar fácilmente en cualquier sistema HVAC nuevo o existente.

Los filtros moleculares y de partículas combinados ofrecen una oportunidad conveniente para mejorar la filtración en los sistemas de ventilación y aire acondicionado existentes para mejorar la calidad del aire interior, ya que pueden reemplazar directamente los filtros de partículas originalmente instalados y diseñados sin necesidad de modificaciones estructurales en los dispositivos en los que están instalados. En las siguientes ilustraciones se muestra una descripción general de los tipos y diseños de filtros moleculares.



Figura 3. Filtro de panel ©MANN+HUMMEL



Figura 4. Filtro compacto @TROX

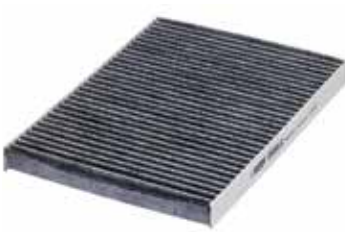


Figura 5. Filtro plisado ©HENGST



Figura 6. Filtro de bolsa combinado de partículas y moléculas ©AAF

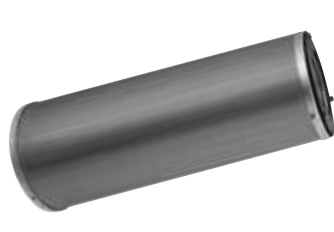


Figura 7. Filtro cilíndrico ©KALTHOFF



Figura 8. Módulos en forma de V ©FREUDENBERG



Figura 9. Celda de carbono MultiV ©JASUN



Figura 10. Carcasa de filtro con filtros cilíndricos ©CAMFIL



Figura 11. Filtro de casete ©VENFILTER

5. Clasificación de filtros de aire moleculares según la norma ISO 10121

La serie de normas ISO 10121 proporciona métodos de prueba para definir la eficiencia de filtrado de los filtros de aire moleculares. Los resultados se miden frente a diferentes gases de referencia y bajo diferentes niveles de carga, siempre en instalaciones de prueba en laboratorio. Estos filtros combinan su uso con los filtros de partículas para ventilación general. Se debe seleccionar el filtro correcto para contaminantes comunes del aire exterior, como NO₂, O₃, SO₂ (dióxido de nitrógeno, ozono y dióxido de azufre), en función de la calidad del aire exterior local.

5.1 SELECCIÓN MÁS SENCILLA DE FILTROS MOLECULARES

Las clases de filtros son fijas y fáciles de entender: la norma ISO 10121-3 permite una selección rápida y sencilla del filtro de aire molecular adecuado para una aplicación de aire de suministro específica, similar a la selección de filtros de partículas adecuada según la norma ISO 16890.

La clasificación para filtros moleculares en ISO 10121-3 consiste en 3 partes:

- La capacidad/vida útil del filtro
 - O₃, NO₂, SO₂ o C₇H₈
- La capacidad/vida útil del filtro
 - vLD (very Light Duty – trabajo muy ligero)
 - LD (Light Duty – trabajo ligero)
 - MD (Medium Duty – trabajo medio)
 - HD (Heavy Duty – trabajo pesado)
- Gas de referencia (por ejemplo, ozono)
- Las eficiencias durante la vida útil del filtro frente al gas correspondiente

