



## **INFORME TÉCNICO**

# **MEDIDAS PREVENTIVAS RELACIONADAS CON LA VENTILACIÓN PARA REDUCIR EL RIESGO DE EXPOSICIÓN AL CORONAVIRUS SARS-CoV-2 EN LOS EDIFICIOS DEL ÁMBITO GENERAL DE LA JUNTA DE EXTREMADURA**

**FECHA DE 10 DE NOVIEMBRE DE 2020**

## OBJETO

El objeto del presente informe es analizar desde una perspectiva técnica las medidas preventivas que deben adoptarse en relación con la ventilación para reducir el riesgo de exposición al coronavirus SARS-CoV-2 en los edificios del ámbito preventivo de la Administración General de la Junta de Extremadura, teniendo en cuenta las evidencias, criterios científicos, así como las recomendaciones de las autoridades sanitarias hasta la fecha del mismo. Por lo tanto, si dichos criterios, evidencias y recomendaciones cambiaran en un futuro, el contenido de este informe deberá igualmente ser actualizado.

Las medidas preventivas, así como las consideraciones técnicas recogidas en este informe deben ser entendidas como unas pautas generales de actuación, debiendo ser implantadas, y en su caso, adaptadas a cada centro de trabajo en función de sus características constructivas, tipo de instalación de climatización y de ventilación de que disponga, número de ocupantes, tipo de actividad, etc.

### 1. CONSIDERACIONES SOBRE LA VÍA DE TRANSMISIÓN AÉREA DEL SARS-CoV-2

Los estudios epidemiológicos sobre el comportamiento de la enfermedad indican que la mayoría de las infecciones se producen principalmente por contacto cercano y exposiciones prolongadas a las gotas respiratorias que contienen el virus, así como por la inhalación de aerosoles con partículas virales en suspensión y el contacto directo o indirecto con secreciones respiratorias infectadas. La transmisión se ve favorecida en lugares cerrados, mal ventilados, con afluencia de muchas personas y donde no se observen las medidas de distanciamiento e higiene y prevención durante todo el tiempo, situación ésta en la que se ha demostrado que la probabilidad de contagio es muy superior a la que se produce de los espacios abiertos y bien ventilados.

El virus puede ser viable en el aire, por lo que se debe tener muy en cuenta la transmisión aérea por aerosoles, especialmente cuando existen estos factores: locales cerrados con ventilación deficiente y la no utilización de mascarillas.

El riesgo de transmisión es más bajo en espacios al aire libre y se incrementa cuando pasamos a espacios cerrados. En los espacios cerrados el riesgo a su vez se incrementa cuando pasamos de una buena ventilación a una ventilación deficiente. También hay un factor modulador del riesgo, que es la ocupación: a mayor ocupación, el riesgo se incrementa.

Otro aspecto a tener en cuenta en el riesgo de transmisión es que éste va incrementándose a medida que vamos pasando las siguientes situaciones: uso de mascarilla y un tiempo reducido de contacto; uso de mascarilla y un tiempo prolongado de contacto; no utilización de mascarilla y un tiempo reducido de contacto; no utilización de mascarilla y un tiempo prolongado de contacto.

Hay estudios que demuestran que las exhalaciones, estornudos y la tos no solo generan gotas muco-salivares que caen rápido, sino que, forman una "nube" de gas turbulento que transporta en su interior grupos de gotas de diferentes tamaños y que puede llegar a desplazarse varios metros desde su emisión. También se ha demostrado que la generación de estos aerosoles es mayor si hablamos en voz alta, cantamos o gritamos.

Por ello, a los factores anteriormente descritos hay que añadir que el riesgo es más bajo si permanecemos en silencio y aumenta cuando hablamos en voz alta, cantamos, gritamos, etc.

Como resultado de las combinaciones de las variables anteriores, se deduce que el riesgo es más alto en un local cerrado, con deficiente ventilación, con alta ocupación, sin el uso de mascarilla, con un tiempo prolongado de contacto y hablando en voz alta, gritando, o cantando.

## 2. MEDIDAS PREVENTIVAS.

Teniendo en cuenta los factores de riesgo descritos anteriormente, se exponen las medidas preventivas que deben adoptarse para reducir las probabilidades de contagio por el coronavirus SARS-CoV-2 por vía aérea en el interior de los locales.

Según el artículo 7 del Real Decreto-ley 21/2020, en los centros de trabajo, se deben adoptar medidas de ventilación adecuadas a las características e intensidad de uso de los centros de trabajo, con arreglo a los protocolos que se establezcan en cada caso. Esto significa que se deberán tener en cuenta las circunstancias concretas de cada edificio, de su instalación, así como de la actividad desarrollada y su nivel de ocupación y adaptar las medidas preventivas a través de protocolos específicos.

La reducción del riesgo de contagio se consigue disminuyendo la emisión y la exposición a las partículas en suspensión, también llamadas aerosoles, susceptibles de contener virus, y que se pueden acumular con el consiguiente peligro de generar infecciones si una persona está expuesta a dichos aerosoles.

