

El libro del podcast con
numerosas ilustraciones



Sven Rentschler

Malentendidos en la tecnología de ventilación y purificación del aire



ASESORAMIENTO+ PLANIFICACIÓN

© cci Dialog GmbH, Karlsruhe Todos los
derechos reservados.

ISBN: 978-3-922420-74-3

Este libro, incluido todo su contenido, está protegido por derechos de autor. No se permite su reproducción total o parcial, en ninguna forma ni por ningún medio, ya sea electrónico o mecánico (fotocopia, grabación o cualquier otro sistema ya existente o futuro), sin la autorización previa por escrito de la editorial.

La editorial y el autor no se hacen responsables de la actualidad, exactitud, integridad y calidad de la información proporcionada. No se pueden descartar por completo errores de impresión e información incorrecta.

1.^a edición 2023

Autor: Sven Rentschler, Rentschler REVEN GmbH, Ludwigstr. 16-18, 74372 Sersheim Fotos, créditos de las
imágenes: Rentschler REVEN GmbH

Maquetación, portada, dibujos, ilustraciones: Gabriele Wiedemann, digital-kunst.com Revisión: Eva Schwarz,
technische-uebersetzungen-eva-schwarz.de

Impresión: Esser bookSolutions GmbH, Gotingena

Editorial: cci Dialog GmbH, Poststr. 3, 76137 Karlsruhe

Encontrará el programa completo de títulos propios y una selección exclusiva de libros especializados en
cci-dialog.de.

cci Buch es una marca registrada de cci Dialog GmbH.

Opiniones sobre el podcast

La acogida durante el podcast fue tan buena que se impuso por sí sola la idea de convertirlo en un libro. Comentarios que hablan por sí solos:



«... el podcast sobre corrientes de aire me ha dejado con ganas de más...».

«... quiero felicitarles por el interesante podcast

«Malentendidos en la tecnología de ventilación y control de la contaminación del aire» y agradecerle la información...».

«... Muchas gracias por el podcast tan interesante.

...ón en ... Me encantaría ... Soy director de ... ventilación desde hace más de 20 años y he podido aprender mucho para la práctica y para otros proyectos. Me encantaría poder construir construir la próxima cocina...».

«... Quiero felicitarles por el podcast. El tema es muy comprensible incluso para personas como yo, que no están tan familiarizadas con la materia...».

«... Como oyente atento de su podcast, me gustaría aprovechar la oportunidad para encargar el libro especializado anunciado para 2023. Espero con interés nuevos episodios sobre el tema del aire, nuestro alimento máspreciado...».

Agradecimiento

Me gustaría expresar mi especial agradecimiento a Gabriele Wiedemann y Eva Schwarz. Llevo muchos años colaborando con éxito con ambas profesionales. Hace más de una década, en el marco de esta colaboración, se creó un catálogo de productos para nuestra empresa, REVEN GmbH, que trataba los mismos temas que este libro. También hemos llevado a cabo otros proyectos con este equipo, como la exitosa implementación de la página web de nuestra empresa. La experiencia que hemos adquirido en estos proyectos ha contribuido de manera decisiva a la elaboración de este libro.

Los gráficos de la Sra. Wiedemann y las correcciones del texto de la Sra. Schwarz se basan en muchos años de experiencia conjunta y constituyen la base de un conocimiento sin precedentes sobre el tema. La colaboración para este libro ha sido agradable y sencilla, y ha dado lugar a un resultado que yo solo no habría podido alcanzar con esta calidad.

Además, quiero expresar mi especial agradecimiento a nuestros socios del Grupo SCHAKO, que apoyaron desde el principio el proyecto de escribir un libro y reconocieron la oportunidad de reforzar el lema de nuestro grupo: «Pure competence in air».

También quiero dar las gracias a mis colegas Holger Reul, Sascha Kess y Vitali Lai por todas las estimulantes conversaciones sobre temas relacionados con la tecnología de ventilación y la purificación del aire que hemos mantenido en los últimos años y que me han servido de gran inspiración para este libro.

Me encantaría que pudiéramos seguir debatiendo y profundizando en los temas y reflexiones de este libro. Pueden ponerse en contacto conmigo a través de LinkedIn. Estaré encantado de intercambiar opiniones con ustedes.

Prólogo

Con el inicio de la pandemia en 2020, la ventilación adecuada se convirtió en uno de los temas más importantes en Alemania. En todo el país se debatía sobre la salud del aire en interiores. Se discutía apasionadamente sobre cómo se debían ventilar correctamente las aulas. A menudo se constataba con extrañeza que muchas oficinas no disponían de un sistema de ventilación en el edificio que les proporcionara aire fresco. Los fabricantes de purificadores de aire compactos se vieron envueltos en una fiebre del oro. En todo el país se debatió acaloradamente cómo se podía medir y evaluar la contaminación del aire en interiores. Incluso se lanzaron campañas que promovían el aire limpio como el alimento más importante.

¿De dónde viene este gran compromiso tan repentino y con tanta vehemencia? Muchos de estos argumentos y cuestiones me han acompañado durante toda mi vida profesional. En 1995 me incorporé a nuestra empresa, REVEN GmbH.

REVEN son las siglas de REntschler VEntilation. La ventilación es precisamente el proceso al que se dedica REVEN GmbH desde hace generaciones y al que yo mismo me dedico desde hace décadas, primero como director técnico y ahora como director general. Los purificadores de aire y los productos de ventilación de REVEN GmbH se utilizan para garantizar un aire limpio en espacios de uso industrial. Se trata, por ejemplo, de naves de producción en la industria alimentaria, instalaciones de ingeniería mecánica, así como grandes cocinas y comedores. Todos estos espacios de producción tienen algo en común: el aire de las salas o naves suele estar muy contaminado y sucio. Medir y analizar el grado de contaminación en estas áreas, así como filtrar y purificar el aire, son las tareas a las que nos dedicamos en REVEN GmbH desde hace décadas.

Desde el inicio de la crisis del coronavirus en 2020, estas tareas relacionadas con la purificación del aire dejaron de ser relevantes solo para el sector industrial y se convirtieron en un tema de interés en todo el mundo.

Alemania. Durante los debates, algunos de ellos muy acalorados, me llamó la atención que las tareas en el ámbito industrial y privado eran cada vez más similares. Sin embargo, debido al repentino aumento de la demanda, algunos fabricantes dejaron de ser tan precisos con la información sobre el rendimiento de los purificadores de aire. Se afirmaron muchas cosas y se prometieron aún más. El efecto de ventilación, el rendimiento de los filtros y la eficiencia de muchas soluciones son difíciles de comprender, sobre todo para los profanos en la materia, y dieron lugar a malentendidos en el debate. Estos malentendidos, por ejemplo en relación con el aire limpio y la purificación adecuada del aire interior en las aulas, son similares a los malentendidos que se han consolidado como medias verdades en la industria durante muchas décadas.

Este libro pretende ofrecer una visión general de los malentendidos y las medias verdades que existen en torno al tema de la ventilación y el origen de estos malentendidos, tanto en el ámbito privado como en el industrial.

No voy a explicar los distintos temas de forma demasiado científica, sino más bien basándome en la experiencia que he adquirido desde 1995 en mi actividad profesional y en la práctica en REVEN GmbH. Ya durante mis estudios de ingeniería mecánica en la Universidad de Stuttgart, pude conocer las tareas importantes que conlleva una gestión tecnológica y de la innovación exitosa. Así adquirí valiosos conocimientos sobre el desarrollo de productos innovadores y el intercambio de conocimientos entre la investigación y la práctica.

Con este libro, me gustaría seguir fomentando este intercambio y profundizar en el ámbito de la tecnología de ventilación y la purificación del aire, con el fin de aclarar algunos malentendidos.

«En nuestro entorno contaminado, el aire se está volviendo visible».

(Norman Kingsley Mailer (1923--2007), escritor estadounidense)

Índice

Agradecimientos	3
Prólogo	4
1. ¿Cómo se puede aspirar algo?.....	9
1.1. Malentendidos sobre la medición de la contaminación atmosférica.....	12
1.2. ¡Hacer burbujas puede ayudar a detectar y aspirar!	22
2. ¿Cómo se puede filtrar algo?	27
2.1. El malentendido sobre la diferencia entre filtrar y separar	29
2.2. ¡Los tornados pueden ayudar a purificar el aire!	35
3. ¿Cómo se pueden eliminar los vapores y los olores?.....	47
3.1. El malentendido sobre la diferencia entre vapores y aerosoles	50
3.2. ¡Los medidores FID pueden ser útiles para analizar la contaminación del aire!	57
4. ¿Cómo se pueden neutralizar los virus y los olores?	65
4.1. El malentendido sobre la radiación UV-C.....	68
4.2. ¿Puede la radiación UV-C eliminar los aerosoles?	77
5. ¿Cómo se pueden hacer visibles los flujos de aire?	87

5.1. El malentendido causado por las imágenes coloridas sobre los flujos de aire	90
5.2. ¡Las simulaciones CFD hacen visibles los flujos de aire!	95
6. ¿Cómo se puede medir la contaminación atmosférica?	105
6.1. El malentendido sobre la calidad del aire en interiores.	114
6.2. ¡Las mediciones de partículas hacen visible la contaminación atmosférica!	126
Conclusión	132

1. ¿Cómo se puede aspirar algo?

?



¿Cómo se puede aspirar algo fácilmente? En principio, es una pregunta sencilla a la que cualquier compañero o compañera del sector de la tecnología de ventilación sabría responder de inmediato. Pero, ¿es realmente tan fácil y trivial aspirar de forma eficaz como podría pensarse en un primer momento?

Ejemplo práctico: la aspiradora

Veamos un ejemplo sencillo con el que todos estamos familiarizados: pasar la aspiradora, ya sea en nuestro querido coche o en el salón de casa. Cuando pasamos la aspiradora, queremos aspirar la suciedad, como las migas de pan de la alfombra. Cuanto más acercamos la boquilla de la aspiradora a las migas de la alfombra, más fácil y rápido se aspiran. El mejor resultado lo conseguimos cuando colocamos la boquilla de la aspiradora directamente sobre la suciedad. Antes de que nos demos cuenta, las migas han desaparecido en la aspiradora.

¡Esta es la respuesta a la pregunta de cómo se puede aspirar bien algo! Hay que captarlo al cien por cien. Solo así se puede aspirar por completo. En nuestro ejemplo, tuvimos que colocar la boquilla de la aspiradora directamente sobre las migas de pan de la alfombra para aspirarlas bien y por completo.

La posición correcta de succión

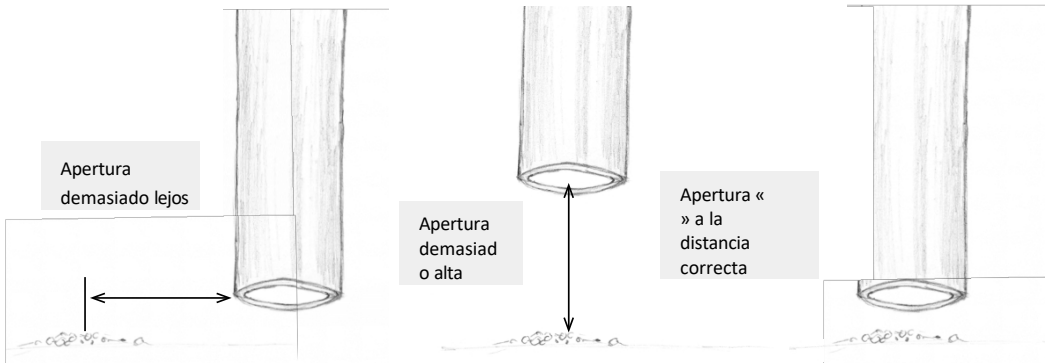


Figura 1

Este principio básico debe aplicarse en la tecnología de ventilación siempre que sea necesario aspirar completamente el aire viciado y contaminado: en aulas, donde hay que eliminar el aire contaminado con virus; en naves de soldadura, donde hay que capturar los humos de soldadura; en cocinas, donde hay que aspirar los vapores de cocción, y en la ingeniería mecánica, donde es necesario capturar los refrigerantes y lubricantes evaporados en las máquinas herramienta modernas. En todos estos ejemplos, los vapores, gases, aire contaminado con virus y aerosoles deben capturarse y aspirarse en diferentes formas.

En este sentido, hay que prestar especial atención al orden:

¡Primero capturar, luego aspirar!

1.1. Malentendidos en relación con la captación de contaminantes del aire

Como hemos aprendido en nuestro ejemplo inicial, las migas de pan de nuestra alfombra solo se pueden aspirar rápida y fácilmente con la aspiradora si colocamos la boquilla directamente sobre las migas. Lo mismo se aplica a la tecnología de ventilación en las cocinas. Es importante mantener la distancia correcta al aspirar. No importa si se trata de un gran sistema de ventilación en el comedor de una fábrica o de la cocina de nuestra casa. Nuestra campana extractora de diseño para el hogar también se rige por el mismo principio que se describe a continuación para capturar y aspirar los olores de la cocina.

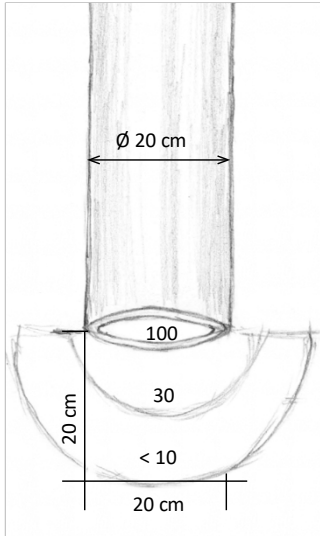
Malentendido

Relación entre la potencia de aspiración y la distancia del tubo de aspiración

La potencia de aspiración directamente en la abertura de un dispositivo de extracción es del cien por cien. ¡Esto también se aplica a la boquilla de nuestra aspiradora! Aquí también se alcanza la máxima potencia de aspiración directamente en la abertura de la boquilla. Cuanto más nos alejamos de la abertura de la boquilla, menor es la potencia de aspiración.

Lo que se suele subestimar es la medida en que disminuye la potencia de succión. En un tubo de succión con un diámetro de veinte centímetros, a una distancia de veinte centímetros de la abertura solo se alcanza una potencia de succión del 10 % de la potencia original.

Potencia de succión en relación con la distancia



100 % Capacidad de succión directamente en la entrada del tubo

La potencia de aspiración disminuye considerablemente a medida que aumenta la distancia con respecto a la entrada del tubo de aspiración.

La potencia de aspiración es solo del 10 % aproximadamente cuando la distancia del tubo de aspiración es igual al diámetro del tubo (en este caso, 20 cm).

Figura 2

Por lo tanto, si la distancia entre un tubo de aspiración y la suciedad es igual al diámetro del tubo, la potencia de aspiración es solo del 10 % aproximadamente.

Esta regla se aplica a cualquier tipo de dispositivo de aspiración, ya sea una aspiradora o una campana extractora doméstica, un sistema de ventilación en un taller de soldadura industrial o el gran techo de ventilación de la cantina de una fábrica. Si la distancia entre el dispositivo de aspiración y el punto en el que deben captarse los contaminantes liberados es demasiado grande, la potencia de aspiración es nula. En la mayoría de los casos, esto ya ocurre con distancias de entre treinta y cincuenta centímetros.

Malentendido

Mayor eficiencia gracias a las placas de boquilla con flujo optimizado

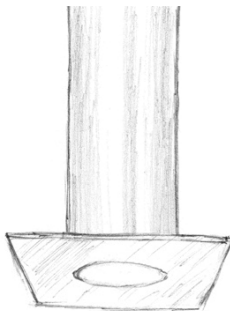
También en lo que respecta a la eficiencia se producen a menudo malentendidos. En muchos casos prevalece la creencia de que las denominadas placas de boquilla optimizadas para el flujo contribuyen a un uso más eficiente de la fuerza de aspiración. En este caso, se coloca una placa adicional alrededor del tubo de aspiración. El tubo se encuentra en el centro de una abertura en la placa y la transición de la placa al tubo de aspiración tiene forma de boquilla de entrada con un radio. Esta boquilla de entrada tiene por objeto optimizar el flujo de aire en la zona de aspiración y garantizar así una aspiración más eficiente. Sin embargo, si se compara un tubo de aspiración con una placa de boquilla optimizada para el flujo con un tubo de aspiración convencional con placa sin boquilla de entrada, solo se observan ventajas mínimas.

Placas de boquilla

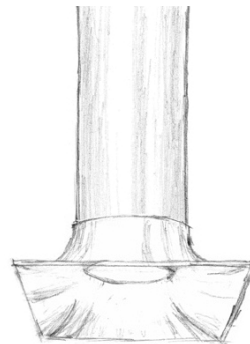
Las placas de boquilla son útiles para «dirigir» el flujo de aire, pero solo tienen un efecto mínimo en la potencia de aspiración.



Tubo de aspiración sin placa de boquillas



Tubo de aspiración con placa embreadada



Tubo de aspiración con placa de boquilla

Figura 3

Experimento: apagar la llama de una vela succionando

Para ilustrarlo, tomemos como ejemplo una vela. ¿Alguna vez ha intentado apagar una vela aspirando aire? Solo puedo advertirle: ¡mejor no lo intente! En el marco de conferencias sobre este tema, realizo este experimento regularmente ante el público y siempre me quemo los labios, ya que tengo que acercar mucho el punto de succión, es decir, mi boca, a la vela para conseguir algún efecto sobre la llama. Sin embargo, apagar la llama succionando no suele funcionar.

Este sencillo ejemplo ilustra claramente lo limitado que es el efecto de succión y lo importante que es la proximidad al punto de aspiración cuando queremos capturar y aspirar algo.

Malentendido

La distancia a la abertura de aspiración del purificador de aire no es tan importante

Debido a esta idea errónea, a menudo se cometen errores en la práctica: en los purificadores de aire de las escuelas, los aparatos de ventilación de las instalaciones de soldadura, las campanas extractoras de las cocinas y los separadores de aerosoles de las máquinas herramienta, las aberturas de aspiración suelen estar demasiado lejos del punto de emisión.

Con la aspiradora podemos resolver este problema rápidamente moviendo la boquilla de aspiración hacia la suciedad. Desgraciadamente, esto no es posible con campanas extractoras fijas. En este caso, los vapores de la cocina deben llegar a la zona de aspiración de la campana extractora, ya que, de lo contrario, los humos de la cocina simplemente no se capturan y, por lo tanto, no pueden ser aspirados.

Simulación CFD

La captación y extracción de corrientes de aire y de los contaminantes que contienen se puede simular, visualizar y analizar en detalle con las soluciones de software adecuadas. Para ello se utiliza la simulación numérica de fluidos, también denominada simulación CFD. CFD es la abreviatura de Computational Fluid Dynamics (dinámica de fluidos computacional). Con ayuda de este procedimiento de simulación se pueden visualizar los más diversos flujos de aire y evaluar la eficiencia de la extracción.

Nuestra experiencia interna

En nuestra empresa, hemos utilizado esta tecnología para investigar, entre otras cosas, la eficiencia de la captación y extracción de campanas de cocina convencionales. Las primeras simulaciones numéricas de flujo se llevaron a cabo en nuestras instalaciones en 1996. El análisis de las simulaciones, que en aquel entonces eran bastante simples, y el cálculo de los resultados solían llevar varios días.

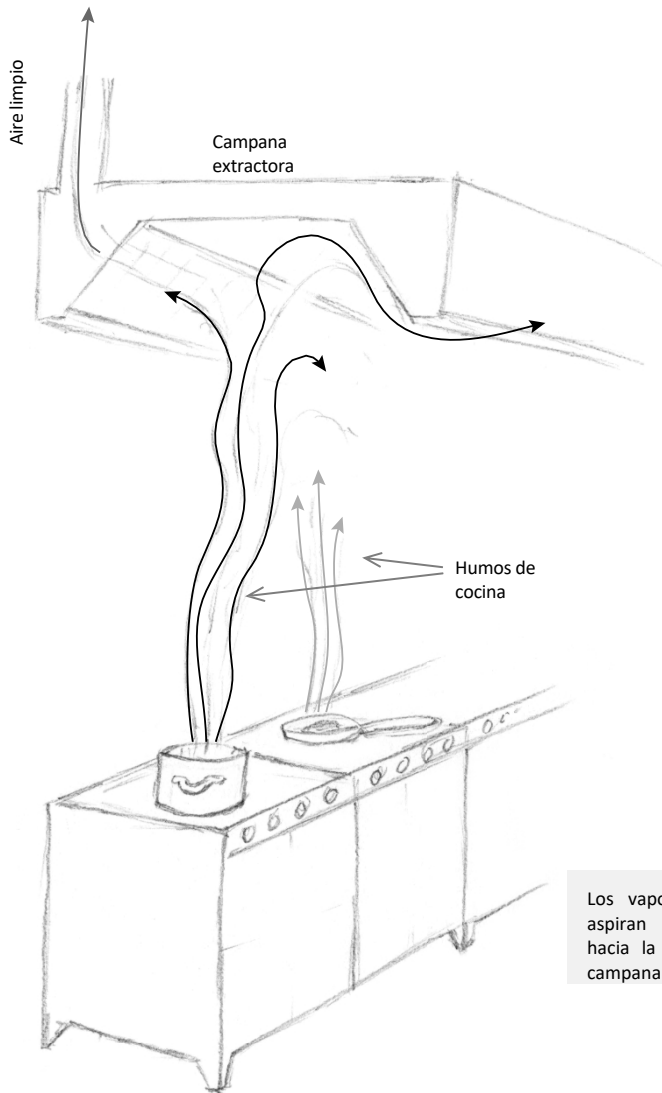
Desde entonces, esta tecnología ha evolucionado rápidamente y ahora los resultados están disponibles en una fracción del tiempo. Hoy en día son mucho más precisos y significativos, incluso en componentes muy complejos, como los ventiladores.

Gracias a este desarrollo, ahora es posible analizar y visualizar los flujos de aire no solo de componentes individuales, sino de habitaciones enteras.

Importancia para la ventilación de cocinas

Este análisis es especialmente importante para los sistemas de extracción que se encuentran lejos de la fuente de emisión, como por ejemplo una campana extractora instalada a gran distancia de la superficie de cocción. La campana extractora solo puede capturar los vapores de cocción que llegan directamente a su zona de captura. ¿Qué significa esto en concreto? Los vapores de las ollas deben fluir directamente hacia la zona de aspiración y filtrado de la campana extractora al ascender.

Ventilación de la cocina



Los vapores de cocción solo se aspiran correctamente si fluyen hacia la zona de captación de la campana extractora.

Figura 4

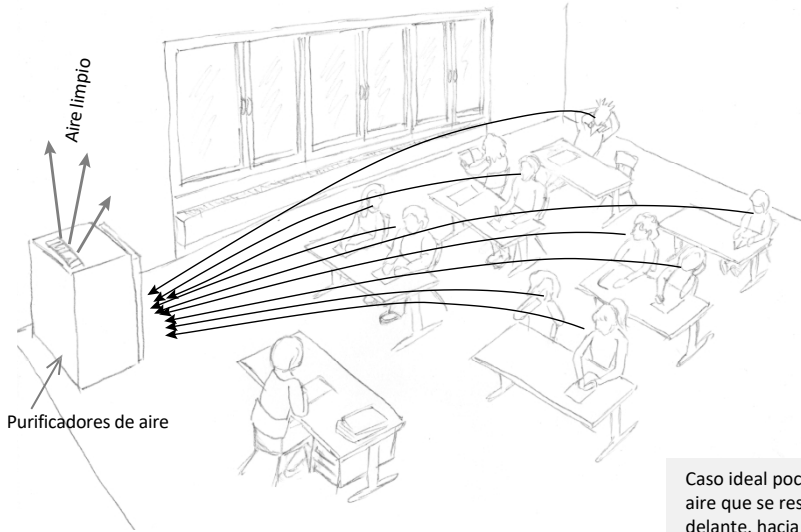
Importancia para la purificación del aire en las aulas

Si se desea purificar continuamente el aire de un aula durante las clases, este debe fluir sin obstáculos hacia los purificadores de aire instalados en la sala para que puedan captarlo y purificarlo. A menudo, basta con abrir una ventana para desviar el flujo de aire de tal manera que ya no se capta ni se purifica de forma adecuada.

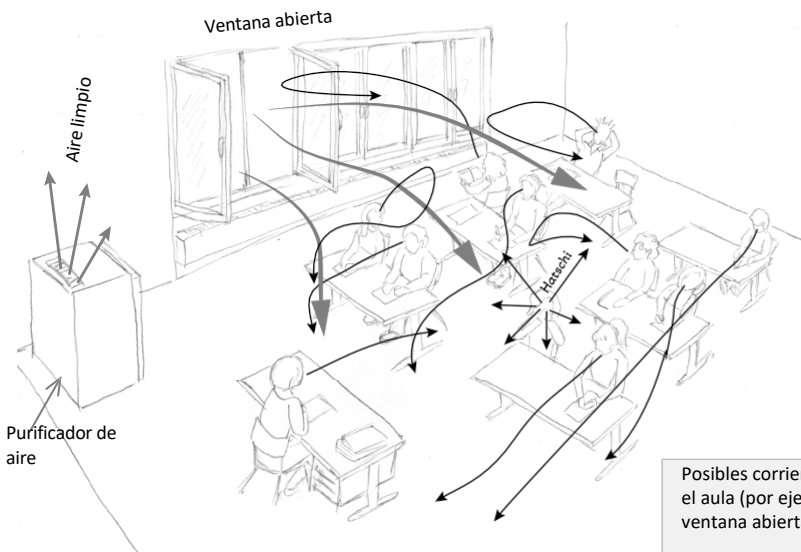
Una entrada de aire fresco mal diseñada puede tener un efecto tan desfavorable en la extracción como una ventana entreabierta por la que sopla el viento. Con los modernos sistemas CFD, estas interacciones pueden analizarse, detectarse y evitarse. Solo así se puede lograr una captura completa.

