

(Este documento actualiza las versiones anteriores del 3 de abril y del 17 de marzo. Se realizarán más actualizaciones según sea necesario)

Cómo operar sistemas de HVAC y otras instalaciones en edificios para prevenir la propagación de la enfermedad (COVID-19) por coronavirus (SARS-CoV-2) en los lugares de trabajo

1 Introducción

En este documento, REHVA resume los consejos sobre la operación y el uso de las instalaciones en los edificios durante una epidemia por coronavirus (COVID-19), para prevenir la propagación de COVID-19 en las instalaciones de HVAC (calefacción, ventilación y aire acondicionado) o instalaciones de fontanería. Las siguientes recomendaciones deben tratarse como una guía provisional; el documento se complementará cuando estén disponibles nuevas evidencias e información.

Las sugerencias que se recogen se vienen a sumar a la guía general para trabajadores y propietarios de edificios que se presenta en el documento de la OMS "Preparando los lugares de trabajo para COVID-19". El texto está destinado principalmente a profesionales de sistemas de HVAC y propietarios de instalaciones. Puede ser útil para especialistas en salud laboral y pública y otras personas involucradas en las decisiones sobre cómo usar los edificios.

En este documento, se tratan aquellas precauciones relacionadas con las instalaciones del edificio. El alcance se limita a edificios comerciales y públicos (por ejemplo, oficinas, escuelas, zonas comerciales, locales deportivos, etc.) donde sólo se espera la ocupación ocasional de personas infectadas. Los edificios residenciales están fuera del alcance de este documento.

La guía se centra en medidas temporales y fáciles de organizar, que se pueden implementar en edificios existente y que están en uso durante o después de una epidemia con tasas de ocupación normales o reducidas.

Descargo de responsabilidad:

Este documento expresa el asesoramiento y las opiniones de expertos de REHVA basados en el conocimiento científico disponible de COVID-19 disponible en el momento de la publicación. En muchos aspectos, la información del SARS-CoV-2 no está completa, por lo que la evidencia¹ de la experiencia previa del SARS-CoV-1 se ha utilizado para las recomendaciones. REHVA, los contribuyentes y todos los involucrados en la publicación excluyen toda responsabilidad por daños directos, indirectos, incidentales o cualquier otro daño que pueda resultar del uso de la información presentada en este documento o que esté relacionada con él.

¹ En las últimas dos décadas nos hemos enfrentado a tres brotes de enfermedades por coronavirus: (i) SARS en 2002-2003 (SARS-CoV-1), (ii) MERS en 2012 (MERS-CoV) y COVID-19 en 2019-2020 (SARSCoV-2). En el presente documento nos centramos en la instancia actual de transmisión de SARS-CoV-2. Cuando nos referimos al brote de SARS en 2002-2003, usamos el nombre SARS-CoV-1

Resumen

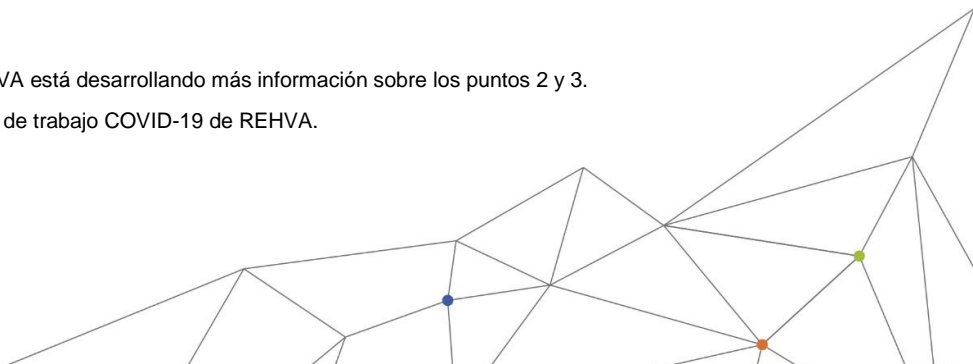
Recientemente se han desarrollado nuevas evidencias sobre la transmisión por aerosoles del SARS-CoV-2 así como el reconocimiento general de la transmisión en base a aerosoles de largo alcance. Esto ha hecho que las medidas de ventilación sean las más importantes en el control de la infección. Si bien el distanciamiento físico es importante para evitar un contacto cercano, el riesgo de aerosoles concentrados y contagios a partir de 1,5 metros de una persona infectada, puede reducirse con una ventilación adecuada y soluciones efectivas de distribución de aire. En tal situación, se requieren al menos tres niveles de recomendación: (1) cómo operar los sistemas de HVAC y otras instalaciones en edificios existentes durante una epidemia; (2) cómo llevar a cabo una evaluación de riesgos y evaluar la seguridad de diferentes edificios y estancias; y (3) cuáles serían las acciones de mayor alcance para reducir aún más en el futuro la propagación de enfermedades víricas en edificios con mejores sistemas de ventilación². Cada zona y operación del edificio es única y requiere una evaluación específica. Hacemos 15 recomendaciones que se pueden aplicar en edificios existentes a un costo relativamente bajo para reducir la cantidad de contagios en ambientes interiores. En cuanto a las renovaciones de aire, más ventilación siempre es mejor, pero no es la única consideración. Los espacios grandes como las aulas que están ventiladas de acuerdo con los estándares actuales tienden a ser razonablemente seguros, pero las estancias pequeñas ocupadas algunas personas muestran la mayor probabilidad de infección incluso si están bien ventiladas. Si bien existen muchas posibilidades para mejorar las soluciones de ventilación en el futuro, es importante reconocer que la tecnología y el conocimiento actuales ya permiten el uso de muchas estancias en edificios durante un brote de tipo COVID-19 si la ventilación cumple con los estándares existentes y se realiza una evaluación de riesgos³.

Tabla de contenidos

1. Introducción	1
2. Rutas de transmisión	3
3. Sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado en el contexto COVID 19	6
4. Recomendaciones prácticas para la operación de instalaciones durante una epidemia para la reducción del riesgo de infección	8
5. Resumen de medidas prácticas para la operación de instalaciones en edificios durante una epidemia.....	16
Comentarios.....	17
Referencias.....	18

² El Grupo de trabajo COVID-19 de REHVA está desarrollando más información sobre los puntos 2 y 3.

³ Actualmente en desarrollo por el Grupo de trabajo COVID-19 de REHVA.



2 Rutas de transmisión

Es importante para cada epidemia entender las rutas de transmisión del agente infeccioso. Para la COVID-19 y para muchos otros virus respiratorios, tres rutas de transmisión son las dominantes: (1) transmisión combinada en una región de contacto cercano en 1-2 m, que surge de gotitas y aerosoles emitidos al estornudar, toser, cantar, gritar, hablar y respirar; (2) transmisión aérea de largo alcance (basada en aerosoles); y (3) contacto superficial (fómite) a través de contactos mano-mano, superficie de mano, etc. Los medios para manejar estas rutas son la distancia física para evitar el contacto cercano, la ventilación para evitar la transmisión en el aire y la higiene de las manos para evitar el contacto con la superficie. Este documento se centra principalmente en las medidas de reducción de la transmisión aérea, mientras que el equipo de protección personal, tales como el uso de máscaras, está fuera del alcance del documento. Las rutas de transmisión adicionales que han llamado la atención son la ruta fecal-oral y la resuspensión del SARS-CoV-2.

El tamaño de una partícula de coronavirus es de 80-160 nanómetros^{4, i} y permanece activa en las superficies durante muchas horas o un par de días a menos que haya una limpieza específica^{ii, iii, iv}. En el aire interior, el SARS-CoV-2 puede permanecer activo hasta 3 horas y hasta 2-3 días en las superficies de la estancia en condiciones interiores comunes^v. Un virus en el aire no está desnudo, sino que está contenido dentro de las gotas de líquido respiratorio expulsado. Las gotas grandes caen, pero las gotas pequeñas permanecen en el aire y pueden viajar largas distancias transportadas por los flujos de aire interior y en los conductos de aire de extracción de los sistemas de ventilación, así como en los conductos de impulsión cuando se recircula el aire. La evidencia sugiere que la transmisión por vía aérea ha causado, entre otras, infecciones bien conocidas de SARS-CoV-1 en el pasado^{vi, vii}.

Las gotitas respiratorias expulsadas que están suspendidas en el aire varían de menos de 1 µm a más de 100 µm de diámetro, que es el tamaño de partícula más grande que se puede inhalar. También se les conoce como aerosoles, es decir, partículas suspendidas en el aire, ya que las gotas son partículas líquidas. Los principales mecanismos de transmisión en el aire se ilustran en la Figura 1.

