

PLAN DE MEDICIONES DE CO2 EN AULAS Y ESPACIOS DOCENTES.

Este documento pretende dar instrucciones para realizar comprobaciones de las condiciones de ventilación de los espacios docentes de la UAM mediante el uso de medidores de CO2. Esas mediciones permitirán concretar las pautas para la ventilación natural de espacios docentes, teniendo en cuenta las recomendaciones e informes sanitarios, para asegurar la máxima seguridad de los usuarios con el máximo confort posible.

Este plan de mediciones se ha diseñado teniendo en cuenta las recomendaciones del Ministerio de Sanidad (*Evaluación del riesgo de la transmisión de SARS-CoV-2 mediante aerosoles. Medidas de prevención y recomendaciones*), de la Consejería de Sanidad de la Comunidad de Madrid (*Impacto de los sistemas de ventilación en la transmisión del SARS-CoV-2*) y de la *Guía para la ventilación en aulas* elaborada por el CSIC-IDAEA, Ministerio de Ciencia e Innovación y Mesura.

Las medidas relativas a la ventilación de los espacios docentes tienen un carácter complementario con respecto a las medidas de prevención ya aplicadas: uso obligatorio de mascarilla, reducción de aforos, mantenimiento de la distancia social, lavado de manos con gel hidroalcohólico y desinfección de superficies con virucida, autoexamen de síntomas y cumplimiento de las medidas de sanitarias de aislamiento para las personas que han sido diagnosticadas y para sus contactos estrechos, en cuyo cumplimiento hay que insistir.

El riesgo de contagio cero no existe. Todas las medidas aplicadas en conjunto reducen el riesgo, pero no lo eliminan completamente. El riesgo depende, además, de la incidencia de casos en nuestro entorno.

1.-INTRODUCCIÓN

Para reducir el riesgo de contagio por aerosoles en un espacio interior hay que reducir tanto la emisión de partículas (mascarilla, número de personas, volumen de voz, actividad física), cómo la exposición a la misma (mascarilla, tiempo de exposición, distancia interpersonal y **ventilación**)

Las medidas principales para conseguir una ventilación adecuada persiguen alcanzar un número de 5-6 renovaciones por hora. Una renovación por hora significa que en una

hora entra en la sala un volumen de aire exterior igual al volumen de la sala y, debido a la mezcla continua de aire, esto resulta en que el 63% del aire interior ha sido reemplazado por el aire exterior. Con 2 renovaciones se reemplaza el 86% y con 3 renovaciones el 95%.

Con el fin de implementar estas medidas **la Universidad Autónoma de Madrid** ha realizado una serie de actuaciones, revisando los equipos de ventilación y programándolos para que el aporte de aire exterior y las renovaciones sean las adecuadas ante esta nueva situación (ver página 41 del Plan de actuación para el curso 2020/2021 y la adaptación de las actividades formativas a la evolución de la covid-19). Además, recientemente se han realizado auditorias de ventilación en varios centros (Facultades de Derecho y Medicina y Escuela Politécnica Superior), con resultados satisfactorios.

Por otra parte, en los espacios y aulas que cuentan con ventilación natural las actuaciones se han dirigido al reforzamiento de esta ventilación mediante la apertura de puertas y ventanas durante 10-15 minutos al inicio y final de la cada turno (mañana y tarde) y de 5-10 minutos al final de cada hora de clase.

2.-TASA DE VENTILACION Y CONCENTRACIÓN DE CO2

Como se ha dicho antes la tasa de ventilación aconsejada para conseguir una calidad de aire buena es de 12,5 litros/segundo y persona y se corresponde aproximadamente a **5-6 renovaciones/hora**.

Esta tasa de ventilación puede conseguirse aumentando el caudal de aire exterior aportado por medios naturales (abriendo puertas y ventanas durante el tiempo que se estime necesario según las características de cada espacio) o mecánicos o bien reduciendo la ocupación del local.

El tiempo de ventilación depende de múltiples factores, que varían de un aula a otra (m³, grado de ocupación, actividad realizada, orientación, condiciones ambientales exteriores, etc.). Para determinar cuánto tiempo es necesario tener las ventanas abiertas se puede calcular la concentración de CO₂ en el aire que es un buen indicador de la tasa de renovación de un espacio. En el exterior, las concentraciones de CO₂ son de aproximadamente 420-450 ppm (partes por millón)¹, aunque pueden variar en entornos urbanos o rurales. Cuando un edificio está ocupado, las concentraciones de CO₂ en el interior son elevadas por el CO₂ exhalado por sus ocupantes².