Los análisis CFD realizados en nuestros propios purificadores de aire y campanas extractoras también han confirmado la regla anteriormente mencionada: cuanto más lejos se encuentran los puntos de aspiración de las campanas extractoras de las ollas, menos probable es que los vapores de cocción puedan ser captados y aspirados por completo. Se ha observado algo similar con los purificadores de aire en las aulas: cuanto más lejos se colocaban de la zona de emisión de virus, menos probable era que capturaran y aspiraran el aire contaminado con virus.

Ventilación en la escuela



Caso ideal poco realista: el aire que se respira fluye hacia delante, hacia el purificador de aire



Posibles corrientes de aire en el aula (por ejemplo, con la ventana abierta)

Figura 5

Importancia para la aspiración en la construcción de máquinas

Esta es precisamente la observación que hicimos al simular condiciones de flujo complejas en sistemas de extracción de máquinas herramienta modernas. También en este caso, la extracción del aire contaminado con aerosoles de refrigerantes y lubricantes suele ser muy ineficaz, ya que el punto de aspiración de los purificadores de aire está demasiado lejos del lugar donde se procesan las piezas y se generan los aerosoles.

Purificadores de aire industriales

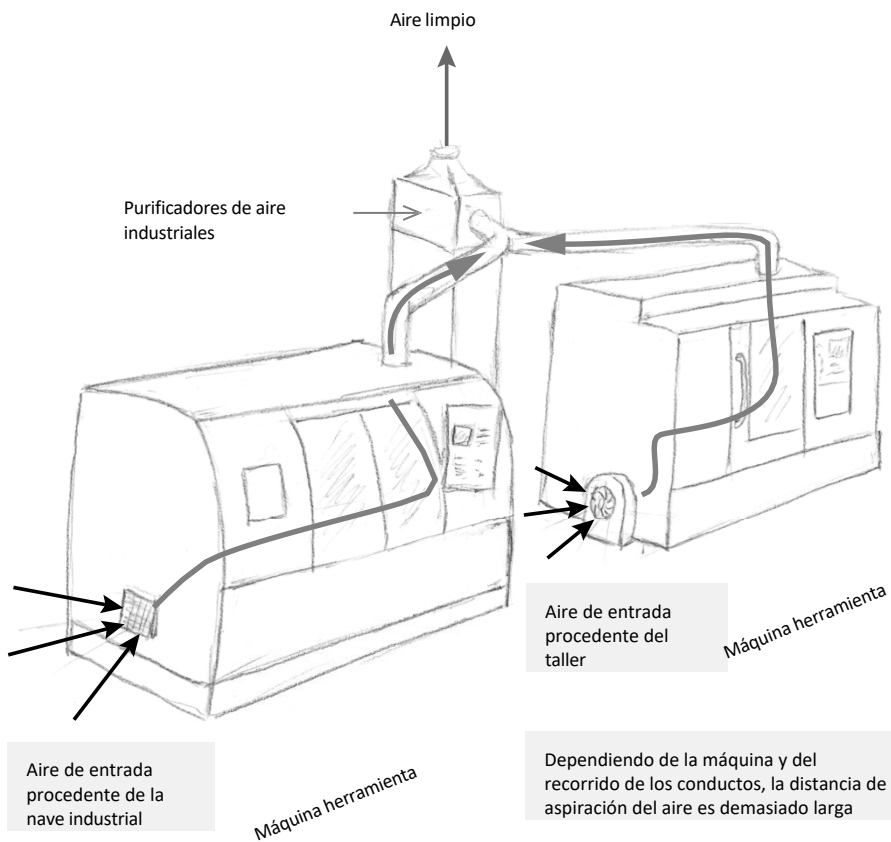


Figura 6

Malentendido

En algún momento, los contaminantes fluyen hacia el punto de extracción.

En la tecnología de ventilación y purificación del aire, nos encontramos una y otra vez con la suposición errónea de que el aire contaminado con sustancias nocivas, virus o aerosoles tarde o temprano fluirá hacia la zona en la que puede ser captado y aspirado. Sin embargo, en muchos casos esto no es así. Los aerosoles y otras sustancias contaminantes no capturados provocan entonces una contaminación considerable del aire del entorno.

1.2. ¡El soplado puede ayudar a capturar y aspirar de forma e !

Pero, ¿qué hacer si no es posible acercar la zona de aspiración a la fuente de emisión de los contaminantes? En este caso, se puede recurrir al mismo remedio que para apagar la llama de una vela:

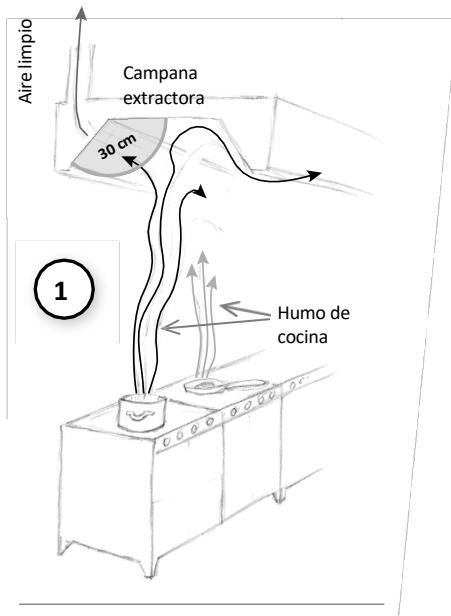
¡Soplar en lugar de aspirar!

Aplicado a la tecnología de ventilación, esto significa que el aire que se va a capturar, junto con los virus, aerosoles y otras sustancias nocivas que contiene, debe ser transportado lo más rápido posible mediante soplado asistido hasta el lugar donde la fuerza de aspiración de los purificadores de aire, campanas extractoras o aparatos de ventilación es mayor, es decir, directamente a la zona de sus aberturas de aspiración (–).

Flujo de aire para cocinas industriales

Para lograrlo, REVEN GmbH ha desarrollado campanas extractoras modernas con un sistema de inducción integrado. Una corriente de inducción garantiza de forma fiable que los vapores que se elevan de los aparatos de cocina fluyan directa y rápidamente hacia la zona del filtro y la aspiración, donde pueden ser capturados y extraídos.

Ventilación de cocina



1. Los vapores de cocción solo pueden ser aspirados (capturados) hasta un radio de 30 cm delante del separador. Fuera de esta zona, los vapores de cocción pueden llegar al aire ambiente.

2. Una corriente de inducción impulsa los vapores de cocción hacia el separador. De esta forma se capturan **todos** los vapores de cocción.

3. Se introduce aire de impulsión a la temperatura adecuada sin interferencias, lo que favorece la captación de los humos de cocción.

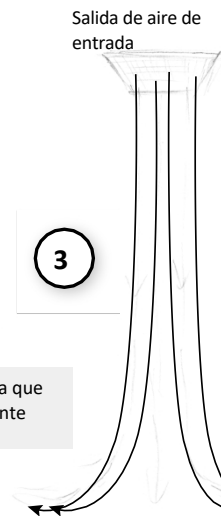
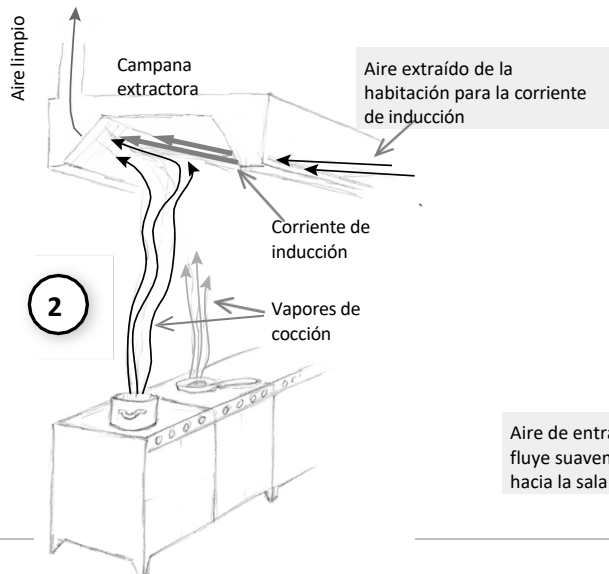


Figura 7

Aire fresco adicional

La captación mediante campanas de cocina modernas de este tipo también puede reforzarse mediante la inyección optimizada de aire fresco.

El aire fresco se introduce en la sala con pocos impulsos mediante un flujo de aire de desplazamiento. De este modo, nos aseguramos de que la velocidad del aire fresco sea muy baja durante la insuflación y de que no se alteren otros flujos de aire en la sala. Este escenario también se puede analizar y visualizar con sistemas CFD.

Flujo de aire para máquinas herramienta

El mismo principio se puede aplicar a las máquinas herramienta. En este caso, se genera un flujo de aire en la cabina de la máquina que se dirige hacia el purificador de aire y garantiza que los aerosoles de refrigerante y lubricante se recojan y aspiren de forma eficaz. La optimización de la aspiración en las cabinas de las máquinas suele comenzar con una pregunta sencilla: Si aspiramos mil metros cúbicos de aire por hora en la parte superior de una máquina herramienta, ¿por dónde puede entrar el aire en la cabina? Si no hay ninguna posibilidad de garantizar la entrada de aire, se produce una presión negativa muy alta en la cabina, pero no hay un flujo de aire dirigido hacia la zona de captura del purificador de aire.

Ejemplo práctico: presión negativa

Así, tras instalar purificadores de aire en rectificadoras muy bien encapsuladas, se produjo en varias ocasiones el problema de que la puerta de servicio de la máquina herramienta no se podía abrir porque la presión negativa en la cabina era demasiado alta.

2. ¿Cómo se puede filtrar algo?



¿Cómo se puede filtrar algo? En principio, es una pregunta tan sencilla como la anterior sobre la eficacia de la aspiración. Sin embargo, como puede imaginar, la respuesta no es tan sencilla.

La eficacia de muchos procesos en la tecnología de ventilación y control de la contaminación atmosférica se basa en una captación y extracción eficientes, incluida la purificación del aire de sustancias nocivas. Si, por ejemplo, en un aula no se capta y extrae completamente el aire contaminado con virus, tampoco se puede purificar de forma fiable. En principio, esto también se aplica a un gran taller de soldadura en una empresa de ingeniería mecánica. El humo de soldadura liberado contiene sustancias nocivas y debe captarse y aspirarse por completo. Solo así se puede liberar eficazmente el aire de la sala de todas las impurezas.

Por lo tanto, una purificación eficaz y completa del aire comprende tres procesos muy importantes:

Captura, aspiración y purificación

.

El tercer paso, la purificación del aire, es el tema que nos ocupa aquí. También en este caso hay algunos malentendidos que me gustaría aclarar. Comencemos con la pregunta:

«¿Cómo se pueden eliminar los contaminantes del aire?».

Las sustancias contaminantes deben filtrarse del aire, ¡es lógico! Esa es la respuesta obvia. Sin embargo, en el sector de la purificación del aire se están imponiendo cada vez más los separadores. El ejemplo más conocido son las aspiradoras ciclónicas de la empresa internacional Dyson, que funcionan sin filtros.

Esta tecnología funciona básicamente como un mini tornado. El aire se pone en rotación y se forman remolinos que, debido a su alta velocidad, expulsan las partículas del aire. Este proceso también es adecuado para separar contaminantes transportados por el aire. Sin embargo, a menudo se producen malentendidos, ya que la separación se confunde con los filtros.

2.1. El malentendido sobre la diferencia entre filtrar y separar

tejido no tejido

El principio de filtrado también se puede explicar con el ejemplo de la aspiradora. Para limpiar el aire aspirado por la aspiradora se utilizan bolsas de aspiradora. Estas suelen estar fabricadas con tejido no tejido. El aire puede pasar a través de este tejido de malla fina, pero las partículas de polvo quedan retenidas y se separan del flujo de aire.

Filtros de partículas en suspensión de fibra de vidrio

Así es como funciona básicamente cualquier tipo de filtrado en la tecnología de ventilación–, incluso con filtros de partículas en suspensión de muy alta calidad. Sin embargo, en este caso se utilizan otros materiales filtrantes. En lugar de tejido no tejido, para estos filtros se utilizan esteras de fibra de vidrio. Estas esteras también son permeables al aire, pero el tejido es mucho más fino que el de las bolsas de aspiradora. Las fibras de los filtros de partículas en suspensión tienen un diámetro de entre 1 y 10 micrómetros, es decir, de 0,001 a 0,01 milímetros. De este modo, pueden filtrar partículas mucho más pequeñas del flujo de aire que el tejido no tejido.

Filtros de malla metálica

Este principio de filtrado también se encuentra en muchas campanas extractoras domésticas disponibles en el mercado. En estas campanas extractoras se suelen utilizar filtros metálicos. Por lo general, están fabricados con una malla de aluminio o acero inoxidable, similar al tejido no tejido o a la fibra de vidrio, pero con una estructura mucho más gruesa.

El filtro metálico relativamente grueso se utiliza aquí porque es mucho menos sensible. Ya sea en cocinas domésticas o industriales, las campanas extractoras tienen la función de separar los aerosoles líquidos del flujo de aire. En este caso, no se trata de filtrar polvos secos, como en el caso de

aspiradora, sino partículas líquidas como gotas de agua y aceite. Se trata de una diferencia importante y muy significativa a la que a menudo se presta muy poca atención.

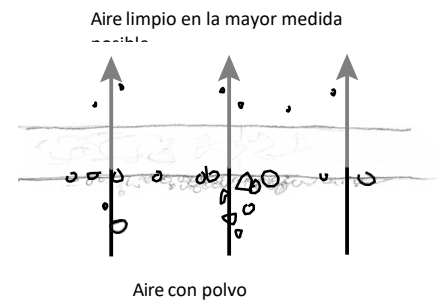
Cualquier tipo de filtro recoge y almacena lo que se separa del flujo de aire. Por lo tanto, la cantidad de sustancias filtradas en el filtro aumenta constantemente. En las bolsas de aspiradora, el polvo seco se recoge y almacena hasta que la bolsa se llena por completo y hay que cambiarla.

Si el material filtrado del flujo de aire son gotas de líquido, la recogida de estas sustancias suele ser mucho más compleja.

Los filtros de malla metálica almacenan las pequeñas gotas filtradas de diferentes líquidos directamente en el medio filtrante. ¡Esta acumulación de diferentes líquidos puede provocar graves problemas!

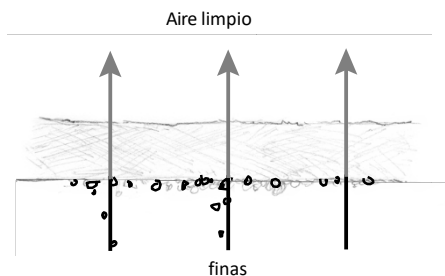
A menudo, la capacidad de almacenamiento de los filtros de malla metálica es muy reducida. Esto significa que estos filtros pueden obstruirse incluso con pequeñas cantidades de líquido almacenado. Por ello, suelen fabricarse con mallas bastante gruesas. De este modo, no se obstruyen, pero con el aire que pasa a través de ellos, muchas partículas más pequeñas también atraviesan el filtro y no son separadas por el flujo de aire.

Diferentes filtros



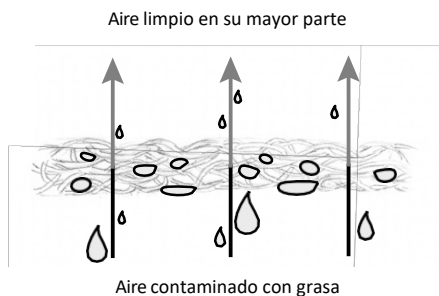
Filtros de vellón

El vellón (por ejemplo, bolsas de aspiradora) retiene el polvo del aire que pasa a través de él. Sin embargo, las partículas de polvo más pequeñas pueden atravesar el vellón.



Filtro de fibra de vidrio

La fibra de vidrio es más fina que un vellón y puede filtrar y retener incluso las partículas de polvo más pequeñas, del tamaño de nanómetros.



Filtro metálico

En el ámbito de la cocina, las mallas metálicas se utilizan principalmente para filtrar partículas de grasa. Dependiendo de su tamaño, las gotas quedan atrapadas en la malla. Sin embargo, las gotas más pequeñas pueden atravesarla.

Figura 8

Peligro de formación de gérmenes

En las empresas de procesamiento de alimentos y también en la industria manufacturera, el almacenamiento de líquidos en los filtros también puede provocar problemas de higiene. A temperaturas en torno a los 20 grados centígrados, en combinación con la humedad, los gérmenes pueden multiplicarse muy rápidamente en los filtros. Por lo tanto, a menudo no es aconsejable almacenar y acumular líquidos durante un periodo de tiempo prolongado, y se recomienda encarecidamente limpiar o sustituir los filtros con regularidad.

Peligro de incendio

Si las sustancias filtradas son aceite o grasa, el líquido almacenado en el filtro supone un riesgo de incendio cada vez mayor. Un hecho que a menudo se olvida.

Ejemplo de la historia de la empresa

Recuerdo muy bien una gran reunión en la sede de un fabricante de herramientas que opera a nivel mundial. Los empleados me mostraron su planta de producción con cientos de máquinas rectificadoras. Las instalaciones para el control de la contaminación del aire en la zona de producción estaban equipadas con grandes filtros de partículas en suspensión que podían almacenar hasta 100 litros de líquido. El problema era que el líquido almacenado era un refrigerante y lubricante muy fluido y fácilmente inflamable. Con 50 filtros, se podían acumular hasta 5000 litros de líquido almacenado. Cuando, durante la visita, pregunté a los empleados de la empresa por la protección contra incendios de estos 50 sistemas de control de la calidad del aire y por los conceptos de protección correspondientes, vi caras de espanto.

Mis preguntas y reflexiones sobre los filtros en la purificación del aire no son en absoluto meras especulaciones teóricas, sino que se refieren a peligros concretos y, lamentablemente, ya se han producido trágicos incendios porque no se ha prestado suficiente atención al problema de la carga de fuego.

Ejemplo práctico: incendio en una empresa de ingeniería mecánica

En 2006 se produjo un devastador incendio en el sur de Alemania en una empresa de ingeniería mecánica con un sistema de extracción similar al descrito anteriormente. Los daños causados por el incendio ascendieron a una cifra de dos dígitos en millones. Las naves y las instalaciones de producción, con una superficie de más de 3000 metros cuadrados, quedaron completamente destruidas. Se sospecha que el incendio se inició en una máquina herramienta defectuosa. La rápida propagación del fuego por la red de conductos de ventilación hizo el resto.

Ejemplo práctico: incendio en un complejo hotelero

Una catástrofe similar ocurrió en 1980 en un gran hotel de 2000 habitaciones en Las Vegas. En el momento del accidente, había aproximadamente 5000 personas en las instalaciones del hotel. El incendio se inició en un restaurante del hotel y se extendió a gran velocidad por todo el complejo. 85 personas perdieron la vida. Este trágico suceso sigue siendo considerado uno de los incendios hoteleros más catastróficos de la historia moderna de Estados Unidos.

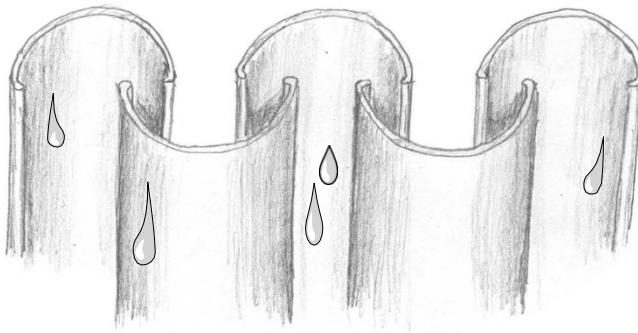
Estos incendios catastróficos provocaron que los filtros de malla metálica descritos anteriormente dejaran de utilizarse en muchos sectores industriales. En la ventilación industrial de cocinas, incluso están prohibidos desde hace años en muchos países. Así, en Norteamérica y en la mayoría de los países europeos, los filtros metálicos acumuladores de este tipo ya no pueden utilizarse en cocinas industriales nuevas debido al elevado riesgo de incendio.

Invencción de los separadores de chapa deflectora

Tras el catastrófico incendio del hotel en Las Vegas, se desarrollaron en EE. UU. alternativas a los filtros de malla metálica: los denominados separadores de chapa deflectora. Este tipo de separador está fabricado con chapas de acero inoxidable. Al pasar a través de él, el aire se desvía al menos dos veces

. La diferencia con los filtros convencionales de malla metálica es que estos separadores de chapa de acero inoxidable no retienen líquidos.

Separadores de chapa de impacto



Los fluidos como el aceite y el agua se separan en las chapas deflectoras y, en el caso ideal, se escurren por las chapas hacia abajo.

Figura 9

Malentendido

Funcionamiento diferente de los filtros y los separadores

Como hemos visto, los filtros y los separadores funcionan de manera diferente. Pero son precisamente estas diferencias las que dan lugar a malentendidos. A menudo se mezclan las propiedades, los modos de funcionamiento y los datos sobre la eficiencia. A veces ni siquiera se hace el esfuerzo de separar y distinguir claramente los términos.

Por lo tanto, en la tecnología de ventilación y control de la contaminación atmosférica no solo existen malentendidos en cuanto a la diferencia entre filtrado y separación, sino también en cuanto al funcionamiento y la eficiencia de los separadores de chapa metálica.

Para aclarar las diferencias, primero debemos examinar algunos fenómenos meteorológicos naturales y su aplicación en las tecnologías de control de la contaminación atmosférica.

2.2. ¡Los tornados pueden ayudar a limpiar el aire!

Quizás le sorprenda, pero es así. Los tornados, como los huracanes, los tifones, los tornados y los ciclones tropicales, han servido de modelo para el desarrollo de los modernos separadores de chapa metálica.

Los primeros separadores desarrollados tras el gran incendio de un hotel en EE. UU. eran simples separadores de chapa deflectora. Dos chapas de acero inoxidable semicirculares, dobladas en forma de U, están dispuestas de forma desplazada y enfrentadas. El flujo de aire se desvía dos veces a su paso por el separador, la primera vez al chocar contra la primera semicáscara y la segunda al chocar contra la segunda semicáscara.

Principio de funcionamiento del separador de chapa deflectora

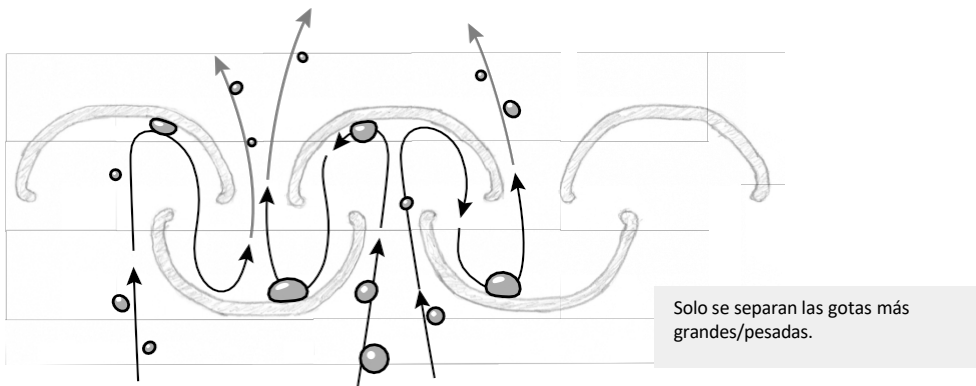


Figura 10

Las semicúspulas en forma de U se forman con un radio o se doblan en un ángulo de 90 grados. Sin embargo, en ambos casos, la eficiencia de separación es muy baja, ya que solo se separan del flujo de aire las gotas grandes transportadas por el aire. El flujo de aire

En un separador simple de este tipo, el flujo es muy turbulento y solo las gotas muy grandes, con un peso relativamente alto y una gran inercia, pueden separarse al chocar y desviarse del flujo de aire. Las gotas más pequeñas transportadas por el aire, con un peso menor, pasan con el flujo de aire a través de estas desviaciones y, por lo tanto, no se separan. La única ventaja de estos sencillos separadores de chapa deflectora era que no almacenaban líquido, pero su eficacia en la separación de partículas del flujo de aire era muy baja.

Los ciclones tropicales como modelo

Solo cuando los fabricantes de separadores tomaron como modelo la naturaleza y aprendieron de los ciclones tropicales, lograron eliminar este inconveniente. El ejemplo más conocido es el de la empresa Dyson, mencionada anteriormente, con sus aspiradoras ciclónicas. Se trata de una tecnología que funciona sin filtros y, en principio, como un mini ciclón. El aire se pone en movimiento rotatorio a gran velocidad, como en un huracán. Cuanto mayor es la velocidad de rotación, más pequeñas son las partículas que pueden ser expulsadas por el flujo de aire y, por lo tanto, separadas.