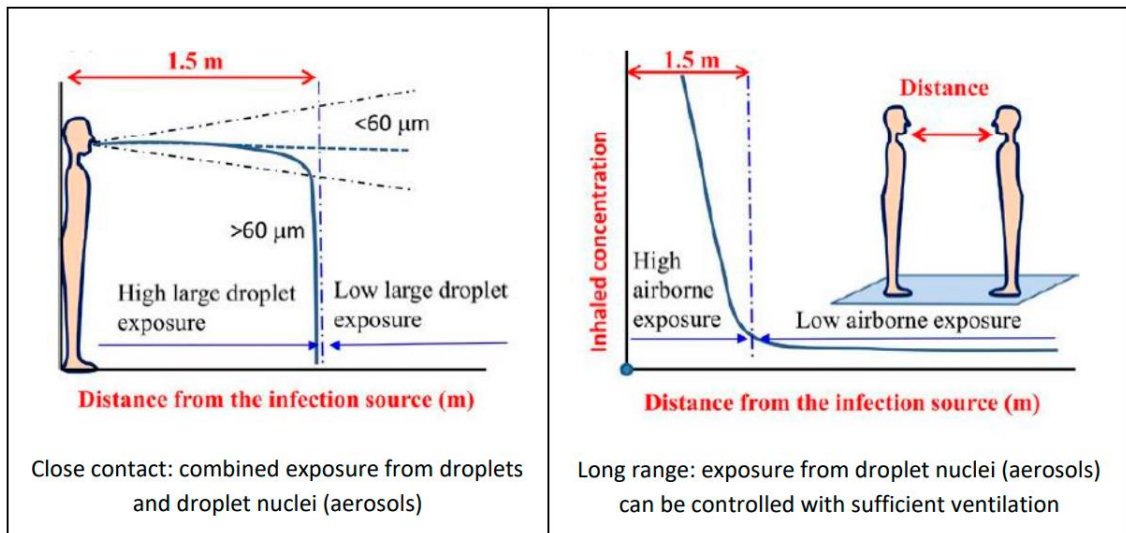


Figura 1. La distinción entre la transmisión combinada de gotitas y aerosoles de contacto cercano (izquierda) y la transmisión por aerosoles de largo alcance (derecha) que se puede controlar con ventilación diluyendo la concentración del virus a un nivel bajo. (Figura: cortesía de L. Liu, Y. Li, P. V. Nielsen et al.^{xii})

⁴ 1 nanómetro = 0.001 micras (µm)

La transmisión en el aire depende del tamaño de gota^{viii, ix, x} y generalmente se divide en contacto cercano y regiones de largo alcance de la siguiente manera:

1. La región de transmisión de gotas de corto alcance para eventos de contacto cercano se puede definir a través de la distancia recorrida antes de que las gotas y las gotas grandes (hasta $2000\ \mu\text{m} = 2\ \text{mm}$) caigan a las superficies. A una velocidad de gota inicial de $10\ \text{m/s}$ las gotas más grandes caen dentro de $1,5\ \text{m}$.

Las actividades respiratorias corresponden a una velocidad de gota de $1\ \text{m/s}$ para la respiración normal, $5\ \text{m/s}$ para hablar, $10\ \text{m/s}$ para toser y $20\text{-}50\ \text{m/s}$ para estornudar. Las gotitas expulsadas se evaporan y se desecan en el aire para que los núcleos de gotitas finales se contraigan a aproximadamente la mitad o un tercio del diámetro inicial^{xi}. Las gotas con un diámetro inicial menor de $60\ \mu\text{m}$ no alcanzan el suelo antes de que se sequen por completo y pueden ser transportadas más allá de $1,5\ \text{m}$ por flujos de aire.

2. La transmisión aérea de largo alcance se aplica más allá de la distancia de $1,5\ \text{m}$ para gotas $<50\ \mu\text{m}$. La desecación de gotas es un proceso rápido; por ejemplo, las gotas de $50\ \mu\text{m}$ se desecan en aproximadamente dos segundos y las gotas de $10\ \mu\text{m}$ en $0,1\ \text{s}$ en núcleos de gotas con aproximadamente la mitad del diámetro inicial^v. Los núcleos de gotitas $<10\ \mu\text{m}$ pueden ser transportados por flujos de aire a largas distancias ya que las velocidades de sedimentación de $10\ \mu\text{m}$ y las partículas de $5\ \mu\text{m}$ (diámetro de equilibrio de los núcleos de gotitas) son de solo $0,3\ \text{cm/s}$ y $0,08\ \text{cm/s}$, por lo que lleva entre unos $8,3$ y 33 minutos respectivamente para caer $1,5\ \text{m}$. Debido a la desecación instantánea, el término "gotita" se usa a menudo para los núcleos de gotitas desecadas que todavía incluyen algo de líquido que explica por qué los virus pueden sobrevivir. Los núcleos de gotitas forman una suspensión de partículas en el aire, es decir, un aerosol. Con una mezcla efectiva de ventilación, la concentración de aerosol es casi constante desde $1\text{-}1,5\ \text{m}$ de distancia en adelante. En los espacios con una adecuada ventilación, esta concentración se ve afectada principalmente por los índices de renovación de aire de exterior, si bien también se reduce por la deposición y la descomposición de partículas cargadas de virus.

Más importante que la distancia que recorren las gotas de diferentes tamaños, es la distancia desde la fuente o la persona infectada a la que se alcanzará una concentración de aerosol casi constante. Como se muestra en la Figura 1, a la derecha, la concentración de núcleos de gotas disminuirá rápidamente dentro de los primeros $1\text{-}1,5$ metros desde la exhalación de una persona^{xii}. Este efecto se debe a la aerodinámica del flujo de exhalación y el flujo en el microambiente alrededor de las personas (penacho). La distribución de núcleos de gotas depende de la posición de las personas, el índice de renovaciones de aire, el tipo de sistema de distribución de aire como, por ejemplo, mezcla, desplazamiento o ventilación individual, y otras corrientes de aire en el espacio^{xiii}. Por lo tanto, el contacto cercano dentro de los primeros $1,5$ metros crea una alta exposición tanto a las gotas grandes como a los núcleos de gotas que es respaldada por estudios experimentales y numéricos^{xii}. Las concentraciones de aerosol y el contagio a partir de $1,5\ \text{m}$ o más de una persona infectada se pueden controlar con una ventilación adecuada y soluciones de distribución de aire. El efecto de la ventilación se ilustra en la Figura 2.

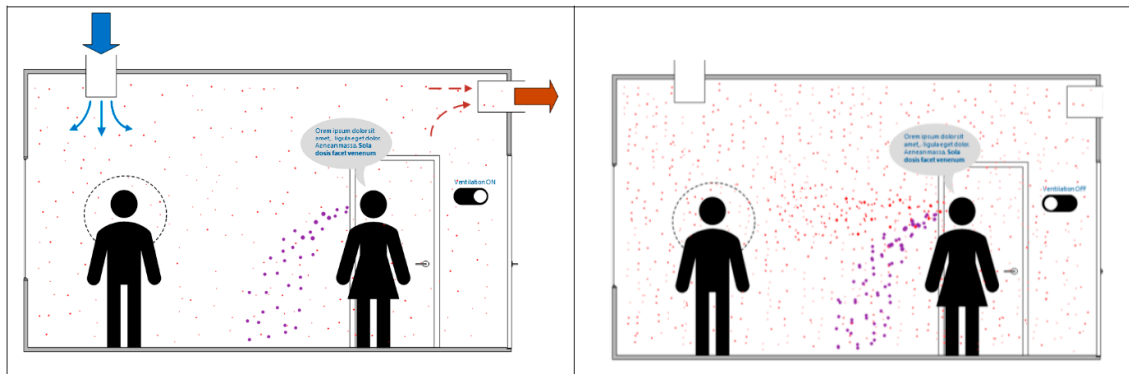


Figura 2. Ilustración de cómo una persona infectada (mujer que habla a la derecha) conduce a la exposición de aerosoles (puntos rojos) en la zona de respiración de otra persona (hombre a la izquierda en este caso). La exhalación de gotas grandes está marcada con puntos de color púrpura. Cuando la sala se ventila con un sistema de ventilación por mezcla, la cantidad de partículas cargadas de virus en la zona de respiración es mucho menor que cuando el sistema de ventilación está apagado. Figura izquierda: sistema de ventilación encendido, figura derecha: sistema de ventilación apagado.

5 La física de las gotas respiratorias suspendidas en el aire muestra que una gota con un diámetro inicial de 20 μm se evaporará en 0.24 segundos en el aire ambiente con 50% de HR encogiéndose al mismo tiempo a un núcleo de gotas con un diámetro de equilibrio de aproximadamente 10 μm . Para este núcleo de gotitas de 10 μm , que incluye todavía algo de líquido, se necesitan 8,3 minutos para caer 1,5 m en aire quieto.

