



# GUÍA PRÁCTICA

## MEDIDAS PARA MEJORAR LA VENTILACIÓN EN ESPACIOS CERRADOS DE EDIFICACIONES EN CIUDAD UNIVERSITARIA DURANTE LA PANDEMIA POR COVID-19

### Instituto de Ingeniería UNAM

Guía compilada por: Dr. Armando González Sánchez

#### Antecedentes

Existe nueva evidencia de la transmisión aérea del SARS-CoV-2 a partir de aerosoles (Brief, 2020; Hathway *et al.* 2011; van Doremalen *et al.* 2020). El riesgo de transmisión aérea del SARS-CoV-2 por estas emisiones puede disminuir mediante la reducción de la concentración de estos aerosoles en el aire de interiores, mediante la promoción de una adecuada ventilación y una efectiva distribución del aire interior (Morawska, *et al.* 2021). **El distanciamiento social de al menos 1.8 m entre personas se debe seguir realizando, así como las medidas antisépticas (lavado frecuente de manos, uso de cubre bocas) se deben seguir observando.**

#### Guía práctica

La mayoría de las recomendaciones se basan en Ventilación NATURAL, la cual, ocurre ya sea por flotación, efecto chimenea o cambios en la presión del viento. También, se incluyen recomendaciones para sistemas de ventilación basados en aire acondicionado.

#### Recomendación Técnica (Montazami, 2018)

Acción	Descripción
1. Ventilación lateral	Abertura de ventanas/puertas de un solo lado del cuarto, tiene un efecto limitado sobre la ventilación natural de un espacio cerrado, estimando una profundidad ventilada del cuarto de 5.5 m. o 2 veces la altura del cuarto.
2. Ventilación cruzada	Ésta consiste en aberturas de puertas/ventanas en lados opuestos del cuarto, se estima una profundidad de ventilación de 15 metros o 5 veces la altura del cuarto.
3. Interconexión con zona ventilada	Consiste en abrir puertas de acceso o realizar cortes en vidrios fijos que conectan a pasillos/corredores ventilados.
4. Pre-ventilación	Abertura de ventanas o cualquier ventila 15 minutos antes de entrar al cuarto de reunión, especialmente si el cuarto fue ocupado por otras personas.
5. Aire acondicionado fijado a 100% de renovación	No se debe recircular el aire.
6. Cambio de velocidad de renovación de aire acondicionado	A velocidad nominal 2 h. antes de la apertura del edificio y bajar la velocidad después de 2 h. del uso del edificio. En las noches y fines de semana mantener la ventilación a baja velocidad.
7. Extracción de aire interior	Recomendado para volúmenes de cuarto pequeños (aproximadamente <math>40 \text{ m}^3</math>) para que los costos de inversión no sean altos.
8. Purificador de aire de interiores	Su finalidad es proveer de aire limpio con efecto similar al obtenido con la ventilación con aire exterior. Consiste en la instalación de equipo portátil que remueve materia particulada (<math><PM_{2.5}</math>), mediante filtros HEPA o MERV13, y refinamiento de la calidad del aire por la eliminación de posibles virus y bacterias remanentes mediante lámparas UV-C, las cuales quedan instaladas dentro del equipo portátil. Se debe realizar un mantenimiento periódico a estos equipos.

$PM_{2.5}$  = Materia Particulada con diámetro 2.5  $\mu\text{m}$ ; HEPA = Filtro de partículas de alta eficiencia; MERV13 = Filtro de partículas con un valor mínimo reportado de eficiencia, grado 13. UV-C = Lámparas de radiación ultravioleta ancho de banda C

### ¡Advertencia!

Cada espacio y operación de su **sistema de ventilación es ÚNICO** y requiere una determinación específica, sin embargo, se dan algunas recomendaciones generales que se pueden aplicar según las condiciones predominantes de los espacios cerrados.

A continuación, se realizan recomendaciones que plantean acciones sobre edificaciones existentes en Ciudad Universitaria para mejorar su ventilación, manteniendo bajos costos en su implementación.

#### EDIFICACIONES en Ciudad Universitaria (Escobedo et al., 2014) con espacios CERRADOS con acciones recomendadas para mejorar la ventilación

Jerarquía según área ocupada	Tipo de edificación e instalaciones	Recomendaciones (Número de acción, pueden aplicar todas o por lo menos contar con una de ellas)
I	Salones de Clase	1, 2, 3, 4
II	Edificios de ciencia e ingeniería y de profesores (AA, C)	1, 2, 3, 4, 5, 6
III	Oficinas (AA)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
IV	Edificios de ciencias sociales y humanidades y de profesores (AA, C)	1, 2, 3, 4, 5, 6
V	Salones de Clase con Laboratorio (AA)	1, 2, 4, 5, 6
VI	Bibliotecas (AA)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8
VII	Cine, Auditorios y teatros (AA)	4, 5, 6, 8
VIII	Áreas de conservación y mantenimiento (AA)	1, 2, 3, 4, 5, 6
IX	Museos (AA)	4, 5, 6, 8
X	Unidades médicas (AA)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8
XI	Supermercado (AA)	4, 5, 6
XII	Restaurantes y cafeterías (AA)	4, 5, 6, 8
XIII	Edificio TV	1, 2, 3, 4
XIV	Edificio Bomberos	1, 2, 3, 4