Principio de funcionamiento de una aspiradora ciclónica

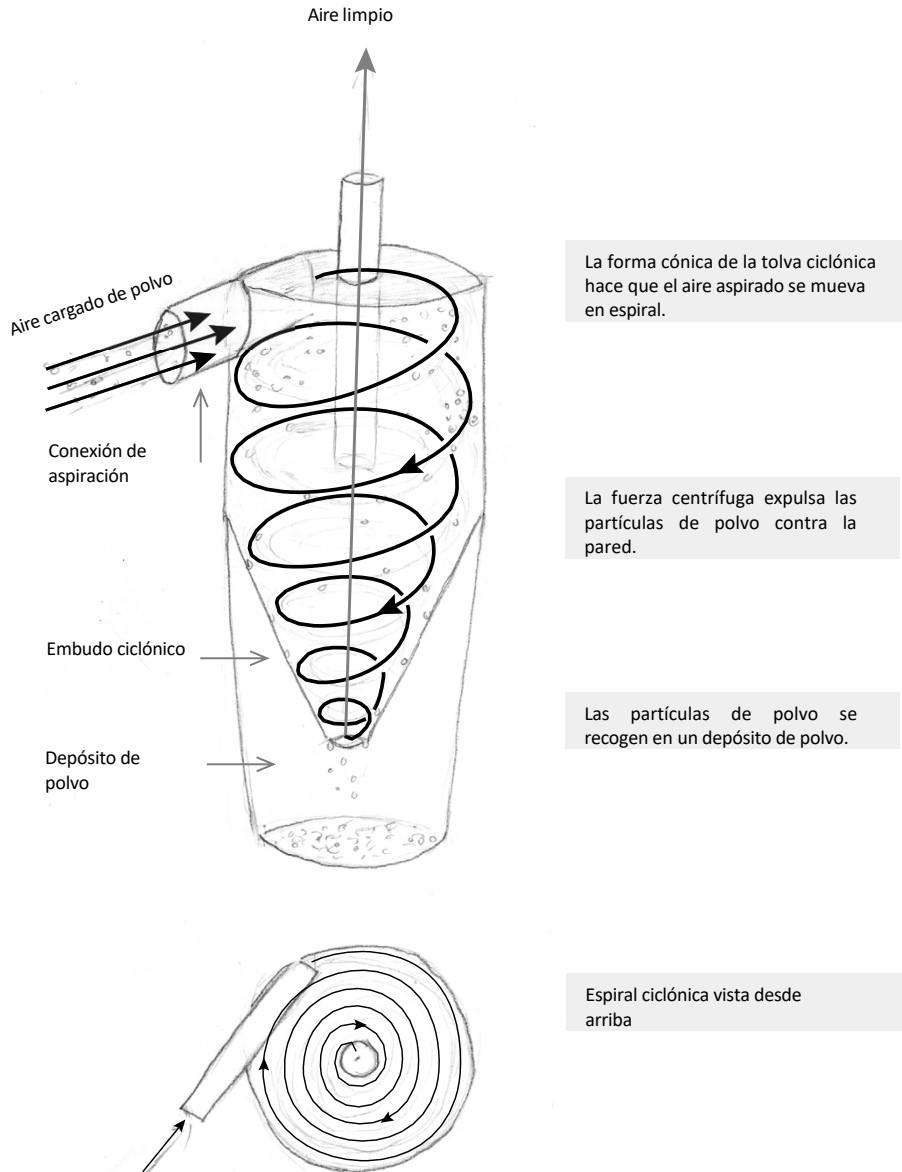


Figura 11

Para saber cómo se pueden generar estos remolinos artificiales a pequeña escala en aspiradoras, campanas extractoras y purificadores de aire, fue necesario, por supuesto, realizar un importante trabajo de investigación y desarrollo. Esto no se puede conseguir con simples deflectores curvados. La simulación numérica de fluidos, conocida como CFD, también se utiliza en el desarrollo y la optimización de la tecnología ciclónica. CFD son las siglas de Computational Fluid Dynamics (dinámica de fluidos computacional). Esta simulación permite visualizar los más diversos flujos de aire. Sin embargo, esto no es suficiente para optimizar las tecnologías de separación. ¡Aquí también se producen a menudo malentendidos en la tecnología de ventilación y la purificación del aire!

Malentendido

¡Basta con optimizar el flujo de aire!

En muchos casos, la tecnología de ventilación solo se ocupa del flujo de aire. Por ejemplo, la tarea de introducir aire fresco en una gran sala de conciertos de la forma más cómoda posible, sin que los asistentes sientan corrientes de aire desagradables o frío. Además, la introducción debe realizarse de forma totalmente silenciosa.

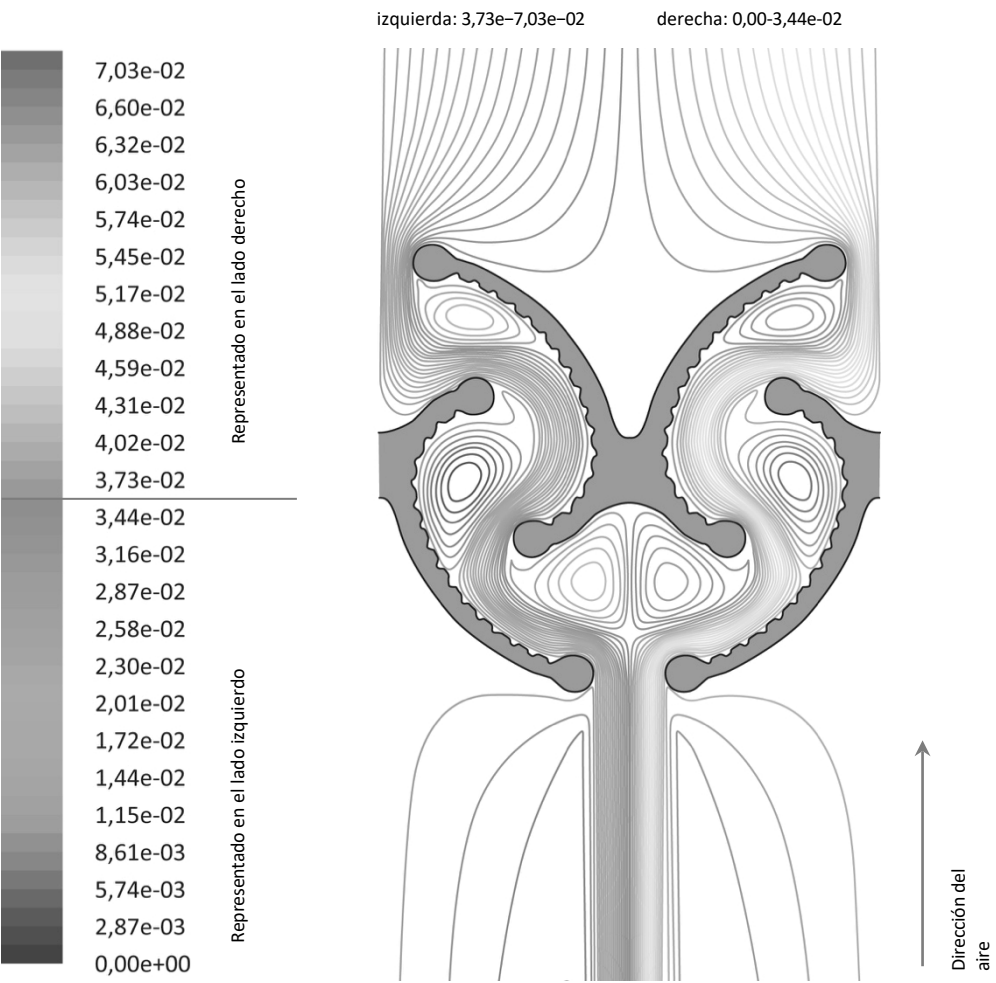
Sin embargo, la optimización de los filtros y separadores en el control de la contaminación atmosférica no solo se centra en el flujo de aire y el análisis de su recorrido y velocidad. La tarea real de la purificación del aire consiste en separar las partículas transportadas del flujo de aire mediante filtros o separadores. En términos sencillos, los filtros funcionan como un colador y los separadores como tornados. Para optimizar el funcionamiento de los separadores, es necesario crear pequeños tornados en su interior. Solo así las partículas son expulsadas del flujo de aire y pueden ser separadas.

Análisis de las trayectorias de las partículas

Hoy en día, también se puede examinar y visualizar el flujo de partículas con ayuda de sistemas CFD. Así, ya no solo se observan los flujos de aire, sino también el comportamiento de las partículas o aerosoles que transportan.

¿Los aerosoles más pequeños y, por lo tanto, más ligeros, siguen el mismo camino que el flujo de aire? Un estudio CFD muy interesante es la visualización de las diferentes trayectorias de los aerosoles. El recorrido de estas trayectorias depende del tamaño de las partículas. Con análisis CFD muy buenos, ahora se puede incluso determinar en qué punto de un separador se separa un aerosol del flujo de aire. Durante el desarrollo de nuestros separadores, nos sorprendieron y asombraron en más de una ocasión los resultados de este tipo de análisis.

Análisis CFD de un separador X-CYCLONE®



Comportamiento del flujo de partículas de diferentes tamaños (kg/s)
Los diferentes tamaños de partículas se indican con diferentes tonos de gris.

Figura 12

Ejemplo de la historia de la empresa

Durante el desarrollo de nuestros separadores, también creíamos con demasiada frecuencia que sabíamos de antemano cómo se comportaría el flujo de aire y qué ocurriría con todas las partículas transportadas por el aire, es decir, d-, dónde serían expulsadas. Para validar nuestra hipótesis, realizamos análisis CFD. Los resultados presentados fueron a menudo completamente diferentes de lo que esperábamos.

Recuerdo un estudio en el que todos estábamos convencidos al cien por cien de que en un separador de nuevo desarrollo se formarían rápidamente pequeños remolinos con una fuerte rotación que expulsarían con gran eficacia las partículas transportadas por el aire. Llenos de orgullo, bautizamos este prototipo de nuevo desarrollo con el nombre de X-CYCLONE®.

La X hace referencia a la geometría del separador. Ya no lo construíamos con dos chapas simples dobladas en forma de U, sino que dimos a los perfiles del separador una geometría mucho más compleja. Al principio solo podíamos fabricarlos con perfiles de aluminio extruido. Las superficies parecían versiones en miniatura de las alas de un avión, que dispusimos en forma de X. Como ya habrán adivinado, la segunda parte del nombre de nuestro nuevo desarrollo hace referencia a los ciclones tropicales (-), en su forma inglesa CYCLONE.

El análisis CFD del nuevo prototipo de separador no se concibió como un análisis, sino más bien como una confirmación que queríamos llevar a cabo por seguridad, a pesar del gran esfuerzo que suponía. De todos modos, ya sabíamos cuál sería el resultado. O eso creíamos...

Un análisis CFD es, de hecho, muy laborioso. Como se ha explicado anteriormente, el estudio no solo examina el comportamiento del flujo de aire, sino también el de las partículas presentes en él. Para poder llevar a cabo este estudio, se necesita un modelo tridimensional

. No hay problema, pensé hace años, lo tenemos todo, si no, no podríamos fabricarlo. Pero yo también había caído en un error.

Equívoco

Para una simulación CFD basta con un modelo tridimensional del separador.

El modelo tridimensional del espacio

Para el estudio, no solo necesitábamos el modelo tridimensional de nuestro separador, es decir, los perfiles de aluminio, sino también un modelo de la sala por la que circula el aire. ¡Es lógico! Cuando se analiza el flujo de aire en un conducto de ventilación redondo, se observa el espacio cilíndrico en el interior del conducto y no la chapa del conducto de aire. Sin embargo, esto no facilitó nuestra tarea. Dado que la geometría de nuestro nuevo perfil de aluminio X-CYCLONE® ya era muy compleja, el espacio por el que fluía el aire era aún más complejo. Pero para el análisis CFD es necesario modelar precisamente este espacio.

La malla (red de cálculo)

A este procedimiento, ya de por sí complejo, se añade la dificultad de tener que cubrir el espacio por el que circula el aire con una red de cálculo. Para ello se utiliza a menudo el término inglés «mesh». La forma en que se dispone dicha red de cálculo en este espacio por el que circula el aire tiene, a su vez, una gran influencia en la calidad del análisis CFD. Sin embargo, si se sigue este camino con mucho cuidado, se obtienen análisis de flujo muy detallados, tanto del flujo de aire como de las partículas, ¡aunque los resultados pueden ser extremadamente frustrantes!

Análisis CFD de un separador X-CYCLONE®



Figura 13

Un resultado decepcionante

¡Todos los comienzos son difíciles– : ¡el aire fluye de forma diferente a lo previsto!

El análisis CFD proporcionó resultados muy decepcionantes para nuestros primeros prototipos X-CYCLONE®. En la zona por donde fluía el aire, donde estábamos convencidos de que se formarían pequeños ciclones que expulsarían partículas a una velocidad de rotación de más de 10 metros por segundo, ¡no ocurrió nada de eso! Lo recuerdo como si fuera ayer. El análisis CFD mostraba claramente una zona vacía cuya forma recordaba a una gota de aproximadamente un centímetro.

La causa

Debido a que la geometría en X de nuestro perfil presentaba una curvatura excesiva, el flujo de aire no podía seguirla y se formaba una zona por la que no circulaba aire, por lo que era imposible que se formaran ciclones que se encargaran de la separación. Ni siquiera los profesionales de la ventilación pueden evaluar correctamente de antemano el comportamiento del flujo de aire.

La optimización

Para nuestro proyecto de desarrollo de entonces, destinado a optimizar la separación del X-CYCLONE®, esto significó empezar desde cero y revisar la geometría de nuestros separadores. En esencia, un proceso interminable de desarrollo y mejora continuos. Finalmente, logramos desarrollar productos con una tecnología similar a la de Dyson y utilizarlos en la ventilación y la purificación del aire según los estándares industriales.

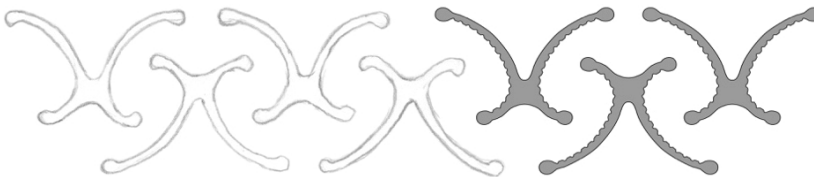
Desarrollo de la geometría de los separadores



Separadores de chapa de impacto con perfiles en forma de U



Prototipo del separador X-CYCLONE®
con perfiles en X con forma de alas de avión



Separador X-CYCLONE® con perfiles en geometría X optimizada para una
conducción óptima del flujo de aire (véase la fig. 15)

Figura 14

El éxito de nuestros separadores

Los separadores X-CYCLONE® que hemos desarrollado se han consolidado en los sectores más diversos.

En plataformas petrolíferas, en empresas de acabado textil, en instalaciones para la fabricación de leche en polvo, en instalaciones de pintura de la industria automovilística, en la industria alimentaria, en cocinas industriales, en la construcción de maquinaria e incluso en instalaciones para la fabricación de obleas de silicio para la microelectrónica, los «torbellinos ciclónicos» de nuestros separadores con perfil X garantizan una purificación del aire altamente eficiente.

Principio de funcionamiento de un separador X-CYCLONE®



Figura 15

3. ¿Cómo se pueden eliminar los vapores y los olores

?



La eliminación de vapores y olores es una tarea muy compleja en la tecnología de ventilación y control de la contaminación atmosférica. Se podría pensar que, tras la captación, separación y limpieza, el aire debería estar limpio y, por lo tanto, no se percibiría ningún olor. Se han eliminado todas las partículas, aerosoles y sustancias nocivas, entonces, ¿qué puede causar los malos olores?

Malentendido

No hay contaminación por olores en un aire libre de aerosoles, partículas y contaminantes.

Lamentablemente, este es otro malentendido en la tecnología de ventilación y control de la contaminación del aire que se tratará en este capítulo. Permítanme explicarlo con un ejemplo sencillo de la práctica.

Ejemplo práctico: repostar combustible

Muchos de nosotros hemos ido alguna vez con el coche a la gasolinera y hemos repostado combustible. Seguro que a la mayoría nos ha llegado alguna vez el olor a gasolina o gasóleo.

Olor a gasolina al repostar



Figura 16

Pero, ¿por qué olemos la gasolina al repostar, aunque en la mayoría de los casos no haya salpicaduras de combustible ni aerosoles en el aire? Esto queda muy claro cuando se quiere llenar el depósito hasta el borde y hay que tener cuidado de que no se derrame nada. Al mirar cuándo se ve el nivel de combustible en el tubo, la nariz está cerca del tubo y se huele el combustible intensamente, incluso sin que se derrame nada.

Si se realizara una medición de partículas en las inmediaciones de la boquilla, no se detectaría ningún aerosol o partícula de combustible en el aire alrededor de la boquilla del depósito. Pero entonces, ¿por qué huele a combustible cuando repostamos? A continuación se da la respuesta.

3.1. El malentendido sobre la diferencia entre vapores y aerosoles

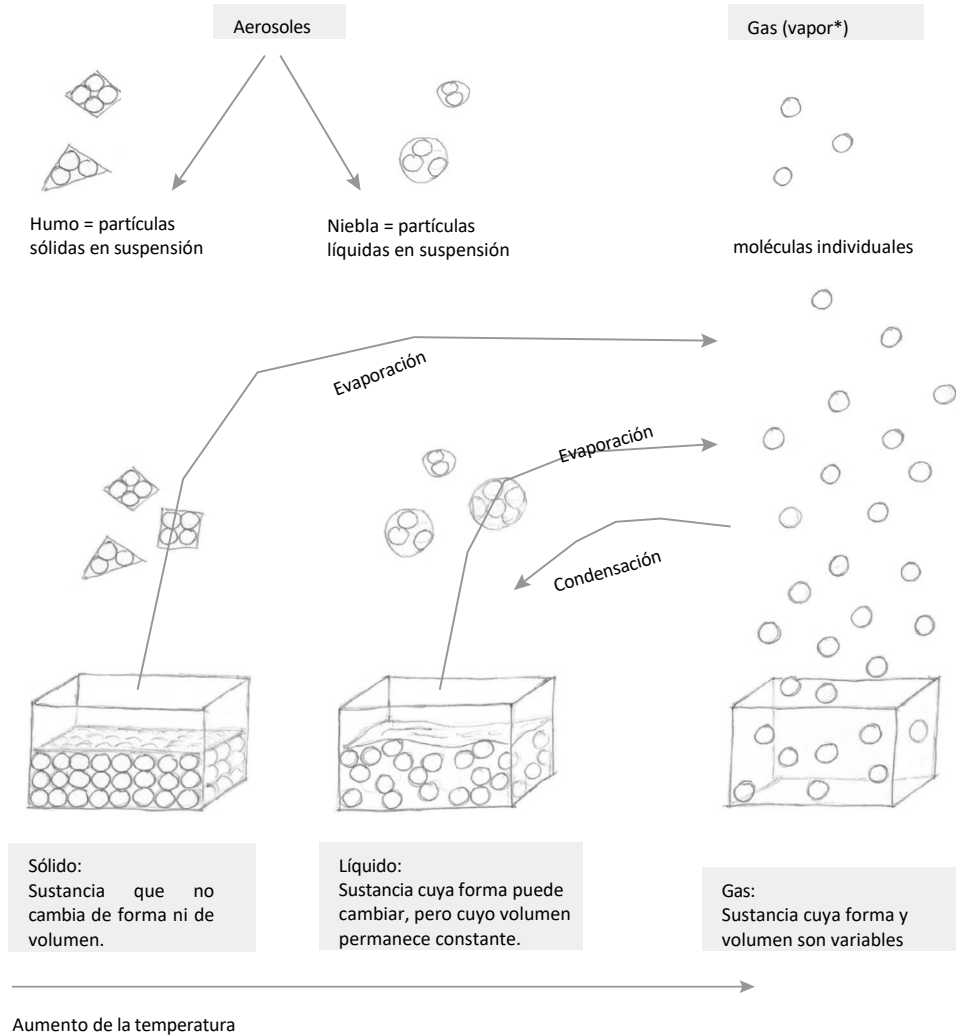
¿Por qué huele a combustible cuando repostamos, aunque no se ve nada en el aire? Lo que se huele es combustible evaporado. El Super Plus, en particular, es muy volátil. Esto significa que se evapora incluso a temperaturas bastante bajas. Este vapor, en realidad gas, se escapa por la boquilla del depósito y es el responsable del olor.

Malentendido

El aire sin aerosoles es limpio.

Este sencillo ejemplo ilustra de manera muy clara que el aire libre de aerosoles no tiene por qué ser limpio y puede seguir siendo perjudicial para el medio ambiente. La contaminación del aire por líquidos evaporados es un problema que también preocupa mucho a las asociaciones profesionales.

Diferencia entre aerosoles y gas



* En general, se entiende por vapor las gotitas que se encuentran en el aire, como el vapor que se forma al cocinar. Sin embargo, desde el punto de vista científico, el vapor es el estado gaseoso de una sustancia (resultante de la evaporación, la evaporación, la ebullición o la sublimación).

Figura 17

Ejemplo práctico de la ingeniería mecánica

Recuerdo muy bien cuando visité con nuestro socio comercial de Baviera la asociación profesional responsable de la ingeniería mecánica en Baviera. Allí nos mostraron estudios con resultados de mediciones en los que se había investigado la contaminación del aire por refrigerantes y lubricantes en máquinas herramienta. Los resultados mostraban exactamente el mismo fenómeno que en el ejemplo anterior de la gasolinera. El análisis del aire alrededor de la máquina herramienta reveló que prácticamente no había contaminación atmosférica por aerosoles y que se cumplían todos los valores límite de aire. Al menos, eso se pensaba.

Cuando los especialistas de la asociación profesional examinaron la proporción de refrigerantes y lubricantes evaporados de diversas máquinas herramienta, detectaron cantidades considerables en el aire – , en algunos casos con concentraciones de hasta 100 miligramos de vapores de refrigerantes y lubricantes en un metro cúbico de aire ambiente. ¡Esto supone un exceso de los valores límite vigentes de hasta diez veces! ¿Cómo pudo suceder esto?

Los primeros efectos de evaporación se producen debido a la presión muy alta dentro de las máquinas, donde los refrigerantes y lubricantes se pulverizan muy finamente a través de boquillas. Además, se evapora mucho líquido debido a las altas temperaturas de las herramientas que trabajan el metal. Lo que a menudo se subestima en este contexto es la corriente de aire constante que producen los purificadores de aire de las máquinas herramienta.

Vapores de refrigerante en una máquina herramienta

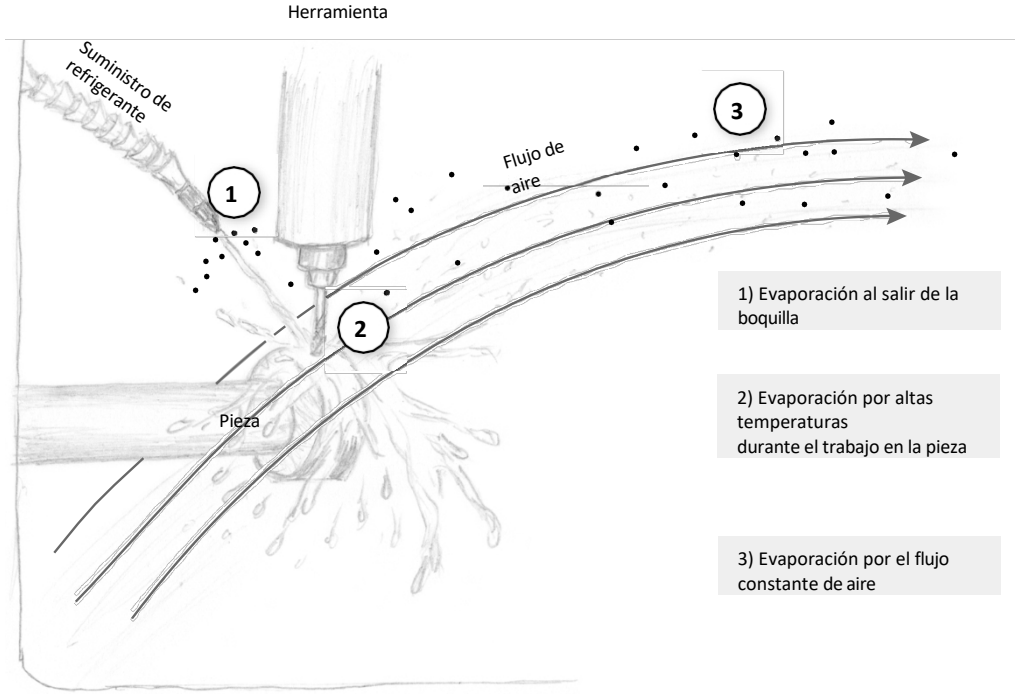


Figura 18

Recuerde lo que hemos visto en el capítulo 1: para capturar y aspirar, necesitamos un gran volumen de aire de salida y un flujo de aire en dirección a la captura. Este flujo de aire puede compararse con el viento que sopla sobre la superficie de un gran lago. Solo con este flujo de aire, el agua se evapora, se absorbe como humedad del aire y se transporta con el flujo de aire. Efectos similares se producen en una máquina herramienta o al repostar combustible. De este modo, se transportan inmensas cantidades de líquido en forma de vapor con el aire. Estos vapores pueden provocar importantes riesgos para la salud y molestias por olores.

Ejemplo: industria alimentaria

El mismo fenómeno se puede observar en la industria alimentaria y en las cocinas industriales. En todas las instalaciones y aparatos de cocina que funcionan a altas temperaturas se evaporan líquidos. Los procesos típicos son hornear, freír y freír. Aquí se alcanzan temperaturas de entre 140 y 190 grados centígrados. Los aceites y las grasas se evaporan parcialmente y son captados y aspirados por los sistemas de ventilación.

Ejemplo práctico: instalaciones de fritura

En la industria alimentaria ya hemos podido admirar instalaciones para freír patatas fritas que, en cuanto a dimensiones, se asemejan a una gran bañera. En esta bañera se fríen cada día cientos de miles de patatas fritas, lo que libera inmensas cantidades de vapor. Este vapor se compone en su mayor parte de aceite evaporado de la grasa de fritura y agua evaporada que, antes de la fritura, estaba aún ligada a las patatas fritas. También aquí observamos el fenómeno descrito anteriormente: al analizar el aire de escape del proceso mediante una medición de partículas, no se detectó ninguna contaminación del aire, que parecía limpio y apenas contaminado. Sin embargo, ya se podía ver a simple vista que el aire de escape de este proceso de transformación no podía estar limpio, ya que parecía la nube de vapor de una vieja locomotora de vapor. Además, al igual que en la gasolinera, se percibía un olor intenso. Aunque era más agradable que el de la gasolinera, indicaba claramente que había contaminación atmosférica.

Ejemplo: cocina privada

Algo similar se puede observar en la cocina de su casa, por ejemplo, al freír un filete a alta temperatura. Es posible que salten algunas salpicaduras de aceite, que pueden clasificarse como aerosoles, pero lo que se elevan por encima de la cocina y son captados y aspirados por la campana extractora es principalmente aire con aceites y agua evaporados. Solo llegan unas pocas gotas, aerosoles y salpicaduras.