En el caso del SARS-CoV-2, la OMS reconoció por primera vez la ruta de infección de largo alcance, basada en la exposición a partículas de núcleos de gotitas, para los procedimientos hospitalarios de generación de aerosoles y se incluyó en la guía para aumentar la ventilación^{xiv}. Las autoridades japonesas fueron una de las primeras en abordar la posibilidad de transmisión de aerosoles en determinadas circunstancias, como cuando se habla en un espacio cerrado con mucha gente a poca distancia, con el riesgo asociado de propagar la infección incluso sin toser o estornudar^{xv}. Después de eso, muchas otras autoridades lo han seguido, incluidos los CDC de EE. UU., El Gobierno del Reino Unido, el Gobierno italiano y la Comisión Nacional de Salud de China. Una evidencia importante provino de un estudio^v que concluyó que la transmisión por aerosoles es plausible, ya que el virus puede permanecer viable en aerosoles durante varias horas. Los análisis de eventos con múltiples contagios han demostrado que los ambientes cerrados con ventilación mínima contribuyeron fuertemente a un número característicamente alto de infecciones secundarias^{xvi}. Eventos bien conocidos de supercontagio que han reportado transmisión por aerosoles son de un restaurante de Guangzhou^{xvii} y el evento Skagit Valley Chorale^{xviii}, donde la tasa de ventilación del aire exterior era tan baja como 1–2 L/s por persona. El hecho de que han surgido rápidamente evidencias sustanciales que indican que el SARS-CoV-2 se transmite a través de aerosoles, ha sido solicitado por muchos científicos^{xix,xx} para que sea reconocido. Hasta la fecha, la revisión del Centro Europeo para la Prevención y el Control de Enfermedades sobre los sistemas HVAC en el contexto de COVID-19, así como el Instituto Robert-Koch de Alemania, han reconocido el transporte de aerosoles^{xxi,xxii}. Finalmente, después de una carta abierta de 239 científicos^{xxiii}, la OMS agregó la transmisión por aerosoles a su informe científico como modo de transmisión^{xxiv}. En general, un mecanismo de transmisión basado en aerosoles de largo alcance implica que mantener una distancia de 1-2 m de una persona infectada no es suficiente, y se necesita un control de la concentración con ventilación para la eliminación efectiva de partículas en espacios interiores.

La transmisión por contacto superficial (fómites) puede ocurrir cuando las gotas grandes expulsadas caen sobre superficies y objetos cercanos, como escritorios y mesas. Una

persona puede infectarse con COVID-19 al tocar una superficie u objeto que tiene el virus y luego tocarse la boca, la nariz o posiblemente los ojos, pero los CDC de EEUU concluyen que esta ruta no se considera la principal forma de propagación del virus ^{xxv}.

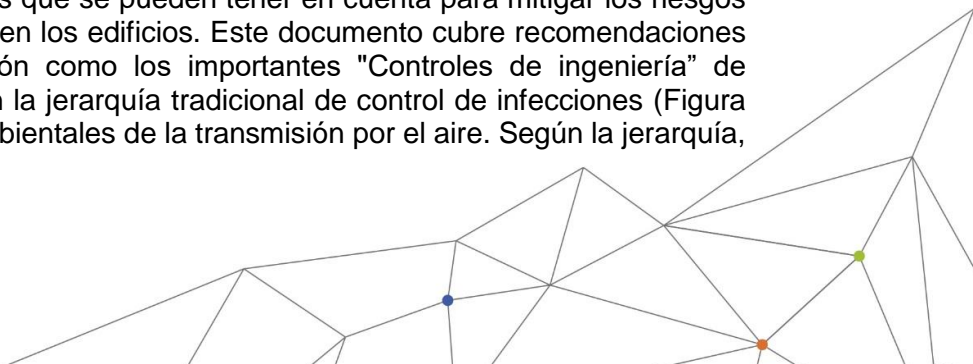
La OMS reconoce la ruta fecal-oral, es decir, la ruta de transmisión de aerosoles/aguas fecales para las infecciones por SARS-CoV-2^{xxvi}. La OMS propone como medida de precaución activar la cisterna de los inodoros con la tapa cerrada. Además, es esencial evitar desagües y botes sifones secos y otros dispositivos sanitarios vertiendo regularmente agua (cada tres semanas, dependiendo del clima) para que el sello hidráulico funcione adecuadamente. Esto evita la transmisión de aerosoles a través del sistema de saneamiento y está en línea con las observaciones realizadas durante el brote de SARS 2002-2003: las conexiones abiertas con los sistemas de saneamiento parecían ser una ruta de transmisión en un edificio de apartamentos en Hong Kong (Amoy Garden) ^{xxvii}. Se sabe que la descarga de las cisternas en inodoros están creando flujos de aire ascendentes que contienen gotas y residuos de gotas cuando los inodoros se descargan con tapas abiertas. Se han detectado virus SARS-CoV-2 en muestras de heces (reportadas en documentos científicos recientes y por las autoridades chinas) ^{xxviii, xxix, xxx}.

Conclusión sobre la ruta de transmisión de aerosoles (en el aire):

Recientemente se han desarrollado nuevas evidencias y un reconocimiento general de la ruta de transmisión basada en aerosoles. Cuando se publicó la primera versión de este documento el 17 de marzo de 2020, REHVA propuso seguir el principio ALARP (*As Low As Reasonably Practicable*. Tan bajo como razonablemente sea posible) para aplicar un conjunto de medidas de HVAC que ayuden a controlar la ruta del aerosol en los edificios. De momento, hay evidencia sobre la transmisión basada en aerosol SARS-CoV-2, y esta ruta ahora es reconocida en todo el mundo. Todavía no se conoce la contribución relativa de las diferentes rutas de transmisión en la propagación de COVID-19. Por lo tanto, es imposible decir si la transmisión a base de aerosoles tiene un papel preponderante o simplemente significativo. Las rutas de transmisión también dependen de la ubicación. En los hospitales con una excelente tasa de ventilación de 12 ren/h, la transmisión de aerosoles se elimina principalmente, pero en espacios pobremente ventilados, puede ser dominante. Las rutas de transmisión siguen siendo un tema importante de investigación, y ya se ha informado que la ruta a base de aerosoles de corto alcance domina el riesgo a la infección respiratoria durante el contacto cercano^{xxxi}. La literatura médica ha comenzado a hablar sobre un nuevo paradigma de aerosoles infecciosos. Se concluye que no hay evidencia que respalde el concepto de que la mayoría de las infecciones respiratorias están asociadas principalmente con la transmisión de gotas grandes y que los aerosoles de partículas pequeñas son la regla, y no la excepción, en contra de las pautas actuales^{xxxii}. En el contexto de edificios y espacios interiores, no hay duda de que el riesgo de contagio puede controlarse hasta a 1,5 m de una persona con distancia física y más allá de esa distancia con soluciones de ventilación.

3 Sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado en el contexto de COVID-19

Hay muchas medidas posibles que se pueden tener en cuenta para mitigar los riesgos de transmisión de COVID-19 en los edificios. Este documento cubre recomendaciones para soluciones de ventilación como los importantes "Controles de ingeniería" de control", como se describe en la jerarquía tradicional de control de infecciones (Figura 3) para reducir los riesgos ambientales de la transmisión por el aire. Según la jerarquía,



la ventilación y otras medidas relacionadas con HVAC y fontanería están en un nivel más alto que la aplicación de controles administrativos y equipos de protección personal, incluidas las máscaras. Por lo tanto, es muy importante considerar la ventilación y otras medidas en las instalaciones de los edificios para protegerse contra la transmisión por vía aérea. Estas pueden aplicarse en edificios existentes a un costo relativamente bajo para reducir el riesgo de infección en el interior.

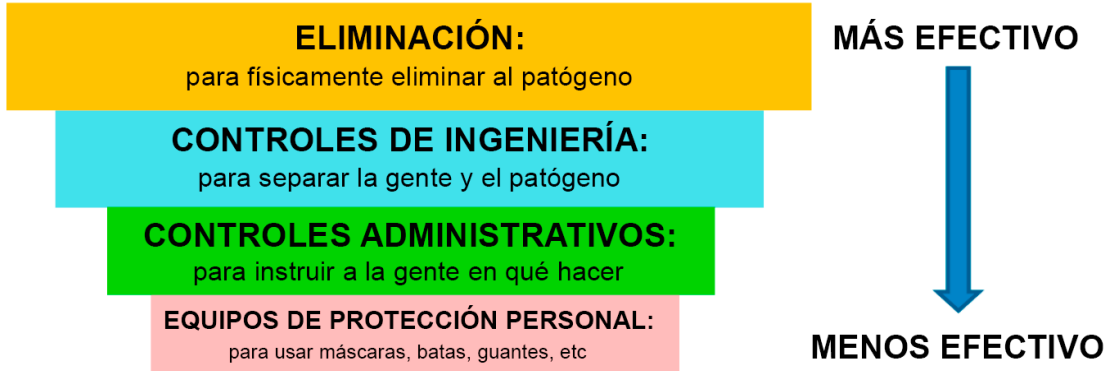


Figura 3. Pirámide tradicional de control de infecciones adaptada de los Centros para el Control de Enfermedades de los Estados Unidos^{xxxiii}.

