

# LA VENTILACIÓN COMO MEDIDA DE PREVENCIÓN FRENTE AL COVID-19

## Introducción

El COVID-19 se ha convertido en una pandemia con un gran impacto sanitario, social y económico en la mayoría de los países del mundo.

Desde su irrupción a finales del año 2019, se han publicado numerosos estudios y artículos acerca del comportamiento, viabilidad, supervivencia, propagación y transmisión de este virus (SARS-CoV-2). Las últimas conclusiones arrojadas por las investigaciones aceptadas por el Ministerio de Sanidad concluyen que la transmisión de este coronavirus se produce a través de los aerosoles.

Este hecho provoca que la ventilación juegue un papel clave como medida preventiva frente a la propagación del virus en ambientes interiores, contribuyendo a la reducción de los contagios, y así lo ha puesto de manifiesto la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Tal es su importancia, que la necesidad de adoptar medidas preventivas ligadas a la ventilación en los centros de trabajo se establece mediante el Real Decreto-Ley 21/2020, de 9 de junio, de medidas urgentes de prevención, contención y coordinación para hacer frente a la crisis sanitaria ocasionada por el COVID-19.

Esta normativa, en su artículo 7, recoge un conjunto de medidas de prevención e higiene a adoptar en los centros de trabajo, sin perjuicio del cumplimiento de la normativa de prevención de riesgos laborales y del resto de la normativa laboral que resulte de aplicación. En concreto, establece la necesidad de “adoptar medidas de ventilación, limpieza y desinfección adecuadas a las características e intensidad de uso de los centros de trabajo, con arreglo a los protocolos que se establezcan en cada caso”.

Así pues, este documento recoge los conceptos básicos de ventilación como medida preventiva frente a la transmisión del SARS-CoV-2 por aerosoles en los centros de trabajo, así como las fuentes de información que pueden resultar útiles, de acuerdo con los criterios de las autoridades competentes.



## ¿Qué es un aerosol?

Un aerosol es una suspensión de partículas sólidas o líquidas en un medio gaseoso, generalmente el aire, con un rango de tamaño desde nanómetros a varios micrómetros, que, debido a su pequeño tamaño y bajo peso, pueden mantenerse en suspensión en ese aire durante un periodo de tiempo variable, que va desde segundos las más grandes hasta horas las más pequeñas y dispersarse a una gran distancia. Estas partículas pueden ser inhaladas, pueden impactar o depositarse en las mucosas o pueden penetrar a través de la piel y causar efectos adversos para la salud de los trabajadores.

## ¿Qué es un bioaerosol?

Un bioaerosol es un aerosol cuyas partículas tienen su origen en fuentes biológicas (vivas o muertas): virus, protozoos, bacterias, hongos, algas, plantas, animales y fragmentos o productos derivados de los mismos, como: endotoxinas, micotoxinas, polen, excrementos, descamaciones de la piel y restos de pelo de animales, etc.

Los bioaerosoles en entornos laborales proceden de:

- El aire exterior que entran directamente a través de puertas y ventanas o a través de los sistemas de ventilación y climatización, como esporas, fragmentos fúngicos, polen o bacterias ambientales.
- Los materiales de construcción y del mobiliario del propio edificio, favorecidos por condiciones ambientales de alta humedad (presencia de fugas o condensación de agua), temperatura y acúmulo de suciedad o material orgánico (revestimientos celulósicos, moquetas, madera, acúmulo de residuos) que permiten el crecimiento de hongos, bacterias, ácaros, etc.
- La presencia y actividad humana, que genera y expulsa gotitas al toser, estornudar o hablar, siendo esta la principal fuente de infección de SARS-CoV-2.
- La existencia de bioaerosoles, tanto en entornos laborales como residenciales, provoca un gran impacto en la salud humana: alergias, hipersensibilidad, toxicidad, irritación y enfermedades infecciosas.