AA. Aire acondicionado. C. Calefacción

#### Recomendación por tipo de subunidad en la edificación

Tipo de edificación e instalaciones	Recomendaciones (Número de acción, pueden aplicar todas o por lo menos contar con una de ellas)
Baños/sanitarios con ventanas	1, 2
Baños/sanitarios sin ventanas	7
Cubículos compartidos > 2 personas con ventanas	1, 2, 3
Cubículos compartidos > 2 personas sin ventanas	3, 4, 8
Pasillos con accesos a puertas y ventanas	2
Pasillos sin accesos a puertas y ventanas	7, 8

# VENTILACIÓN

en espacios cerrados durante la pandemia por **COVID-19**



Ventilación con aire exterior



Instalar un medidor de CO<sub>2</sub> con indicador de luz tipo semáforo



Operación de las unidades manejadoras de aire a 100% de renovación con aire exterior



Instrucción de docentes y administrativos sobre el adecuado uso del equipo de ventilación



Operación de la ventilación de recintos a su máxima capacidad durante su ocupación. La medición de CO<sub>2</sub> en el aire interior indicaría los momentos críticos para ventilar o evacuar



Abrir tantas ventanas como sea posible durante las horas de clase y asegure la ventilación durante las pausas



Encender la ventilación al menos dos horas antes y después de la ocupación del cuarto



Mantener la ventilación de los sanitarios 24 horas los 7 días de la semana y/o mantener las ventanas abiertas todo el tiempo

## Medidas adicionales

### 1 Riesgo de infecciones después del regreso

Durante la pandemia, el uso de muchos edificios e instalaciones fue muy reducido e incluso se inhabitaron. Las edificaciones que incluyen sistemas de aire acondicionado y calefacción, pudieron acumular dentro de sus conductos humedad que podría ser medio para crecimiento de microorganismos patógenos como la bacteria *Legionella pneumophila*, que puede provocar la enfermedad del legionario. Se recomienda, antes de restablecer los sistemas de aire acondicionado y calefacción, realizar limpieza y mantenimiento de los conductos y equipos (REHVA 2020) de acuerdo con los protocolos establecidos por los proveedores de los mismos.

---

### 2 Evaluación de la ventilación

Esta condición puede ser evaluada en habitaciones ocupadas con individuos por el uso de sensores de CO<sub>2</sub>, ya sea portátiles o permanentes en salones de clase, salas de reunión y/o auditorios. Se recomienda medir la concentración de CO<sub>2</sub> por una hora o más en salones de clase o salas de reunión o auditorios. Durante esta etapa de pandemia (semáforo rojo, naranja y amarillo) se recomienda establecer 800 ppmv (partes por millón volumen) como una condición de alerta a falta de ventilación, y mayor a 1000 ppmv una condición de alarma que requiere realizar una acción de ventilación inmediata (REHVA 2020), como ventilación mecánica o natural mediante ventilas, tiros o puertas de emergencia.

---

### 3 Recomendaciones de equipos purificadores de aire

Se recomienda el uso de purificadores de aire basados en filtros HEPA, adicionalmente y deseablemente con refinamiento del aire por la eliminación de posibles virus y bacterias remanentes mediante lámparas UV-C, las cuales quedan instaladas dentro del equipo portátil.

Estimación de Tamaño de cuarto (m <sup>3</sup> ) <sup>a</sup> o número de personas que lo ocupen <sup>b</sup>	Ejemplo de purificador de aire	Flujo a tratar (m <sup>3</sup> /h)	Costo aproximado (MX\$)
150 m <sup>3</sup> o 40 personas	<a href="https://es.trotec.com/shop/purificador-de-aire-de-la-habitacion-tac-v.html">https://es.trotec.com/shop/purificador-de-aire-de-la-habitacion-tac-v.html</a>	1200 <sup>a,b</sup>	110,000.00
550 m <sup>3</sup> o 146 personas	<a href="https://www.aircare.com.mx/producto/f116/">https://www.aircare.com.mx/producto/f116/</a>	4400 <sup>a,b</sup>	210,000.00
100 m <sup>3</sup> o 18 personas	En el IIUNAM existe un diseño previo de “purificador de aire de interiores” que incluye filtración HEPA o MERV13 y lámparas UV-C.	550 <sup>b</sup>	20,000.00 (prototipo, estimado crudo materiales y construcción)
120 m <sup>3</sup> o 4 personas	<a href="https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-759383538-purificador-de-aire-rowenta-md-pu4020-filtro-hepa-silencioso-_JM#position=1&amp;type=item&amp;tracking_id=0dab7d91-84a0-4233-b0f1-4293f354adbe">https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-759383538-purificador-de-aire-rowenta-md-pu4020-filtro-hepa-silencioso-_JM#position=1&amp;type=item&amp;tracking_id=0dab7d91-84a0-4233-b0f1-4293f354adbe</a>	127 <sup>b</sup>	6,500.00

a) Considerando una tasa de recambio de ocho veces por hora. b) Considerando una tasa aproximada de 30 m<sup>3</sup>/persona h (Real Decreto (España) 486/97). Nota. Son sólo ejemplos, sin ningún afán de promocionarlos, el IIUNAM no tiene ninguna responsabilidad sobre su funcionamiento