El Centro Europeo para la Prevención y el Control de Enfermedades (ECDC) ha preparado una guía para las autoridades de salud pública en los países de la UE / EEE y el Reino Unido sobre la ventilación de espacios interiores en el contexto de COVID-19^{xxi}. Esta guía está dirigida a profesionales de la salud pública y sirve de base para que REHVA facilite una guía técnica y específica del sistema para profesionales de HVAC. Las principales pruebas y conclusiones del ECDC se pueden resumir de la siguiente manera:

- La transmisión de COVID-19 ocurre comúnmente en espacios cerrados en interiores.
- Actualmente no hay evidencias de infección humana con SARS-CoV-2 causada por aerosoles infecciosos distribuidos a través de los conductos de aire del sistema de ventilación. El riesgo se califica como muy bajo.
- Los sistemas de HVAC bien mantenidos, incluidas las unidades de aire acondicionado, filtran de forma segura las gotas grandes que contienen SARS-CoV-2. Los aerosoles COVID-19 (pequeñas gotas y núcleos de gotas) pueden propagarse a través de los sistemas de HVAC dentro de un edificio o vehículo y unidades de aire acondicionado autónomas si el aire se recircula.
- El flujo de aire generado por las unidades de aire acondicionado puede facilitar la propagación de pequeñas gotas transmitidas por personas infectadas a distancias más largas dentro de los espacios interiores.
- Los sistemas HVAC pueden tener un papel complementario reduciendo la transmisión en espacios interiores al aumentar la tasa ventilación, disminuir la recirculación del aire y aumentar el uso de aire exterior.
- Los gestores de los edificios deben mantener los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado de acuerdo con las instrucciones del fabricante, particularmente en lo que respecta a la limpieza y el cambio de filtros. No hay beneficio ni necesidad de ciclos de mantenimiento adicionales en relación con COVID-19.

- Deben evitarse los ajustes de ahorro de energía, como la ventilación controlada por demanda por un temporizador o detectores de CO₂.
- Se debe considerar extender los tiempos de operación de los sistemas HVAC antes y después del período regular.
- El flujo de aire directo debe desviarse de los grupos de individuos para evitar la dispersión de patógenos de los sujetos infectados y la transmisión.
- Los organizadores y administradores responsables de reuniones y de la configuración de infraestructuras críticas, deben explorar opciones con la asistencia de sus equipos técnicos de mantenimiento para evitar el uso de la recirculación de aire tanto como sea posible. Deben considerar revisar sus procedimientos sobre el uso de la recirculación en los sistemas de HVAC en base a la información proporcionada por el fabricante o, si no está disponible, buscar el asesoramiento del fabricante.
- El número mínimo de intercambios de aire por hora, siguiendo las normas de edificación aplicables, debe garantizarse en todo momento. Aumentar el número de renovaciones de aire por hora reducirá el riesgo de transmisión en espacios cerrados. Esto se puede lograr mediante ventilación natural o mecánica, dependiendo de la configuración.

4 Recomendaciones prácticas para la operación de las instalaciones de los edificios durante una epidemia para la reducción del riesgo de infección

Esta guía de REHVA sobre la operación de servicios en la edificación cubre 15 apartados principales, como se ilustra en la Figura 4:

1. Tasas de ventilación
2. Tiempos de operación/funcionamiento de la ventilación
3. Funcionamiento en continuo de ventilación
4. Apertura de las ventanas
5. Ventilación de los aseos
6. Ventanas en aseos
7. Descarga de cisternas de inodoros
8. Recirculación de aire
9. Equipos de recuperación de calor
10. Fan Coils y unidades de inducción.
11. Calentamiento, enfriamiento y posibles puntos de consigna de humidificación
12. Limpieza de conductos
13. Aire exterior y filtros del aire de expulsión
14. Trabajos de mantenimiento
15. Monitorización CAI (Calidad de Aire Interior)

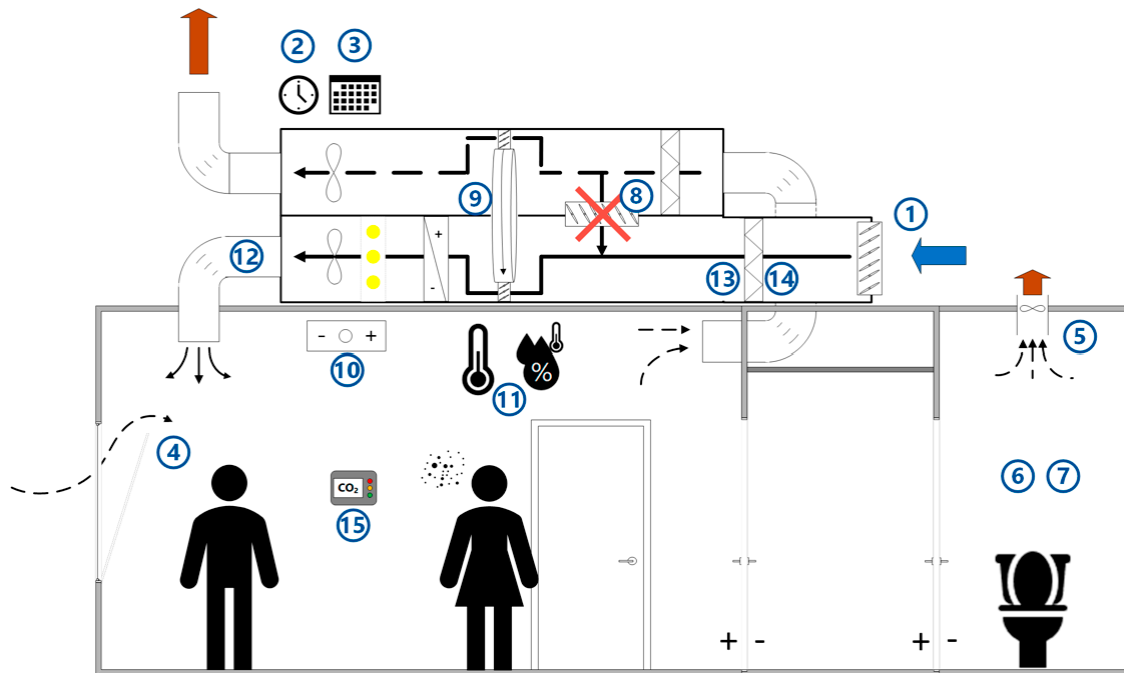


Figura 4. Elementos principales de la guía REHVA para la operación de servicios de construcción.

4.1 Aumentar el aire de ventilación y de extracción.

En edificios con sistemas de ventilación mecánica, se recomiendan tiempos de operación prolongados para estos sistemas. Ajustar los temporizadores del sistema para iniciar la ventilación a la velocidad nominal al menos 2 horas antes del horario de apertura del edificio y cambiar a una velocidad menor 2 horas después del tiempo de uso del edificio. En los sistemas de ventilación controlados por demanda, cambiar el punto de ajuste de CO₂ a 400 ppm para mantener la operación a la velocidad nominal. Mantener la ventilación encendida las 24 horas, los 7 días de la semana, con tasas de ventilación más bajas (pero no apagadas) cuando no hay ocupación⁶. En edificios que han sido desocupados debido a la pandemia (algunas oficinas o edificios educativos), no se recomienda apagar la ventilación, sino operar continuamente a velocidad reducida durante las horas normales de funcionamiento. En temporadas intermedias con pequeñas necesidades de calefacción y refrigeración, las recomendaciones anteriores tienen penalizaciones energéticas reducidas. Al mismo tiempo, ayudan a eliminar las partículas virales del edificio y a eliminar las partículas virales depositadas en las superficies. En invierno y verano, debe aceptarse un mayor uso de energía, ya que los sistemas de ventilación tienen suficiente capacidad de calefacción y refrigeración para cumplir con estas recomendaciones sin comprometer el confort térmico.

⁶ Durante los períodos no ocupados, la ventilación puede funcionar periódicamente para que se mantenga la tasa mínima de flujo de aire exterior recomendada en EN 16798-1: 2019 de 0.15 L / s por piso m².

El consejo general es suministrar tanto aire exterior como sea razonablemente posible. El aspecto clave es la cantidad de aire exterior suministrado por metro cuadrado de superficie. Si se reduce el número de ocupantes, no concentre los ocupantes restantes en áreas más pequeñas, sino que mantenga o amplíe la distancia física (mínimo 2-3 m entre personas) entre ellos para mejorar el efecto de dilución de la ventilación. Se proporcionará más información sobre los niveles de ventilación y los riesgos en diferentes estancias en la versión actualizada del documento en los próximos meses.