Se establece que para garantizar una correcta ventilación **los niveles de CO₂ no deberían superar el umbral de 800-1000 ppm**. Cuando se superan las 1000 ppm (partes por millón) se debe ventilar hasta reducir la concentración a 800ppm. (Como referencia, la concentración de CO₂ en exterior es de 420 ppm).

Hay que recordar que estas concentraciones de CO₂ están muy lejos de ser perjudiciales para la respiración humana y sólo deben interpretarse como indicador para la necesidad de ventilación.

⁽¹⁾ En el aire hay unas 400 partes por millón de CO₂ (ppm, de cada millón de moléculas de aire 400 son de CO₂).

⁽²⁾ En interiores los humanos exhalamos CO₂ (4% de nuestra espiración, o sea unas 40.000 ppm).

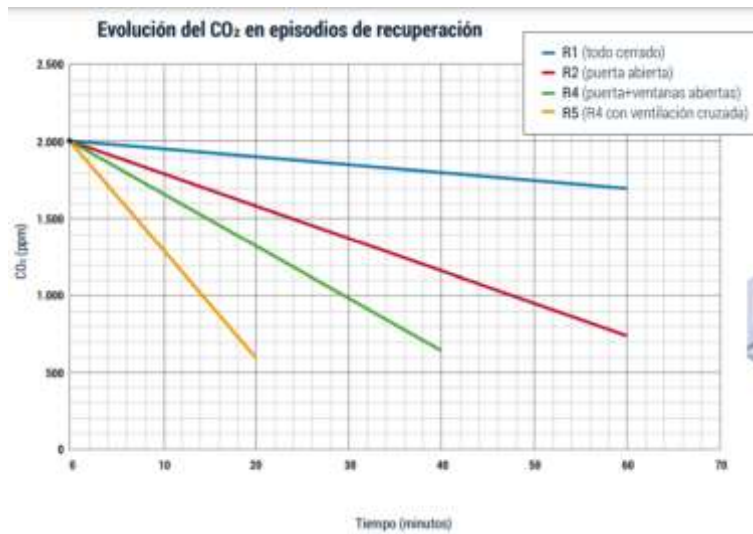


Fig.1

La figura 1 está extraída de la Guía para ventilación en aulas. CSIC-IDAEA, Ministerio de Ciencia e Innovación y Mesura. Octubre 2020 y muestra el descenso de los niveles de CO2 en un aula tipo con distintos tipos de ventilación natural.

3.-USO DE MEDIDORES DE CO2 EN LA UAM

Para determinar si la ventilación que estamos realizando en los espacios docentes es adecuada se van a utilizar medidores de CO2 del modelo IAQ55 Handheld Indoor Air Quality Monitor.

Para ello en cada centro se elegirá un conjunto de aulas testigo, en función de la tipología de espacios docentes existente en cada uno de ellos, para efectuar mediciones de CO2, según el procedimiento que se describe a continuación.

Una vez designado el personal que efectuará las mediciones por la dirección de cada centro, su formación correrá a cargo de los servicios de Obras e Infraestructuras y de Prevención de Riesgos.

4.-PROCEDIMIENTO PARA EFECTUAR MEDICIONES DE CO2

En cada centro se debe seleccionar una muestra representativa de aulas testigo para realizar mediciones de CO2 para establecer pautas de ventilación particularizadas que permitan el máximo confort sin sacrificar la seguridad.

Teniendo en cuenta el propósito de las mediciones de CO2, se deben elegir aulas testigo de las aulas con condiciones menos favorables (menor superficie, menor número de ventanas, mayor ocupación, etc.).

El equipo a utilizar es el modelo IAQ55 Handheld Indoor Air Quality Monitor en el Anexo 1 se muestran las instrucciones de uso de este equipo.

Los datos se registrarán en la tabla del Anexo 2 para una posterior comparativa.