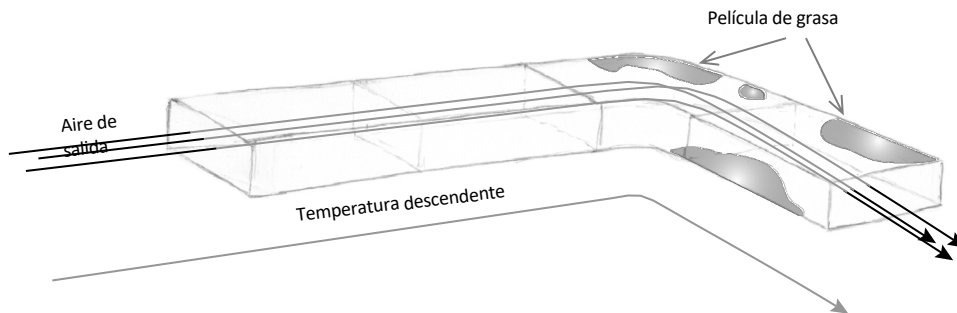
Condensación de los líquidos evaporados

En la industria y en las cocinas profesionales, estos líquidos evaporados causan grandes problemas en el aire de escape de los procesos. Estos vapores no solo provocan malos olores, sino que también pueden condensarse de nuevo cuando el aire de escape se enfría. El líquido evaporado vuelve entonces del estado gaseoso al estado líquido. Esto se observa sobre todo en grandes empresas industriales y grandes hoteles. ¿Por qué? Porque en los edificios grandes los conductos de aire de salida suelen ser muy largos.

Problemas higiénicos y riesgo de incendio debido a los largos conductos de aire de salida

Ya se trate de un proceso de cocción en la cocina de un gran hotel o de un proceso de transformación en una empresa industrial, el aire que se captura y aspira directamente en el proceso debe transportarse a continuación a través de un conducto de aire de salida muy largo hasta que finalmente sale del edificio y se expulsa con ayuda de grandes equipos de ventilación. Durante el largo recorrido por el conducto de ventilación, a menudo formado por segmentos rectangulares de chapa, el aire se enfría. De este modo, el líquido evaporado se condensa y se deposita en los conductos de aire de salida y en el aparato de ventilación. Estos depósitos no solo suponen un problema higiénico, sino que también suponen un riesgo de incendio.

Los conductos de aire de salida largos y sus peligros



Al salir al exterior, el aire se enfría cada vez más. De este modo, los vapores se condensan y forman películas de agua y grasa en el conducto de aire de salida-, lo que constituye un caldo de cultivo para microorganismos y una posible fuente de incendio.

Figura 19

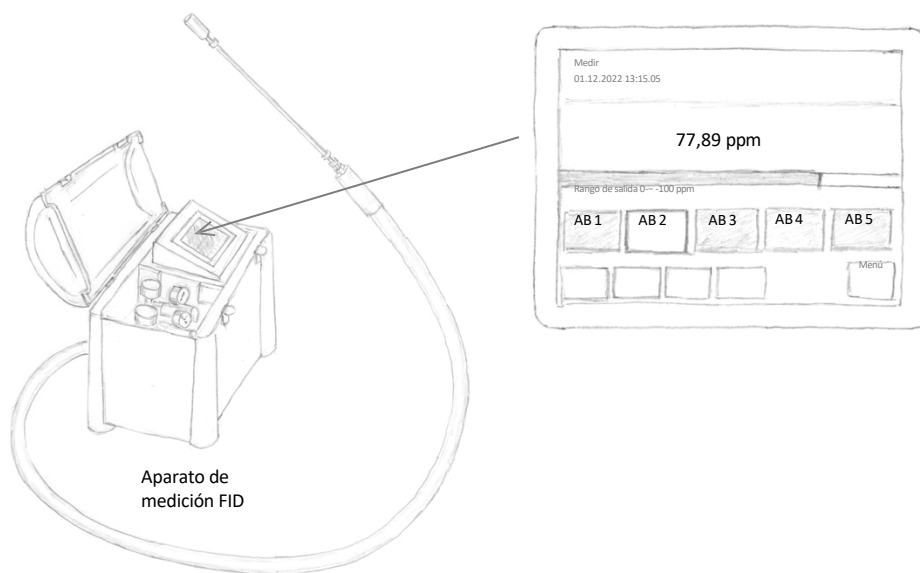
Las normas europeas exigen que se tengan en cuenta los vapores y su condensación

El aire libre de aerosoles y partículas no tiene por qué estar limpio. Lo que a menudo se percibe como mal olor son, en la mayoría de los casos, vapores. Por este motivo, normas europeas como la DIN EN 16282 exigen que, además de la purificación del aire en cocinas industriales mediante filtros y separadores, se tengan en cuenta los líquidos evaporados y su condensación. Para ello, es necesario medir y analizar estas concentraciones, que en algunos casos son muy elevadas.

3.2. ¡Los medidores FID pueden ser útiles para analizar la contaminación del aire!

Los medidores FID permiten obtener información sobre la cantidad de líquido evaporado presente en el aire. FID es la abreviatura de «detector de ionización por llama». Un medidor FID ayuda a determinar la cantidad de compuestos orgánicos volátiles evaporados. Coloquialmente, a menudo se habla del «C total» en el aire de salida, refiriéndose a los hidrocarburos en forma de vapor presentes en el aire. Si, por ejemplo, queremos saber cuánto combustible evaporado llega a nuestra nariz al repostar, un medidor de este tipo sería el equipo ideal. Los medidores FID también son muy útiles para analizar refrigerantes y lubricantes evaporados en la industria manufacturera o en instalaciones de producción de alimentos.

Medición de la cantidad de partículas y vapor



El resultado de la medición de la cantidad de vapor actual se muestra en la pantalla.

20

Análisis de la contaminación atmosférica

Si se analiza el aire de salida de los procesos mencionados anteriormente, la contaminación real suele ser el resultado de la suma de los aerosoles y vapores transportados por el aire. El resultado de este análisis global muestra a menudo que hay 80 miligramos de vapor y solo 20 miligramos de aerosoles en un metro cúbico de aire ambiente. Aplicado a este ejemplo, esto significaría que tendríamos un total de 100 miligramos de contaminación en un metro cúbico de aire ambiente. En este punto, podemos ignorar si esta contaminación proviene de un refrigerante y lubricante en una fábrica de maquinaria, de aceite de fritura en la producción de alimentos o de la cocina de un hotel, ya que el problema y la tarea son los mismos: debemos ocuparnos de ambos.

Malentendido

No es necesario medir los líquidos evaporados.

Debemos tener en cuenta tanto los líquidos evaporados como los aerosoles transportados por el aire procedentes de estos líquidos. Un error frecuente en la tecnología de ventilación y control de la contaminación atmosférica es no medir ni analizar estas contaminaciones del aire. Si se mide algo, en el mejor de los casos se mide la concentración de partículas de los aerosoles. Casi nunca se analizan ambos, los vapores y los aerosoles. Esto también lo confirman las conversaciones con los compañeros de la asociación profesional de Baviera.

En las freidoras de las cocinas industriales o en los grandes contenedores de virutas metálicas calientes de las fábricas o instalaciones similares se forman pequeñas nubes blancas durante el funcionamiento. Visualmente, se parecen mucho al vapor que se eleva cuando se calienta agua en una olla en casa. Sin embargo, la diferencia es que el vapor que se eleva de los recipientes industriales contiene aceites y refrigerantes o lubricantes.

Estas sustancias suelen ser la fuente de fuertes olores y no se tienen suficientemente en cuenta ni se investigan lo suficiente.

Realizar mediciones de partículas y FID

Es imprescindible analizar estas emisiones mediante mediciones de partículas y FID. A partir de estas mediciones se puede deducir el siguiente paso: la purificación del aire mediante la eliminación de estos vapores.

Solución 1: carbón activo

Una posible solución puede ser, por ejemplo, el uso de filtros de carbón activo. En términos sencillos, el carbón activo funciona como una especie de filtro molecular. Es muy poroso y tiene numerosos poros muy pequeños que pueden absorber los vapores por adsorción. De este modo, los vapores se adhieren a la superficie del carbón activo. Sin embargo, esto solo funciona mientras el carbón activo no esté demasiado saturado por los aerosoles que se forman durante la condensación.

Desventajas del uso de carbón activo

A menudo, los filtros de carbón activo solo se utilizan en el aparato de ventilación al final de un largo conducto de aire de salida. Cuando el aire llega allí, ya se ha enfriado varios grados y los vapores comienzan a condensarse. Esto obstruye los numerosos poros del carbón activo con demasiada rapidez, lo que lo hace ineficaz. Si los vapores que se condensan son aceites, en combinación con el carbón activo se produce, en el sentido más literal de la palabra, una mezcla altamente inflamable.

Uso del carbón activo

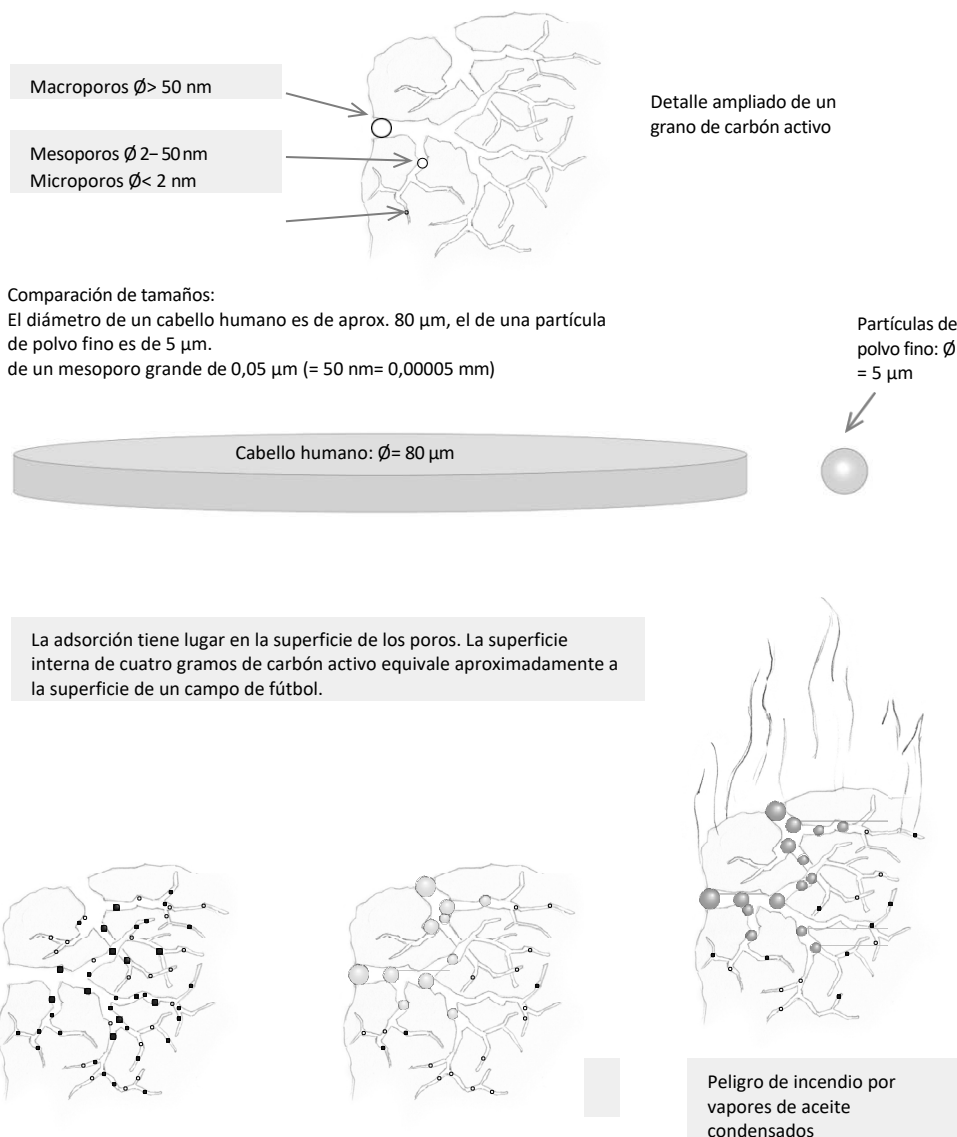


Figura 21

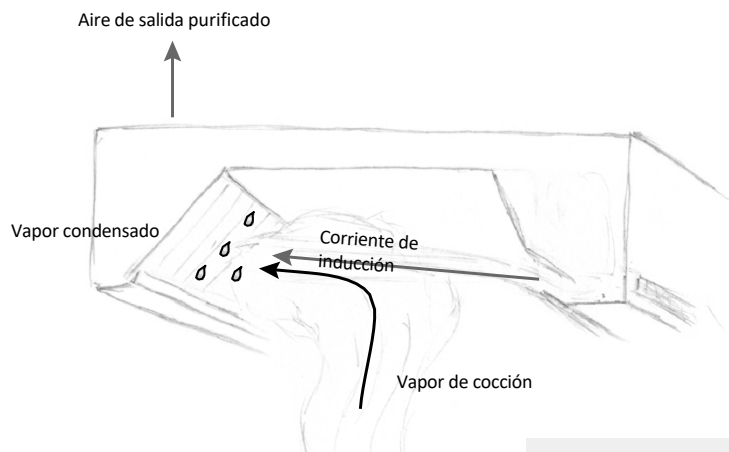
Solución 2: condensación forzada

Otra posibilidad para controlar los líquidos evaporados y reducir su cantidad es la condensación forzada directamente durante la captación y la aspiración.

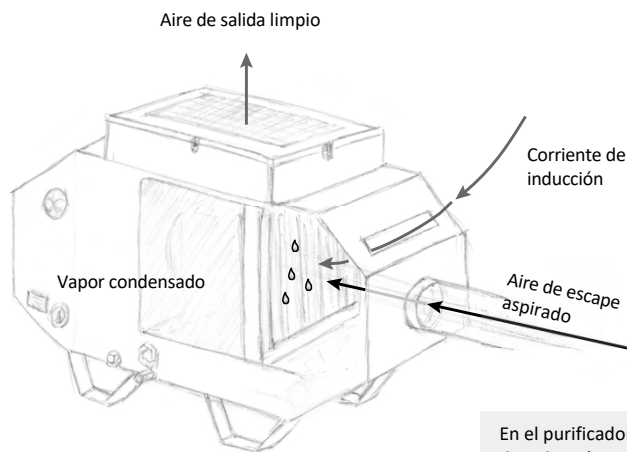
Como se describe en el capítulo 1, en REVEN GmbH hemos desarrollado dispositivos de captación que no solo aspiran, sino que también soplan. El aire que se va a capturar, junto con los aerosoles, virus y sustancias nocivas, se transporta lo más rápido posible mediante soplado auxiliar a la zona en la que la potencia de aspiración de los purificadores de aire, campanas extractoras y aparatos de ventilación es mayor, es decir, directamente a la zona de sus aberturas de aspiración.

Para ello, hemos desarrollado tanto campanas extractoras modernas como purificadores de aire industriales, equipados con un dispositivo adicional de soplado auxiliar. De este modo, en el caso de las campanas extractoras, se garantiza que los vapores que se elevan durante la cocción fluyan rápida y directamente desde el aparato de cocción hacia la zona del filtro y la aspiración, donde son capturados y extraídos. Además, hemos conseguido forzar la condensación de los líquidos evaporados. El aire de la corriente de inducción, es decir, el aire insuflado, siempre es unos grados más frío que el aire que se va a capturar. Esta diferencia de temperatura nos ayuda a provocar la condensación de los líquidos evaporados directamente durante la captura y la aspiración, tanto en nuestras campanas extractoras perfeccionadas como en nuestros purificadores de aire para máquinas herramienta.

Condensación forzada



En la campana extractora de la cocina: gracias a la corriente de inducción más fría, los vapores se condensan y se separan en su camino hacia el conducto de aire de salida.



En el purificador de aire industrial: gracias al flujo de inducción más frío, los vapores se condensan antes de llegar al separador X-CYCLONE® y se separan.

Figura 22

Ventajas de la condensación forzada

Cuando el aire de proceso se libera de los líquidos evaporados y los aerosoles transportados por el aire, queda realmente limpio y purificado. De este modo, las emisiones olorosas se reducen al mínimo y pueden neutralizarse por completo mediante filtros de olores instalados a continuación. Las tecnologías utilizadas para la neutralización de olores pueden ser sistemas UV, de ozono, de carbón activo o de oxidación química. Todas ellas tienen algo en común: solo funcionan y desarrollan todo su rendimiento si el aire de escape ha sido purificado previamente de forma eficaz de aerosoles y vapores. Solo entonces tiene sentido instalar tecnologías adicionales para la eliminación completa de olores. Más información al respecto en el siguiente capítulo.

4. ¿Cómo pueden los virus y los olores ¿Se neutralizan?



La neutralización de olores y la eliminación completa de virus y bacterias del aire es una tarea que requiere varios pasos. En primer lugar, es necesario capturar y aspirar de forma eficaz; a continuación, se requieren filtros o separadores de aerosoles muy eficaces y, en este contexto, también es necesaria la condensación de los vapores, como se ha comentado en el capítulo anterior. Solo si se siguen todos estos pasos, los olores pueden eliminarse de forma fiable y completa con sistemas UV-C u ozono.

Malentendido

La radiación UV resuelve todos los problemas relacionados con virus, bacterias y olores.

Un error muy extendido en la tecnología de ventilación y purificación del aire, que persiste con obstinación, es la creencia de que no hay que preocuparse demasiado por todos estos pasos, desde la captación y aspiración hasta la separación y condensación. Basta con colocar cualquier lámpara que emita luz ultravioleta en los purificadores de aire y en los sistemas de extracción de aire y todo irá bien. Esto o algo similar es lo que sugieren las promesas de muchos competidores del mercado que escucho una y otra vez.

Existen muchos malentendidos e información errónea sobre el funcionamiento y los efectos de las tecnologías de purificación del aire que utilizan radiación ultravioleta. Esto comienza con el hecho de que muchos fabricantes no informan a los usuarios sobre el ámbito de aplicación real de la radiación ultravioleta. Un aspecto importante al que hay que prestar especial atención es la pregunta: «¿Qué se pretende conseguir con el uso de sistemas UV-C?». ¿Queremos eliminar los virus y las bacterias del aire o queremos eliminar las grasas y los aceites del aire de salida? Creo que estarán de acuerdo conmigo en que aquí ya se pueden distinguir diferentes tareas y que la eliminación de virus del aire de salida no puede ser lo mismo que la eliminación de aceites y grasas.

Por eso, primero debemos hablar sobre para qué queremos utilizar la radiación ultravioleta en nuestro sistema de ventilación. El sistema UV-C que se utilice dependerá de la tarea que se quiera realizar. Las diferentes tareas de estos sistemas pueden ser las siguientes:

- *Desinfección de objetos*
- *Neutralización de olores en el aire*
- *Eliminación de virus y bacterias en el aire*

Estas tres tareas ya abarcan tres ámbitos completamente diferentes, cada uno de los cuales requiere el uso de sistemas UV-C muy distintos. No existe un sistema que pueda realizar las tres tareas.

A esto se suma la tarea, rodeada de mitos, de la llamada «combustión de grasas». Más adelante aclararemos de qué se trata.

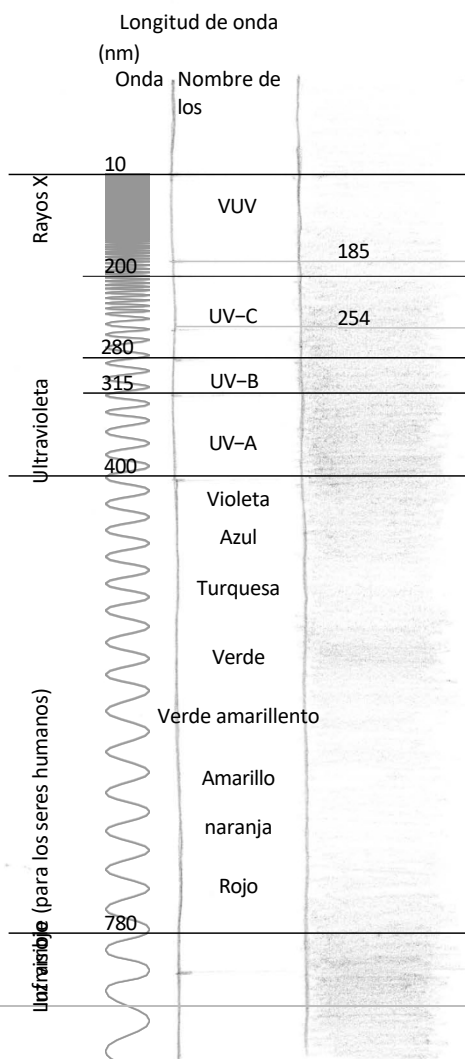
Por lo tanto, necesitamos un sistema UV-C que esté especialmente diseñado para una de estas tareas. Pero incluso entonces, sigue siendo cuestionable si la tarea en cuestión se puede resolver de manera realmente satisfactoria.

4.1. El malentendido sobre la radiación UV-C

Los sistemas UV-C se integran con frecuencia en los purificadores de aire para viviendas. A raíz de la pandemia mundial, a partir de 2020 el mercado se vio literalmente inundado por este tipo de purificadores de aire. Se prometió a los usuarios que la radiación ultravioleta de estos aparatos podía eliminar virus peligrosos. Pero, ¿cómo puede funcionar algo así?

Visualmente, estos sistemas UV-C recuerdan a los tubos fluorescentes convencionales, como los que se utilizan, por ejemplo, en los sistemas de iluminación de grandes oficinas. Se ofrecen en diferentes tamaños. Cuando se enciende un tubo UV-C, no emite una luz blanca como la iluminación de oficina, sino que brilla con un tono azulado, similar al de los solárium. Esta luz azul es una radiación UV-C de onda corta generada artificialmente con una longitud de onda de entre 250 y 280 nanómetros aproximadamente.

Espectro electromagnético



UV-A y UV-B

Estos rayos UV son los únicos que llegan a la Tierra. El ser humano los necesita para producir vitamina D en el organismo. Provocan el bronceado de la piel. Sin embargo, en dosis demasiado altas, la radiación es perjudicial, tanto a corto plazo (riesgo de quemaduras solares) como a largo plazo (riesgo de cáncer de piel).

UV-C

Para la esterilización se utiliza luz UV-C generada artificialmente con una longitud de onda de 250 a 280 nm. Los 254 nm son ideales para dañar el material genético de los microorganismos. Los rayos UV-C también son perjudiciales para los seres humanos.

V (vacío) UV

Del espectro ultravioleta se utiliza luz generada artificialmente con una longitud de onda de 185 nm para formar ozono. Su uso solo funciona con tubos de cuarzo especiales.

Figura 23

Factor longitud de onda

Para los sistemas UV-C, el rango de longitud de onda de la radiación es importante, ya que solo así se eliminan las bacterias y los virus o se impide que sigan multiplicándose al dañar su material genético. Este conocimiento se utiliza desde hace mucho tiempo en la tecnología médica, por ejemplo, para desinfectar instrumental quirúrgico y herramientas médicas. Estos aparatos de desinfección suelen ser cajas rectangulares similares a las microondas convencionales. Estas cajas tienen tubos UV-C integrados que permiten irradiar el interior en un rango de longitud de onda de 250 a 280 nanómetros. De este modo, los objetos que se colocan en un esterilizador ultravioleta se desinfectan mediante la radiación UV-C.

El factor tiempo

En las fichas técnicas de estos esterilizadores UV-C se indica repetidamente que la esterilización completa, es decir, la eliminación total de gérmenes, puede lograrse tras un tiempo de irradiación de unos 30 segundos.

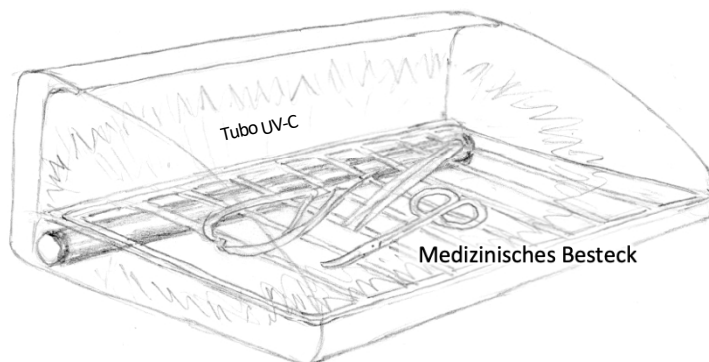
En la mayoría de los esterilizadores UV-C se puede ajustar un tiempo de desinfección de entre 30 segundos y 60 minutos, de forma muy similar al ajuste de tiempo de un microondas doméstico.

Longitud de onda+ Tiempo= Resultado deseado

De este modo, hemos delimitado un primer ámbito de aplicación para el que existen numerosas soluciones técnicas, productos y experiencias: si se desea eliminar por completo los virus y las bacterias de objetos como tijeras, cuchillos, alicates, agujas, etc., se necesita una radiación ultravioleta generada artificialmente en un rango de longitud de onda de entre 250 y 280 nanómetros aproximadamente. También es muy importante que estos objetos se expongan a esta radiación durante al menos 30 segundos para que queden realmente esterilizados. Así

Al menos, esa es la recomendación de los fabricantes de esterilizadores UV-C, que se utilizan desde hace muchos años en la tecnología médica.

Desinfección en un esterilizador UV-C



Este moderno esterilizador funciona en dos pasos:

- Radiación UV-C (254 nm) durante al menos 30 segundos para destruir el material genético de los microorganismos.
- Radiación VUV (185 nm) para eliminar por completo los microorganismos mediante ozono.

Figura 24

¿Qué debemos o tenemos que deducir de esto para la tecnología de ventilación y la purificación del aire?

En realidad, la respuesta es bastante sencilla y lógica: si queremos eliminar las bacterias y los virus presentes en una corriente de aire, necesitamos la misma radiación ultravioleta, que debe actuar sobre los virus y las bacterias durante un tiempo determinado.

Malentendido

La esterilización del aire funciona igual que con los objetos.

Por sencillo y lógico que parezca, aquí es donde empiezan los problemas en la tecnología de ventilación. En los aparatos de ventilación y los purificadores de aire tenemos que lidiar con aire en movimiento y no con objetos que permanecen inmóviles durante medio minuto durante la esterilización. El aire se mueve en los aparatos de ventilación y los purificadores de aire a una velocidad de al menos un metro por segundo. Todo lo que se encuentra en esta corriente de aire, incluidas las bacterias y los virus, recorre al menos un metro en un segundo. En muchas instalaciones, las distancias son incluso mayores, de dos a cinco metros por segundo.