Los sistemas de extracción de los aseos deben funcionar las 24 horas, los 7 días de la semana, de manera similar al sistema de ventilación principal. Debe cambiarse a la velocidad nominal al menos 2 horas antes del horario de apertura del edificio y puede cambiarse a una velocidad menor 2 horas después del tiempo de uso del edificio. Si no es posible controlar la velocidad del ventilador, entonces la ventilación del inodoro debe funcionar 24/7 a toda velocidad.

4.2 Mayor uso de ventanas practicables

La recomendación general es mantenerse alejado de espacios con alta ocupación y mal ventilados. En edificios sin sistemas de ventilación mecánica, se recomienda el uso activo de ventanas practicables (mucho más de lo normal, incluso cuando esto ocasione algo de falta de confort térmico). La apertura de ventanas es la única forma de aumentar las renovaciones de aire. Las ventanas deben abrirse aproximadamente 15 minutos antes de entrar en la estancia (especialmente cuando la estancia estaba ocupada por otros previamente). Además, en edificios con ventilación mecánica, la apertura de ventanas puede usarse para aumentar aún más la ventilación.

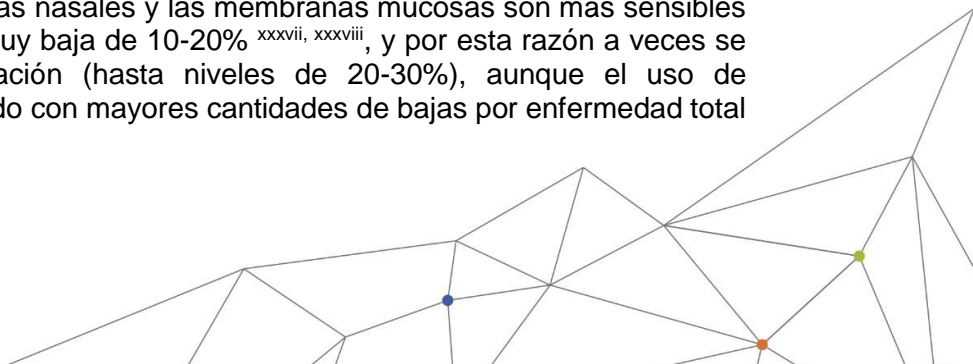
Las ventanas abiertas en aseos con ventilación por shunt pasiva o sistemas de extracción mecánicos pueden causar un flujo de aire contaminado desde los aseos hacia otras estancias, lo que implica que la ventilación comienza a funcionar en la dirección inversa. Se deben evitar las ventanas abiertas de los aseos. Si no hay ventilación de extracción adecuada de los aseos y no se puede evitar la apertura de ventanas, es importante mantener las ventanas abiertas también en otros espacios para lograr flujos cruzados en todo el edificio.

4.3 La humidificación y el aire acondicionado no tienen efecto práctico

La humedad relativa (HR) y la temperatura intervienen en la viabilidad del virus, la formación de núcleos de gotas y la susceptibilidad de las membranas mucosas de los ocupantes. La transmisión de algunos virus en los edificios puede alterarse cambiando la temperatura del aire y los niveles de humedad para reducir la viabilidad del virus. En el caso del SARS-CoV-2, desafortunadamente no es una opción ya que los coronavirus son bastante resistentes a los cambios ambientales y son susceptibles solo a una humedad relativa muy alta por encima del 80% y una temperatura por encima de 30 °Cⁱⁱ, ⁱⁱⁱ, ^{iv}, que no son alcanzables ni aceptables en edificios por razones de confort térmico para evitar el crecimiento microbiano. El SARS-CoV-2 se ha encontrado viable durante 14 días a 4 °C; por un día a 37 °C y por 30 minutos a 56 °C^{xxxiv}.

La estabilidad (viabilidad) del SARS-CoV-2 se ha probado a una temperatura interior típica de 21-23 °C y una HR del 65% con una estabilidad viral muy alta a esta temperatura y RH^{xxxv}. Junto con la evidencia previa sobre MERS-CoV, está bien documentado que la humidificación de hasta el 65% puede tener un efecto muy limitado o nulo en la estabilidad del virus SARS-CoV-2. Las evidencias actuales no respaldan que la humedad moderada (RH 40-60%) sea beneficiosa para reducir la viabilidad del SARS-CoV-2, por lo que la humidificación NO es un método para reducir la viabilidad del SARS-CoV-2.

Las gotas pequeñas (0,5 - 50 μm) se evaporan más rápido a cualquier nivel de humedad relativa (HR)^{xxxvi}. Los sistemas nasales y las membranas mucosas son más sensibles a las infecciones a una HR muy baja de 10-20%^{xxxvii}, ^{xxxviii}, y por esta razón a veces se recomienda cierta humidificación (hasta niveles de 20-30%), aunque el uso de humidificadores se ha asociado con mayores cantidades de bajas por enfermedad total y a corto plazo^{xxxix}.



En edificios equipados con humidificación centralizada, no hay necesidad de cambiar los puntos de consigna de los sistemas de humidificación (generalmente 25 o 30% ^{xi}). Por lo general, no es necesario ningún ajuste para los sistemas de calefacción o refrigeración, y los sistemas se pueden operar normalmente, ya que no hay implicaciones directas para el riesgo de transmisión de SARS-CoV-2.

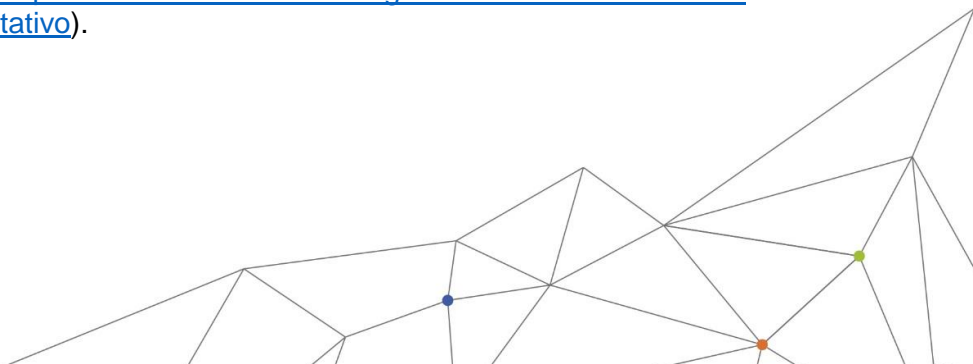
4.4 Uso seguro de las secciones de recuperación de calor

La transmisión de partículas de virus a través de dispositivos de recuperación de calor no es un problema cuando un sistema HVAC está equipado con una unidad de doble batería u otro dispositivo de recuperación de calor que garantice una separación del aire del 100% entre el retorno y el de impulsión^{xii}.

Algunos dispositivos de recuperación de calor pueden transportar partículas y contaminantes en fase gaseosa desde el lado del aire de extracción al lado del aire de impulsión a través de fugas. Los intercambiadores de calor rotativos de aire a aire (es decir, rotores, llamados también ruedas entálpicas o recuperadores entálpicos) pueden ser responsables de fugas significativas en el caso de un diseño y mantenimiento deficientes. En el caso de operar correctamente los intercambiadores de calor rotativos, equipados con sectores de purga y configurados correctamente, las tasas de fuga son muy bajas, en el rango de 1-2% que en la práctica es insignificante. Para los sistemas existentes, la fuga debe ser inferior al 5% y debe compensarse con una mayor ventilación del aire exterior, según la norma EN 16798-3: 2017. Sin embargo, muchos intercambiadores de calor rotativos pueden no estar instalados correctamente. El fallo más común es que los ventiladores se han montado de tal manera que crean una presión más alta en el lado del aire de extracción. Esto provocará fugas del aire de extracción al aire de impulsión. El grado de transferencia incontrolada de aire de extracción contaminado puede ser en estos casos del orden del 20% ^{xiii}, lo cual no es aceptable.

Se ha demostrado que los intercambiadores de calor rotativos que están construidos, instalados y mantenidos adecuadamente tienen una transferencia casi nula de partículas contaminantes (incluidas bacterias, virus y hongos transportados por el aire), y la transferencia se limita a contaminantes gaseosos como el humo de tabaco y otros olores ^{xiii}. No hay evidencia de que las partículas cargadas de virus mayores de aproximadamente 0,2 μm se transfieran a través de la rueda. Debido a que la tasa de fuga no depende de la velocidad de rotación del rotor, no es necesario apagar los rotores. El funcionamiento normal de los rotores hace que sea más fácil mantener los niveles de ventilación más elevadas. Se sabe que la fuga de arrastre es más alta con un flujo de aire bajo, por lo que se deben usar niveles de ventilación más altas como se recomienda en la Sección 4.1.