MEDICIONES

Aulas con ventilación Natural

1. En cada aula testigo se mediarán los niveles de CO2 en dos días.
2. La medición debe realizarse en las condiciones habituales de uso y ventilación de las aulas (15 minutos de ventilación al final de cada turno y 5-10 minutos tras cada hora de clase). Si las condiciones de uso fueran variables, se deben elegir las menos favorables. Además, en el formulario se debe consignar cualquier circunstancia que pudiera influir en la medición (puertas o ventanas abiertas, etc.).
3. Se medirá durante 5 minutos en el exterior. Esta medida debe rondar los 400-420 ppm de CO2. Se anotará esta medida, que nos servirá como referencia de que el medidor funciona correctamente.
4. Se medirá al inicio de la clase, cuando el aula se supone que está correctamente ventilada (tras abrir durante 5-10 minutos las puertas y ventanas y efectuar una ventilación cruzada que es la más efectiva según la figura 1). Se realizarán tres medidas en diferentes puntos del aula (laterales y centro) y se anotará e la lectura de CO2 establecida.
5. Se realizará una segunda medida cuando haya finalizado la clase y **antes de ventilar**. Esta medida es la que nos va a dar indicación de si las condiciones ambientales son adecuadas. Se realizarán como en el caso anterior tres medidas en diferentes puntos del aula (laterales y centro) y se anotará la lectura de CO2.
6. El sensor de CO2 debe colocarse en el aula aproximadamente a 1 metro sobre el suelo, alejado de puertas y ventanas y a una distancia mínima de 1,5 metros con cualquier persona.
7. Las mediciones se consignarán en el formulario anejo, que se remitirá al Vicerrectorado de Proyectos Estratégicos y al Servicio de Prevención.

En el caso de aulas con ventilación mecánica se realizarán las mismas medidas. Analizaremos en este caso la eficacia de la ventilación mecánica.

ÁNALISIS DE RESULTADOS

Niveles de CO2 ppm	400-600	600-800	800-1000	1000-
Ventilación	EXCELENTE	MUY BUENA	ACEPTABLE	MALA VENTILACIÓN (*)

Las mediciones serán analizadas por los servicios de Prevención y de Mantenimiento, y cuando se registren medidas por encima de 1000 ppm se estudiarán y propondrán

medidas adicionales de ventilación para garantizar la seguridad de las personas con el máximo confort posible.

Guías e Informes

- Plan de actuación para el curso 2020/2021 y la adaptación de las actividades formativas a la evolución de la covid-19. Consejo de Gobierno de la UAM.
- Guía para ventilación en aulas. CSIC-IDAEA, Ministerio de Ciencia e Innovación y Mesura. Octubre 2020.
- Informe Científico sobre vías de transmisión del SARS-CoV-2. Para el Ministerio de Ciencia e innovación de España. 29 de octubre de 2020.
- 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. 30 de julio de 2020.
- Evaluación del riesgo por transmisión del SARS-Cov2 mediante aerosoles. Medidas de prevención y recomendaciones. 18 de noviembre de 2020. Ministerio de Sanidad.

Anexo 1. INSTRUCCIONES DE USO DE LOS EQUIPOS DE DETECCIÓN DE CO2.

deINSTRUCCIONES MEDIDOR CO2

Descripción del medidor

MEDIDOR

1. Sensor de temperatura y humedad
2. Sensor de CO₂ (atrás)
3. Pantalla LCD
4. Conector del adaptador CA
5. Puerto RS232
6. Teclado
7. Compartimiento de la batería (atrás)

Pantalla LCD

1. Concentración de CO₂ en ppm
2. Humedad relativa en %
3. Temperatura del aire, punto de rocío o temperatura de termómetro de bulbo húmedo



SÍMBOLOS

TWA	Media ponderado en el tiempo (8 horas)
STEL	Límite de exposición a corto plazo (15 minutos promedio)
RETENCIÓN	(hold) congela la lectura actual en pantalla
MIN/MAX	lecturas Mínima/Máxima
	Indicador de batería débil
DP	Temperatura de punto de rocío
AIR	Temperatura del aire
WBT	temperatura de termómetro de bulbo húmedo
%	Unidad de humedad relativa
C o F	Celsius/Fahrenheit

DESCRIPCION DEL TECLADO:

- Enciende/apaga el medidor
- Entra al modo de configuración
- Ajuste sin modo de suspensión temporal con
- Sale de configuración de página/modo
- Entra a modo de calibración de CO₂ con
- Entra a calibración de HR con
- Congela la lectura actual en pantalla
- Cancela la función de retención de datos
- Activa o desactiva la retroiluminación
- Selecciona las unidades o aumenta el valor en configuración
- Selecciona el indicador de AIR, DP, WBT
- Selecciona o disminuye el valor en configuración
- Activa la función MIN, MAX, STEL, TWA
- Guarda y termina la configuración

CALIBRADO DE CO2.