La emisión se puede reducir mediante:

- Uso de mascarilla bien ajustada.
- Disminución del número de personas.
- Silencio o volumen de habla bajo (al hablar fuerte o gritar la emisión se incrementa notablemente).
- Actividad física relajada (al aumentar la intensidad de actividad se aumenta la emisión).

La exposición se puede reducir mediante:

- Uso de mascarilla bien ajustada, incluso en ausencia de otras personas si éstas han abandonado la sala muy recientemente.
- Ventilación, y en su caso purificación del aire, para eliminar o reducir la concentración del virus en el aire.
- Aumento de la distancia interpersonal.
- Reducción del tiempo de exposición.

Debido a las evidencias anteriormente expuestas en cuanto a la transmisión, dentro de las medidas de prevención, además de las medidas de limpieza, higiene personal, desinfección, distancia interpersonal, uso de mascarilla, etiqueta respiratoria, cobran una especial importancia las medidas preventivas adoptadas en relación con los sistemas de climatización y en particular con el sistema de ventilación.

Estas medidas, cuya adopción debe seguir cumpliéndose, están recogidas en el *Informe técnico sobre consideraciones preventivas en los sistemas de climatización frente al COVID-19 en los edificios administrativos de la Junta de Extremadura* emitido por Servicio de Salud y Prevención de Riesgos Laborales ([ssprl.juntaex.es](http://ssprl.juntaex.es)), así como en el documento del Ministerio de Sanidad ([www.msbs.gob.es](http://www.msbs.gob.es)): *Recomendaciones de operación y mantenimiento de los sistemas de climatización y ventilación de edificios y locales para la prevención de la propagación del SARS-CoV-2*.

De ellas, se destacan las medidas relacionadas con la ventilación y la renovación de aire que exponemos a continuación.

El parámetro más importante es la renovación de aire por ocupante. Como valor recomendado y ante la incertidumbre de un valor fijo, se recomienda un mínimo de 12,5 l/segundo y ocupante (valor que el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios atribuye a IDA 2: aire de buena calidad). Este tipo de medida solo será posible si se disponen unidades de tratamiento específicas de aire exterior. Para asegurar este valor mínimo, se puede trabajar en dos direcciones: aumentar la ventilación o reducir la ocupación. En este sentido es posible que se deba recalcular la ocupación máxima de los espacios en base a la ventilación por ocupante.

Se debe verificar que los equipos encargados de la renovación de aire trabajen, al menos, en sus condiciones nominales de diseño y que posibles pérdidas de carga, especialmente internas al sistema, sean mínimas (filtros con colmatación, etc.). Si la actuación del motor es mediante variador de frecuencia, hay que observar que está en las

condiciones previstas de servicio, y a ser posible, a la velocidad máxima del motor siguiendo los límites marcados por el fabricante. De esta manera se garantizará un caudal máximo de ventilación.

Reducir o eliminar en la medida de lo posible la recirculación de aire en los equipos. Si se disponen unidades de tratamiento con recirculación de aire, siempre que las condiciones de operación lo permitan, se recomienda cerrar las compuertas de recirculación trabajando con aire exterior. Si se dispone de sección de "freecooling" pasar directamente a modo 100% aire exterior. Debe observarse que es prioritario rebajar en cierta medida el confort y la eficiencia energética frente a la salubridad durante la emergencia sanitaria actual de la COVID-19.

En los recuperadores rotativos se recomienda realizar una inspección antes de ponerlos en funcionamiento, en la cual se comprobará el estado de la sección de recuperación en cuanto a fugas y by-pass de partículas desde el aire de extracción al de impulsión. Esta inspección se podrá realizar con la inyección de un aerosol en la línea de retorno y un contaje de partículas en impulsión. En caso de que exista un paso de partículas superior al 5% se deberán proceder a sellar las juntas y/o corregir la diferencia de presiones. Si estas maniobras no son suficientes se recomienda el paro de la rueda y realizar by-pass en la sección de recuperación. En los recuperadores de placas, se recomienda verificar las posibles fugas antes de ponerse en operación; en caso de que se detecte el paso excesivo de partículas se realizará un by-pass en la sección de recuperación si existen compuertas para ello en el climatizador.

En cuanto a las condiciones termohigrométricas de operación, se recomienda no cambiar los puntos de consigna de calefacción ni refrigeración establecidos, puesto que las condiciones de operación del edificio impuestas por el vigente Real Decreto 1826/2009, no afectan de forma significativa a la desactivación del virus, y las condiciones que la permitirían, especialmente por condiciones térmicas por encima de 30° no son compatibles con una actividad en el interior de los locales climatizados convencional.

En el caso de la humedad relativa los rangos reglamentarios en vigor (30 a 70 % de HR) se consideran adecuados por lo que también se recomienda mantener los puntos de consigna establecidos previamente en el edificio.

Se debe consultar al personal técnico de las Consejerías encargados de las instalaciones (ingenieros, ingenieros técnicos, arquitectos, arquitectos técnicos), al personal de mantenimiento, o a las empresas mantenedoras, si es posible aumentar el nivel de filtración del aire que se recircule en los equipos centralizados.