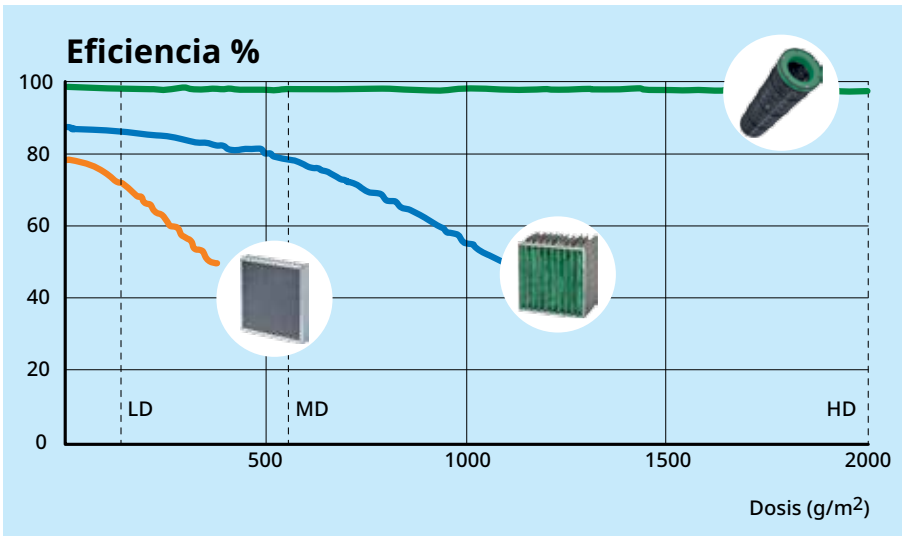


Figure 12. Cuadro ilustrativo de "eficiencia vs dosis de gas (vida útil)" para varios tipos de filtros ©CAMFIL

6. Recomendación sobre la selección de filtro con clasificación ISO 10121-3

6.1 NUEVAS DIRECTRICES MUNDIALES DE LA OMS SOBRE CALIDAD DEL AIRE

En septiembre de 2021, la OMS publicó una actualización de sus Directrices de Calidad del Aire (AQG), en las que clasifica varios gases comunes presentes en el aire exterior como peligrosos para la salud, además de las PM_{2,5} y las PM₁₀. En las directrices también se han aprobado límites de concentración para estos gases para garantizar que la calidad del aire sea segura para la salud humana.

Los límites medios anuales recomendados que deben observarse al seleccionar las clases de filtros moleculares son los siguientes:

- Promedio anual para NO₂ < 10 µg/m³
- Promedio pico para O₃¹ < 60 µg/m³
- Promedio 24h para SO₂² < 40 µg/m³

Por el momento, no existen recomendaciones para las concentraciones de COV (por ejemplo, C₇H₈).

Cabe señalar que, a la luz de la nueva evidencia científica, la OMS ha reducido y complementado considerablemente los niveles recomendados en las directrices de 2021, en comparación con las directrices de 2005, lo que se muestra en la tabla 1.

Contaminante	Unidad de medida	Tiempo promedio	OMS 2005 Nivel AQG	OMS 2021 Nivel AQG
O ₃	µg/m³	Actividad pico	-	60
		8 horas	100	100
NO ₂	µg/m³	Anual	40	10
		24 horas	-	25
SO ₂	µg/m³	24 horas	20	40

Tabla 1: Niveles de contaminantes gaseosos recomendados por la OMS para 2021 y 2005

- ¹ Promedio de la concentración máxima diaria de O₃ en ocho horas en los seis meses consecutivos con la concentración promedio móvil de O₃ más alta en los últimos seis meses
- ² Percentil 99 (es decir, 3-4 días de excedencia por año)

6.2 DATOS PARA LA SELECCIÓN DE FILTROS MOLECULARES: BASE DE DATOS SOBRE CONTAMINACIÓN DEL AIRE AMBIENTAL

Los datos sobre los niveles de contaminantes gaseosos en el aire ambiente controlados pueden obtenerse de las autoridades locales y de las estaciones de control. Alternativamente, los datos para la selección de un filtro molecular pueden encontrarse en los recursos de bases de datos europeas. Los Estados miembros controlan la calidad del aire ambiente a través de su red de estaciones de medición y, de conformidad con las directivas sobre calidad del aire ambiente, comparten e intercambian esta información a través de la Red Europea de Información y Medio Ambiente (Eionet) de la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA). Los análisis e informes agregados pueden encontrarse en el sitio web de la AEMA (www.eea.europa.eu), incluidos los mapas estadísticos anuales por contaminante y año. En la figura 10 se presenta un ejemplo de un mapa de este tipo para la concentración de O₃ en ocho horas en toda la UE en 2022.