Distancia recorrida por el aire en un segundo

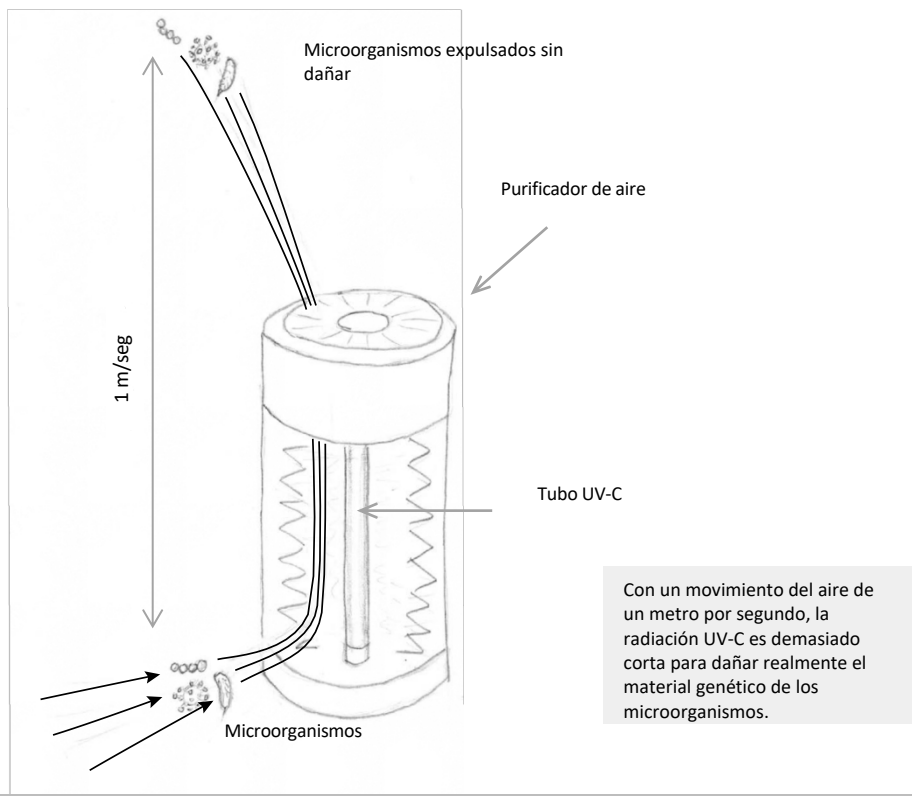


Figura 25

Esta circunstancia ya supone el primer problema y un gran reto. Como hemos aprendido de la descripción de los esterilizadores en la tecnología médica, sería aconsejable exponer las bacterias y los virus a la radiación ultravioleta durante al menos treinta segundos. ¿Cómo podemos lograrlo en un sistema de ventilación?

En un sistema de extracción de aire con una velocidad de aire de un metro por segundo, se necesitaría un conducto de extracción de aire de treinta metros de largo con tubos UV-C. Sin embargo, no encontrará un sistema de este tipo. Los aparatos de ventilación y los purificadores de aire con tubos UV-C rara vez superan el metro de longitud. Por lo tanto, es muy fácil calcular cuánto tiempo están expuestos a la radiación UV-C los virus y bacterias transportados por el aire en estos aparatos: en este tipo de sistemas, la radiación solo tiene un segundo para actuar sobre los virus y las bacterias. Este tiempo es demasiado corto para esterilizar.

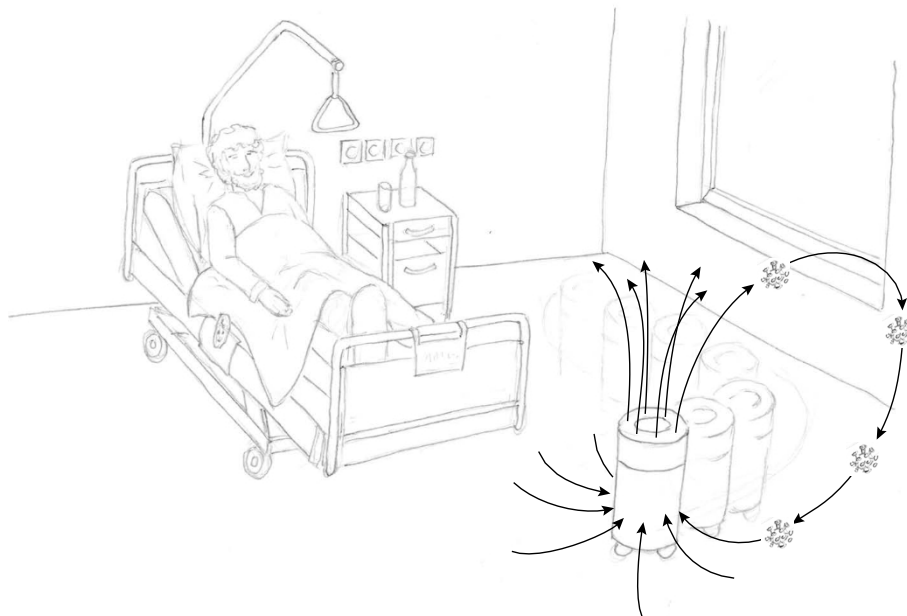
Por lo tanto, no basta con instalar tubos UV-C en un aparato de ventilación o en un purificador de aire, y en la mayoría de los casos tampoco es recomendable. Entonces, ¿qué se puede hacer?

Una posibilidad sería hacer pasar el aire por la zona de los tubos UV-C durante al menos medio minuto para lograr un tiempo de exposición adecuado.

Ejemplo práctico: robots desinfectantes

Esto es básicamente lo que hacen los robots desinfectantes de nuevo desarrollo en los hospitales. Estos dispositivos se han desarrollado durante la pandemia y pueden utilizarse en habitaciones de hospital. Se desplazan de forma autónoma a una habitación y limpian el aire de la misma. Para ello, aspiran el aire y lo expulsan de nuevo. Durante este proceso, el aire se expone a radiación ultravioleta. Este proceso se repite continuamente en la habitación durante un tiempo determinado. Como puede imaginar, de este modo se consigue un tiempo de actuación de al menos treinta segundos.

Robot desinfectante en la habitación de un hospital



Solo cuando el mismo aire pasa en un «bucle continuo» a través del robot desinfectante (representación simplificada) pueden los gérmenes hospitalarios que contiene ser neutralizados por la radiación UV-C.

Figura 26

Sin embargo, este proceso solo puede llevarse a cabo si disponemos de una habitación cerrada en la que el robot pueda aspirar, irradiar y expulsar el mismo aire repetidamente durante un tiempo determinado. Si, por el contrario, se trata de una habitación ventilada en la que se introduce aire fresco y se extrae el aire viciado, la situación es completamente diferente.

El tiempo no es suficiente

Incluso en los purificadores de aire sencillos y pequeños, la aspiración, la limpieza y la expulsión del aire apenas duran más de un segundo. Por lo tanto, está claro que en unos purificadores de aire tan compactos

purificadores de aire compactos. Simplemente no hay tiempo suficiente.

Uso de filtros de partículas en suspensión

El rendimiento de los purificadores de aire compactos se puede mejorar mediante la instalación de filtros de partículas en suspensión. Se trata de filtros de alto rendimiento que también pueden filtrar partículas muy pequeñas, así como virus y bacterias del aire. En combinación con la radiación UV-C, que irradia este filtro de alto rendimiento durante el tiempo suficiente, los virus y las bacterias pueden ser eliminados en el filtro.

Herramientas auxiliares: filtros de partículas en suspensión

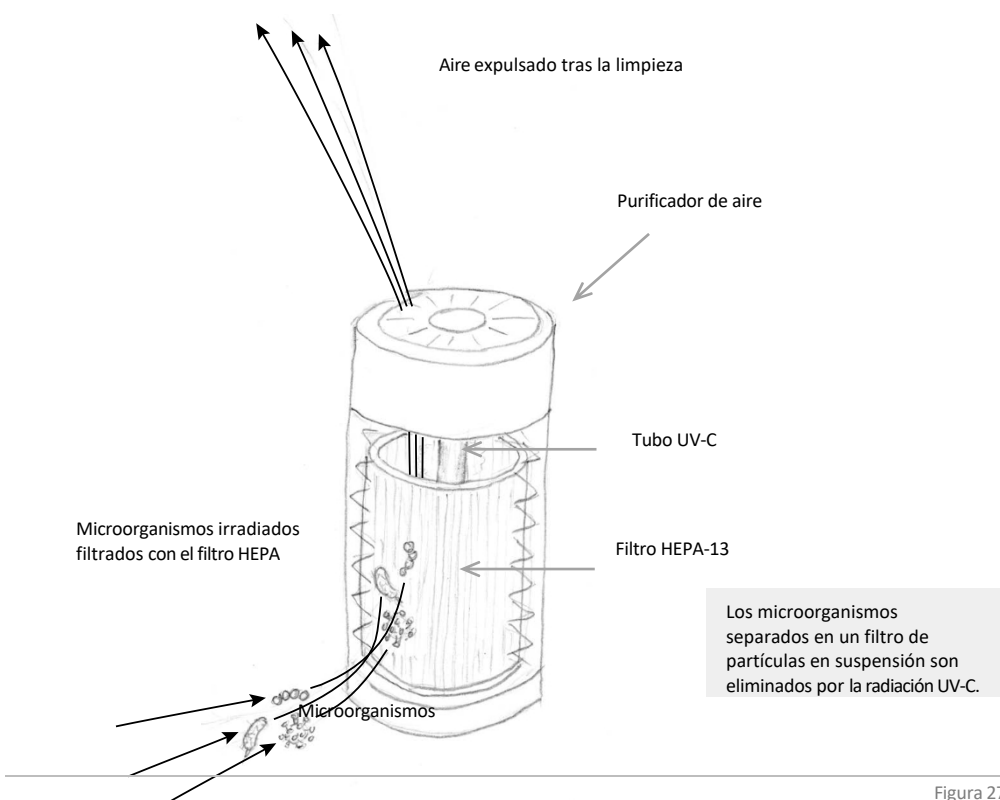


Figura 27

Hay muchos ejemplos similares. En definitiva, siempre se trata de exponer los virus y las bacterias a la radiación ultravioleta adecuada durante el tiempo suficiente para dañar su material genético y evitar su reproducción. Solo mediante la eliminación completa se puede lograr una esterilización real. Desde un punto de vista más científico, se podría resumir así:

La radiación tiene un efecto letal sobre los virus y las bacterias, siempre que sea lo suficientemente intensa y actúe durante el tiempo necesario.

Factor intensidad de la radiación

La intensidad de la radiación depende de los tubos, más concretamente, de su potencia por metro cuadrado de superficie irradiada. Cuanta más potencia en vatios utilicemos, menor será el tiempo de exposición necesario. Si se utilizan LED UV-C de baja potencia, que solo proporcionan unos pocos vatios por luz LED, se necesita un tiempo de exposición correspondientemente más largo. La interacción es relativamente sencilla: cuanto mayor es la potencia de radiación y más largo es el tiempo de irradiación, mayor es el efecto desinfectante, y viceversa.

Pasemos ahora a la eliminación de aceites y grasas del aire de salida y cómo la radiación UV-C puede ayudar en este proceso. Al examinar más detenidamente esta cuestión, nos encontramos con uno de los mayores malentendidos en el campo de la tecnología de ventilación y control de la contaminación del aire. Sin embargo, se trata más bien de un misterio que de un malentendido, y puede describirse con la siguiente pregunta.

4.2. ¿Puede la radiación UV-C eliminar los aerosoles?

Si creemos lo que afirman muchos fabricantes de tecnología de ventilación, la respuesta es sí. A menudo se afirma que la radiación ultravioleta de los tubos UV-C es capaz de eliminar aceites y grasas del flujo de aire de salida. Este misterio está muy extendido, sobre todo en la ventilación de cocinas industriales. Según algunos fabricantes, no son tanto los separadores de aerosoles que presenté en el capítulo dos como los sistemas UV-C los que mantienen la ventilación de las cocinas libre de grasas y aceites.

Como ya se ha explicado anteriormente, estos aceites y grasas pueden estar presentes en el aire en forma de aerosoles o en estado evaporado.

Malentendido

La radiación UV-C limpia el aire de grasas y aceites.

Muchos fabricantes afirman que un sistema UV-C adecuado en el sistema de ventilación de la cocina puede separar todas estas formas de grasas y aceites del flujo de aire y mantener el sistema de ventilación de la cocina completamente libre de aceites y grasas.

Suena muy bien, ¿verdad? Por desgracia, estas revolucionarias propiedades de purificación del aire no se han demostrado hasta la fecha ni una sola vez a un nivel mínimamente científico.

Ahora sabemos lo compleja que es la eliminación fiable de bacterias y virus mediante radiación UV-C. ¡Limpiar el aire de aerosoles y gotas de aceites y grasas con radiación ultravioleta es algo completamente diferente!

Esto empieza por el tamaño y las propiedades de estos contaminantes del aire: un virus es mucho más pequeño que un aerosol de aceite. Además, los virus y las bacterias no se evaporan fácilmente ni se descomponen de otra manera. La radiación ultravioleta daña su material genético de tal manera que ya no pueden multiplicarse y mueren.

Cuando se limpia el aire de salida de aceites y grasas, se afirma que estos se disuelven y desaparecen por completo, ¡al menos según las promesas grandilocuentes! ¿Cómo puede funcionar algo así?

Malentendido

La grasa se descompone completamente por fotólisis.

Los fabricantes hacen las afirmaciones más descabelladas sobre este tema. Por ejemplo, afirman que las lámparas especiales UV son capaces de descomponer la grasa presente en el aire mediante fotólisis. De este modo, la grasa se reduciría en un 95 % y se convertiría en oxígeno, dióxido de carbono, agua y residuos en forma de polvo.

Cuando se pregunta cómo se han medido y validado estas afirmaciones, la respuesta es siempre la misma: «¡Lo hemos observado así!» o «Llevamos muchos años instalando estos sistemas y siempre lo hemos observado así, ¡no podemos equivocarnos!».

En la mayoría de los casos, no existe ninguna tecnología de medición, ningún protocolo de medición ni ningún estudio que respalde ni remotamente estas afirmaciones y observaciones. Las promesas y compromisos se basan en décadas de experiencia y en observaciones propias, que no pueden ser erróneas durante un período de tiempo tan largo.

Ejemplo práctico: valores de emisiones

El grupo VW también cuenta con décadas de experiencia en el desarrollo de motores diésel y estaba seguro de que no podía equivocarse con los valores de emisiones de sus motores.

¿De dónde viene este entusiasmo exagerado? ¿Por qué tantos fabricantes utilizan esta tecnología en la ventilación industrial de cocinas?

Porque es un negocio muy lucrativo. La compra de los tubos no supone ningún problema, cualquier electricista con un poco de experiencia puede integrarlos en un sistema de extracción de aire y, con un esfuerzo realmente mínimo, se puede mejorar el sistema de ventilación de la cocina en varios miles de euros.

Malentendido

Un sistema de ventilación de cocina siempre se mejora con el uso de luz UV.

Sin embargo, aquí surge la pregunta: ¿realmente se ha mejorado el sistema? ¿Se eliminan de forma fiable el 95 % de la grasa y el aceite? ¿El usuario obtiene realmente un valor añadido sostenible con esta inversión adicional?

Para responder a esta pregunta de forma seria, hay que examinar los hechos. Solo entonces podremos intentar responder a las preguntas planteadas anteriormente. Para ello, enumeramos todos los datos contrastados que existen sobre estos mitos:

1. Un sistema UV debe producir ozono

Los sistemas UV-C solo tienen efecto sobre las grasas y los aceites del aire de salida de las cocinas industriales si se utilizan los tubos UV-C adecuados. Estos deben ser capaces de emitir radiación ultravioleta con una longitud de onda inferior a 200 nanómetros. Esto solo es posible con tubos

de un vidrio de cuarzo sintético. El truco aquí es que la radiación ultravioleta en un rango de longitud de onda de 185 nanómetros no es filtrada por este vidrio y, por lo tanto, puede ser emitida. Este es el requisito básico para producir ozono.

2. El ozono oxida las grasas y los aceites.

Por lo tanto, utilizando los tubos adecuados y una radiación con la longitud de onda correcta, se genera ozono en el sistema de ventilación. El ozono es importante para lograr un efecto sobre los aceites, las grasas y muchas otras sustancias. Sin embargo, es un oxidante muy fuerte. Por esta razón, también es perjudicial para la salud e incluso se sospecha que es cancerígeno. No obstante, en el aire de salida de la cocina se puede intentar oxidar los aceites y las grasas. Pero digo conscientemente: ¡se puede INTENTAR!

Informe de investigación de EE. UU.

Estudios recientes realizados en EE. UU. demuestran que este efecto oxidante sobre los aceites y las grasas existe, pero no es muy eficaz. Los aceites y las grasas solo se oxidan parcialmente y estos estudios no confirman la afirmación de que pueden eliminarse por completo. ¡Al contrario! Debido al alto potencial de peligro del ozono, se plantea más bien la cuestión de si la producción de ozono en estos sistemas no perjudica más al medio ambiente que lo que le beneficia. El informe de investigación en cuestión fue publicado en 2020 por la ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) y se titula «Research Project 1614 Determining the Effectiveness of UVC Systems on Commercial Cooking Effluent» (Proyecto de investigación 1614: Determinación de la eficacia de los sistemas UVC en los efluentes de la cocina comercial).

3. Eliminación eficaz de la grasa en la fase previa

Debido a la escasa influencia del ozono sobre los aceites y las grasas, en los sistemas de extracción de aire de las cocinas se debe prestar especial atención a la captación, aspiración y limpieza del aire de salida mediante filtros y separadores, de modo que el aire de salida quede libre de aceites y grasas en la medida de lo posible. Si, además, el aire de salida tiene un olor fuerte, esto se debe a la evaporación de

. Para ello, y solo para ello, se puede utilizar de forma limitada un sistema UV-C que produzca ozono. Sin embargo, no se debe ignorar el potencial peligroso de estos sistemas.

Uso adecuado de la radiación UV en campanas extractoras de cocina

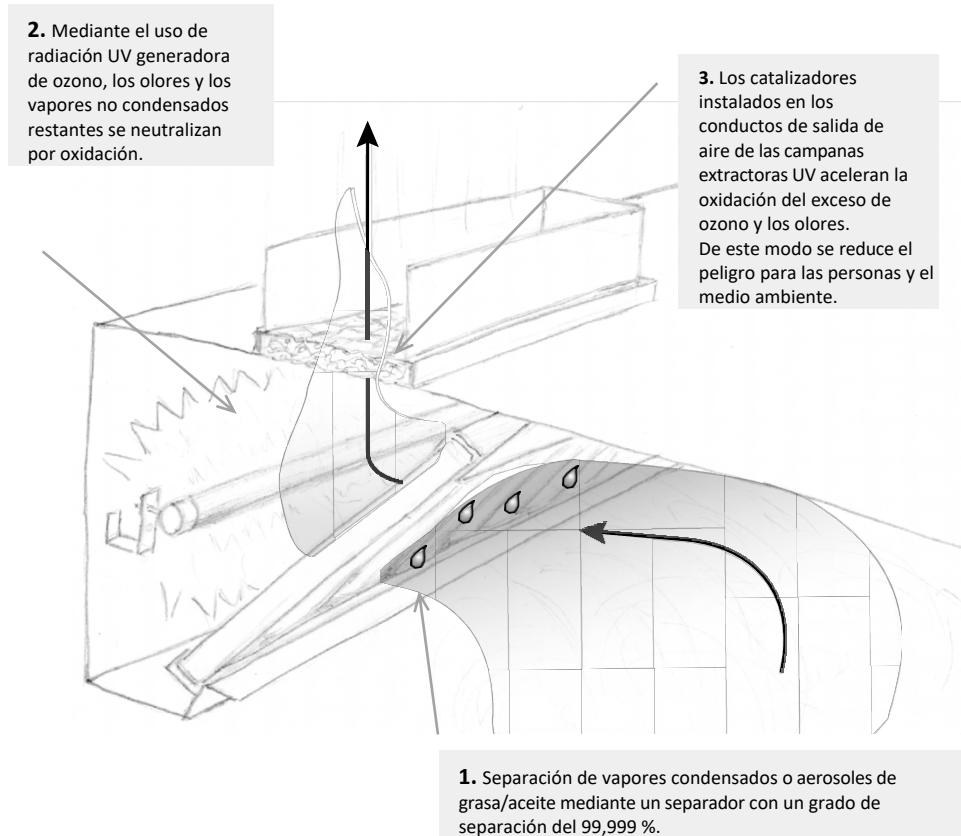


Figura 28

4. El ozono es potencialmente cancerígeno.

Los sistemas UV-C, que generan ozono a través de su radiación, suponen un alto riesgo potencial, sobre el que los usuarios de cocinas industriales rara vez son informados, y mucho menos instruidos en detalle sobre cómo evitar los riesgos para la salud. Como ya se ha mencionado anteriormente, esta radiación puede dañar el material genético de virus y bacterias. Sin embargo, el efecto mutagénico no se limita a los virus y las bacterias, sino que también afecta a las personas expuestas a esta radiación. El ozono generado es un gas nocivo para la salud y se sospecha que es cancerígeno.

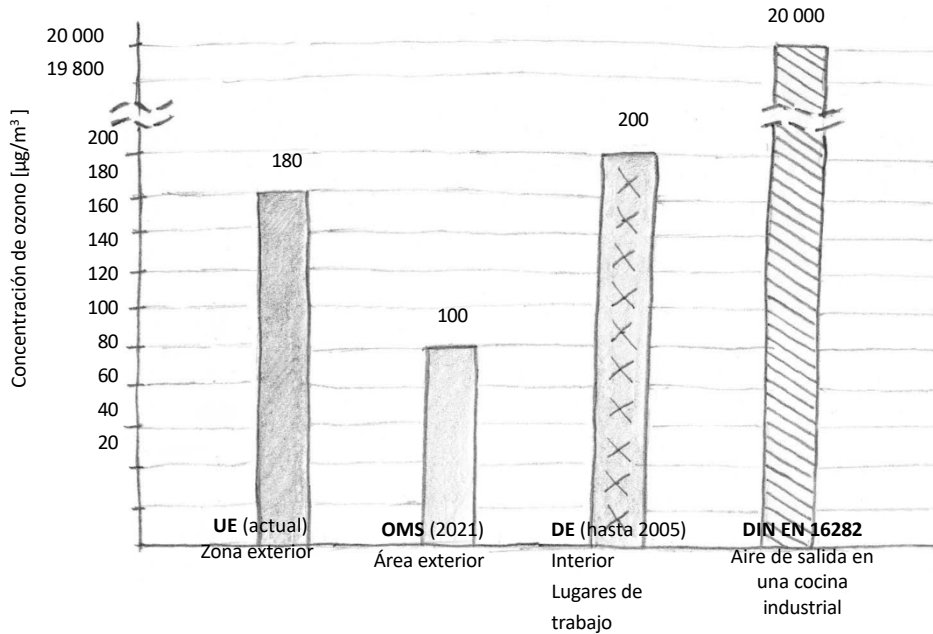
Por este motivo, en Alemania se han eliminado todos los valores límite de ozono en interiores. En las ciudades se activa incluso una alarma de ozono cuando los valores de ozono en el exterior son demasiado altos. Cuando los valores son elevados, se aconseja a la población que no practique deporte al aire libre y que permanezca en casa en la medida de lo posible. Sin embargo, en muchas soluciones técnicas de ventilación y control de la contaminación del aire se utilizan precisamente los tipos de radiación que generan gases tan peligrosos.

Ejemplo práctico: ventilación de cocinas

En varias ocasiones, los cocineros me han comentado que había tubos fluorescentes detrás de los filtros de las campanas extractoras de sus cocinas y que no estaban seguros de si seguían funcionando. Cuando les informé a ellos y al personal de cocina que no se trataba de tubos fluorescentes, sino de sistemas UV-C que generaban radiación peligrosa y liberaban gases nocivos para la salud, no pocas veces me encontré con caras de pánico.

Hasta aquí la lista de hechos, que no pretende ser exhaustiva y que sin duda podría ampliarse con algunos puntos más.

Límites de ozono



UE: concentración máxima en una hora al día (media de 1 hora); si se supera este valor, se informa a la población



OMS: cantidad máxima de exposición en ocho horas al día (valor medio de 8 horas)



DE (vigente hasta 2005): MAK diario (concentración máxima en el lugar de trabajo). Desde entonces, en Alemania no existen valores límite de ozono para los lugares de trabajo en interiores, ya que se sospecha que el ozono es cancerígeno para los seres humanos. En Suiza sigue vigente el MAK de 200 µg.



Según la norma **DIN EN 16282**, 20 000 µg es el valor límite máximo de ozono para el aire de salida de una campana extractora de cocina. ¡Esto es 100 veces el valor establecido para los lugares de trabajo en Alemania (válido hasta 2005)! ¡O 200 veces el valor medio de 8 horas establecido por la OMS para el aire exterior!

Figura 29

La tecnología de medición, por ejemplo, sería otro punto. No se imagina cuántos fabricantes comercializan sistemas generadores de ozono, pero no disponen de la tecnología de medición adecuada para determinar la concentración del peligroso gas ozono.

Malentendido

Los aceites y las grasas se han disuelto porque no se podían medir (con determinadas técnicas).

También hay fabricantes que, con una técnica de medición de partículas adecuada, proporcionan una prueba supuestamente verificable de la eliminación de todos los aceites y grasas. En estos casos, a menudo solo sería recomendable una simple medición de la temperatura. ¿Por qué? En algunos sistemas hay instalados decenas de tubos UV-C en el conducto de salida de aire o en la campana extractora. Estos se calientan mucho durante el funcionamiento y calientan todo el espacio circundante. Esto hace que se evaporen muchos aceites y grasas.

5. ¿Cómo se pueden hacer visibles las corrientes de aire?