La clave está en garantizar una adecuada ventilación. Si el sistema dispone de controles específicos de calidad de aire (sondas de CO<sub>2</sub>, etc.), se recomienda desconectarlos dando prioridad al uso continuado y a máximo caudal del sistema (por horario). Se recomienda en horario laboral 2 horas antes/después de la apertura/cierre del centro de trabajo, trabajar con el caudal máximo que permita el sistema. En las horas restantes de la semana, incluido fines de semana, se recomienda mantener el sistema funcionando a bajo caudal, pero nunca por debajo del 25% del caudal de aire nominal. Estos parámetros deben ajustarse a las necesidades y circunstancias concretas de cada edificio, de su instalación, así como de la actividad desarrollada y su nivel de ocupación.

En los aseos se debe verificar si estas estancias disponen de sistemas de extracción mecánica, siendo recomendable mantenerlos en funcionamiento de forma permanente (24 horas al día 7 días a la semana). Garantizar que se evite el arrastre de corrientes de aire a otras estancias.

Funcionamiento de las Unidades Terminales con Recirculación de aire en instalaciones dotadas de ventilación exterior. Se recomienda que los ventiladores de las unidades interiores terminales tales como fancoils, unidades interiores de expansión directa, unidades tipo splits, etc., funcionen de manera continua cuando los locales están ocupados y siempre solidariamente con el horario de los sistemas de ventilación mecánica (Unidades de Tratamiento de Aire Exterior, Ventiladores/Extractores, Unidades Autónomas de Ventilación, etc.). Con esta medida disminuimos el pequeño riesgo de resuspensión de agentes contaminantes y favorecemos su eliminación por la ventilación mecánica.

En el caso de disponer solamente de unidades interiores de climatización tipo Split o Cassette, estos sistemas producen cierta agitación de aire interior. En caso de usarse, deberían funcionar a la mínima velocidad para que agiten el aire lo mínimo posible. Se recomienda vigilar que la salida de aire esté orientada de forma que no cree flujos de aire cruzados entre personas. En algunos casos cuando se conectan estos equipos, se cierran las puertas y ventanas para

garantizar confort y eficiencia energética. En esta situación de pandemia esto nunca debe hacerse dado que es prioritario garantizar una adecuada ventilación por aire exterior en los espacios interiores.

Aumento de la ventilación natural. Si el edificio en origen no dispone de sistemas de ventilación mecánica, o la ventilación proporcionada por dicho sistema es insuficiente, es necesario realizar una ventilación natural. Aunque pueda generar cierto disconfort por las corrientes de aire, o sensación térmica, el beneficio de la renovación de aire por ventilación cruzada está demostrado para bajar las tasas de contaminantes de las estancias. Incluso en algunos edificios con ventilación mecánica puede ser recomendable realizar una ventilación regular con ventilación natural. En el apartado 3.1 de este informe, se establecen unas recomendaciones en relación con la ventilación natural.

En caso de disponer de locales en los que la ventilación tanto mecánica como natural se vea muy comprometida o sea inexistente o insuficiente por su diseño, características, etc. y no se disponga de sistemas de filtración adecuados en equipos centralizados, se recomienda hacer uso de sistemas portátiles de purificación del aire mediante la filtración. Pero siempre por este orden, es decir, no es recomendable la adopción de sistemas de purificación del aire, en detrimento de la ventilación.

Para estimar si la ventilación es adecuada se realizarán mediciones del nivel de CO<sub>2</sub>.

Dentro de las medidas preventivas, se vuelve a resaltar la importancia del uso de la mascarilla bien colocada y ajustada, puesto que, bien usada, reduce de forma importante la emisión de microgotas al ambiente. El uso de la mascarilla es recomendable aunque se disponga de una adecuada ventilación, se respete la distancia de seguridad, se realicen las pautas de limpieza y desinfección de las superficies, así como cuando se lleve a cabo un refuerzo de las medidas higiénicas.

En este sentido, se recomienda que si una persona está sola en un despacho, igualmente haga uso de la mascarilla mientras permanezca en dicha estancia y no solo cuando salga a las zonas comunes.

Igualmente, es muy importante no descuidar o relajar las medidas de seguridad durante las pausas o descansos, puesto es donde se puede incrementar el riesgo de contagio.

Siempre que sea posible, introducir medidas de gestión que minimicen el riesgo, tales como la reubicación de determinadas actividades (reuniones, etc.) en estancias que dispongan de una mejor ventilación, reorganización de espacios de trabajo que vayan a favor de la adopción de las medidas expuestas.

En la medida de lo posible, reducir los obstáculos que puedan dificultar una adecuada ventilación de los lugares de trabajo.

Las instalaciones de climatización y de ventilación deberán cumplir con lo establecido en su normativa de aplicación y en particular en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE). Se deberán llevar a cabo las inspecciones de calidad ambiental en interiores, así como las revisiones, mantenimiento e inspecciones que establece dicho reglamento.

Se deberá informar a los trabajadores y a las trabajadoras sobre las medidas de prevención en relación a la climatización y a la ventilación adoptadas en los centros, tal como establece el Plan de Prevención de Riesgos Laborales de la Junta de Extremadura.