Si se detectan fugas críticas en las secciones de recuperación de calor, el ajuste de presión o el baipaseo (algunos sistemas pueden estar equipados con baipás) pueden ser una opción para evitar una situación en la que una presión más alta en el lado de extracción provocara fugas de aire hacia el lado de impulsión. Las diferencias de presión pueden corregirse mediante compuertas otras soluciones razonables. En conclusión, recomendamos inspeccionar el equipo de recuperación de calor, incluida la medición de la diferencia de presión y la estimación de las fugas en base a mediciones de temperatura (consulte la [Guía específica: limitación de las fugas internas de aire a través del intercambiador de calor rotativo](#)).



4.5 Sistemas que no usan recirculación central

La carga vírica en los conductos de aire de expulsión (retorno) puede volver a re-entrar en el edificio cuando las unidades de tratamiento de aire centralizadas están equipadas con sectores de recirculación. La recomendación general es evitar la recirculación central durante los episodios de SARS-CoV-2: cierre las compuertas de recirculación bien utilizando el sistema de gestión de edificios o bien manualmente.

A veces, las unidades de tratamiento de aire en las secciones de recirculación están equipadas con filtros de aire de retorno. Esta no debería ser una razón para mantener abiertas las compuertas de recirculación ya que estos filtros normalmente no filtran el material viral de manera efectiva ya que tienen eficiencias de filtro gruesas o medias (clase de filtro G4 / M5 o ISO grueso / ePM10).

En sistemas todo aire y sistemas aire-agua donde la recirculación central no puede evitarse debido a la capacidad limitada de enfriamiento o calefacción, la fracción de aire exterior debe aumentarse tanto como sea posible y se recomiendan medidas adicionales para el filtrado del aire de retorno. Para eliminar completamente las partículas y los virus del aire de retorno, se necesitarían filtros HEPA. Sin embargo, debido a una mayor caída de presión y marcos de sellado especiales requeridos, los filtros HEPA generalmente no son fáciles de instalar en los sistemas existentes. Alternativamente, se puede utilizar la instalación en conductos de dispositivos de desinfección, como la irradiación germicida ultravioleta (UVGI), también llamada ultravioleta germicida (GUV). Es esencial que este equipo esté correctamente dimensionado e instalado⁷. Si es técnicamente posible, es preferible montar un filtro de clase superior en los marcos existentes y aumentar la presión del ventilador de extracción sin reducir la velocidad del flujo de aire. Una mejora mínima es el reemplazo de los filtros de aire de retorno de baja eficiencia existentes con filtros ePM1 80% (antiguo F8). Los filtros de la antigua clase F8 tienen una eficiencia de captura razonable para partículas cargadas de virus (eficiencia de captura 65-90% para PM1).

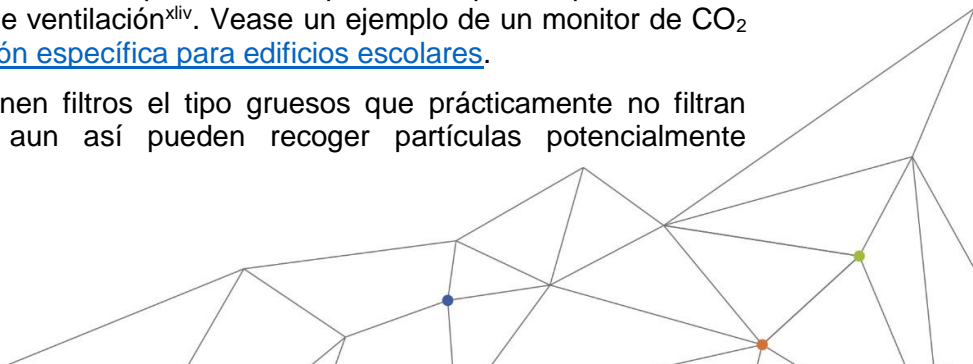
4.6 Nivel de recirculación en espacios: fan coil, split y unidades de inducción

En estancias que dispongan sólo de fan coils o unidades partidas (sistemas de expansión directa o de agua), la primera prioridad es lograr una ventilación adecuada del aire exterior. En tales sistemas, la ventilación mecánica generalmente es independiente de los fan coils o las unidades partidas y hay dos opciones posibles para lograr la ventilación:

1. Automatización de la apertura de ventanas junto con la instalación de monitores de CO₂ como indicadores de ventilación de aire exterior;
2. Instalación de un sistema de ventilación mecánica independiente (local o centralizado, en función de su viabilidad técnica). Esta es la única forma de garantizar un suministro de aire exterior suficiente en las estancias en todo momento.

Si se usa la opción 1, los monitores de CO₂ son importantes, ya que los fan coils y las unidades partidas con funciones de refrigeración o calefacción mejoran el confort térmico, y puede pasar demasiado tiempo antes de que los ocupantes perciban una mala calidad del aire y falta de ventilación^{xiv}. Vease un ejemplo de un monitor de CO₂ en el documento de [Orientación específica para edificios escolares](#).

Las unidades de fan coil tienen filtros el tipo gruesos que prácticamente no filtran partículas pequeñas, pero aun así pueden recoger partículas potencialmente



contaminadas que luego podrían liberarse cuando los ventiladores comiencen a funcionar. Los fan coils y las unidades de inducción pueden necesitar las siguientes medidas adicionales:

1. Fan coils, vigas frías y otras unidades de inducción equipadas con aire primario de aire exterior (sistemas aire-agua), el suministro de aire exterior no necesita ninguna medida específica más que aumentar los niveles de ventilación del aire exterior;
2. En estancias de oficinas individuales y viviendas equipadas únicamente con fan coils y/o unidades partidas, no necesitan ninguna otra medida que no sea un suministro regular de aire exterior al espacio;
3. En espacios comunes (grandes espacios equipados con fan coils o unidades partidas y con alta ocupación) Se recomienda que los fan coils y/o las unidades partidas funcionen continuamente para que los ventiladores de estas unidades no se apaguen, sino que funcionen continuamente a baja velocidad. Si tal ajuste de control no es posible, las unidades deben ser forzadas a operar continuamente. Durante las horas de ocupación, deje las ventanas parcialmente abiertas (si se pueden abrir) para aumentar el nivel de ventilación.

4.7 La limpieza de conductos no tiene efecto práctico

Ha habido algunas afirmaciones exageradas que recomiendan limpiar los conductos de ventilación para evitar la transmisión del SARS-CoV-2 a través de sistemas de ventilación. La limpieza de los conductos no es efectiva contra la infección de una estancia a otra porque el sistema de ventilación no es una fuente de contaminación si se siguen la anteriores recomendaciones sobre recuperadores de calor y recirculación. Los virus unidos a pequeñas partículas no se depositarán fácilmente en los conductos de ventilación y normalmente serán transportados por el flujo de aire^{xiv}. Por lo tanto, no se necesitan cambios en los procedimientos normales de limpieza y mantenimiento de conductos. Mucho más importante es aumentar el suministro de aire exterior y evitar la recirculación de aire de acuerdo con las recomendaciones anteriores.

⁷ Actualmente en desarrollo por el Grupo de trabajo COVID-19 de REHVA.

4.8 No es necesario cambiar los filtros de aire exterior.

En el contexto de COVID-19, se han formulado preguntas sobre el reemplazo de filtros y el efecto protector en los casos muy raros de contaminación por virus en el aire exterior, por ejemplo, si las expulsiones de aire están cerca de las tomas de aire exterior. Los modernos sistemas de ventilación (unidades de tratamiento de aire) están equipados con finos filtros de aire exterior justo después de la entrada de aire exterior (clase de filtro F7 o F8⁸ o ISO ePM2.5 o ePM1), que filtran las partículas del aire exterior. El tamaño de las partículas virales más pequeñas en los aerosoles respiratorios es de aproximadamente 0.2 µm (PM0.2), más pequeño que el área de captura de los filtros F8 (eficiencia de captura 65-90% para PM1). Aun así, la mayoría del material viral ya está dentro del área de captura de los filtros. Esto implica que, en casos raros de aire exterior contaminado con virus, los filtros finos estándar de aire exterior proporcionan una protección razonable para una baja concentración y la aparición ocasional de material viral en el aire exterior.

Las secciones de recuperación de calor y recirculación están equipadas con filtros de aire de extracción medias o gruesas menos eficaces (G4 / M5 o ISO grueso / ePM10)

cuyo objetivo es proteger los equipos contra el polvo. Estos filtros tienen una eficiencia de captura muy baja para el material viral (consulte la Sección 4.4 para la recuperación de calor y 4.5 para la recirculación).

Las secciones de recuperación y recirculación de calor están equipadas con filtros de aire de extracción media o gruesa menos eficaces (G4 / M5 o ISO gruesa / ePM10) cuyo objetivo es proteger el equipo contra el polvo. Estos filtros tienen una eficiencia de captura muy baja para material viral (consulte la Sección 4.4 para la recuperación de calor y 4.5 para la recirculación).