El medidor está calibrado de fábrica a una concentración estándar de 400 ppm de CO2

PRECAUCIÓN: No haga la calibración del medidor en una atmósfera donde no se sabe la concentración de CO2

1. Coloque el medidor en la cámara de calibración a 400 ppm.
2. Encienda el medidor y mantenga simultáneamente presionados los botones CAL/Esc y MODE/▲ para entrar a modo de calibración CO2. En la LCD centellearán 400ppm y "CAL" al realizar la calibración.
3. Espere unos 5 minutos hasta que deje de centellear. Esto indica que la calibración ha terminado y el medidor regresa automáticamente a modo normal. NOTA: Asegúrese que las baterías estén bien cargadas antes de la calibración para prevenir una interrupción o fallo de la calibración

APAGADO Y ENCENDIDO

Presione **SET** para encender y apagar el medidor. Al encender, el medidor emite un pitido corto y corre una cuenta regresiva de 30 segundos para calentar el medidor. Luego entra al modo de operación normal e indica las lecturas del nivel actual de CO2, temperatura y humedad.

TOMA DE MEDIDAS

El medidor comienza a medir al encender y actualiza las lecturas cada segundo. Si cambia el ámbito de operación (ej., de temperatura alta a baja), el sensor de CO2 demora 30 segundos para responder y 30 minutos para HR.

NOTA: No sostenga el medidor próximo a su boca o cualquier otra fuente de CO2 porque podría afectar a la medición real.

RETENCIÓN DE DATOS

Para que deje de medir que y nos tiempo a apuntar los datos, se puede congelar la pantalla, para ello:

Presione el botón **HOLD** para congelar las lecturas, arriba a la izquierda de la pantalla se muestra el icono "HOLD" (RETENCIÓN). Todas las lecturas actuales se retienen sin cambio, excepto STEL y TWA (ver más abajo 1). Presione "RETENCIÓN" (**HOLD**) para cancelar la función de retención.

RETROILUMINACIÓN (luz)

Presione el botón MODE/▲ durante más de 1 segundo para activar o cancelar la retroiluminación.

ALARMA

El medidor tiene una alarma para advertir cuando la concentración de CO2 excede el límite establecido (en nuestro caso 1000ppm). Esta emite pitidos (aprox. 80 dB) cuando el nivel de CO2 pasa sobre el valor del punto de control y se detiene al presionar

cualquier tecla (excepto SET) o las lecturas caen bajo el valor del punto de control. Pita de nuevo si el valor excede el límite. Reinicie el medidor si el zumbador no calla.

APAGADO AUTOMÁTICO

El medidor se apaga automáticamente después de 20 minutos de inactividad. Para desactivar la función, presione y sostenga los botones SET y HOLD hasta que “n” se vea en la pantalla (aprox. 2 segundos) al encender el medidor. NOTA: Durante el modo de calibración se desactiva la función de suspensión temporal.

OTRAS CONFIGURACIONES

CONFIGURACIÓN SETUP (alarma de límite)

En modo normal, presione y sostenga el botón SET durante más de 1 segundo para entrar al modo de configuración.

Para salir del modo de configuración, presione el botón cuando P1.0 o P3.0 se vean en pantalla.

P1.0 ALARMA de límite para CO2 Al entrar al modo de configuración, se muestra P1.0 y “AL”. Presione el botón MN/AV para ir a P1.1 para ajustar el umbral de alarma de CO2. El valor del punto de control actual de CO2 centellea. Presione el botón MODE/▲ para aumentar o el botón DP/WBT/▼ para disminuir el valor. Cada instancia ajusta 100 ppm. El rango de la escala de alarma es de 100 a 9900 ppm. Una vez ajustado el valor deseado, presione el botón MN/AV para guardar el ajuste y salir o el botón CAL/Esc para salir sin guardar y regresar a P1.0.

Para ampliar la información:

<https://www.pce-iberica.es/manuales/manual-7755.pdf>

- (1) Los "Short-Term Exposure Limit" (**STEL**), definidos como concentración promediada para períodos de 15 minutos (si no se especifica otro período de tiempo) que no debe superarse en ningún momento de la jornada de trabajo.
- (2) TLV-**TWA**: Es la concentración promedio ponderada en el tiempo para una jornada de trabajo normal de 8 horas y una semana de 40, a la cual se puede exponer un trabajador sin riesgo de efectos adversos.