### **3.1. Consideraciones en relación con la ventilación natural.**

La ventilación se refiere a la renovación de aire, es decir, sustitución de aire interior, potencialmente contaminado con aire exterior, libre de virus. La utilización de un ventilador en un ambiente interior cerrado no equivale a ventilar en el sentido de renovación de aire.

Como se ha mencionado anteriormente, se ha demostrado que el riesgo de contagio por vía aérea por el virus SARS-CoV-2 en el interior de los edificios es más elevado cuando existe poca ventilación. Aunque el parque edificatorio es muy diverso, y las normas de referencia para su diseño de distintas épocas, es necesario que el aporte de aire exterior

por parte de la instalación que atienda al edificio sea el máximo posible, complementándola en caso de ser insuficiente con ventilación natural, siempre que sea posible.

La ventilación necesaria para reducir el riesgo de contagio depende de varios factores, entre ellos, el volumen de la sala, el número de ocupantes, la actividad realizada, etc. La renovación de aire por ventilación natural cruzada es deseable incluso en edificios con ventilación mecánica cuando no se tenga la certeza de que ésta garantiza una ventilación eficaz.

La ventilación cruzada consiste en la apertura de ventanas y puertas en lados opuestos de la estancia. Es más efectiva que la apertura en un solo lado, y por tanto preferible. La ventilación cruzada es muy efectiva para lograr una adecuada ventilación en espacios interiores.

Es importante tener en cuenta que las condiciones ambientales exteriores influyen en la ventilación natural efectiva. Para una misma configuración de ventanas y/o puertas, la ventilación puede variar, especialmente en función de la velocidad y dirección del viento, o dependiendo de la diferencia de temperatura entre el aire interior y el exterior.

Es de resaltar, como ya se ha mencionado, que las pautas, configuraciones y actuaciones concretas para lograr una ventilación adecuada dependen de varios factores concretos de cada centro de trabajo (volumen de las estancias, sistemas de ventilación mecánica disponibles o no, configuración de las ventanas, flujos de aire, orientación del edificio, nivel de ocupación, actividad desarrollada, etc.). Por ello, se recomienda que se vayan realizando diferentes pruebas de configuraciones de apertura (o apertura parcial) de ventanas y/o puertas, de manera que se logre alcanzar un equilibrio entre el desarrollo de la actividad y el establecimiento de una adecuada ventilación. En algunos casos puede resultar más conveniente repartir pequeñas aperturas en varias ventanas que abrir una sola ventana al máximo. Todo ello dependerá de las circunstancias de cada centro.

No se debe interpretar que para alcanzar una buena ventilación es necesario abrir las ventanas y puertas en su máxima apertura. Lo razonable es ir probando distintas configuraciones con pequeñas aperturas que nos garanticen una ventilación continuada a lo largo de la jornada de trabajo, pero que afecte lo menos posible a las personas que ocupan los diferentes puestos de trabajo.

Se debe evitar que haya corrientes intensas o especialmente molestas en los puestos de trabajo, por lo que en algunas ocasiones, es posible que se pueda plantear la necesidad de reubicar algún puesto de trabajo para que la persona que lo ocupa no esté expuesta directamente a la corriente.

Es importante que las zonas comunes, tales como pasillos, vestíbulos, etc. dispongan igualmente de una adecuada ventilación.

En todo caso, será necesario tener en cuenta los flujos de corriente, la ocupación, la ubicación de las personas, etc.

Además de la ventilación que se realice durante la ocupación, se deben establecer periodos de ventilación antes del inicio de la actividad y tras finalizar la ocupación.

Dependiendo de las características del edificio, es posible realizar la ventilación por periodos de tiempo, es decir, estableciendo la duración y frecuencia de dichos periodos. En muchos casos el problema está en calcular si dichos periodos son adecuados o no, teniendo en cuenta varios factores, entre ellos, que hay edificios en los que la afluencia de público varía el nivel de ocupación. Por este motivo, una opción más recomendable es establecer una ventilación natural continuada.

Para estimar si la configuración establecida es adecuada o no, hay que realizar mediciones de los niveles de CO<sub>2</sub>. Para ello, será necesario disponer de medidores de CO<sub>2</sub>, como se detalla en el siguiente apartado. Las mediciones podrán ser realizadas por el personal asignado de cada centro de trabajo. Dicho personal dispondrá de la formación e información de acuerdo con lo establecido en el Plan de Prevención de la Junta de Extremadura. En caso de disponer de personal de mantenimiento, serán éstos los encargados de realizarlas. Las mediciones se llevarán a cabo siguiendo una serie de criterios que se establecen en el apartado 3.2.

Si cambian las condiciones que influyen significativamente en la ventilación, habrá que reajustar las configuraciones establecidas de apertura de ventanas y/o puertas y volver a comprobar los niveles de CO<sub>2</sub>.

Las distintas Consejerías deberán determinar las necesidades de medidores de CO<sub>2</sub>, así como llevar a cabo las gestiones necesarias para la medición del nivel de CO<sub>2</sub> en sus respectivos centros.