En el caso de los bioaerosoles, además del tamaño de la partícula, debemos tener en cuenta, entre otros, factores ambientales que van a determinar la viabilidad y capacidad infecciosa de las partículas biológicas, del virus SARS-CoV-2, esto es, su capacidad para soportar el estrés ambiental, sobrevivir y mantener la capacidad de activarse nuevamente para crecer o infectar, como son la humedad relativa, la temperatura y la radiación ultravioleta. Además, el tamaño final del bioaerosol dependerá del tiempo que pasa en suspensión en el aire.

## Transmisión del SARS-CoV-2

Actualmente, la OMS sostiene que la transmisión de este virus se produce principalmente por contacto directo con personas infectadas que, al hablar, toser o estornudar, expulsan gotitas respiratorias o saliva, que caen al suelo en un breve periodo de tiempo. Estas gotículas pueden caer y depositarse sobre objetos a partir de los cuales puede darse el contagio posteriormente si se tocan y a continuación se tocan la nariz, la boca o los ojos o pueden impactar sobre las mucosas o la piel. También pueden ser inhaladas por otras personas que se encuentran cerca.

Si bien los datos disponibles indican este contacto cercano como la vía principal de transmisión del virus, existe también cierta evidencia de transmisión por aerosoles, es decir, aquellas partículas que pueden permanecer en el aire durante más tiempo: bajo determinadas condiciones, se produce infección de personas a más de dos metros de distancia. Estas transmisiones ocurren normalmente en espacios cerrados y con una ventilación inadecuada, donde las personas permanecen por un periodo de tiempo largo, desde 30 minutos a varias horas.

Por tanto, el riesgo de exposición de los trabajadores a los aerosoles presentes en su lugar de trabajo vendrá condicionado por el tamaño de los mismos, pues en gran medida, es el diámetro aerodinámico de la partícula lo que determinará el tiempo que los aerosoles pueden mantenerse en suspensión pudiendo darse exposiciones a corta o a larga distancia (más allá de los 2 metros desde la fuente de generación del aerosol).

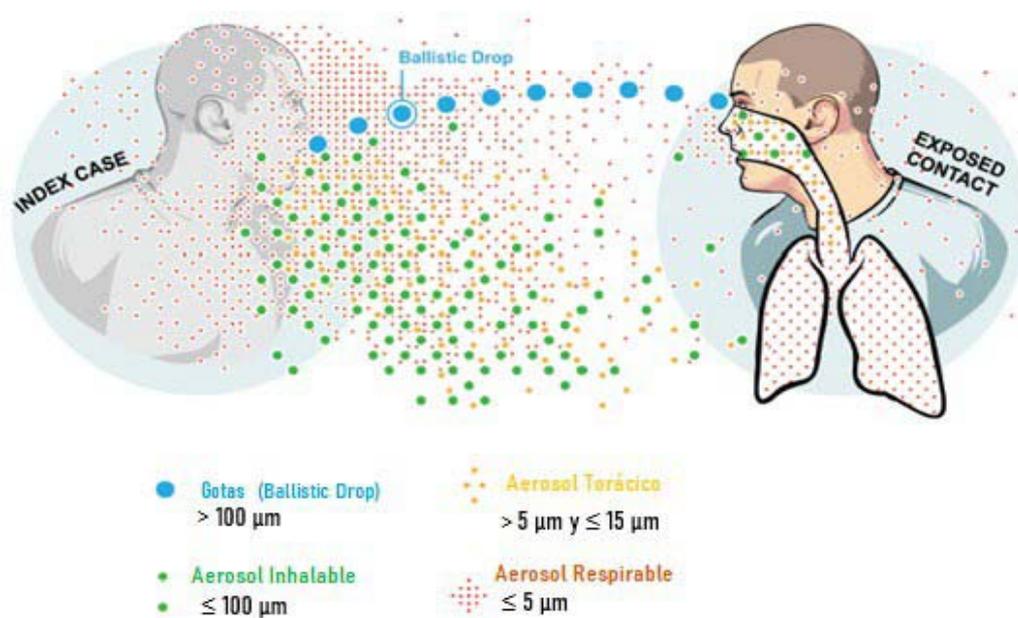


Figura 1. Emisión partículas y aerosoles desde el emisor (index case) al receptor (exposed contact) a una distancia inferior a dos metros. Fuente: Adaptado de Milton.