Al comienzo de la pandemia en 2020, observamos una tendencia «interesante» en Alemania. No solo se disparó de repente la oferta de purificadores de aire compactos, sino que de pronto aparecieron cientos de expertos en ventilación y aerodinámica en Alemania. Se crearon miles de representaciones gráficas del flujo de aire en oficinas diáfanas o aulas, que se exhibieron por todas partes. ¿Qué tenían en común todas estas ilustraciones? Eran muy coloridas y tenían muchas flechas. La mayoría apuntaban a un purificador de aire colocado en una esquina de la habitación para eliminar los virus y las sustancias nocivas del aire.

Ahora bien, desde el capítulo 1 sabemos que aspirar algo es extremadamente complicado—, por lo que debería quedar claro que un purificador de aire colocado en una esquina no es capaz de aspirar todo el aire de un aula o una oficina diáfana. Por muchas flechas de colores que apunten hacia el purificador de aire, el aire no fluirá hacia allí (véase la fig. 5).

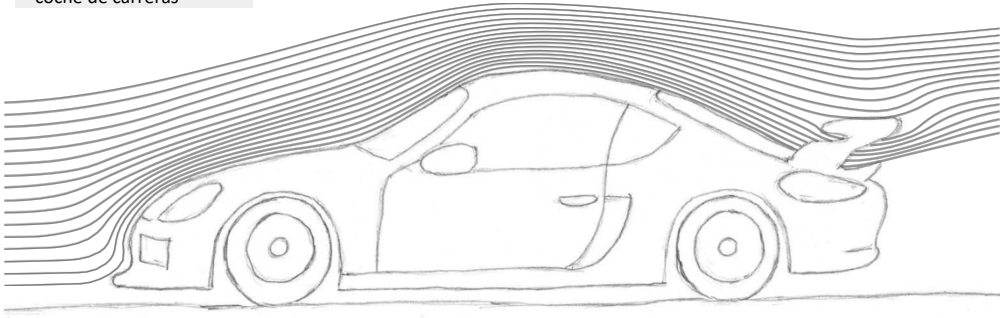
Por lo tanto, la mayoría de estos gráficos de colores muestran simplemente corrientes de aire inventadas que no tienen nada que ver con la realidad. Pero, ¿cómo se puede determinar y visualizar el recorrido real de estas corrientes de aire?

Investigación básica para el análisis de las corrientes de aire

El Instituto Hermann Rietschel de la Universidad Técnica de Berlín lleva a cabo una exhaustiva investigación básica sobre este tema. Tras analizar los flujos de aire y la eficacia de las medidas de ventilación, los representantes del instituto afirman lo siguiente: «Para evaluar el funcionamiento de la renovación del aire y la eliminación de contaminantes en la habitación y en cada punto concreto de la misma, utilizamos la denominada eficacia de la ventilación. Esta puede determinarse mediante simulaciones numéricas de flujo y/o mediante técnicas de medición. En todos nuestros proyectos utilizamos estos métodos para evaluar los flujos de aire en las habitaciones y desarrollar nuevas formas de ventilación eficaces».

Visualización de corrientes de aire

Visualización de la
aerodinámica de un
coche de carreras



La simulación de flujos es conocida desde hace mucho tiempo en la construcción de aviones y coches de carreras. Actualmente, el cálculo y la visualización de los flujos de aire también se utilizan para optimizar la tecnología de climatización.

Figura 30

¿Qué significa esto para nosotros? Por lo tanto, necesitamos una simulación del flujo y la tecnología de medición correspondiente. Esto es precisamente lo que hemos mencionado en los capítulos anteriores, por ejemplo, en relación con la filtración de aerosoles o la tecnología UV-C. ¿Cómo se aplica este procedimiento al flujo de aire?

5.1. El malentendido debido a las imágenes coloridas sobre los flujos de aire

Las imágenes coloridas con muchas flechas no representan una simulación numérica del flujo, ni se basan en valores medidos en una serie de mediciones complejas. En la mayoría de los casos, se trata de representaciones ficticias del flujo de aire que no tienen nada que ver con las condiciones reales. Por lo tanto, son, en sentido literal, inventadas y no representan ni remotamente la realidad.

Malentendido

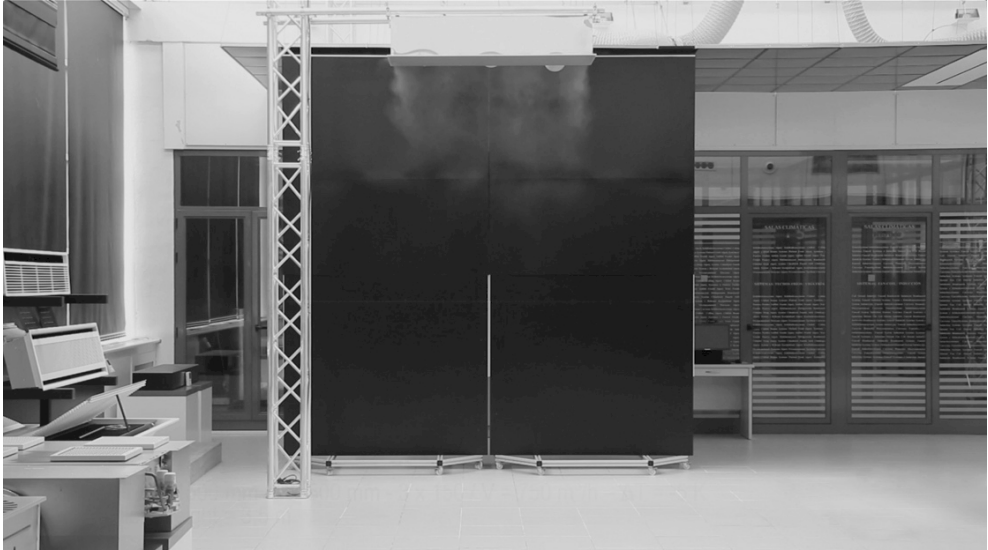
El recorrido del flujo de aire es predecible.

Una creencia errónea muy extendida en la tecnología de ventilación es la suposición precipitada de que se sabe de antemano cómo se comportará el aire. En el capítulo 2 hemos mostrado a qué interpretaciones erróneas y conclusiones falsas puede dar lugar esto en el desarrollo de un producto. Porque incluso nosotros, en nuestro equipo, cometimos este error– en su momento, durante el desarrollo de nuestra tecnología X-CYCLONE®.

El centro de competencia CFD de SCHAKO

En nuestro grupo empresarial SCHAKO contamos incluso con un equipo propio dedicado a la simulación de corrientes y la tecnología de medición. En SCHAKO IBERIA, en España, hemos creado un centro de competencia en CFD. Este equipo se dedica principalmente a la tarea que el Instituto Hermann Rietschel de la Universidad Técnica de Berlín ha resumido tan acertadamente. En nuestro centro de competencia CFD hacemos visibles los flujos de aire mediante simulaciones numéricas de flujo y equipos de medición adecuados.

El laboratorio SCHAKO en acción



Vista de la estructura de ensayo para la visualización de corrientes de aire de impulsión

Figura 31

Malentendido

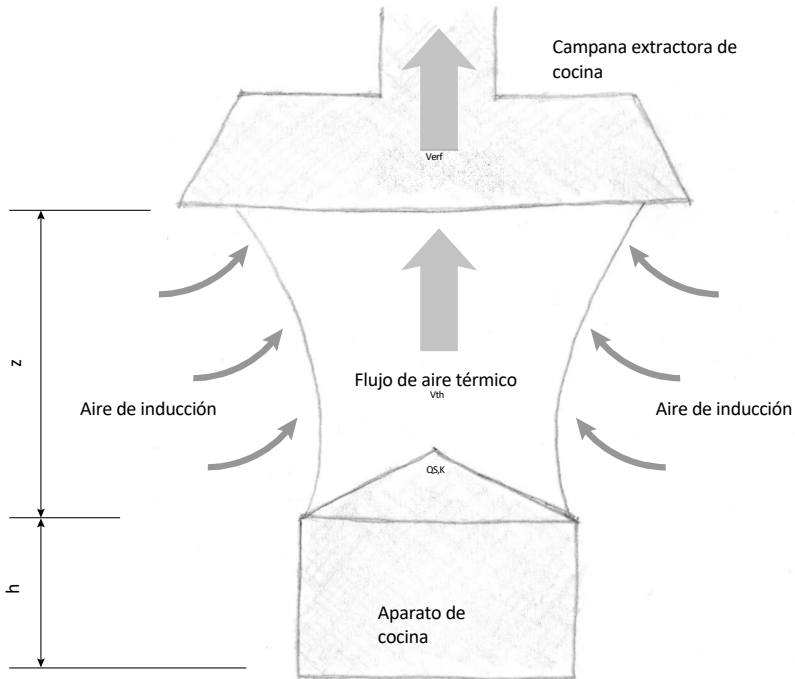
Los modelos de visualización se corresponden con la realidad.

Las normas y directrices también se basan a menudo en la misma idea errónea que las representaciones de las «imágenes de colores». Las directrices para la ventilación de cocinas industriales, como la VDI 2052, y las normas internacionales, como la DIN EN 16282, válidas en toda Europa, también contienen representaciones con flechas de colores. Las imágenes muestran el equipo de cocina y los flujos de aire desde este equipo hasta la campana extractora. Otras flechas que apuntan hacia la sala pretenden representar el flujo de aire fresco que entra en la cocina. En la mayoría de los casos, se dibujan con flechas rectas verticales u horizontales que sugieren un flujo claramente delimitado.

Una flecha que se extiende verticalmente hacia arriba desde el aparato de cocción y llega hasta la campana extractora representa el aire que se aspira directa e inmediatamente en ese punto. Cabe preguntarse qué tiene esto que ver con la realidad. En cualquier caso, poco tiene que ver con el flujo de aire real. Se trata de un modelo que pretende representar la térmica sobre un aparato de cocción. Esta térmica genera un flujo de aire ascendente. Este es captado por la campana extractora situada sobre el aparato de cocción y aspirado. Así lo establece el modelo de la directiva VDI 2052. Sin duda, un modelo del que se pueden deducir muchas cosas. Por ejemplo, este modelo sirve de base para los procedimientos de diseño y cálculo para determinar las cantidades de aire de salida necesarias. Con ayuda de estos modelos se calcula la cantidad mínima de aire de salida que necesita una campana extractora en función de los aparatos de cocina utilizados.

Hasta aquí, todo bien. Sin embargo, lo que a menudo da lugar a interpretaciones erróneas y malentendidos es la suposición de que un modelo de flujo de este tipo se corresponde con la realidad. Por desgracia, no suele ser así.

Modelo de flujo simple de la ventilación de una cocina



Representación recreada del modelo de flujo de la directiva VDI 2052:

La representación y el recorrido de las flechas no indican nada sobre el comportamiento real o el recorrido real de los distintos flujos de aire.

Figura 32

El recorrido real de las corrientes de aire y su significado

Como ya hemos visto, las campanas extractoras y de captación convencionales solo pueden aspirar directamente los vapores de cocción que ascienden hacia arriba de forma muy limitada. Muy a menudo, estos se acumulan en las campanas extractoras convencionales sin ser aspirados inmediatamente. De este modo, los vapores capturados inicialmente pueden incluso volver a salir de la campana extractora.

Por lo tanto, el modelo de flujo de la directiva mencionada solo refleja de forma muy limitada el comportamiento real de los flujos de aire. Esto también se aplica a los modelos de otras directivas y normas. Al igual que con todos los modelos científicos, también en este caso sería importante definir con precisión el marco del modelo, es decir, determinar con exactitud su ámbito de validez. Si el modelo se considera universalmente válido y se entiende como una representación de las condiciones reales, esto da lugar a malentendidos fundamentales. Estos se hacen evidentes, a más tardar, cuando se realiza una simulación CFD adecuada y profesional.

5.2. ¡Las simulaciones CFD hacen visibles los flujos de aire!

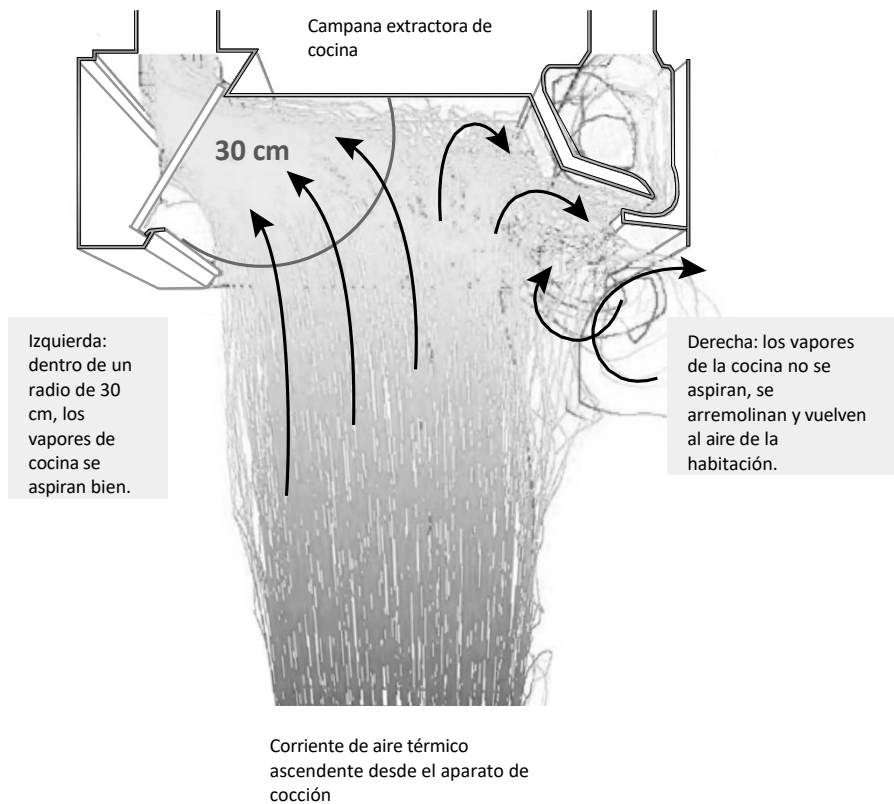
Las simulaciones CFD bien realizadas muestran todas las magnitudes físicas de un flujo de aire en toda la zona. De este modo, también se puede demostrar y comprobar el funcionamiento y la eficiencia de un sistema de ventilación. En el capítulo 1 ya hemos demostrado detalladamente que las campanas de extracción convencionales solo pueden aspirar directamente los vapores que fluyen hacia arriba en una zona muy limitada alrededor del punto de aspiración. A solo 50 centímetros de distancia de los filtros y del punto de aspiración, ya no podemos detectar ninguna aspiración con los instrumentos de medición. Esto se aprecia fácilmente en una simulación CFD, donde se puede ver, a partir de los flujos de aire, que los vapores vuelven a salir de la campana de cocina. Por lo tanto, los vapores y los flujos de aire captados inicialmente en la campana de cocina se escapan y no se aspiran.

Malentendido

En una campana extractora se aspiran todos los vapores ascendentes.

Esta observación refuta la hipótesis del modelo de que todo el aire que fluye desde la cocina hacia arriba, hacia la campana, es aspirado inmediatamente. En los capítulos anteriores ya hemos visto cómo se puede responder a este problema y qué desarrollos de productos son necesarios a raíz de estos hallazgos.

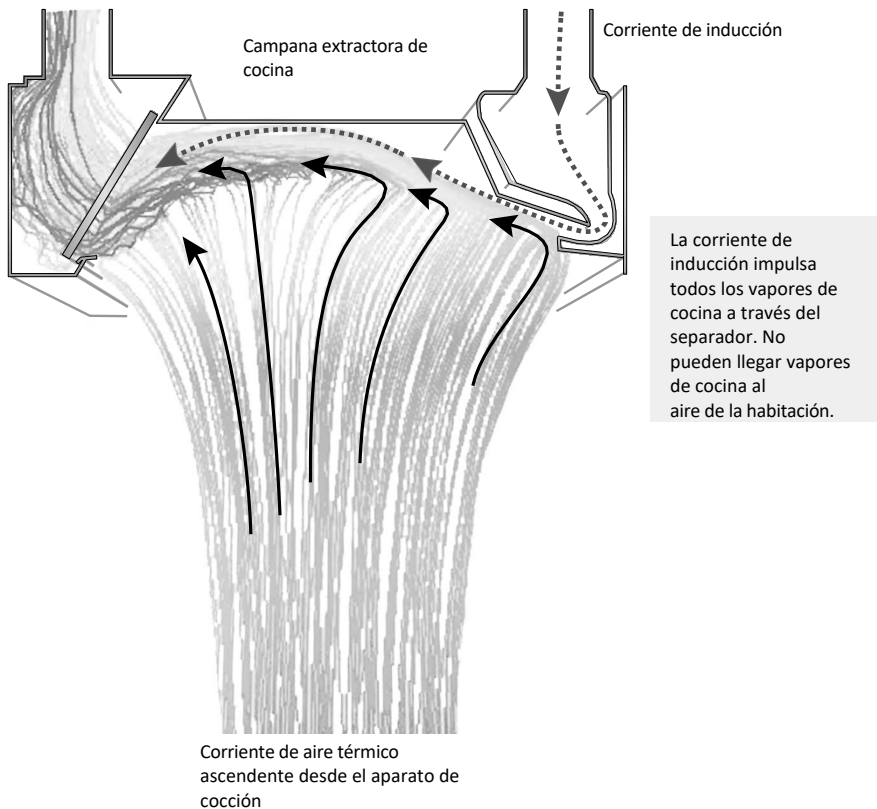
Imagen del flujo CFD de una campana extractora de cocina sin corriente de inducción



En esta simulación CFD del flujo de aire en una de nuestras campanas extractoras se puede ver claramente cómo, con una intensidad de cocción elevada, los vapores de cocina se arremolinan fuera del radio de aspiración y vuelven a entrar en el aire de la habitación.

Figura 33

Imagen CFD del flujo de aire de una campana extractora de cocina con corriente de inducción



La simulación CFD muestra la eficiencia de una corriente de inducción.

Figura 34

En este capítulo también vemos cuántos malentendidos existen actualmente en la tecnología de ventilación y control de la contaminación del aire. Ya he explicado que en REVEN GmbH también hubo malentendidos de este tipo en el pasado. Para concluir esta serie, aquí hay otro ejemplo:

En la industria no es habitual utilizar la denominada tecnología de aire de impulsión para introducir aire fresco en las estancias. Se trata de una entrada de aire fresco de baja intensidad. Esto significa que el aire fresco suele entrar en la estancia a baja velocidad a través de finas chapas perforadas. Estos sistemas de aire de impulsión son ideales cuando se requiere el máximo confort, ya que la baja velocidad del aire garantiza una entrada de aire fresco tranquila y sin corrientes. Lo ideal es que se forme una corriente estratificada. De este modo, el aire fresco no se mezcla intensamente con el aire de la habitación, sino que, gracias a esta ingeniosa introducción, se forman capas en el aire de la habitación, tanto de aire fresco no consumido como de aire consumido o contaminado. En el caso ideal, estas diferentes capas de aire se influyen y perturban entre sí lo menos posible. ¿Cómo se puede poner en práctica algo así? Muchos fabricantes resuelven el problema con bonitas «imágenes de colores» con muchas flechas, similares al modelo de la directiva VDI.

En REVEN también sucumbimos hace unos 20 años a las falacias de este modelo. Diseñamos nuevos productos de aire de impulsión en los que se integraban chapas en varias capas. Se trataba de chapas perforadas, es decir, chapas con miles y miles de pequeños orificios. Estos sirven para enderezar el flujo de aire.

En nuestra opinión, el flujo de aire fresco debe distribuirse de manera que «caiga» de forma uniforme y lenta en la habitación. Se puede imaginar algo similar a un cabezal de ducha. En este caso, un chorro de agua fuerte y concentrado se distribuye de manera uniforme desde la tubería y sale del cabezal de ducha sin mucha presión.

Ejemplo práctico: sistemas de aire de fuente — nuestra hipótesis

Basándonos en este principio, desarrollamos hace unos 20 años los sistemas de aire de impulsión REVEN®, ya que nuestro equipo estaba 100 % seguro de que, con este tipo de sistemas, solo entraría en la habitación aire fresco muy finamente dividido, formaría allí una capa de aire claramente diferenciada del aire viciado y que estos dos flujos de aire no se influirían entre sí de ninguna manera. Al igual que en los muchos

Esquema de los modelos: bonitas flechas azules que indican cómo el aire de impulsión fluye en línea recta hacia la estancia y forma allí una capa de aire fresco, sin interferir con el aire de extracción representado por las flechas rojas, de modo que este puede fluir sin obstáculos hacia la campana de extracción, donde es captado y aspirado directamente.

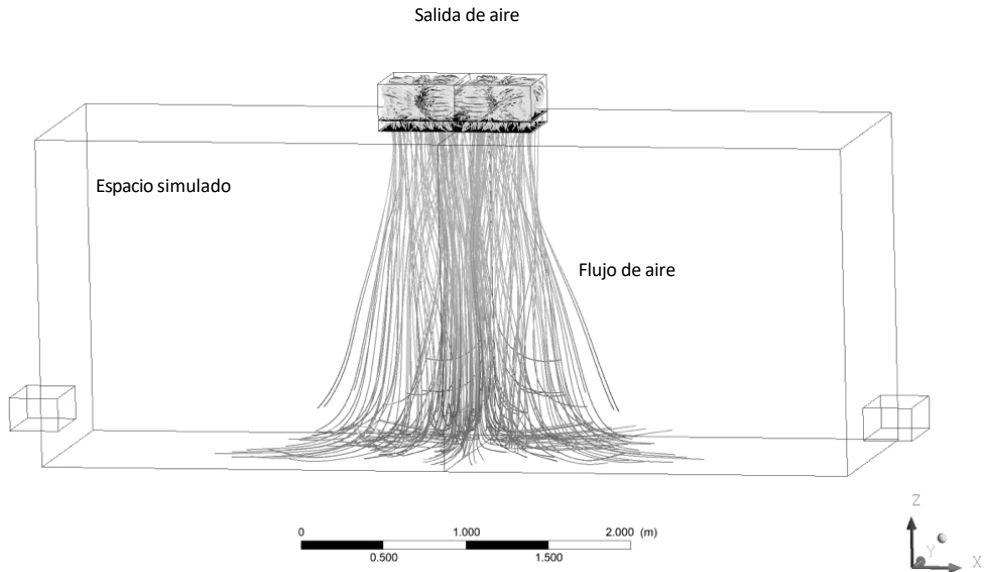
Ejemplo práctico: sistemas de aire de impulsión – Dudas

Todavía recuerdo cuando en 2017 le presenté nuestros productos de aire de impulsión a un experto del equipo español de CFD de SCHAKO. Con ayuda de muchas imágenes coloridas con flechas, le expliqué todo lo que pueden hacer nuestros productos de aire de impulsión. Cuando examinó detenidamente nuestro diseño y analizó los planos correspondientes, le surgieron dudas que rápidamente enfriaron mi optimismo. «Sven, tenemos que simularlo y medirlo, tengo mis dudas de que todo sea como me lo has explicado». ¿Y qué puedo decir? ¡Tenía razón!

Ejemplo práctico: sistemas de aire de impulsión, la realidad

Cuando el técnico me mostró sus primeros análisis CFD, casi me da un infarto. Poco después de que el aire pasara por la última placa perforada, el aire fresco entrante se dispersó y formó exactamente lo contrario de una capa claramente delimitada que fluye directamente desde el techo hacia el suelo. No podía creer lo que veía en el análisis CFD. A continuación, el técnico examinó nuestra antigua salida de aire de impulsión en el laboratorio de flujo y, con ayuda de máquinas de niebla, hizo visibles los flujos de aire. Este examen arrojó el mismo resultado que el análisis CFD. En ese momento, me quedó claro que en REVEN nos habíamos equivocado enormemente.

Análisis CFD de nuestra salida de aire



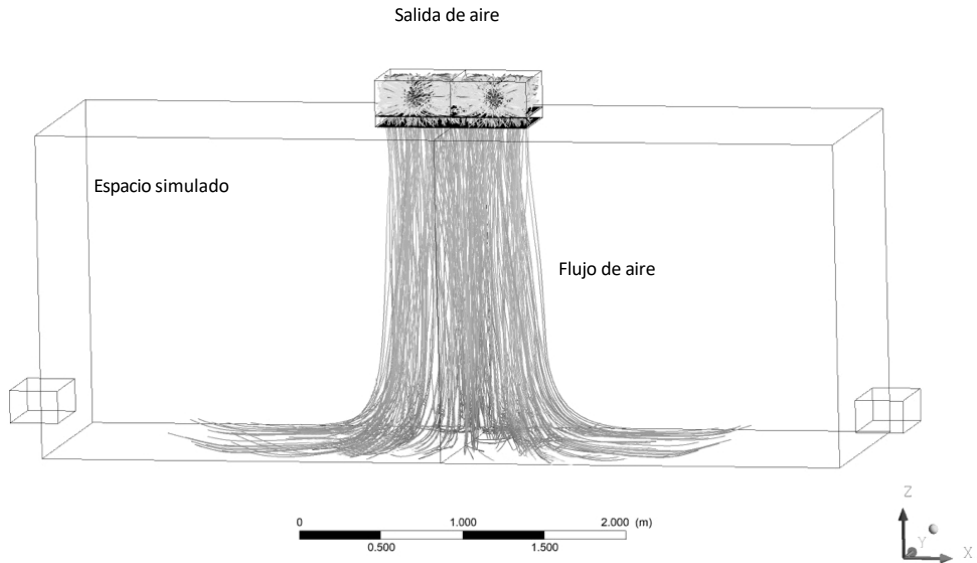
La simulación CFD muestra la dispersión del aire de entrada que entra por el techo.

Figura 35

Ejemplo práctico: sistemas de aire de fuente — optimización gracias al CFD

Fieles al lema «un peligro reconocido es un peligro evitado», en 2017 comenzamos a hacer exactamente lo que deberíamos haber hecho desde el principio. Hemos optimizado la eficiencia de nuestros productos de aire de impulsión mediante simulaciones CFD y tecnología de medición, y hemos logrado una eficiencia que se acerca mucho a la imagen de colores con la flecha azul que apunta desde el techo hacia el suelo.