En los periodos de frío, en los que hay que hacer uso de la ventilación natural, necesariamente se debe llegar a una solución de compromiso entre la reducción de riesgos sanitarios y el confort térmico. Por lo tanto, disponer de ropa de abrigo cómoda para interiores contribuye a mejorar este equilibrio. Es necesario tener en cuenta que los niveles de confort térmico establecidos en periodos de normalidad, se van a ver condicionados por la necesidad de la adopción de medidas para alcanzar una mejor ventilación que minimice el riesgo de exposición al coronavirus SARS-CoV-2.

## **2.2. Estimación de la ventilación mediante la medición de CO<sub>2</sub>.**

Para realizar una estimación de la ventilación en los espacios de trabajo cerrados, se pueden utilizar los valores obtenidos en la medición de la concentración en el aire de CO<sub>2</sub>. Para el cálculo de los niveles de CO<sub>2</sub> existen diferentes metodologías. En este apartado se resumen unas pautas generales para realizar una estimación que nos permita tomar unos valores con los que valorar de manera general si la ventilación es adecuada o necesita ser mejorada.

Las mediciones para establecer las estimaciones de ventilación se realizarán con monitores portátiles de calidad de aire (medidores de CO<sub>2</sub>). Es recomendable disponer de un equipo con un grado de precisión elevado, cuyas características se detallan en el punto 1. También se podrían utilizar medidores de menor precisión (menor coste), con las características que se establecen en el punto 2, que se deberán testear y comprobar su precisión con otros medidores de alta precisión.

### **1. Equipos de medición de alta precisión de CO<sub>2</sub>.**

- Dispondrán de marcado CE y manual de instrucciones en castellano.
- Tecnología infrarroja no dispersiva (NDIR)
- Rango de medición del equipo entre 0 y 5000 ppm de CO<sub>2</sub>.
- Exactitud de medida del  $\pm 3 \%$  de lectura o  $\pm 50$  ppm, el parámetro mayor.
- Resolución 1 ppm.
- Capacidad de proporcionar los datos sin procesar descargables en archivos .txt .xls .csv o similar.
- Resolución temporal de al menos un dato por minuto.
- Pantalla que muestre los niveles de CO<sub>2</sub> en tiempo real.
- Preferible la recarga mediante baterías recargables.

De estos equipos se realizará el mantenimiento, así como las calibraciones y verificaciones establecidas por el fabricante en el manual de instrucciones.

### **2. Equipos de medición de CO<sub>2</sub>, de menor precisión que los anteriores.**

- Dispondrán de marcado CE y manual de instrucciones en castellano.
- Tecnología infrarroja no dispersiva (NDIR)
- Rango de medición del equipo entre 0 y 5000 ppm de CO<sub>2</sub>.
- Exactitud de medida del  $\pm 5 \%$  de lectura o  $\pm 50$  ppm, el parámetro mayor.
- Resolución 1 ppm.
- Pantalla que muestre los niveles de CO<sub>2</sub> en tiempo real.
- Preferible la recarga mediante baterías recargable.

Estos equipos deberán ser testeados en las siguientes situaciones con un equipo de medición de alta precisión en medición de CO<sub>2</sub>:

- Inicialmente, antes de su puesta en uso.
- Periódicamente, estableciendo los periodos según el uso (con una periodicidad mínima inicial de un mes).

- Posteriormente a la reparación por un fallo.
- Cuando se determinen posibles funcionamientos erróneos o fallo del equipo.

Siempre se tendrá en cuenta que se trata de una medición ambiental y no de una medición personal.

Se recogerán los puntos de medición situados a una altura representativa del plano de respiración de la mayoría de los trabajadores, sentados o de pie (excepcionalmente cuando su actividad se realice la mayor parte de la jornada de pie) según el caso. Podríamos establecer una franja de aproximadamente una altura de 0.8-1.30 m para la posición sentado.

Tanto la persona que realice la medición como los ocupantes del edificio se mantendrán alejados del equipo para no alterar la medición de CO<sub>2</sub> con su propio aire exhalado.

Las mediciones se deben realizar, si es posible, en los momentos de máxima ocupación del local, ya sea con todo el aforo permitido o cuando se prevean periodos de máxima ocupación (trabajadores más público).

No se realizarán mediciones en zonas de corrientes de aire, como cerca de ventanas o puertas abiertas.

Únicamente se podrían realizar mediciones en las impulsiones de entrada de aire a los locales con sistemas de ventilación mecánica, datos que nos podrían ser de utilidad para comprobar la entrada de aire limpio en función del sistema utilizado (porcentaje de aire exterior). Pero no se compararán con el resto de medidas tomadas en la estancia y en la zona de respiración de los trabajadores.

En el caso de locales con ventilación forzada, se realizarán las mediciones cuando el sistema de ventilación lleve un tiempo funcionando y se halle en régimen estacionario.

En el caso de mediciones con ventilación natural mediante ventanas y puertas, se establecerán los mejores momentos para medir, en los tiempos previos a las realizaciones de las pausas puntuales para la realización de una ventilación total (aperturas de ventanas y/o puertas).

Sería recomendable realizar las mediciones varias veces durante la jornada en los momentos que se indicaron anteriormente, hasta establecer un historial de medidas que nos indique una estimación de los niveles de CO<sub>2</sub> en la jornada laboral.