Según se observa en la figura 1, se emiten partículas de diferentes tamaños, siendo la mayoría de ellas aerosoles. Las de tamaños superiores a 100 µm, denominadas gotas, pueden impactar en los ojos, nariz y boca mientras que los aerosoles, con tamaños iguales o inferiores a 100 µm, pueden alcanzar diferentes partes de las vías respiratorias, de tal forma que, según su tamaño, se podrían distinguir tres fracciones en el aerosol:

- La inhalable: compuesta por los aerosoles más grandes (de hasta 100 µm) que alcanza las vías respiratorias altas.
- La torácica: compuesta por aerosoles de tamaño intermedio, mayores de 5 µm y hasta 15 µm, que pueden alcanzar la tráquea y los bronquios principales.
- La respirable: compuesta por los aerosoles más pequeños, con un tamaño inferior o igual a 5 µm, capaces de penetrar hasta los alveolos pulmonares.

Las gotas no son capaces de recorrer más de dos metros, ya que, debido a su tamaño y por efecto de la gravedad, caen al suelo a los pocos segundos de su emisión. Sin embargo, cuando se aumenta la distancia más allá de los 2 metros es posible la presencia de aerosoles, puesto que su menor tamaño les permite realizar desplazamientos mayores y mantenerse en suspensión durante más tiempo. No obstante, las gotas podrían reducir su tamaño (hasta alcanzar el de aerosoles) en función de las condiciones termohigrométricas del ambiente, de humedad y temperatura, al evaporarse el agua que contienen, por lo que debe tenerse en cuenta a la hora de valorar los riesgos de exposición y seleccionar medidas preventivas.

A continuación, se recoge en la tabla 1 un resumen de los dos mecanismos de transmisión por gota y por aerosoles, enfocado al riesgo de transmisión del SARS-CoV-2:

	MECANISMO DE TRANSMISIÓN	
	Transmisión por gota	Transmisión por aerosoles
	Contacto de las partículas infecciosas con las mucosas (ojos, nariz, boca).	Inhalación de las partículas infecciosas suspendidas en el aire.
<b>Tamaño de partícula</b>	> 100µm	≤ 100µm
<b>Distancia de transmisión o riesgo</b>	De 0 a 2 metros de la fuente de emisión.	De 0 a varios metros de la fuente de emisión.
<b>Nivel de riesgo</b>	Alto en aquellas situaciones laborales en las que se puede producir un contacto estrecho con un caso sospechoso o confirmado de infección por SARS-CoV-2. (Ver definición de caso sospechoso y caso confirmado <a href="#">aquí</a> ).	En función de la ocupación o número de personas, la actividad realizada, el tiempo de permanencia o contacto, la distancia interpersonal, la ventilación de la estancia y el uso de mascarilla (Consultar los diferentes escenarios <a href="#">aquí</a> ).

Tabla 1. Comparativo entre dos de las vías de transmisión del SARS-CoV-2.

## Importancia de la ventilación como medida preventiva

La ventilación es el proceso de renovación de aire de un local, es decir, consiste en proporcionar aire limpio exterior a un edificio o una habitación.

El aporte de aire exterior es esencial para sanear el aire que se respira en un local y diluir los contaminantes que se originan.

El Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) clasifica la calidad del aire interior, definido como aire en el recinto o zona tratada, en cuatro categorías (IDA, Indoor Air), en función del uso de los edificios, proponiendo en cada caso un caudal de aire exterior por persona (ver tabla 2).