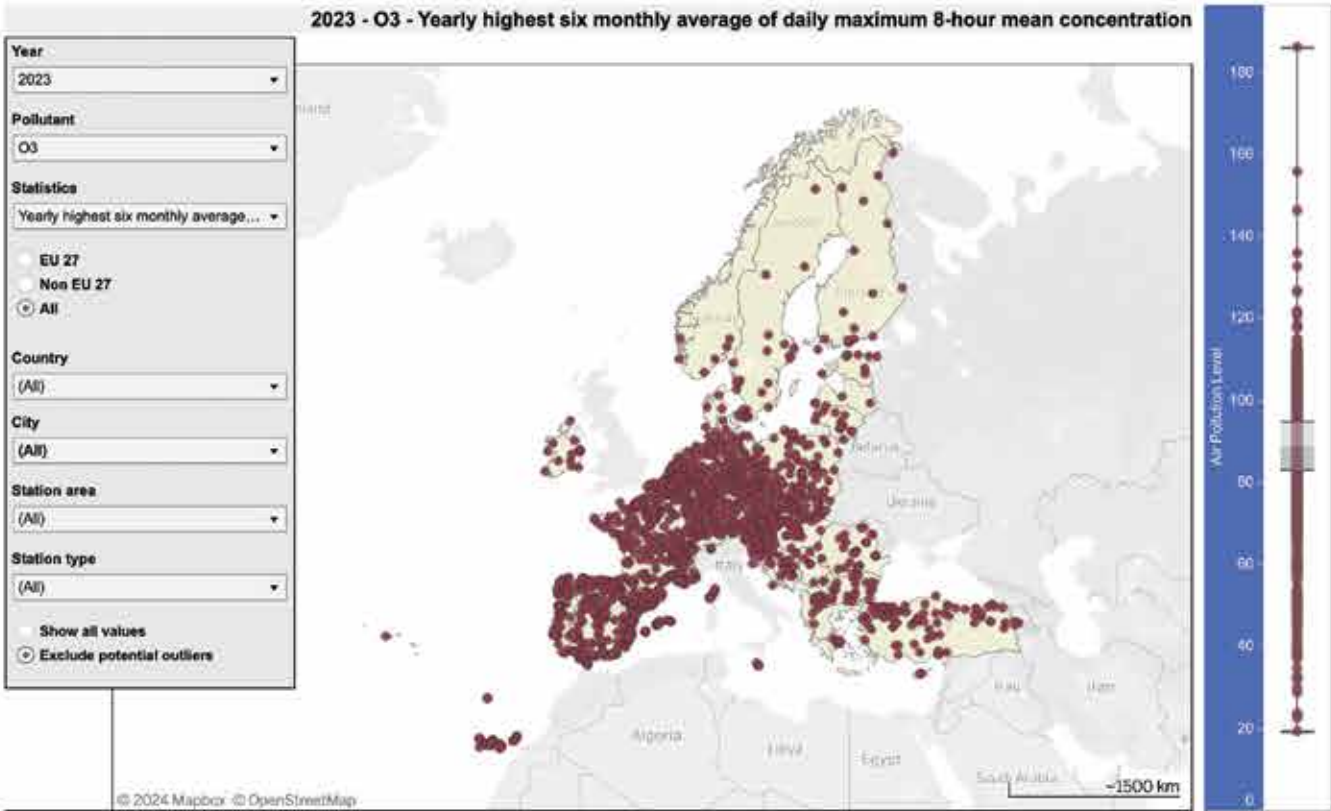


Figura 13. Ejemplo de mapa de concentración anual de contaminantes gaseosos en la UE @EEA

Para la selección del filtro molecular según el método recomendado descrito en el apartado 6.3, los datos de entrada necesarios sobre las concentraciones en el aire ambiente se pueden encontrar en:

<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/dashboards/air-quality-statistics> (acceso: octubre de 2024).