Se realizarán varias mediciones en distintos puntos, acorde a las dimensiones y a la ocupación de los locales, a mayor ocupación mayor número de mediciones.

Se recomienda llevar un registro documental sencillo de las mediciones realizadas, indicando los puntos de medición, las estancias, las horas, y observaciones sobre los datos de interés.

Como valor estimativo de referencia, se procurará que la concentración de CO<sub>2</sub> no sobrepase las 800ppm. En caso de sobrepasar este nivel, habrá que realizar modificaciones en la configuración de la ventilación para ser mejorada de manera que se reduzca el nivel.

El mantenimiento, así como las calibraciones y verificaciones de los equipos de medición, serán los establecidos por el fabricante en el manual de instrucciones.

### 2.3. Sistemas de filtración y purificación.

**NOTA: Este punto se podría modificar tras la publicación del informe que Salud Pública está elaborando con respecto a estos aparatos. Se informará convenientemente una vez que se publique el mencionado informe.**

La purificación del aire consiste en la eliminación de las partículas en suspensión, susceptibles de contener virus. El método más sencillo, eficaz y recomendable es la filtración.

Se recomienda aumentar tanto como sea técnicamente posible la filtración del aire recirculado en equipos centralizados, si el equipo lo permite, siempre y cuando se garantice el caudal de aire nominal del equipo. Se recomienda seleccionar tecnologías filtrantes con la menor pérdida de carga.

Como se ha comentado anteriormente, en caso de disponer de locales en los que la ventilación tanto mecánica como natural se vea muy comprometida o sea inexistente o insuficiente por su diseño, características, etc. y no se disponga de sistemas de filtración adecuados en equipos centralizados, se recomienda hacer uso de sistemas portátiles de purificación del aire mediante la filtración.

Por tanto en el caso de locales con dificultades para obtener una ventilación satisfactoria, se recomienda el uso de unidades portátiles equipadas con filtros de alta eficiencia HEPA H13, ubicadas en los espacios a tratar. Es preciso que mantengan un índice de movimientos hora significativo. Los filtros HEPA deberán tener una filtración altamente eficiente del aire, con capacidad de retener aerosoles en porcentajes superiores al 99,95%, según la norma UNE1822:2020. H13 (UNE1822:2020) ISO 35H (ISO 29463-1:2017).

La norma UNE-EN 1822-1 establece que el filtro se debe marcar con el nombre del fabricante, número de serie, número de la norma, clase de filtro, caudal volumétrico de aire nominal para el cual el filtro ha sido clasificado y el sentido correcto de montaje del filtro.

Para la correcta utilización de estos purificadores portátiles se necesitará conocer el volumen de la sala, la tasa de suministro de aire limpio (CADR) del purificador, el número de renovaciones/h y el nivel de ruido emitido. El nivel de ruido emitido es un parámetro importante puesto que generalmente son equipos ruidosos y pueden interferir en la actividad que se esté realizando en la estancia en la que esté ubicado. Es importante considerar el valor del nivel de ruido emitido a la máxima potencia del equipo, puesto que es en esta posición en la que tendremos seguramente que utilizar el purificador para que resulte lo más eficaz posible.

Debido a que el flujo de aire a través de los purificadores de aire es limitado, dificulta que se mantenga un índice de movimientos hora significativo. En salas grandes da mejores resultados colocar varios purificadores.

En ausencia de información adicional sobre las corrientes y mezcla del aire, ubicar el purificador en el centro de la sala.

Los purificadores deberán contar con marcado CE y se deberán seguir las indicaciones del fabricante en cuanto a la utilización, limpieza, mantenimiento, sustitución de filtros, medidas de seguridad, etc.

La manipulación y tratamiento de los filtros sustituidos debe realizarse de forma segura y realizando correctamente la gestión de residuos. Los filtros deben retirarse utilizando mascarillas de protección FFP2, con la utilización de guantes de protección, preferiblemente en una zona exterior para garantizar una adecuada ventilación e introduciéndolos en bolsas herméticas que posteriormente se cerrarán y depositarán en los contenedores de basura de fracción resto. Una vez sustituido el filtro, limpiar y desinfectar el aparato siguiendo las indicaciones del fabricante. En ausencia de otra información proporcionada por el fabricante, se recomienda dejar en cuarentena 48 horas el equipo antes de proceder a la sustitución del filtro, por lo que puede ser útil sustituirlos un lunes, después de haber estado el fin de semana sin ser utilizado.

Un aspecto interesante para alargar la vida útil del filtro HEPA es que el aparato cuente con prefiltro. De esta manera, se evita que la colmatación del filtro HEPA se haga de forma más rápida.

Hay purificadores portátiles en el mercado que además de contar con el sistema de filtración mediante filtros de alta eficiencia HEPA, disponen de otras tecnologías tales como sistemas con ionizadores o producción de ozono. Con la tecnología de filtración de alta eficiencia es suficiente para el fin previsto. Por otro lado, hay que tener en cuenta los inconvenientes que presentan otras tecnologías asociadas a la filtración, como pudiera ser la generación de productos perjudiciales, etc. No son recomendables los sistemas con ionizadores o producción de ozono, ya que generan

reacciones con otros elementos de la atmósfera que no se controlan y tienen consecuencias negativas de formación de contaminantes.