Categoría	Calidad del aire interior en función del uso de los edificios	Caudal de aire exterior (l/s por persona)
IDA 1	<b>Aire de óptima calidad:</b> hospitales, clínicas, laboratorios y guarderías.	20
IDA 2	<b>Aire de buena calidad:</b> oficinas, residencias (locales comunes de hoteles y similares, residencias de ancianos y de estudiantes), salas de lectura, museos, salas de tribunales, aulas de enseñanza y asimilables y piscinas.	12,5
IDA 3	<b>Aire de calidad media:</b> edificios comerciales, cines, teatros, salones de actos, habitaciones de hoteles y similares, restaurantes, cafeterías, bares, salas de fiestas, gimnasios, locales para el deporte (salvo piscinas) y salas de ordenadores.	8
IDA 4	<b>Aire de calidad baja.</b>	5

Tabla 2. Caudales de aire exterior, en l/s por persona.

El RITE recomienda un caudal de aire exterior de 12,5 l/s por persona para un IDA 2 (calidad del aire interior), que refleja un aire de buena calidad.

Para que la ventilación sea eficaz, es necesario que la cantidad de aire limpio aportado sea adecuada y que ese flujo se distribuya de manera eficiente por todo el local, de manera que los contaminantes generados en las distintas partes del recinto se evacúen eficazmente.

Una medida utilizada como indicador de la calidad del aire interior es emplear el nivel de la concentración de CO<sub>2</sub>, ya que éste es un buen indicador de las emisiones de biofluentes humanos. El RITE establece unos valores de concentración de CO<sub>2</sub> (en partes por millón o ppm)

por encima de la concentración en el aire exterior, para cada categoría de calidad del aire interior (ver Tabla 3).

Categoría	Concentración CO <sub>2</sub> (ppm)
IDA 1	350
IDA 2	500
IDA 3	800
IDA 4	1200

Tabla 3. Concentración de CO<sub>2</sub> (en ppm) en los locales

Una concentración de CO<sub>2</sub> superior a 800-1000 ppm podría ser un indicador de una ventilación deficiente del local.

La ventilación puede conseguirse por medios naturales, por medios mecánicos o mixtos.

La ventilación natural es aquella que se consigue por medios no mecánicos (normalmente abriendo puertas y ventanas), aprovechando las diferencias de presión que genera un gradiente, bien por temperatura, bien por acción del viento. Puede lograr ser eficaz a un bajo coste; no obstante, depende de las condiciones meteorológicas del exterior, del diseño del edificio y de la ocupación y las actividades realizadas por las personas. La mayor eficacia se consigue con una ventilación natural cruzada, esto es, con la apertura de dos aberturas en paredes opuestas.

La ventilación mecánica, por el contrario, controla las entradas y las salidas de aire, por lo que no se ve tan influenciada por la meteorología exterior y permite controlar el caudal introducido, aunque su instalación y mantenimiento sean más costosos. Incluso en el caso de que exista ventilación mecánica, se recomienda realizar regularmente una ventilación natural, como ya hemos indicado, abriendo puertas y ventanas, y conseguir una buena ventilación combinada, aunque esto implique una pérdida de eficiencia energética.

No se recomienda la recirculación de aire en los locales, puesto que esto no reducirá la concentración de bioaerosoles que podrían contener el virus y no se garantizará su dilución.

## La filtración del aire

En aquellos locales donde la ventilación natural no es suficiente, las condiciones meteorológicas lo impidan o los sistemas existentes no puedan garantizar la renovación adecuada del aire interior, se debe optar por un tratamiento del aire que tenga como objetivo la eliminación o reducción de la concentración de las partículas presentes en el ambiente interior susceptibles de contener el virus.



En principio, no se recomiendan los sistemas de purificación que realizan sobre el aire un tratamiento fisicoquímico (ionización, fotocatalisis, ozono, etc.), dado que pueden empeorar la calidad del aire al generar compuestos orgánicos volátiles que pueden llegar a ser tóxicos.