Para un lugar determinado (la estación de control más cercana) se tomará la siguiente estadística:

- O₃** - Concentración media octohoraria máxima anual más alta de los últimos seis meses
- NO₂** - Annual mean / un año natural
- SO₂** - 1 año Percentil 99 de las medias diarias

6.3 CLASE DE FILTRACIÓN RECOMENDADA SEGÚN LA CATEGORÍA DEL AIRE EXTERIOR Y DEL AIRE DE SUMINISTRO

Esta Recomendación proporciona orientación para la filtración adecuada en fase gaseosa de los contaminantes gaseosos del aire exterior. No obstante, si el aire del edificio se recircula, puede ser necesario instalar los filtros moleculares en una etapa que recoja el aire recirculado.

Para simplificar el procedimiento de selección de la clase de filtro molecular, pero teniendo en cuenta todos los factores relevantes, esta recomendación de Eurovent introduce un método que combina la eficiencia de filtración mínima recomendada con las categorías de aire exterior y aire de suministro. Para mantener la coherencia a nivel internacional, el método hace referencia a los valores límite recomendados por la OMS.

Dado que normalmente es difícil estimar las emisiones de gases en interiores, la Recomendación también indica ejemplos de aplicaciones típicas asignadas a la respectiva categoría de aire de suministro.

Esta Recomendación define tres categorías de condiciones del aire exterior ODA (G) y cinco categorías de condiciones del aire de suministro SUP (G) relacionadas con las concentraciones de gases. Las definiciones y descripciones de las categorías ODA y SUP se dan en la norma EN 16798-3 y la recomendación Eurovent 4/23.

El uso práctico del procedimiento recomendado se demuestra mediante un ejemplo de selección de filtro molecular presentado en el Anexo 2.

6.3.1 CATEGORÍAS DE AIRE EXTERIOR

Categoría	Descripción	Entorno típico
ODA 1 (G)	Se aplica cuando se cumplen las Directrices de Calidad de la OMS de 2021: NO ₂ media* ≤ 10 µg/m ³ SO ₂ media* ≤ 40 µg/m ³ O ₃ media* ≤ 60 µg/m ³	
ODA 2 (G)	Se aplica cuando las concentraciones exceden Directrices de Calidad de la OMS de 2021 en un factor de hasta 1,5: NO ₂ media* ≤ 15 µg/m ³ SO ₂ media* ≤ 60 µg/m ³ O ₃ media* ≤ 90 µg/m ³	
ODA 3 (G)	Se aplica cuando las concentraciones exceden Directrices de Calidad de la OMS de 2021 en un factor mayor de 1,5: NO ₂ media* > 15 µg/m ³ SO ₂ media* > 60 µg/m ³ O ₃ media* > 90 µg/m ³	

*Valores medios según el AQG de la OMS 2021:

- NO₂ – promedio anual
- SO₂ – promedio de 24 h
- O₃ – promedio de temporada pico

Tabla 2: Categorías del aire exterior en términos de concentraciones de gases

6.3.2 CATEGORÍAS DE AIRE DE SUMINISTRO

Categoría	Descripción	Valores	
SUP 1 (G)	Se refiere al aire de suministro con una concentración que cumple los valores límite de la OMS AQG de 2021 multiplicados por un factor ≤ 0,25	NO ₂ media*	≤ 2,5 µg/m ³
		SO ₂ media*	≤ 10 µg/m ³
		O ₃ media*	≤ 15 µg/m ³
SUP 2 (G)	Se refiere al aire de suministro con una concentración que cumple los valores límite de la OMS AQG de 2021 multiplicados por un factor ≤ 0,50	NO ₂ media*	≤ 5 µg/m ³
		SO ₂ media*	≤ 20 µg/m ³
		O ₃ media*	≤ 30 µg/m ³
SUP 3 (G)	Se refiere al aire de suministro con una concentración que cumple los valores límite de la OMS AQG de 2021 multiplicados por un factor ≤ 0,75	NO ₂ media*	≤ 7,5 µg/m ³
		SO ₂ media*	≤ 30 µg/m ³
		O ₃ media*	≤ 45 µg/m ³
SUP 4 (G)	Se refiere al aire de suministro con una concentración que cumple los valores límite de la OMS AQG de 2021	NO ₂ media*	≤ 10 µg/m ³
		SO ₂ media*	≤ 40 µg/m ³
		O ₃ media*	≤ 60 µg/m ³
SUP 5 (G)	Se refiere al aire de suministro con una concentración que cumple los valores límite de la OMS AQG de 2021 multiplicados por un factor ≤ 1,50	NO ₂ media*	≤ 15 µg/m ³
		SO ₂ media*	≤ 60 µg/m ³
		O ₃ media*	≤ 90 µg/m ³