Desde la perspectiva del reemplazo de filtros, se pueden usar procedimientos de mantenimiento normales. Los filtros obstruidos no son una fuente de contaminación en este contexto, pero reducen el flujo de aire de impulsión, lo que tiene un efecto negativo en la reducción de los niveles de contaminación en interiores. Por lo tanto, los filtros deben reemplazarse de acuerdo con los procedimientos normales cuando se exceden los límites de presión o tiempo, o de acuerdo con el mantenimiento programado. En conclusión, no se recomienda cambiar los filtros de aire exterior existentes y reemplazarlos con otros tipos de filtros, ni se recomienda cambiarlos antes de lo habitual.

⁸ Una clasificación de filtro obsoleta de EN779: 2012 que se reemplaza por EN ISO 16890-1: 2016, Filtros de aire para ventilación general. Parte 1: Especificaciones técnicas, requisitos y sistema de clasificación basado en la eficiencia de las partículas (ePM).

4.9 Procedimientos de seguridad para el personal de mantenimiento

El personal de mantenimiento de HVAC puede estar en riesgo al realizar el mantenimiento programado, la inspección o el reemplazo de los filtros (especialmente los filtros de aire de extracción) si no se siguen los procedimientos de seguridad estándar. Para estar seguro, suponga siempre que los filtros, los conductos de extracción de aire y los equipos de recuperación de calor pueden tener material microbiológico activo, incluidos virus viables. Esto es particularmente importante en cualquier edificio donde recientemente haya habido una infección. Los filtros deben cambiarse con el sistema apagado, con guantes y protección respiratoria y desechados en una bolsa sellada.

4.10 Los equipos autónomos de higienización del aire y los UVGI pueden ser útiles en situaciones específicas.

Los equipos de higienización de aire en los espacios eliminan las partículas del aire, lo que proporciona un efecto similar en comparación con la ventilación del aire exterior. Para ser efectivos, los filtros de aire deben tener eficiencia de filtro HEPA, es decir, tener un filtro HEPA como último paso. Desafortunadamente, la mayoría de los purificadores de aire a precios atractivos no son lo suficientemente efectivos. Los dispositivos que usan principios de filtración electrostática en lugar de filtros HEPA (¡no es lo mismo que los ionizadores de ambiente!) a menudo funcionan con una eficiencia similar. Debido a que el flujo de aire a través de los filtros de aire es limitado, el área de contacto que pueden utilizar suele ser bastante pequeña. Para seleccionar el filtro de aire del tamaño correcto, la capacidad de flujo de aire de la unidad (a un nivel de ruido aceptable) debe ser de al menos 2 ren/h y tendrá un efecto positivo hasta 5 ren/h^{xlvi} (calcule la tasa de flujo de aire a través del filtro de aire en m³/h multiplicado el volumen de la estancia y deje estas entre por 2 o 5). Si se usan filtros de aire en grandes espacios, deben colocarse cerca de las personas en el espacio y no deben colocarse en las esquinas y fuera de la vista. Se puede instalar equipos especiales de desinfección UVGI en los conductos de aire de retorno en sistemas con recirculación, o instalado directamente en

las estancias, para inactivar virus y bacterias⁹. Dichos equipos, utilizados principalmente en instalaciones de atención médica, deben dimensionarse, instalarse y mantenerse correctamente. Por lo tanto, los filtros de aire son una medida de mitigación a corto plazo fácil de aplicar, pero a largo plazo, se necesitan mejoras en el sistema de ventilación para lograr tasas adecuadas de ventilación de aire exterior.

4.11 Instrucciones de uso de la tapa del inodoro

Si los asientos de los inodoros están equipados con tapas, se recomienda realizar la descarga de las cisternas con las tapas cerradas para minimizar la liberación de gotas y residuos de gotas del flujo de aire^{xlvi, xxvii}. Los ocupantes del edificio deben recibir instrucciones claras para usar las tapas. Los sifones deben funcionar en todo momento^{xxvii}.

⁹ El Grupo de trabajo COVID-19 de REHVA está desarrollando más información sobre los equipos UVGI.

Revise regularmente los sifones (desagües y botes sifónicos) y añada agua si es necesario, al menos cada tres semanas.

4.12 Riesgo de legionelosis después del apagado

A lo largo de la duración de la epidemia de SARS-CoV-2 (COVID-19), muchos edificios han experimentado un uso reducido o un cierre completo durante largos períodos de tiempo. Esto incluye, por ejemplo, hoteles / resorts, escuelas, instalaciones deportivas, gimnasios, piscinas, balnearios y muchos otros tipos de edificios e instalaciones equipados con sistemas de climatización y agua sanitaria.

Dependiendo de una variedad de factores, incluida la disposición y el diseño del sistema, el uso prolongado reducido (o nulo) puede provocar el estancamiento del agua en partes de los sistemas de HVAC y agua, lo que aumenta los riesgos de un brote de la enfermedad del legionario (Legionelosis) al volver a ponerlo en funcionamiento completo.

Antes del reinicio de la actividad y puesta en marcha de las instalaciones, se debe llevar a cabo un análisis de riesgo exhaustivo para evaluar los riesgos de Legionelosis involucrados. Las distintas autoridades competentes proporcionan información sobre la evaluación de riesgos relacionados y los procedimientos de reinicio, incluidos^{xlvi, xlix, li, lii}.

4.13 Monitorización CAI (Calidad de Aire Interior)

El riesgo de contagio en interiores a través de aerosoles es muy alto cuando las estancias no están bien ventiladas. Tanto si el control de es operado por los usuarios (sistemas de ventilación híbridos o naturales) como si hay un sistema de ventilación dedicado en el edificio, se recomienda instalar sensores de CO₂ en la zona ocupada que adviertan de una ventilación insuficiente, especialmente en espacios que a menudo se usan durante una hora o más por grupos de personas, como aulas, salas de reuniones, restaurantes. Durante una epidemia, se recomienda cambiar temporalmente la configuración predeterminada de los indicadores del semáforo para que la luz amarilla / naranja (o advertencia) se establezca en 800 ppm y la luz roja (o alarma) a 1000 ppm para activar equipos que permitan alcanzar una ventilación suficiente incluso en situaciones de ocupación reducida. En algunos casos, se pueden usar sensores de CO₂ independientes o 'semáforos de CO₂', véase un ejemplo en el documento de [Orientación específica para edificios escolares](#). A veces puede funcionar mejor usar sensores de CO₂ que forman parte en una red de sensores centralizados en una web. Las señales

de estos sensores se pueden usar para advertir a los ocupantes del edificio a operar las ventanas practicables y sistemas de ventilación mecánica con múltiples configuraciones, de la manera correcta. También se pueden almacenar los datos y proporcionar a los gerentes de las instalaciones datos semanales o mensuales para que sepan lo que está sucediendo en su edificio y estancias con alta concentración y posteriormente identifiquen el riesgo de infección.

5 Resumen de medidas prácticas para la operación de servicios en la edificación durante una epidemia

1. Proporcione una ventilación adecuada de los espacios con aire exterior.
2. Encienda la ventilación a velocidad nominal al menos 2 horas antes del horario de apertura del edificio y ajústela a una velocidad inferior 2 horas después del horario de uso del edificio.
3. Durante las noches y fines de semana, no apague la ventilación, mantenga los sistemas funcionando a una velocidad menor.
4. Abra las ventanas regularmente (incluso en edificios con ventilación mecánica)
5. Mantenga la ventilación de los aseos en funcionamiento 24/7
6. Evite abrir ventanas en los aseos para mantener la dirección correcta de la ventilación.
7. Instruya a los ocupantes del edificio para que descarguen las cisternas de los inodoros con la tapa cerrada
8. Cambie las unidades de tratamiento de aire con recirculación a aire 100% exterior
9. Inspeccione el equipo de recuperación de calor para asegurarse de que las fugas estén bajo control.
10. Ajuste la configuración del fan coil para que funcione de manera que los ventiladores estén continuamente encendidos
11. No cambie los puntos de consigna de calefacción, refrigeración y humedad relativa.
12. Lleve a cabo la limpieza programada de los conductos de manera normal (no se requiere limpieza adicional)
13. Reemplace extraiga los filtros de las unidades centrales de tratamiento de aire manera normal, de acuerdo con el programa de mantenimiento
14. Los trabajos regulares de reemplazo y mantenimiento del filtro se realizarán con equipos de protección individual adecuados, incluida la protección respiratoria
15. Introducir una red de sensores CAI que permita a los ocupantes y a los gerentes de las instalaciones controlar que la ventilación esté funcionando adecuadamente.

Participación

Si es especialista en los temas tratados en este documento y tiene comentarios o sugerencias para mejoras, no dude en contactarnos a través de tecnico@atecyr.org o info@rehva.eu. Mencione el "documento provisional COVID-19" como asunto cuando nos envíe un correo electrónico.