Optimización de la salida de aire



La simulación CFD muestra cómo el aire de impulsión fluye en línea recta desde el techo hasta el suelo.

Figura 36

Pero para conseguir este flujo, fueron necesarios unos 12 meses de trabajo con numerosos análisis CFD y simulaciones de flujo. El resultado final fue un sistema de aire de impulsión realmente eficiente, sin ningún tipo de malentendidos. ¡Muchas gracias al equipo CFD de SCHAKO!

Representación del flujo de aire visible de un sistema de aire de impulsión eficiente



En el laboratorio SCHAKO, el aire de impulsión se hace visible mediante una máquina de niebla. Se puede ver cómo el aire impulsado fluye suavemente hacia abajo. La optimización de la salida de aire mediante el análisis CFD ha merecido la pena.

Figura 37

6. ¿Cómo se puede medir la contaminación del aire?

?



Desde hace muchos años existe consenso sobre que el aire contaminado no es saludable. Durante la pandemia hemos aprendido lo peligroso que puede ser para nuestra salud el aire contaminado con virus. Por eso, quiero enumerar aquí los agentes que pueden contaminar el aire. Entre ellos se encuentran:

1. *virus y bacterias*
2. *Partículas en suspensión, esporas de hongos y polen*
3. *Gases y vapores*

Partículas y aerosoles

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la contaminación atmosférica es el factor que más afecta a la salud humana en todo el mundo. Por este motivo, en 1987 se definió en EE. UU. el denominado estándar PM. PM son las siglas de «Particulate Matter» (materia particulada) y se refiere a la proporción de partículas sólidas o líquidas presentes en el aire. Estas partículas sólidas o líquidas suelen formar parte de los aerosoles. Por lo tanto, los aerosoles son una mezcla de aire y partículas. Aquí también hay a menudo malentendidos y se confunden los términos.

Malentendido

Aerosol es otra palabra para partícula.

Las partículas que flotan en el aire por sí solas no son aerosoles, sino que estos se forman en combinación con el aire circundante. Por lo tanto, el término PM10 define la presencia en el aire de partículas minúsculas con un diámetro de 10 micrómetros (0,01 milímetros) o menos. En comparación, un cabello humano tiene un diámetro de entre 50 y 80 micrómetros (0,05 y 0,08 mm). Cabe señalar que estas partículas PM10 en suspensión pueden estar compuestas tanto por granos de polvo sólido como por pequeñas gotas de aceite líquido. En términos sencillos, un aerosol siempre está compuesto por gas, normalmente aire, y una partícula sólida o líquida que flota en el aire.

Tamaño y composición de un aerosol

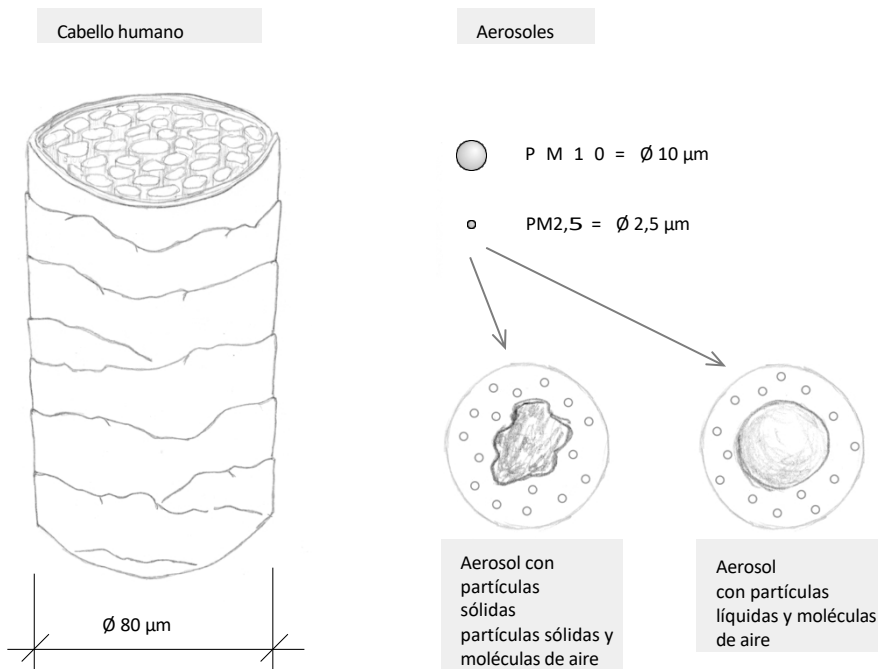


Figura 38

Las indicaciones PM10 o PM2,5 se refieren al tamaño de las partículas. El número indica el diámetro en micrómetros. ¡Aquí también hay que tener cuidado para evitar malentendidos!

Malentendido

A partir de los datos PM se puede deducir la forma y el tamaño reales de una partícula.

La indicación de un diámetro presupone la geometría de una esfera. Pero, ¿cómo puede ser eso? ¿Acaso los granos de polvo, los granos de arena, los virus y el resto de contaminantes atmosféricos tienen siempre la geometría de una esfera? ¡Por supuesto que no! A menudo, estas partículas tienen formas muy diferentes.

Asignación de los valores de PM a las partículas individuales

Pero entonces, ¿cómo se pueden definir todas estas partículas con un diámetro PM₁₀, PM_{2,5} o PM₁? Esto se consigue con un truco: simplemente se comparan las partículas reales, que tienen una geometría arbitraria, con partículas que tienen una geometría esférica y que muestran el mismo comportamiento en el aire que las partículas reales. Para ello se tiene en cuenta, por ejemplo, el comportamiento del flujo, pero también el comportamiento de difusión y la densidad de las partículas. Se observa qué partículas de forma geométrica esférica muestran el mismo comportamiento que las partículas reales en relación con estos puntos. Las partículas esféricas con el mismo comportamiento de flujo y difusión pueden definirse como PM₁₀, PM_{2,5} o PM₁. El diámetro determinado de esta manera se denomina en ciencia diámetro aerodinámico.

Tipos, formas y tamaños de partículas

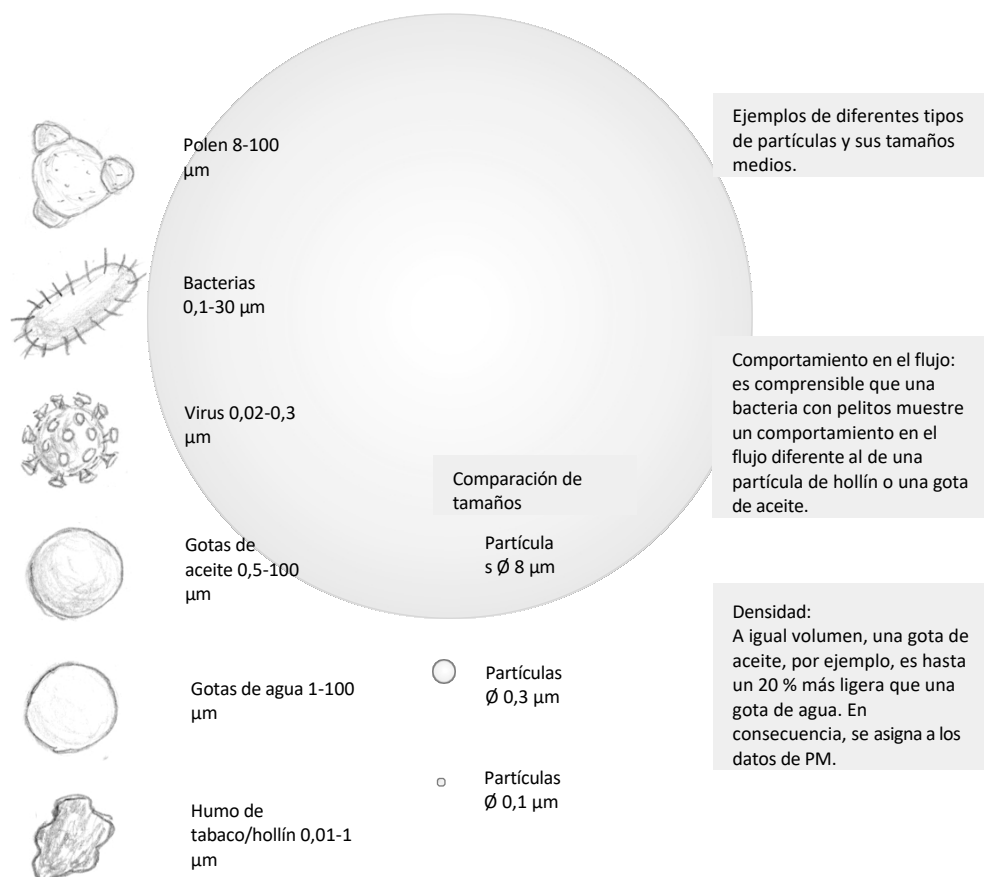


Figura 39

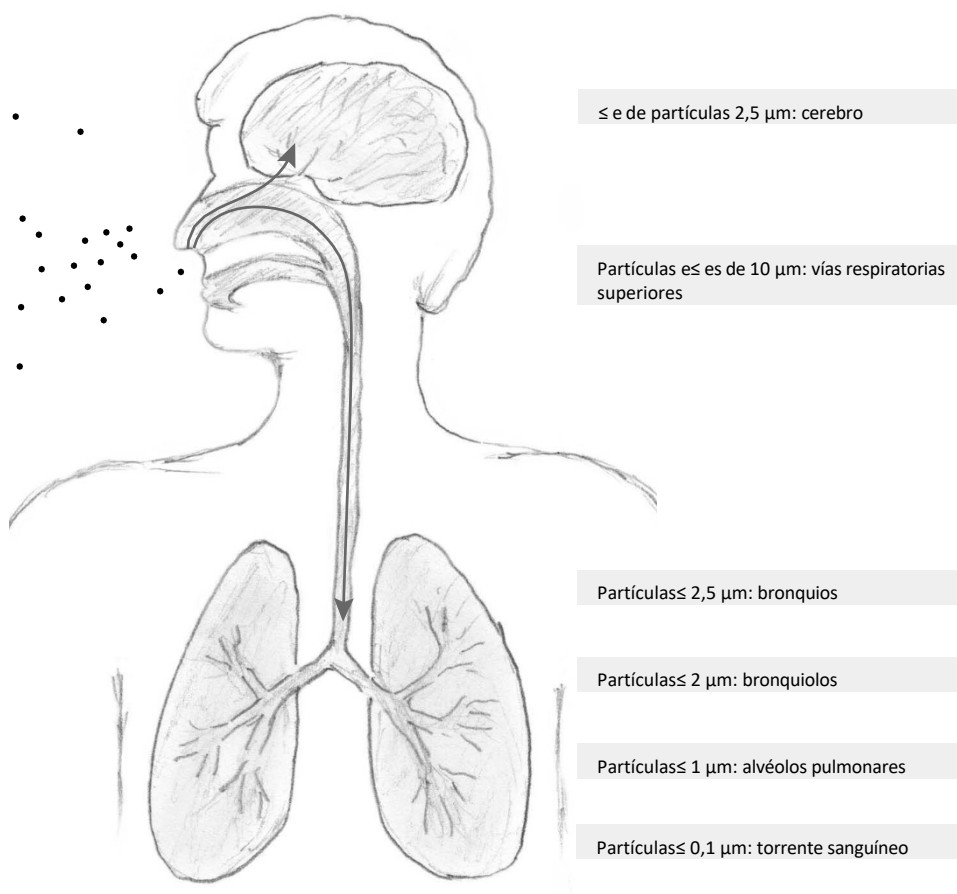
Las partículas PM10 pueden inhalarse.

Cuando en 1987 se definieron en EE. UU. los estándares sobre contaminación atmosférica, se comenzó por investigar la contaminación atmosférica en el rango PM10, es decir, partículas con un diámetro de 10 micrómetros o menos. ¿Por qué en este rango de tamaño? Porque las partículas de este tamaño no se filtran ni se eliminan al inhalarlas por la boca y la nariz. Llegan a los pulmones.

Las partículas PM2,5 llegan hasta los alvéolos pulmonares

Entretanto, este rango se ha reducido aún más a PM2,5. Aquí también ha sido determinante la protección de la salud: las partículas de menos de 2,5 micrómetros pueden penetrar hasta los alvéolos pulmonares. Si la contaminación atmosférica puede llegar hasta lo más profundo de nuestro cuerpo, es fácil imaginar los efectos negativos que puede tener sobre nuestra salud.

Absorción de partículas por inhalación



Está ampliamente demostrado que las partículas PM₁₀ pueden causar daños en las vías respiratorias superiores y las partículas PM_{2,5} en las inferiores. Según los últimos estudios, las partículas de menos de 2,5 µm pueden llegar directamente al cerebro a través del nervio olfativo o el torrente sanguíneo y afectar allí al rendimiento.

Figura 40

Recientemente, uno de mis entrevistados lo resumió así en mi nuevo podcast «Luftpost»:

«Lo que respiramos en los espacios interiores de una planta de producción son a menudo sustancias que no pertenecen a nuestro cuerpo y que tampoco deben entrar en él».

Pero también en este ámbito existen grandes malentendidos en materia de tecnología de ventilación y purificación del aire.

6.1. El malentendido sobre la calidad del aire interior

Después de más de dos décadas trabajando en nuestro sector, sigo sin entender por qué existen conceptos tan erróneos sobre la calidad del aire interior. Por alguna razón inexplicable, la gente siempre da por sentado que el aire que respira en los espacios interiores es de calidad aceptable y no presenta niveles de contaminación significativos.

Malentendido

La calidad del aire interior suele ser inocua.

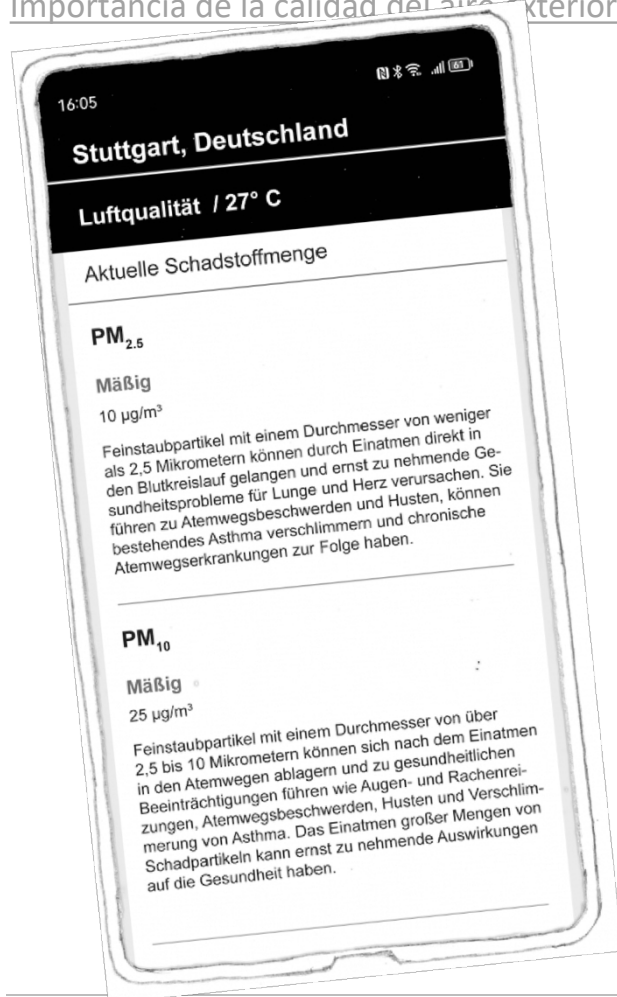
Llevamos más de una década comprometidos con la divulgación de este tema, pero apenas se nos escucha. A menudo nos encontramos con caras de asombro que delatan que no se cree realmente lo que decimos. ¿Por qué es así? ¿Qué queremos informar? En el fondo, se trata de algo muy sencillo: la gestión de la contaminación atmosférica en las grandes ciudades alemanas en comparación con la gestión de la contaminación del aire en interiores.

Medición de partículas finas en las grandes ciudades

En nuestras grandes ciudades se habla de contaminación atmosférica y se piensa en prohibir la circulación cuando se supera durante un periodo prolongado el valor límite de 50 para las partículas de polvo fino PM10. Para determinar estos valores, se mide en un punto de medición de la ciudad la cantidad de partículas de polvo fino PM10 que hay en un metro cúbico de aire.

Explicación sencilla: se toma un volumen de aire de un metro cúbico del aire urbano y, con ayuda de la tecnología de medición adecuada, se mide cuántas partículas de polvo fino con un diámetro de 10 micrómetros o menos contiene ese metro cúbico de aire urbano. A partir del diámetro de la partícula se puede calcular su volumen, con la densidad se puede determinar su peso y, a partir del número medido, se calcula el peso total de los contaminantes en un metro cúbico de aire urbano. Este peso total se expresa en microgramos.

Importancia de la calidad del aire exterior



La creciente importancia de la calidad del aire se puede apreciar en la detallada lista de contaminantes que aparecen en las aplicaciones meteorológicas actuales. Se muestran los valores actuales de la ciudad introducida, junto con una explicación de los efectos que pueden tener los contaminantes.

Ejemplo de Stuttgart
el 14 de julio de
2023
a las 16:05 **PM10:**

25 µg/m³ PM2,5: 10

µg/m³

Figura 41

Valores límite actuales de contaminación atmosférica en exteriores

Si, por ejemplo, el peso total es de 20 microgramos, según los estándares de la OMS se trata de una contaminación atmosférica baja y, por lo tanto, la calidad del aire es aceptable. Así, por ejemplo, la Directiva sobre partículas en suspensión de la UE establece que el valor medio diario de PM10 debe ser de 50 microgramos por metro cúbico de aire urbano y no puede superarse durante más de 35 días al año.

Esfuerzos mundiales para reducir los valores límite

Actualmente se están llevando a cabo debates y esfuerzos a nivel mundial para reducir aún más estos límites, por ejemplo, a 40 microgramos de partículas finas por metro cúbico. También se está prestando cada vez más atención a las partículas PM2,5 en lugar de las PM10. Hasta aquí la situación en las grandes ciudades.

Contaminación del aire en interiores

¿Cuál es la situación en los espacios interiores? Es decir, en habitaciones en las que, por ejemplo, se cocina o se utilizan máquinas herramienta modernas para trabajar piezas de metal.

Ejemplo práctico: mediciones en interiores

En REVEN GmbH medimos regularmente la contaminación del aire en interiores. ¿Cómo lo hacemos? Con la misma tecnología de medición y el mismo procedimiento descritos anteriormente para las mediciones en centros urbanos. Medimos el número de partículas contaminantes en un metro cúbico de aire interior, por ejemplo, en una planta de producción o en la cocina de un gran hotel.

El resultado obtenido de esta manera proporciona un índice de calidad del aire de, por ejemplo, 10 000, 50 000 o 100 000. ¡Son magnitudes completamente diferentes a las de las ciudades! ¡Incluso hemos tenido que presentar a nuestros clientes un resultado de 500 000! Esto significa que en un metro cúbico de aire ambiente hay hasta 500 000 microgramos de partículas contaminantes. ¡Y esto no es nada raro en las naves industriales!

Recomendaciones oficiales sobre valores límite para la ingeniería mecánica

Al revisar las directrices y normas pertinentes, queda claro que estos altos niveles de contaminación no son infrecuentes. Por ejemplo, las directrices oficiales recomiendan lo siguiente para la ingeniería mecánica:

Para los lubricantes refrigerantes miscibles en agua utilizados en el mecanizado de metales y en el procesamiento de vidrio y cerámica, se establece un valor límite de 10 miligramos de estas sustancias por metro cúbico de aire ambiente, al igual que para los lubricantes refrigerantes no miscibles en agua con un punto de inflamación inferior a 100 grados centígrados.

¡Estos 10 miligramos corresponden a un índice de calidad del aire en las grandes ciudades de 10 000! Si se midiera un valor así durante una semana en el centro de Stuttgart, no podría circular ni un solo coche durante el día y todos los medios de comunicación del país informarían al respecto.

Comparación de los valores límite de partículas contaminantes (PM10)

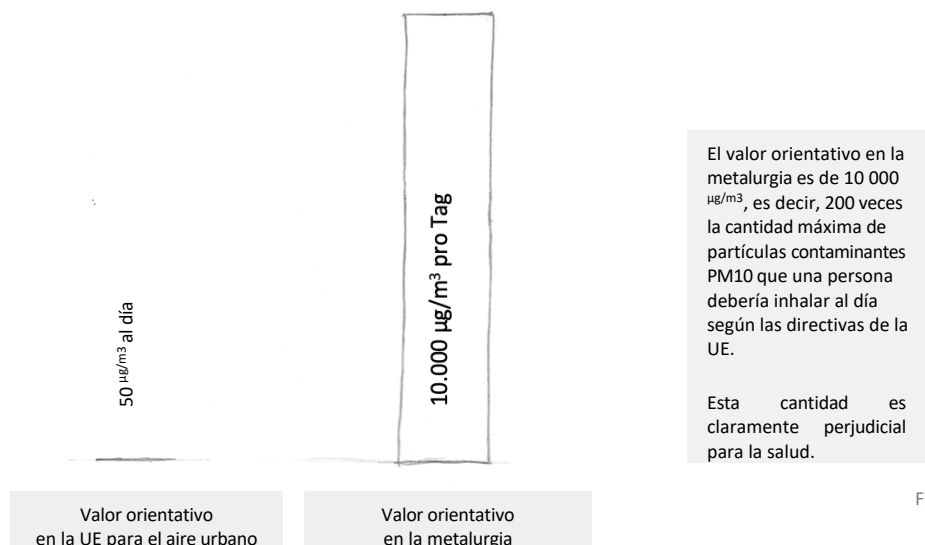


Figura 42

Sin embargo, si se mide este nivel de contaminación atmosférica en una fábrica de maquinaria o en la cocina de un hotel, a casi nadie le interesa. Ni siquiera los representantes de estos sectores prestan demasiada atención al tema. Al contrario—, a pesar de saber que no es bueno, se silencia esta situación porque su eliminación costaría dinero.

Importancia del resultado de la medición para los empleados

A modo de recordatorio: la Directiva sobre partículas finas de la UE establece que el valor medio diario de partículas finas PM10 debe ser de 50 microgramos por metro cúbico de aire urbano y no puede superarse durante más de 35 días al año.

Si en una empresa de ingeniería mecánica se miden los 10 miligramos mencionados anteriormente, esto significa que los empleados de esta empresa deben trabajar con una carga contaminante máxima de 10 000 microgramos durante unos 200 días laborables al año.

Conclusión práctica

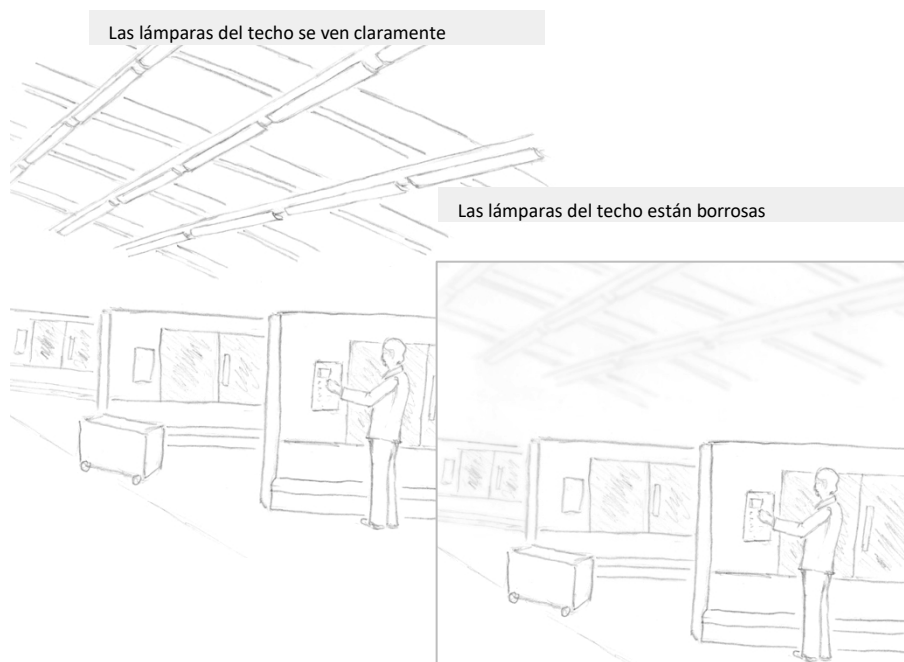
En los últimos 20 años hemos realizado miles y miles de mediciones de la contaminación del aire en interiores en todo el mundo. Hemos estado en todo tipo de plantas de producción, donde se fabrican los productos más diversos con los materiales más variados. Sin embargo, en todas nuestras mediciones se observó lo siguiente:

siempre que el aire era visible, hemos medido en un metro cúbico de aire interior más de 10 000 microgramos de contaminantes atmosféricos.

Un método sencillo para evaluar la calidad del aire

¡En el futuro, usted mismo podrá evaluar la calidad del aire! Si se encuentra en una sala de producción–, ya sea en la cocina de un hotel, en una planta de producción de la industria alimentaria o en una fábrica de maquinaria, y observa que el aire ya no parece limpio, sino que más bien recuerda a la niebla matinal de otoño, significa que hay una contaminación del aire de al menos 10 000 microgramos por metro cúbico. La forma más sencilla de comprobarlo es mirando hacia la iluminación de la habitación. Si ve la lámpara con claridad y los contornos nítidos y el aire que la rodea es invisible, entonces todo está bien. Sin embargo, si ya no puede ver la lámpara con claridad porque se forma una niebla difusa a su alrededor, puede estar seguro de que el índice de calidad del aire en esa habitación ronda los 10 000.

Evaluación sencilla de la calidad del aire



Si las luces del techo de una habitación no se ven claramente, el nivel de contaminación del aire es muy alto y alcanza aproximadamente los $10\,000\ \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Figura 43

Discrepancia entre la evaluación de la calidad del aire exterior e interior

Esta comparación con la tan debatida contaminación atmosférica en los centros urbanos alemanes pone de manifiesto la discrepancia que provoca asombro e incompreensión cuando se trata del interior de los edificios. A menudo nos preguntan cómo se pueden justificar tales diferencias.