*Valores medios según OMS AQG 2021:

NO₂ – promedio anual

SO₂ – promedio de 24 h

O₃ – promedio de temporada alta

Tabla 3: Categorías de aire de suministro en términos de concentraciones de gas



©KALTHOFF

6.3.3 EJEMPLOS DE APLICACIONES TÍPICAS CORRESPONDIENTES A LAS CATEGORÍAS SUP

Categoría	Ventilación general	Ventilación industrial
SUP 1 (G)		Aplicaciones con exigencias higiénicas altas Ejemplos: Hospitales, industria farmacéutica, electrónica y óptica, suministro de aire a salas blancas 
SUP 2 (G)	Habitaciones con ocupación permanente Ejemplos: Guarderías, oficinas, hoteles, edificios residenciales, salas de reuniones, salas de exposiciones, salas de conferencias, teatros, cines, salas de conciertos  	Aplicaciones con exigencias higiénicas medias Ejemplos: Producción de alimentos y bebidas 
SUP 3 (G)	Aplicaciones con ocupación temporal Ejemplos: Almacenes, centros comerciales, salas de lavado, salas de servidores, salas de fotocopiadoras  	Aplicaciones con exigencias higiénicas básicas Ejemplos: Producción de alimentos y bebidas con unas exigencias básicas de higiene 
SUP 4 (G)	Habitaciones con ocupación a corto plazo Ejemplos: Baños, trasteros, escaleras  	Aplicaciones sin exigencias higiénicas Ejemplos: Áreas de producción general en la industria automotriz 
SUP 5 (G)	Habitaciones sin ocupación Ejemplos: Cuartos de basura, centros de datos, parkings subterráneos  	Áreas de producción de la industria pesada Ejemplos: Acerías, fundiciones, plantas de soldadura 

Tabla 4: Ejemplos de aplicaciones típicas correspondientes a categorías SUP.

6.3.4 EFICIENCIAS MÍNIMAS RECOMENDADAS

La Tabla 5 muestra la eficiencia de filtración requerida/recomendada (ISO 10121-3) necesaria para que el nivel de ODA (G) a un nivel de SUP (G) deseado para NO₂, SO₂ u O₃. En caso de medir el uso de un gas de referencia diferente, se recomienda seleccionar el nivel de la mayor superación de los límites (en porcentaje de los límites).

Categoría	SUP 1 (G)	SUP 2 (G)	SUP 3 (G)	SUP 4 (G)	SUP 5 (G)
ODA 1 (G)	70%*	-	-	-	-
ODA 2 (G)	80%**	70%**	50%*	-	-
ODA 3 (G)	90%**	80%**	70%*	-	-

* recomendado
** obligatorio

Tabla 5: Eficiencias de filtración de gas integradas recomendadas y requeridas para el gas respectivo

6.3.5 VIDA ÚTIL DEL FILTRO

La vida útil de los filtros de gas, según la norma EN ISO 10121-3, varía de corta a larga, de vLD a LD y de MD a HD. La selección de los filtros de gas debe tener en cuenta una vida útil razonable para la aplicación específica.

7. Anexo I: Consideraciones prácticas para filtros moleculares

7.1 CUESTIONES ESPECÍFICAS

7.1.1 VIDA ÚTIL Y EFICIENCIA DE LOS FILTROS MOLECULARES

La vida útil y la eficiencia de los filtros moleculares pueden variar en gran medida, dependiendo de la aplicación y las condiciones ambientales y operativas. Por lo tanto, se requiere un conocimiento profundo de todos los parámetros operativos y del producto para realizar una estimación adecuada de la vida útil. Si se instalan filtros moleculares por primera vez en un entorno determinado, es recomendable contar con el apoyo de un experto en filtración con experiencia en la selección de filtros y la predicción de la vida útil. Con una mayor experiencia práctica, los intervalos de cambio se pueden definir con mayor precisión.