### 3. MEDIDAS PREVENTIVAS EN LA LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES

Las labores de mantenimiento, tanto preventivo como correctivo de los sistemas de climatización y ventilación son fundamentales para que su funcionamiento sea adecuado y en condiciones de seguridad.

El mantenimiento de las instalaciones térmicas está regulado por el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE). Instrucción Técnica IT.3 Mantenimiento y uso.

En la revisión y limpieza de los filtros de aire se debe tener en cuenta que un filtro colmatado o con una pérdida de carga excesiva puede reducir el caudal de aire circulante en la unidad, entrando en conflicto con las recomendaciones establecidas para una ventilación adecuada. Por tanto, se recomienda reemplazar los filtros de aire de acuerdo con el programa de mantenimiento ya establecido en cada edificio.

La sustitución de los filtros normativos en las unidades de tratamiento de aire por otros de mayor eficacia puede reducir el caudal de aire si el ventilador del equipo no está preparado para esa pérdida de carga adicional. En ese caso, se recomienda que el cambio de filtro sea por otro de igual eficacia y pérdida de carga. Si el ventilador del equipo lo permite, se recomienda mejorar la eficacia del filtro, siempre que se garantice el caudal de aire nominal del equipo.

La manipulación y tratamiento de los filtros sustituidos debe realizarse de forma segura y realizando correctamente la gestión de residuos.

Reglamentariamente es necesario realizar una revisión y limpieza de las unidades de impulsión y retorno de aire una vez por temporada, no obstante, es conveniente reforzar el mantenimiento de los climatizadores especialmente en los siguientes puntos:

- Verificación de la estanqueidad de las unidades y secciones que la componen, así como en las juntas, puertas o registros.
- Verificación de presiones y caudales nominales de la unidad (punto de trabajo).
- Limpieza de equipo y componentes (baterías, superficie interior, etc.).

Las actuaciones en relación con la limpieza de la instalación de climatización y ventilación recomendadas ante un posible caso positivo de contagio, o un caso confirmado son:

- Se recomienda la ventilación del espacio donde se haya alojado la persona durante al menos, 4 horas. Se procederá a la ventilación al máximo, tanto forzada como natural, de ser posible. La ventilación debe comenzar al menos 2 horas antes de comenzar las labores de desinfección.
- Se recomienda incluir las rejillas de impulsión y retorno de aire dentro del protocolo de limpieza y desinfección del espacio y la extracción, limpieza y desinfección del filtro de la unidad interior si la hubiera (fancoil, split), así como la limpieza y desinfección de la unidad interior (de existir) pulverizando una solución desinfectante.

Las labores de mantenimiento de la instalación de climatización y ventilación deben realizarse acorde a las indicaciones del instalador. El personal que las realice deberá adoptar las medidas de protección adecuadas utilizando protección respiratoria (mascarilla FFP2) y guantes de protección.

### 4. CONCLUSIONES

De manera general las actuaciones de carácter preventivo para reducir el riesgo de exposición al virus SARS-CoV-2 por vía aérea en el interior de espacios cerrados se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Aquellas actividades que puedan ser desarrolladas en el exterior, son siempre preferibles al interior.

- Aquellos espacios de trabajo que cuenten con sistemas centralizados de ventilación mecánica, la tasa de aire exterior se debe incrementar y la recirculación de aire se debe reducir.
- Reforzar la ventilación mecánica con ventilación natural en aquellos casos en los que la ventilación mecánica no sea suficiente. En aquellos casos en los que no se disponga de ventilación mecánica, se hará uso de la ventilación natural.
- Se recomienda aumentar tanto como sea técnicamente posible la filtración del aire recirculado en equipos centralizados, si el equipo lo permite, siempre y cuando se garantice el caudal de aire nominal del equipo. Se recomienda seleccionar tecnologías filtrantes con la menor pérdida de carga.
- Cuando todo lo anterior no es posible o no es suficiente, se debe purificar el aire con equipos provistos de filtros de alta eficiencia HEPA.
- No se debe interpretar que para alcanzar una buena ventilación es necesario abrir las ventanas y puertas en su máxima apertura. Lo razonable es ir probando distintas configuraciones con pequeñas aperturas que nos garanticen una ventilación continuada a lo largo de la jornada de trabajo, pero que afecte lo menos posible a las personas que ocupan los diferentes puestos de trabajo.
- Se debe evitar que haya corrientes intensas o especialmente molestas en los puestos de trabajo, por lo que en algunas ocasiones, es posible que se pueda plantear la necesidad de reubicar algún puesto de trabajo para que la persona que lo ocupa no esté expuesta directamente a la corriente.
- Para realizar una estimación sobre si la configuración dada es suficiente para garantizar una adecuada ventilación, se deberán utilizar los valores proporcionados por la medición de CO<sub>2</sub>.
- El uso permanente de las mascarillas bien ajustadas, el mantenimiento de la distancia de seguridad y las medidas de higiene, limpieza, desinfección siguen siendo necesarias en todas las situaciones.
- Controlar la ocupación máxima de los espacios en base a la capacidad de ventilación que se disponga, para garantizar una adecuada ventilación por ocupante.
- Los niveles de confort térmico establecidos en periodos de normalidad, se van a ver condicionados en muchas situaciones, por la necesidad de la adopción de medidas para alcanzar una mejor ventilación que minimice el riesgo de exposición al coronavirus SARS-CoV-2
- Revisar y mantener el correcto funcionamiento de los sistemas de ventilación de los edificios, prestando atención a la limpieza de los filtros de aire.
- Las labores de mantenimiento de la instalación de climatización y ventilación deben realizarse acorde a las indicaciones del instalador. El personal que las realice deberá adoptar las medidas de protección adecuadas utilizando protección respiratoria (mascarilla FFP2) y guantes de protección.
- Informar a los trabajadores y a las trabajadoras sobre las medidas de prevención relacionadas con la climatización y la ventilación adoptadas en los centros.