Colofón

Este documento fue preparado por el Grupo de Trabajo COVID-19 del Comité de Tecnología e Investigación de REHVA, basado en la primera versión de la guía desarrollada en el período del 6 al 15 de marzo de 2020 por voluntarios de REHVA. Los miembros del grupo de trabajo son:

Prof. Jarek Kurnitski, Presidente del Equipo de Trabajo REHVA COVID-19, Universidad Tecnológica de Tallin, Presidente del Comité de Tecnología e Investigación REHVA

Dr. Atze Boerstra, vicepresidente de REHVA, director gerente bba binnenmilieu

Dr. Benoit Sicre, Escuela de Ingeniería y Arquitectura de Lucerna.

Dr. Francesco Franchimon, director gerente Franchimon ICM

Francesco Scuderi, subsecretario general de la Asociación Eurovent

Frank Hovorka, presidente de REHVA, director de tecnología e innovación FPI, París

Henk Kranenberg, vicepresidente de Eurovent, gerente sénior de Daikin Europe NV

Hywel Davies, Director Técnico de CIBSE

Igor Sikonczyk, Gerente Técnico y de Asuntos Regulatorios de Eurovent

Ir. Froukje van Dijken, especialista en construcción saludable en bba binnenmilieu

Jaap Hogeling, gerente de Proyectos Internacionales en ISSO

Juan Travesi Cabetas, vicepresidente de REHVA, vicepresidente de ATECYR

Kemal Gani Bayraktar, vicepresidente de REHVA, director de marketing de Izocam

Mikael Borjesson, Vicepresidente de la Asociación Eurovent, Director de Competencia del Grupo Swegon

Prof. Catalin Lungu, vicepresidente de REHVA, vicepresidente de AIIR

Prof. Dra. Marija S. Todorovic, Universidad de Belgrado Serbia

Prof. em. Francis Allard, Universidad de La Rochelle

Prof. em. Olli Seppänen, Universidad de Aalto

Prof. Guangyu Cao, Universidad Noruega de Ciencia y Tecnología (NTNU)

Prof. Ivo Martinac, vicepresidente de REHVA, KTH Royal Institute of Technology

Prof. Livio Mazzarella, Universidad Politécnica de Milán.

Prof. Manuel Gameiro da Silva, vicepresidente de REHVA, Universidad de Coimbra

Este documento fue revisado por el profesor Yuguo Li de la Universidad de Hong Kong, el profesor Shelly Miller de la Universidad de Colorado Boulder, el profesor Pawel Wargocki de la Universidad Técnica de Dinamarca, la profesora Lidia Morawska de la Universidad Tecnológica de Queensland y el Dr. Jovan Pantelic de la Universidad de California Berkeley.

Referencias

- ⁱ Monto, 1974. Revisión médica. Coronavirus. *The Yale Journal of Biology and Medicine* 47 (4): 234–251.
- ⁱⁱ Doremalen et al, 2013. Estabilidad del coronavirus del síndrome respiratorio del Medio Oriente (MERS-CoV) en diferentes condiciones ambientales. *Boletín europeo de enfermedades transmisibles* 18 (38): 1-4.
- ⁱⁱⁱ Ijaz et al, 1985. Características de supervivencia del coronavirus humano en el aire 229E. *Journal of General Virology* 66 (12): 2743-2748.
- ^{iv} Casanova et al, 2010. Efectos de la temperatura del aire y la humedad relativa en la supervivencia del coronavirus en las superficies. *Microbiología Aplicada y Ambiental* 76 (9): 2712–2717
- ^v Doremalen et al, 2020. Aerosol y estabilidad de la superficie del SARS-CoV-2 en comparación con el SARS-CoV-1. *N Engl J Med* 2020; 382: 1564-1567. DOI: 10.1056 / NEJMc2004973
- ^{vi} Li et al, 2005a. Papel de la distribución del aire en la transmisión del SARS durante el mayor brote nosocomial en Hong Kong. *Aire interior* 15 (2): 83-95.
- ^{vii} Li et al, 2005b. Modelado multizona de la probable transmisión del virus del SARS por flujo de aire entre pisos en el Bloque E, Amoy Gardens. *Aire interior* 15 (2): 96-111.
- ^{viii} Luongo et al, 2016. Papel de la ventilación mecánica en la transmisión aérea de agentes infecciosos en edificios. *Aire interior* 25 (6): 666-678.
- ^{ix} Li et al, 2007. Papel de la ventilación en la transmisión aérea de agentes infecciosos en el entorno construido: una revisión sistemática multidisciplinaria. *Aire interior* 17 (1): 2-18.
- ^x Xie et al, 2007. Cuán lejos pueden moverse las gotas en ambientes interiores, revisando la curva de evaporación y caída de Wells. *Indoor Air* 2007; 17: 211–225.
- ^{xi} Nicas et al, 2005. Hacia la comprensión del riesgo de infección secundaria en el aire: emisión de patógenos respirables. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 2: 143–154.
- ^{xii} Liu et al, 2017. Transmisión aérea de corto alcance de gotitas espiratorias entre dos personas. *Indoor Air* 2017; 27: 452–462, <https://doi.org/10.1111/ina.12314>
- ^{xiii} Nielsen V. P. y col. 2008. Flujo de contaminantes en el microambiente entre personas bajo diferentes condiciones de ventilación. SL-08-064, Transacciones ASHRAE, 632-638.
- ^{xiv} OMS, COVID-19 orientación técnica: orientación para escuelas, lugares de trabajo e instituciones
- ^{xv} Ministerio de Salud, Trabajo y Bienestar de Japón. Preguntas y respuestas sobre nuevos coronavirus (para el público en general)
- ^{xvi} Nishiura et al, 2020. medRxiv, <https://doi.org/10.1101/2020.02.28.20029272>
- ^{xvii} Li et al, 2020. Evidencia de probable transmisión por aerosol de SARS-CoV-2 en un restaurante con poca ventilación. Preimpresión, <https://doi.org/10.1101/2020.04.16.20067728>
- ^{xviii} Miller et al, 2020. Transmisión de SARS-CoV-2 por inhalación de aerosol respiratorio en el evento de sobrepresión de Coral del Valle de Skagit. Preimpresión <https://doi.org/10.1101/2020.06.15.20132027>

^{xix} Allen y Marr, 2020. Repensar el potencial para la transmisión aérea del SARS-CoV-2. Preprints 2020, 2020050126 (doi: 10.20944 / preprints202005.0126.v1)

^{xx} Morawska et al, 2020. ¿Cómo se puede minimizar la transmisión aérea de COVID-19 en interiores? Environment International, 142.
<https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105832>

^{xxi} ECDC 2020a. Sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado en el contexto de COVID-19. Centro Europeo para la Prevención y el Control de Enfermedades, Informe técnico, 22 de junio de 2020.
<https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/heating-ventilation-air-conditioning-systems-covid-19>

^{xxii} Robert-Koch-Institut, 2020.
https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Steckbrief.html

^{xxiii} Morawska y Milton, et al, 2020. Es hora de abordar la transmisión aérea de COVID-19. Enfermedades infecciosas clínicas.10.1093 / cid / ciaa939.
<https://doi.org/10.1093/cid/ciaa939>

^{xxiv} OMS, 2020d. Transmisión de SARS-CoV-2: implicaciones para las precauciones de prevención de infecciones. Informe científico, 9 de julio de 2020.
<https://www.who.int/publications/i/item/modes-of-transmission-of-virus-causing-covid-19-implications-for-ipc-precaution-recommendations>

^{xxv} Comunicado de prensa de CDS de EE. UU .:
<https://www.cdc.gov/media/releases/2020/s0522-cdc-updates-covid-transmission.html>

^{xxvi} OMS, 2020b. Agua, saneamiento, higiene y gestión de residuos para COVID-19. Organización Mundial de la Salud, Ginebra.

^{xxvii} Hung, 2003. La epidemia de SARS en Hong Kong: ¿qué lecciones hemos aprendido? Revista de la Royal Society of Medicine 96 (8): 374-378.

^{xxviii} OMS, 2020a. Informe de la Misión Conjunta OMS-China sobre la enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19). Organización Mundial de la Salud, Ginebra.

^{xxix} Zhang et al, 2020. Investigación molecular y serológica de pacientes infectados con nCoV 2019: implicación de múltiples rutas de desprendimiento. Microbios e infecciones emergentes 9 (1): 386-389.

^{xxx} Guan W-J et al, 2020. Características clínicas de la nueva infección por coronavirus 2019 en China. I J Med. 2020 30 de abril; 382 (18): 1708-1720. doi: 10.1056 / NEJMoa2002032.

^{xxxi} Wenzhao et al, 2020. La ruta aérea de corto alcance domina la exposición de la infección respiratoria durante el contacto cercano. Construcción y medio ambiente 176 (2020) 106859.

^{xxxii} Fennelly KP, 2020. Tamaños de partículas de aerosoles infecciosos: implicaciones para el control de infecciones. Lancet Respir Med 2020. <https://doi.org/>