En la clasificación de filtros según la norma EN ISO 10121- 3 se ofrece una primera indicación de la vida útil esperada de un filtro molecular. Mientras que en una aplicación específica, un filtro LD puede durar solo tres semanas, un filtro MD puede durar unos tres meses y un filtro HD se espera que dure aproximadamente un año. Sin embargo, hay que destacar que en aplicaciones reales, la vida útil puede variar considerablemente.

Como los diferentes gases pueden mostrar una reactividad fundamentalmente diferente, la eficiencia y la vida útil de un filtro molecular específico pueden ser muy diferentes para esos diferentes gases. El mismo filtro molecular puede tener una HD del 85% contra el O₃ y solo una LD del 85% contra el SO₂. La vida útil de este filtro contra O₃ sería aproximadamente 16 veces mayor que contra SO₂, suponiendo la misma concentración de gas.

7.1.2 COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL FILTRO Y DEL CONTAMINANTE(S)

Cada material filtrante reacciona de forma diferente a los distintos contaminantes. Normalmente, el carbón activado adsorbe una amplia gama de gases diferentes, mientras que otros adsorbentes pueden ser muy específicos para un determinado gas o una determinada gama de contaminantes. Además de la adsorción física clásica (también llamada fisisorción), en la que las moléculas se adhieren físicamente a la superficie interna del adsorbente, la eficiencia de ciertos gases se puede aumentar añadiendo tratamientos químicos al adsorbente, lo que supone el proceso de quimisorción. Según la combinación de materiales de adsorbente (el material filtrante) y adsorbato (el gas que se filtra), la eficiencia de filtrado y la vida útil del filtro pueden variar en gran medida.

Por lo general, no hay un solo gas en el aire, sino una mezcla de varios gases. Por lo tanto, la eficiencia de recolección de un gas puede influir en la eficiencia de recolección de otro gas y viceversa. Por lo tanto, todo el régimen de contaminantes gas se debe conocer.

Un ejemplo muy común es el vapor de agua en el aire, que se adsorbe muy bien con carbón activado y reducirá la capacidad del filtro molecular para otros gases. Por otro lado, en el caso de la quimisorción, si el agua forma parte de la reacción química involucrada en la recolección de un determinado contaminante, se requiere una cierta humedad del aire.

7.1.3 CONTAMINANTES PARTICULADOS

Aunque un filtro molecular no está diseñado para filtrar partículas, por su naturaleza también puede recoger partículas más gruesas, lo que puede provocar un aumento de la resistencia al flujo del filtro y también puede tener una influencia negativa en el rendimiento de la filtración molecular. Por lo tanto, se recomienda una prefiltración suficiente de partículas.

7.1.4 VELOCIDAD DEL MEDIO

Como la adsorción es un mecanismo químico o físico que requiere cierto tiempo para llevarse a cabo, el tiempo de residencia del aire en el filtro es un parámetro importante. Es proporcional al flujo de aire. Un flujo de aire bajo generalmente da como resultado una mayor eficiencia de recolección en comparación con un flujo de aire alto. Además, un flujo de aire alto transportará significativamente más contaminantes a los filtros, lo que a su vez acortará la vida útil.

7.1.5 TEMPERATURA

Con el aumento de la temperatura, las moléculas acumuladas en el filtro se pueden eliminar (desorber) con mayor facilidad. Por lo tanto, las altas temperaturas pueden reducir la eficiencia de los filtros moleculares. La desorción a altas temperaturas es incluso un proceso que se utiliza en aplicaciones industriales para limpiar y reutilizar filtros.

