

VENTILACIÓN NATURAL

La ventilación natural consiste en abrir ventanas y puertas para renovar el aire interior con aire exterior. Pocas veces se consigue renovar de manera eficaz si esta ventilación no es cruzada, es decir, con ventanas y puertas abiertas en lados opuestos.

Los valores a obtener son los mismos que los citados para la ventilación mecánica, así como su razonamiento, lo que supone un caudal mínimo de aire exterior de 12,5 litros por segundo y ocupante y una concentración de CO₂ en el ambiente inferior a 700ppm (como indicador de una adecuada renovación del aire).

Se debe tener en cuenta que los caudales de aire son aditivos, por lo que si, por ejemplo, se consiguen 8 litros por segundo y ocupante con ventilación mecánica, serán necesarios 4,5 litros por segundo y ocupante con ventilación natural.

Si ello no fuera posible, en última instancia se pueden incorporar equipos autónomos con filtros HEPA o el aire recirculado por el sistema mecánico adecuadamente filtrado, si bien estos no reducirán la concentración de CO₂, pero sí la posible concentración de virus.

$$12,5 \frac{\text{litros}}{\text{seg_ocupante}} = Q_{\text{aire exterior mecánico}} + Q_{\text{aire recirculado filtrado}} + Q_{\text{natural}} + Q_{\text{equipo autónomo}}$$

Para estimar cuánto tiempo deben abrirse puertas y ventanas, y más en invierno, cuando las temperaturas son bajas, el Ministerio de Ciencia e Innovación ha publicado una [Guía para ventilación en aulas](#) [1], aplicable también a otros tipos de espacios interiores como oficinas, donde se describen los principios básicos para una ventilación natural que reduzca las probabilidades de contagio de COVID-19 por vía aérea. En ella se considera un caudal adecuado el de 14 litros por segundo y ocupante, pero a efectos de esta nota se emplearán los 12,5 litros por segundo y ocupante.

Se utiliza el concepto de renovaciones de aire por hora (ACH por sus siglas en inglés), siendo una renovación de aire la aportación de un volumen de aire exterior igual al volumen del espacio interior. Una renovación de aire supone que el 63% del aire interior ha sido reemplazado por aire exterior, dos renovaciones reemplazan el 86% y tres renovaciones el 95%.

Las renovaciones de aire por hora, ACH en adelante, se relacionan con el caudal según:

$$ACH \left[\frac{\text{renovaciones}}{\text{hora}} \right] = \frac{\text{Caudal} \left[\frac{\text{m}^3}{\text{h_ocupante}} \right] \times n^{\circ} \text{ ocupantes}}{\text{Volumen del espacio interior} [\text{m}^3]}$$

Y también son aditivas:

$$ACH_{Total} = ACH_{aire\ exterior\ mecánico} + ACH_{aire\ recirculado\ filtrado} + ACH_{natural} + ACH_{equipo\ autónomo}$$

Suponiendo un espacio que no dispone de ventilación mecánica y se pretende conseguir toda la renovación con ventilación natural tendremos, para un espacio de 50m² y 3m de altura ocupado por 20 personas:

$$ACH = \frac{12,5 \frac{\text{litros}}{\text{seg_ocupante}} \times \frac{3600\text{seg}}{1\text{hora}} \times \frac{1\text{m}^3}{1000\text{litros}} \times 20\text{ocupantes}}{150\text{m}^3} = 6 \frac{\text{renovaciones}}{\text{hora}}$$

Lo que quiere decir que para no superar las 700ppm, se tendrán que realizar 6 renovaciones de aire cada hora, lo que supone que en cada renovación se deben introducir 150m³ de aire en el espacio. Es decir, se deben abrir puertas y ventanas cada 10 minutos.

Este valor se deberá aumentar cuando la actividad realizada no sea sedentaria o cuando la ventilación no sea cruzada.

También se podrá ajustar más o menos según la incidencia de casos en la región. Uno de los términos epidemiológicos más utilizados es la incidencia acumulada, proporción de personas que enferman en un tiempo determinado, y ayuda a medir el riesgo que existe en un momento y en un lugar determinados. Cuánto más alta es la incidencia, más riesgo hay de que el virus circule por un territorio y, por ello, más importante es incrementar la ventilación en espacios interiores.

La incidencia acumulada¹ puede consultarse en tiempo real [aquí](#).

Otros parámetros epidemiológicos utilizados (en base a la transmisión y a la capacidad asistencial) pueden encontrarse en el documento publicado por el Consejo Interterritorial del Sistema Nacional de Salud [Actuaciones de respuesta coordinada para el control de la transmisión de COVID-19](#) [2].