Desgraciadamente en el escenario de pandemia en el que nos encontramos no existe el riesgo cero, pero con la adopción de las medidas preventivas se pueden lograr unas cotas elevadas de seguridad en el interior de los centros de trabajo, que permitan minimizar razonablemente el riesgo de contagio. En este sentido es muy importante la concienciación de todas las personas para ser respetuosas con las medidas de prevención.

Tener en cuenta las medidas de prevención y de protección establecidas por las autoridades sanitarias y laborales, así como las establecidas en las evaluaciones de riesgo y en los informes técnicos emitidos por el Servicio de Salud y Prevención de Riesgos Laborales.

El ámbito de actuación del Servicio de Salud y Prevención de Riesgos Laborales es el de determinar los factores de riesgo, proponiendo las medidas preventivas, siempre basadas en los criterios de la normativa de prevención de riesgos laborales, científicos y de las recomendaciones establecidas por las autoridades sanitarias. Las actuaciones relativas a la realización de las mediciones, cálculos, comprobación de las características de las instalaciones de

climatización y ventilación, en su caso, modificación, mantenimiento de dichas instalaciones, verificación y cálculo de los niveles de ventilación de las instalaciones deberán realizarse por técnicos competentes en base a la normativa por la que se rigen dichas instalaciones así como por el personal técnico de las Consejerías, por el personal de mantenimiento y por las empresas mantenedoras o instaladoras contratadas.

Todas las medidas y consideraciones establecidas en el presente informe se han realizado en base a las evidencias científicas y las guías y protocolos de las autoridades sanitarias y de trabajo hasta la fecha. Por tanto, deberán ser actualizadas con las nuevas evidencias cuando se vayan produciendo.

## 5. **NORMATIVA Y CRITERIOS TÉCNICOS DE REFERENCIA**

1. LEY 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales, y posteriores modificaciones.
2. Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el reglamento de los servicios de prevención, y posterior modificación.
3. El Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo y su correspondiente guía del INSST.
4. Real Decreto 773/1997, 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
5. Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
6. Real Decreto 485/1997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
7. Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
8. Recomendaciones de operación y mantenimiento de los sistemas de climatización y ventilación de edificios y locales para la prevención de la propagación del SARS-CoV-2. Actualización 30 de julio de 2020. Ministerio de Sanidad. Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico. IDAE.
9. Documento de REHVA sobre cómo operar y utilizar instalaciones térmicas en edificios para prevenir la propagación del coronavirus (COVID-19) (SARS-CoV-2) en los lugares de trabajo (7 de abril de 2020). REHVA Federation of European Heating, Ventilation and Air Conditioning Associations.
10. Procedimiento para los servicios de prevención de riesgos laborales frente a la exposición al SARS-CoV-2. Actualización 8 de abril de 2020. Ministerio de Trabajo y Economía Social.
11. RITE. Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
12. UNE-EN-ISO 7730. Ergonomía del ambiente térmico. Determinación analítica e interpretación del bienestar térmico mediante el cálculo de los índices PMV y PPD y los criterios de bienestar térmico local (ISO 7730:2005).
13. NTP 549 El dióxido de carbono en la evaluación de la calidad del aire interior. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo.
14. NTP 742 Ventilación general de edificios. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo.

15. Guía para ventilación en aulas. Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua, IDAEA-CSIC Mesura. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Ministerio de Ciencia e Innovación. María Cruz Minguillón, Xavier Querol, José Manuel Felisi y Tomás Garrido. Octubre 2020.
16. Recomendaciones de actuación para la mejora de la ventilación en los sistemas de climatización y saneamiento de los centros educativos. ATECYR.
17. Actuaciones de respuesta coordinada para el control de la transmisión de COVID-19. Consejo Interterritorial. Sistema Nacional de Salud.
18. Guía técnica para la evaluación y la prevención de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. Real Decreto 486/1197.
19. Gestión preventiva: Sistemas de climatización y ventilación para centros de trabajo. Cuestionario de análisis para la empresa. FREMAP
20. Webinar: Sistemas de ventilación y climatización en centros de trabajo. Javier Ruiz Pérez y Jesús Martínez Tubio. FREMAP
21. CDC:ScientificBrief: SARS-CoV-2 and Potential Airborne Transmission.

Mérida, a 12 de noviembre de 2020