7.1.6 HUMEDAD

Ya se ha descrito anteriormente la influencia del vapor de agua presente en el aire sobre los filtros moleculares. La humedad relativa del aire es un parámetro importante que determina la eficacia y la vida útil de los filtros moleculares, por lo que es necesario conocerla y controlarla con mucho cuidado.

7.1.7 REEMPLAZO, ELIMINACIÓN Y EL EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

En general, dependiendo de la naturaleza de los contaminantes que se recojan, es aconsejable utilizar equipo de protección personal adecuado al cambiar los filtros de aire.

Los filtros moleculares, en particular, pueden contener materiales peligrosos. Según el tipo de adsorbente, su composición química (por ejemplo, permanganato de potasio, ácido fosfórico, etc.) y los gases adsorbidos durante el funcionamiento, se deberá utilizar el equipo de protección personal adecuado durante la instalación y el desmontaje de los filtros. Los filtros moleculares también pueden requerir vías de eliminación especiales. Las medidas adecuadas durante la instalación, el desmontaje y la eliminación de los filtros de aire se basarán en una evaluación de riesgos. También deben tenerse en cuenta los requisitos legales locales para la manipulación de mercancías peligrosas.

7.2 EJEMPLOS DE APLICACIÓN PARA LA FILTRACIÓN MOLECULAR DEL AIRE EXTERIOR

La decisión sobre el uso y la elección adecuada del filtro molecular depende de las condiciones individuales, como la ubicación y la calidad del aire ambiente, así como el tipo de edificio y sus ocupantes.

La aplicación de la filtración molecular es especialmente digna de consideración en instalaciones como:

- Hospitales
- Escuelas y jardines de infancia
- Edificios públicos
- Edificios de oficinas
- Edificios residenciales multifamiliares

que estén situadas en zonas expuestas a altos niveles de concentración de contaminantes gaseosos identificados por la OMS como especialmente nocivos (NO₂, SO₂ u O₃), a saber:

- Centros urbanos con mucho tráfico
- Áreas industriales
- Cercanías a ríos y puertos marítimos (humos de motores de barcos)
- Cercanías a aeropuertos (escape de motores de aeronaves)

8. Anexo 2: Ejemplo de selección de filtro molecular

SUPOSICIONES Y DATOS DE ENTRADA

Filtro a instalar en un sistema de ventilación que suministra aire exterior (sin recirculación) a una oficina.

Ubicación: Milán, Italia
Tasa de flujo de aire: 3.400 m³/h
Hora de funcionamiento: 6.000 h/a
Categoría suP³: SUP 2 (G)

Calidad del aire exterior:

Contaminantes	Valor medio ⁴ µg/m³	ODA Correspondiente ⁵	SUP 2 (G) Valor límite (µg/m³)	Sobrepasa SUP 2 (G) límite
O ₃	115	ODA 3 (G)	≤ 30	383%
NO ₂	40	ODA 3 (G)	≤ 5	800%
SO ₂	5	ODA 1 (G)	≤ 20	-

Tabla 6: Parámetros de calidad del aire exterior en Milán basados en datos de monitorización de la AEMA6 y los correspondientes porcentajes de superación de los valores límite SUP 2 (G)

PRIMER PASO DE SELECCIÓN: EFICIENCIA DE FILTRO REQUERIDA

De acuerdo con la Tabla 5, la eficiencia promedio requerida de un filtro seleccionado a lo largo de su vida útil, dependiendo del contaminante, debería ser la siguiente:

O₃ - 80%
NO₂ - 80%
SO₂ - no requisitos

Tanto el NO₂ como el O₃ exceden los límites de SUP 2 (G), el filtro seleccionado debe cumplir con la eficiencia requerida, al menos para el NO₂, que tiene el límite de excedencia más alto.

Para el caso considerado, los siguientes filtros de ejemplo 1 y 2 son adecuados para ser aplicados. El filtro 1 porque su eficiencia es mayor tanto para NO₂ como para O₃ del 80% requerido, y filtro 2 porque su eficiencia para NO₂ es igual a 80%.