Recuperando el ejemplo anterior, si se dispusiera de una ventilación mecánica que garantizara un caudal de 8 litros por segundo y ocupante, se necesitaría una ventilación natural adicional de:

$$ACH = \frac{4,5 \frac{\text{litros}}{\text{seg_ocupante}} \times \frac{3600\text{seg}}{1\text{hora}} \times \frac{1\text{m}^3}{1000\text{litros}} \times 20\text{ocupantes}}{150\text{m}^3} = 2 \frac{\text{renovaciones}}{\text{hora}}$$

¹ Se obtiene dividiendo el número de casos aparecidos entre el número de personas que están libres de la enfermedad al inicio del periodo. Se suele tener en cuenta cada 100.000 habitantes y a 14 días, aunque también se mide a 7 días.

Lo que equivale a abrir puertas y ventanas cada 30 minutos hasta introducir 150m³ de aire cada vez, además de la ventilación mecánica en funcionamiento.

Para ajustar el tiempo necesario que deben abrirse puertas y ventana se debe considerar lo siguiente:

- Superficie de las ventanas abiertas en m².
- Velocidad del viento.

El caudal de aire exterior que se introduce por las ventanas es:

$$Q = \text{velocidad} \left(\frac{m}{s} \right) \times \text{superficie} (m^2)$$

Para calcular la velocidad del viento se puede utilizar un velómetro o bien estimarlo con la escala de Beaufort:

Fuerza	Viento	Km/h	Ráfagas	El mar	Olas	Efectos en Tierra
0	Calma	0/2	3	Calma	0/0.4	Humo derecho
1	Ventolina	3/6	11	llano	0.6	Humo inclinado
2	Flojito	7/11	18	Rizado	1.0	Comienza a sentirse
3	Leve	12/19	30	Olitas	1.5	Humo casi horizontal
4	Bonacible	20/25	42	Olas Largas	2.0	Bandera Rizada
5	Fresco	26/35	50	Marejada	2.5	Bandera planchada
6	Fuerte	36/45	65	Grueso	3.2	Doblan ramas
7	Duro	46/55	70	Vuela espuma	4.2	Rompen ramas
8	Muy duro	56/65	83	Olas rompen	5.4	Caminar inclinado
9	Temporal	66/75	100	Desarmado	6.5	Difícil caminar
10	Borrasca	76/87	120	Blanco espuma	8.0	Arranca arbustos
11	Tempestad	88/100	140	Deshecho	10.0	Maltrata construcciones
12	Huracán	100 +	160 +	Olas gigantes	12.0	Conviene REZAR

Cuando hay sensación de un ligero movimiento de aire, casi quieto, la velocidad es del orden de 0.2m/s (0.7Km/h), y cuando hay sensación de corriente de aire, la velocidad es del orden de 2m/s (7Km/h, como caminar rápido).

Supongamos que, para el caso inicial (sin ventilación mecánica y seis renovaciones por hora) el espacio dispone de 3 ventanas de 1,20m² cada una y no hace viento:

$$Q = 0,2 \frac{m}{s} \times 3 \text{ventanas} \times 1,20m^2 = 0,72 \frac{m^3}{s}$$

Como en cada renovación se necesitan 150m^3 de aire exterior:

$$0,72 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \times \text{tiempo de abertura} = 150\text{m}^3$$

$$\text{tiempo de abertura} = 208 \text{ seg} = 3,5 \text{ minutos}$$

Es decir, las tres ventanas deben abrirse de par en par 3,5 minutos cada 10 minutos, además de la puerta, para permitir la salida del aire interior.

Sin embargo, en un día con viento, y repitiendo los cálculos para una velocidad del aire de $0,4\text{m/s}$, es suficiente con abrir las tres ventanas 2 minutos cada 10 minutos.

Si en el ejemplo anterior solo se dispone de una ventana y hace viento, es necesario abrirla 5 minutos cada 10 minutos, pero sin viento debe mantenerse abierta todo el tiempo.

Otras opciones son:

- Reducir el número de ocupantes.
- Incorporar equipos autónomos con filtros HEPA (no reducen concentración de CO_2).

El fabricante de estos equipos autónomos con filtros HEPA facilita información sobre el caudal con que funcionan. Al ser los caudales aditivos, es posible establecer cuántos equipos son necesarios y cuánto tiempo deben abrirse las ventanas para obtener el caudal mínimo recomendado de aire exterior.

Sin cálculos ni adaptaciones y del lado de la seguridad, la Agencia Alemana del Medio Ambiente recomienda ventilar los espacios interiores durante cinco minutos cada veinte minutos con las ventanas abiertas de par en par, lo que sin duda cubre la mayoría de situaciones, pero puede ser excesivo en muchos casos, con el inconveniente que suponen para el confort térmico las temperaturas invernales.

REFERENCIAS

[1] Guía para ventilación en aulas. Ministerio de Ciencia e Innovación. CSIC. Octubre 2020. Consultado en https://www.csic.es/sites/default/files/guia_para_ventilacion_en_aulas_csic-mesura.pdf

[2] Actuaciones de respuesta coordinada para el control de la transmisión de COVID-19. Consejo Interterritorial del Sistema Nacional de Salud. 22 de octubre de 2020. Consultado en https://www.msrebs.gob.es/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActual/nCov/documento_s/Actuaciones_respuesta_COVID_22.10.2020.pdf