En nuestra opinión, no son defendibles. Todos los intentos de explicación por parte de los responsables son excusas poco convincentes para evitar inversiones urgentes y necesarias.

Nadie es consciente de los riesgos que esto supone para todos los implicados. ¿Las concentraciones de micropartículas, que en el exterior se consideran gravemente perjudiciales para la salud, se consideran aceptables en el interior en cantidades 200 veces superiores? ¿Quién será responsable de este peligro en el futuro?

Los fabricantes de sistemas de ventilación deben cambiar su forma de pensar

¡Nosotros, los fabricantes de sistemas de ventilación y purificadores de aire, también debemos afrontar este problema! ¿Por qué? Porque en nuestro sector también hay cientos de fabricantes de sistemas de ventilación para cocinas industriales o empresas de ingeniería mecánica que ni siquiera disponen de la tecnología de medición más básica para medir y analizar siquiera de forma aproximada este tipo de contaminación del aire.

Al mismo tiempo, ofrecen productos para la purificación del aire que pretenden ventilar las habitaciones y eliminar los contaminantes del aire interior.

La norma DIN EN 16282 sobre ventilación de cocinas

Para la ventilación de cocinas de uso industrial existe actualmente una «norma de ventilación de cocinas», la DIN EN 16282, que se aplica en casi toda Europa. Esta norma exige que en las cocinas industriales se recojan, aspiren y separen del flujo de aire de salida todos los contaminantes, tal y como hemos aprendido en los capítulos anteriores.

Si se consigue tanto la captación y extracción como la separación de los contaminantes del flujo de aire de salida, se dispone de

- a) se dispone de un sistema de ventilación realmente bueno, moderno y eficiente y
- b) una buena calidad del aire con una contaminación muy baja en las habitaciones.

Falta de control de la aplicación

Ahora mi pregunta para usted: ¿en cuántas cocinas industriales de nueva instalación se comprueba el cumplimiento de la norma durante la puesta en marcha? ¿Aproximadamente con la misma frecuencia con la que se comprueba el consumo de combustible indicado en los vehículos nuevos? ¿O con la misma frecuencia con la que se comprueba el consumo de electricidad de las bombas de calor nuevas?

En 1000 instalaciones de ventilación de cocinas industriales nuevas, esto se comprueba en menos de diez.

Ejemplo práctico

En varias ocasiones, competidores se han puesto en contacto con nosotros cuando un constructor insistía en realizar esta comprobación y nos han pedido que lleváramos a cabo las mediciones por ellos, ya que ellos no disponían de la tecnología necesaria.

El ozono, un ejemplo de contaminación atmosférica por gases

En el caso de la contaminación atmosférica por gases, nos encontramos con una situación muy similar y observamos el mismo fenómeno. Me gustaría ilustrarlo con el ejemplo del ozono. Ya hemos hablado del peligro potencial del ozono en el capítulo 4. El valor límite de ozono en interiores sigue estando fijado en muchos países europeos en un máximo de 200 microgramos por metro cúbico de aire ambiente. Este era también el valor límite vigente en Alemania, pero ha sido derogado. En Suiza, sin embargo, sigue vigente. Según los criterios de clasificación de sustancias cancerígenas de la Asociación Alemana de Investigación (DFG), el ozono se clasifica como una sustancia aún insuficientemente investigada, pero sospechosa de provocar cáncer en los seres humanos.

Aplicación meteorológica y concentración de ozono en el exterior



En la aplicación meteorológica se muestran en primer lugar los valores más altos de contaminantes. En primer lugar se encuentra el ozono, con un valor de 104 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Esta concentración supera el valor medio recomendado por la OMS para 8 horas (véase la fig. 29).

Ejemplo de Hoyerswerda el 20 de agosto de 2023 a las 9:55

o₃: 104 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Figura 44

Ozono: valores límite en el aire exterior

La Oficina Federal de Medio Ambiente informa sobre los valores límite en el aire exterior y los riesgos para la salud. Advierte de que el ozono en el aire puede provocar una disminución de la función pulmonar, reacciones inflamatorias en las vías respiratorias y molestias respiratorias. Se aplica un

Límite de 180 microgramos de ozono por metro cúbico de aire urbano. Este valor se denomina umbral de información. Si la concentración supera este valor, se emiten recomendaciones de comportamiento y avisos a la población a través de los medios de comunicación. Cuando la concentración alcanza los 240 microgramos de ozono por metro cúbico de aire urbano, se supera el umbral de alarma y se activa la alarma. Además, hay que tener en cuenta que los valores de ozono en el exterior no pueden superar un valor medio de 120 microgramos por metro cúbico de aire urbano durante ocho horas en un máximo de 25 días del año natural.

Ozono: valores límite en la ventilación de cocinas

Sin embargo, actualmente los expertos en ventilación de cocinas siguen indicando un valor límite admisible de 20 000 microgramos de ozono por metro cúbico de aire. Esta información también tiene su origen en la norma europea DIN EN 16282, un reglamento en cuya elaboración han participado numerosas asociaciones industriales nacionales. ¡Malpensados, absteneos!

En esta norma se establece que la concentración de ozono en el aire de salida de una cocina industrial no debe superar los 10 ppm. Con una presión atmosférica de 1013 hectopascales y una temperatura de 20 grados centígrados, los 10 ppm de ozono indicados allí corresponden casi exactamente a un valor límite de 20 000 microgramos de ozono por metro cúbico de aire (véase la fig. 29).

Ozono: discrepancias que hablan por sí solas

Creo que las diferencias mostradas en este ejemplo en la evaluación de la calidad del aire en interiores y exteriores hablan por sí solas y no necesitan más explicación. En realidad, en este caso también debería estar claro para todos lo que hay que hacer, es decir, evitar por completo la formación de ozono, ya sea en interiores o en exteriores.

Sin embargo, para alcanzar este objetivo, es necesario medir y analizar la contaminación atmosférica. A continuación explicamos cómo se puede llevar a cabo.

6.2. ¡Las mediciones de partículas hacen visible la contaminación atmosférica!

¿Qué tecnología de medición se puede utilizar para medir los contaminantes en el aire? ¿Qué tecnología de medición se puede utilizar para demostrar la eficiencia de un sistema de ventilación? En realidad, no es complicado y ya se ha descrito en el capítulo 3. Para determinar con precisión la contaminación del aire, se recomienda

- a) la tecnología de medición de partículas y aerosoles y
- b) un detector de ionización de llama (FID)

Ya hemos descrito en detalle los medidores FID en el capítulo 3. Los medidores de partículas y aerosoles son desde hace mucho tiempo la tecnología más avanzada para salas blancas. Desde hace décadas, no hay quirófanos en hospitales ni salas de producción de microprocesadores en los que no se utilicen contadores de partículas para verificar el funcionamiento del sistema de ventilación durante su puesta en marcha. Básicamente, se demuestra de forma sencilla y clara que el aire de una sala limpia de este tipo es realmente limpio y está libre de partículas minúsculas. Para ello se utiliza el contador de partículas.

Cómo se miden las partículas

Los contadores de partículas pueden analizar, mediante un complejo sistema óptico y con ayuda de rayos láser, si hay partículas minúsculas en el aire ambiente. Para ello, se cuenta el número de partículas y, al mismo tiempo, se examina su tamaño, es decir, se determina su diámetro aerodinámico.

Contador de partículas móvil

Contador de partículas móvil, alimentado por batería, con medición de luz difusa y registro de datos para la medición en tiempo real de masas de aerosoles

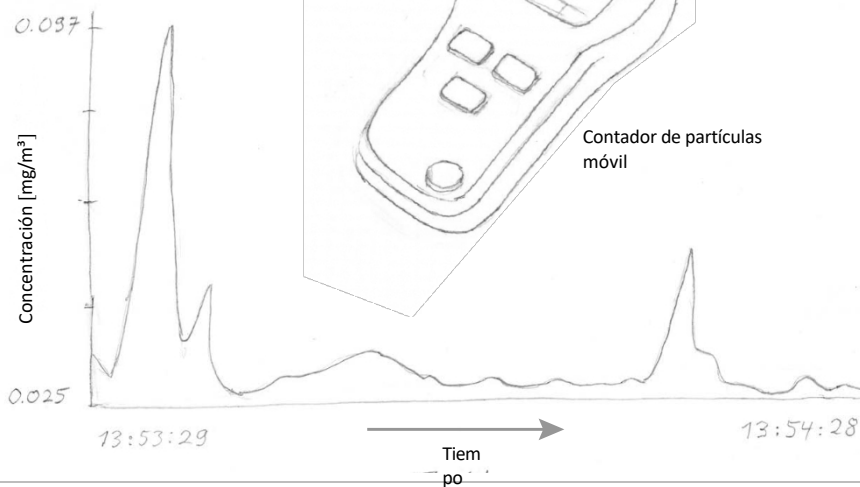


Figura 45

La tecnología de medición de partículas debe adaptarse a la situación.

Al igual que en las salas blancas, también se puede analizar el aire ambiente en plantas de producción, cocinas industriales o fábricas de maquinaria y determinar la presencia de partículas. En principio, se trata exactamente del mismo procedimiento, pero con una diferencia importante:

¡el número de partículas difiere enormemente en comparación con las salas blancas! Mientras que en las salas blancas se comprueba si hay partículas PM10 en el aire ambiente, en el aire ambiente de una cocina o una planta de producción se mide el número de partículas presentes en un metro cúbico de aire ambiente. A menudo se trata del

¡Diez mil veces más o incluso más que en una sala limpia! Los contadores de partículas deben adaptarse a estas condiciones o debe seleccionarse la tecnología de medición adecuada.

Ejemplo práctico: medición de partículas mediante dilución en el aire

Cuando hace 25 años realizamos las primeras mediciones de partículas en espacios tan contaminados, intentamos utilizar medidores de partículas convencionales, ya que en aquel entonces no existía una tecnología de medición más adecuada. Como se puede imaginar, estas primeras mediciones a menudo no eran validables, no eran reproducibles y eran de muy baja calidad, ya que los contadores de partículas estaban completamente sobrecargados por las altas concentraciones de partículas. Un primer enfoque para mejorar fue diluir de forma definida el aire que se iba a analizar. Es decir, con los niveles de dilución adecuados, el aire que se iba a analizar se diluía, por ejemplo, 1000 veces con aire puro sin partículas. A continuación, este aire diluido se medía con contadores de partículas convencionales y el resultado se extrapolaba multiplicándolo por 1000. El desarrollo simultáneo de los contadores de partículas garantizó que los dispositivos fueran menos sensibles a concentraciones muy altas de partículas y que los resultados de las mediciones fueran cada vez más precisos.

Los dispositivos modernos garantizan mediciones exactas.

Los contadores de partículas actuales pueden analizar incluso el aire ambiente muy contaminado con la misma precisión con la que se ha trabajado durante décadas en salas blancas. El sector solo tiene que querer realmente esta medición precisa y estar dispuesto a invertir en tecnología de medición moderna.

Se realizan muy pocas mediciones

A día de hoy, en el mercado de la ventilación de cocinas de habla alemana, apenas hay un puñado de fabricantes que utilicen esta tecnología de medición en la puesta en marcha de nuevos sistemas de ventilación.

¡Por desgracia, no es un malentendido!

Se da por sentado que los sistemas de ventilación funcionan de forma óptima, sin pruebas de medición.

El funcionamiento impecable de un sistema de ventilación, la eficiencia de la captación y extracción, así como la separación y el filtrado de sustancias nocivas del flujo de aire, son aspectos que se dan por sentados y se dan por supuestos. Siguiendo el lema de que «ya se arreglará y estará bien». La mayoría de las veces, nadie quiere saber si realmente es así y mucho menos se busca la transparencia mediante análisis y documentación.

La tecnología de medición es imprescindible para lograr una calidad del aire óptima

En los capítulos anteriores hemos explicado detalladamente la complejidad de las tareas de la tecnología de ventilación, como la captación y extracción, el filtrado y la separación, y la ventilación con aire fresco. Por estas razones, la tecnología de medición es imprescindible para demostrar que el aire interior está realmente libre de sustancias nocivas. No hay excusa para no utilizar esta tecnología de medición con regularidad.

Falta de pruebas de medición en los purificadores de aire con ozono

Del mismo modo, con un equipo de medición adecuado también se pueden detectar gases peligrosos como el ozono. Pero también en este caso se observa la misma actitud que en la tecnología de medición de partículas descrita anteriormente: entre los miles de proveedores de purificadores de aire con ozono, difícilmente encontrará uno que pueda demostrarle, con ayuda de una tecnología de medición adecuada, que sus productos no causan más daños que beneficios con el ozono que generan.

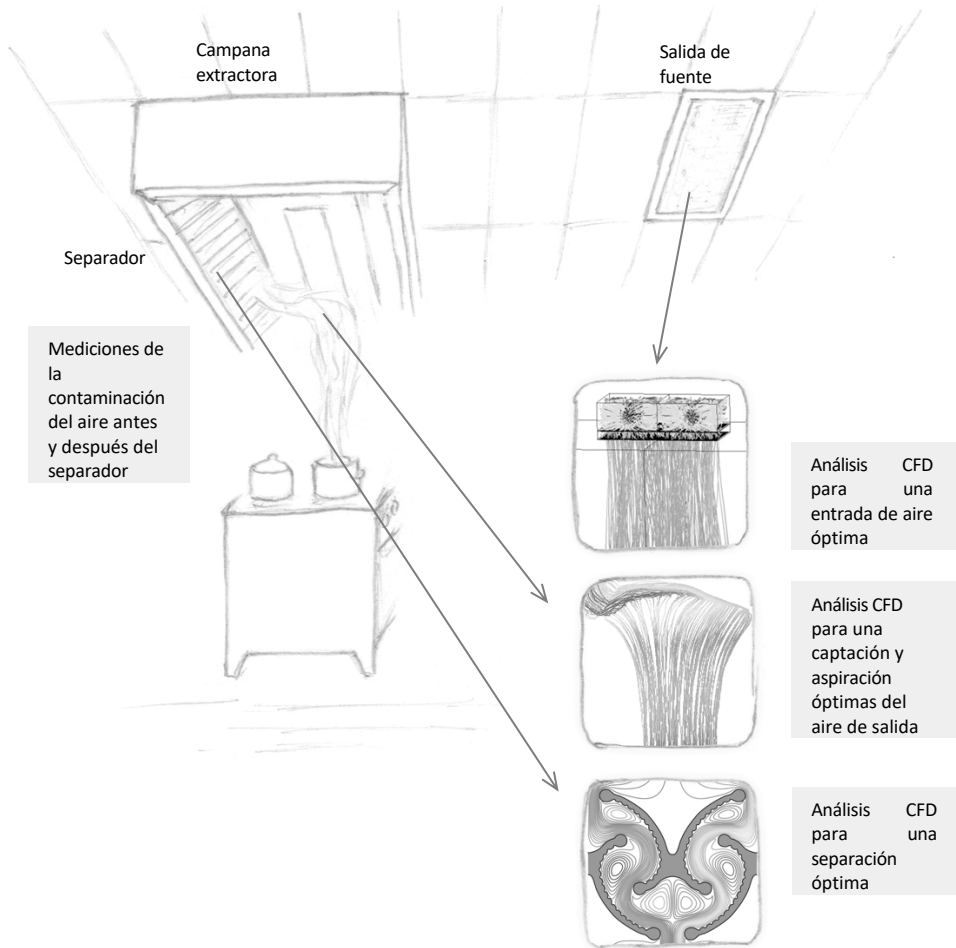
La tecnología de ventilación sería tiene una base científica

Al igual que en los capítulos anteriores, aquí también se demuestra que el desarrollo serio de productos en el ámbito de la tecnología de ventilación y la purificación del aire requiere un enfoque con base científica. Las promesas grandilocuentes en folletos publicitarios de diseño atractivo pueden hacer creer lo contrario con demasiada frecuencia en nuestro sector. Manténgase alerta y cuestione siempre este tipo de promesas.

Conclusión

Espero que mis comentarios le hayan sensibilizado sobre este tema y le hayan proporcionado información interesante. Ahora se cierra el círculo: hemos tratado todos los aspectos, desde la captación y extracción eficientes en el capítulo 1 hasta la tecnología de medición adecuada para determinar la eficiencia de la tecnología de ventilación y control de la contaminación del aire en el capítulo 6.–

Técnica de ventilación con base científica



En Rentschler REVEN, la funcionalidad de la tecnología de ventilación de cocinas se comprueba y optimiza con métodos científicamente probados.

Figura 46

Conclusión

Ya has leído todos los capítulos de este libro, que originalmente proceden de nuestro podcast.

«Malentendidos en la tecnología de ventilación y control de la contaminación del aire». Espero haberle dado algunas ideas. Un competidor criticó recientemente el contenido del podcast. Afirmaba que era demasiado superficial y que esperaba más de mí. Como ya he mencionado en otras ocasiones, mi objetivo era hacer accesibles los temas relacionados con la tecnología de ventilación y la purificación del aire y que resultaran lo más amenos posible. No pretendía escribir un artículo científico. Los temas de nuestro sector de la ventilación son más bien temas especializados que no interesan a la gran mayoría. Por eso era importante para mí explicar los malentendidos de forma sencilla y comprensible también para personas ajenas al sector. Espero haberlo conseguido.

Basándonos en este podcast, hemos escrito este libro. Contiene muchas ilustraciones interesantes que complementan la información individual y la refuerzan visualmente.

Para mí es muy importante que nuestro sector resulte atractivo para las nuevas generaciones, ya que la purificación del aire es un tema importante y lo seguirá siendo en el futuro. Por eso hay que abordar esta cuestión con cuidado y sentido del deber.

Mis compañeros del departamento de ventas llevarán este libro consigo en el futuro y estarán encantados de facilitarle un ejemplar para ilustrar los distintos temas cuando discuta con ellos nuevos proyectos, nuevos procesos y nuevos planes. ¡Porque queremos que se comprendan nuestras tecnologías y nuestros productos!

Como agradecimiento a los oyentes de nuestro podcast, ofrecemos el libro recién publicado de forma gratuita.

Paralelamente a nuestro proyecto editorial, ahora también hay un nuevo podcast. Se titula «Luftpost» (Correo aéreo).



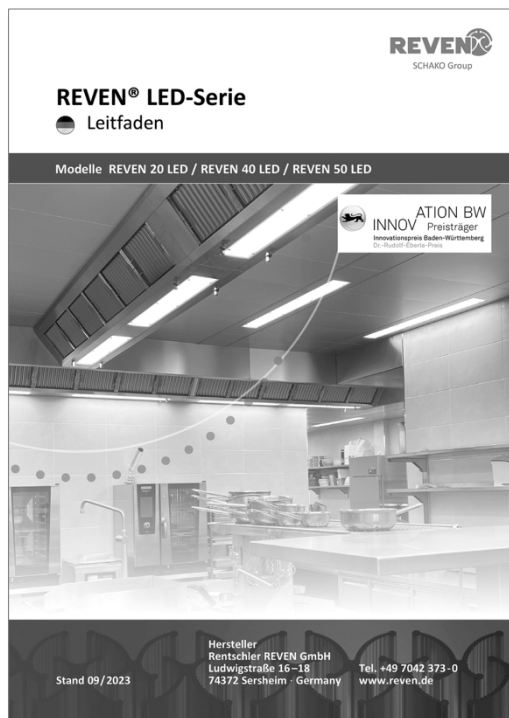
Esta nueva serie de podcasts trata sobre el aire sano. Presento a personas y empresas que se dedican a la conservación del aire y la tecnología de ventilación. Se entrevista a actores de los más diversos sectores y se discuten tecnologías. He elegido este título por la asociación que evoca el término. Antiguamente, las noticias y los comunicados se enviaban a menudo por correo aéreo. En mi podcast «Luftpost» quiero transmitir las últimas noticias sobre aire limpio y medio ambiente saludable.

Lo encontrará en revent.de/review/luftpost, los primeros episodios ya están disponibles.

Si usted mismo es actor del sector de la ventilación o la purificación del aire, estaremos encantados de crear juntos un episodio del podcast. También puedo desplazarme hasta sus instalaciones. Solo tiene que ponerse en contacto conmigo en marketing@reven.de.

Interesante, hecho por REVEN

La guía para luminarias LED

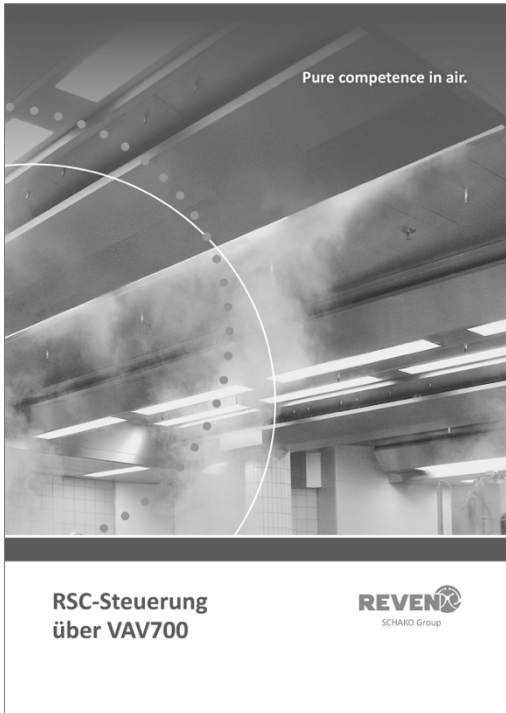


A menudo se subestima la importancia de una buena iluminación para el uso de una estancia.

La iluminación adecuada es muy importante, especialmente en cocinas industriales. Por lo tanto, al planificar la iluminación, se deben tener en cuenta aspectos como la luminosidad, el contraste y el color. Aquí es donde nuestro sistema de gestión de la iluminación ofrece grandes ventajas.

En esta guía LED explicamos qué factores son importantes para una buena iluminación y cómo las luminarias LED REVEN® cumplen estos requisitos.

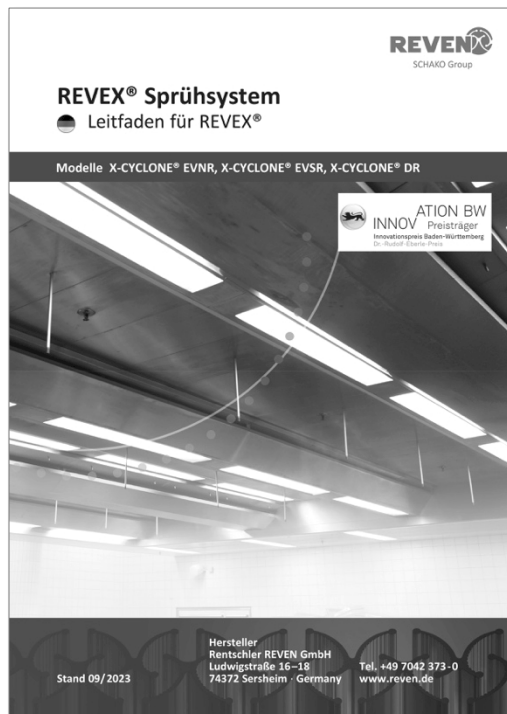
El folleto Control RSC



Para mejorar la rentabilidad de los sistemas de ventilación en cocinas industriales, Rentschler REVEN ofrece el sistema de control automático inteligente RSC. El sistema adapta de forma continua el caudal de aire de entrada y salida a las actividades de cocción, en consonancia con el innovador estándar Industria 4.0.

En nuestro folleto encontrará los detalles técnicos que deben tenerse en cuenta al instalar un control RSC.

La guía para el sistema de pulverización REVEX®



En el pasado, el tema de la «limpieza de los sistemas de ventilación de cocinas» no se prestaba la atención suficiente.

Una limpieza regular, profesional y adecuada de los sistemas de ventilación en cocinas industriales garantiza el correcto funcionamiento de la instalación, reduce el riesgo de incendio y evita la proliferación de microorganismos en el interior de la instalación. Además, protege la salud del personal de cocina.

Malentendidos en la tecnología de ventilación y purificación del aire

El libro

La respuesta durante el podcast fue tan grande que se convirtió en un libro por sí solo. Comentarios que hablan por sí mismos:

«... el podcast sobre corrientes de aire me ha dejado con ganas de más...».

«... quiero felicitarles por el interesante podcast
«Malentendidos en la tecnología de ventilación y la purificación del aire» y agradecerle la información...».

«... Muchas gracias por el podcast tan interesante. Me encantaría que continuara. Soy director de proyectos en ingeniería de ventilación desde hace más de 20 años y he podido aprender mucho para la práctica y para otros proyectos. Me encantaría poder construir la próxima instalación de cocina con usted...».

«... Quiero felicitarles por el podcast. El tema es muy comprensible incluso para personas como yo, que no están tan familiarizadas con la materia...».

«... Como oyente atento de su podcast, quiero aprovechar la oportunidad para encargar el libro especializado anunciado para 2023. Espero con interés nuevos episodios sobre el tema del aire, nuestro alimento máspreciado...».

El autor

El ingeniero Sven Rentschler es director general de Rentschler Reven GmbH, una empresa mediana dedicada a la fabricación de sistemas de purificación del aire. Como empresario, se ha fijado el objetivo de mejorar la percepción de la purificación del aire en la industria y el comercio a nivel mundial. Dos patentes internacionales y el premio a la innovación del estado federado de Baden-Württemberg son el resultado de su compromiso. Además, Sven Rentschler es bloguero y conferenciante sobre el tema de la purificación del aire.

El público objetivo

Cualquier persona interesada en lo que hay que tener en cuenta para una ventilación y una purificación del aire óptimas.

Principiantes, personas que desean actualizar sus conocimientos y profesionales del sector de la climatización y la ventilación, así como personas procedentes de sectores afines, en particular proyectistas de ventilación en la construcción de maquinaria y la industria alimentaria, empresas ejecutoras, peritos, operadores y proyectistas de cocinas industriales.

● AIRACIÓN

● CLIMA

● FRÍO

cci-dialog.de

cci Buch es una marca registrada de cci Dialog GmbH

También disponible en formato electrónico

ISBN 978-3-922420-74-3



9 783922 420743

€ 47,00 (D)