Si se utilizasen, hay que tener en cuenta las recomendaciones de uso adecuado de los mismos (no utilizar en presencia de personas, evaluar adecuadamente los riesgos, etc.).

El sistema más eficaz para reducir las partículas presentes en el aire que puedan contener el virus es la filtración. Este proceso consiste en hacer pasar el aire susceptible de estar contaminado por un filtro, que retendrá las partículas contaminantes devolviendo el aire purificado, libre de esas posibles partículas con virus. El filtro únicamente retendrá las partículas líquidas o sólidas en suspensión, y no los gases, por lo que no afectará al nivel de CO<sub>2</sub> presente.

En los sistemas de filtración centralizados en las unidades de tratamiento de aire, el RITE establece la categoría de filtro con que deben contar, en función de la calidad de aire exterior y la calidad de aire interior requerida. En el contexto en que nos encontramos y en relación con el SARS-CoV-2, cuando se produzca la recirculación de aire, se recomienda aumentar el nivel de filtrado todo lo que sea posible, siempre que el caudal mínimo cumpla los 12,5 l/s por persona que marca el RITE.

En aquellos lugares donde se necesite mejorar la calidad del aire, algunas guías recomiendan la utilización de equipos de filtración autónomos. En estos casos, se recomienda la utilización de filtros de aire de alta eficacia, como, por ejemplo, los filtros HEPA.

Existen diferentes tipos de filtros, que se clasifican por grupo y clases en función de su capacidad de penetración y eficacia de filtración. La capacidad de penetración se define como el porcentaje de partículas capaces de penetrar y se establece a partir del tamaño de partícula más penetrante (Most Penetrating Particle Size, MPPS), es decir, las partículas más difíciles de retener. La eficacia filtrante se define como el porcentaje de partículas que se pueden retener.

En función de estas características de eficacia y penetración, los filtros de alta eficacia se clasifican en tres grupos, descritos en la Norma UNE-EN 1822-1:2020: filtros EPA (Efficiency Particulate Air), HEPA (High Efficiency Particulate Air) y ULPA (Ultra Low Penetration Air). (Ver Tabla 4).

Clase de filtro	Eficacia (%)	Penetración (%)
E10	≥ 85	≤ 15
E11	≥ 95	≤ 5
E12	≥ 99,5	≤ 0,5
H13	≥ 99,95	≤ 0,05
H14	≥ 99,995	≤ 0,005
U15	≥ 99,9995	≤ 0,0005
U16	≥ 99,99995	≤ 0,00005
U17	≥ 99,999995	≤ 0,000005

Tabla 4. Clasificación de los filtros de alta eficacia según norma UNE-EN 1822-1:2020.

Dentro de este grupo de filtros HEPA, se pueden distinguir dos clases: H13 y H14. Estos filtros garantizan una eficacia de filtración superior o igual al 99,95% y 99,995%, respectivamente, según el mencionado parámetro MPPS, reteniendo aquellas partículas con tamaños superiores a 0,3 µm.

Es necesario que estos equipos de filtración cuenten con filtros certificados por la norma UNE- EN 1822-1:2020 y que se cambien con la regularidad suficiente. Presentan, sin embargo, numerosas desventajas: elevado coste, emisión de ruido, necesidad de colocarlos en el centro de la habitación y lejos de obstáculos (manteniendo libres las entradas y salidas de aire), y en ningún caso sustituirá por completo un sistema de ventilación. Se trata de una medida de apoyo que, mal implementada, no será efectiva.

Finalmente hay que tener en cuenta que cualquier sistema de ventilación mecánica y de filtración, para ser eficaz y no generar riesgos, debe ser instalado y mantenido de forma adecuada (limpieza de conductos y filtros o recambio periódico de los mismos en condiciones de seguridad).

En general, los espacios al aire libre y los espacios interiores adecuadamente ventilados reducen el riesgo de exposición a las partículas respiratorias infecciosas.