Filtro 1 - Clasificación ISO 10121-3:

O₃ HD 85
NO₂ LD 85
SO₂ MD 55

Filtro 2 - Clasificación ISO 10121-3:

O₃ HD 75
NO₂ MD 80
SO₂ MD 55

Sin embargo, el filtro del ejemplo 3, que cumple la eficiencia requerida para O₃, pero no para NO₂, no se puede utilizar para esta aplicación.

Filtro 3 - Clasificación ISO 10121-3:

O₃ HD 85
NO₂ MD 70
SO₂ LD 65

SEGUNDO PASO DE SELECCIÓN: ELECCIÓN DE LA VIDA ÚTIL DEL FILTRO

Para las condiciones supuestas en el ejemplo, la vida útil estimada, en función de la capacidad del filtro, sería la siguiente:

LD - alrededor de dos semanas
MD - alrededor de ocho semanas
HD - alrededor de ocho meses

En otras palabras, el filtro de ejemplo 1 mantendría su eficiencia nominal para O₃ durante aproximadamente ocho meses y para NO₂ durante aproximadamente dos semanas. Mientras que el filtro de ejemplo 2 mantendría su eficiencia nominal para NO₂ durante aproximadamente ocho semanas.

Se debe enfatizar que las duraciones de vida presentadas son solo indicativas. Valores más precisos solo pueden ser estimados por el proveedor del filtro basándose en información completa sobre las condiciones de operación.

³ Basado en la tabla 3

⁴ Promedio de valores monitoreados por diferentes estaciones en Milán

⁵ Según se define en la Tabla 2

⁶ Consulte la sección 6.2.

Literatura

- [1] Directrices mundiales de la OMS sobre la calidad del aire. Partículas (Pm2,5 y Pm10), ozono, dióxido de nitrógeno, dióxido de azufre y monóxido de carbono. Organización Mundial de la Salud 2021.
- [2] Informe de evaluación de impacto. Propuesta de Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a la calidad del aire ambiente Aire de calidad y más limpio para Europa. Bruselas 2022.
- [3] AEMA (2021) Informe web sobre la calidad del aire en Europa en 2021 (consultado: octubre de 2023).
- [4] EN ISO 10121-3:2022 - Métodos de ensayo para evaluar el rendimiento de los medios y dispositivos de limpieza de aire en fase gaseosa para ventilación general - Parte 3: Sistema de clasificación para GPACD aplicados al tratamiento del aire exterior.

Acerca de Eurovent

Eurovent es la voz de la industria europea de climatización y refrigeración, que representa a más de 100 empresas directamente y a más de 1.000 indirectamente a través de nuestras 16 asociaciones nacionales. La mayoría son pequeñas y medianas empresas que fabrican tecnologías de climatización interior, refrigeración de procesos y cadena de frío en más de 350 plantas de fabricación en Europa. Generan una facturación anual combinada de más de 30 000 millones de euros y emplean a más de 150 000 europeos en puestos tecnológicos de buena calidad.

MISIÓN

La misión de Eurovent es reunir a proveedores de tecnología HVACR para colaborar con los responsables políticos y otras partes interesadas en pos de condiciones que fomenten la competencia justa, la innovación y el crecimiento sostenible para la industria europea de HVACR.

VISIÓN

La visión de Eurovent es una industria europea de HVACR innovadora y competitiva que permita un desarrollo sostenible en Europa y en todo el mundo, que funcione para las personas, las empresas y el medio ambiente.

→ Para obtener información detallada y una lista de todos nuestros miembros, visite www.eurovent.eu



©HENGST



HAZTE MIEMBRO

Solicita ahora tu membresía

apply.eurovent.eu

SÍGUENOS EN LINKEDIN

Reciba la información más actualizada sobre Eurovent y nuestra industria.

 linkedin.eurovent.eu

DIRECCIÓN

80 Bd. A. Reyers Ln
1030 Brussels, Belgium

TELÉFONO

+32 466 90 04 01

CORREO ELECTRÓNICO

secretariat@eurovent.eu

www.eurovent.eu



Yes to a better Indoor Air Quality

Para obtener más información visite:

www.IAQmatters.org