

**GUÍA**  
para **REDUCIR** el **RIESGO**  
de **TRASMISIÓN**  
del **SARS-CoV-2**  
por **AEROSOLE**  
en **CENTROS EDUCATIVOS**



*Euskadi, auzolana, bien común*

EUSKO JAURLARITZA



GOBIERNO VASCO

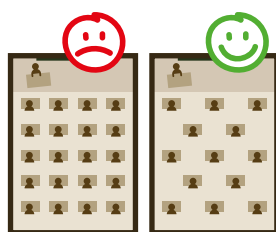
# MEDIDAS PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE TRANSMISIÓN POR AEROSOLES

Las medidas de prevención para evitar la transmisión del virus SARS-CoV-2 deben seguir una estrategia combinada de medidas de protección, de forma que el uso conjunto de más de una medida permita alcanzar una mayor reducción del riesgo de contagio.

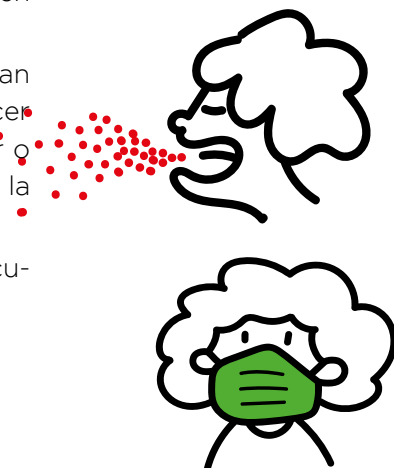
Siempre que sea posible, **la opción más recomendable es realizar el mayor número de actividades al aire libre.**

La reducción del riesgo de contagio en las escuelas se consigue reduciendo la emisión y la exposición a estos aerosoles.

La **emisión** se puede reducir:

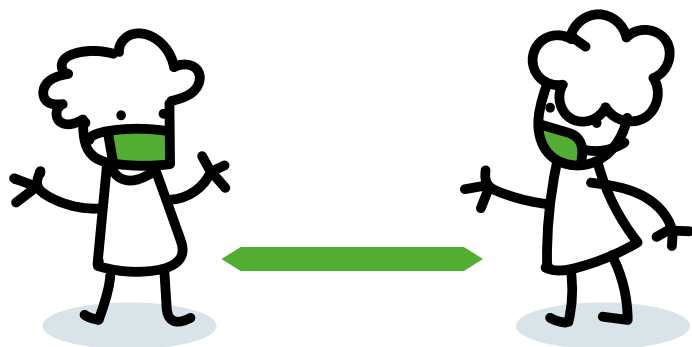


- Disminuyendo el número de personas en los espacios interiores
- Reduciendo las actividades que aumentan la generación de aerosoles como hacer ejercicio físico intenso, hablar alto, gritar o cantar (al hablar fuerte, cantar o gritar la emisión es 30 veces superior).
- Ajustando la mascarilla de forma que cubra boca, nariz y mentón.



La **exposición** se puede reducir:

- Utilizando la mascarilla bien ajustada.
- Manteniendo la distancia interpersonal.
- Ventilando y/o purificando los espacios interiores.



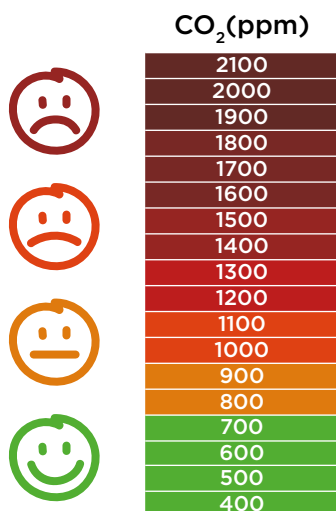
# GUÍA PRÁCTICA DE VENTILACIÓN

La ventilación se refiere a renovación de aire, es decir, sustitución del aire interior, potencialmente contaminado, con aire exterior. **Cuanto mejor sea la ventilación, menor será el riesgo de contagio.**

La ventilación necesaria para reducir el riesgo de contagio dependerá de distintos factores como el volumen de la sala, el número y la edad de los ocupantes, la actividad realizada y la incidencia de casos.

Si así se desea, la renovación del aire se puede medir de varias formas:

- Según la frecuencia de renovación del aire (renovación del aire por hora o Air Changes per Hour (ACH). 1 ACH indica que en una hora entra en la sala un volumen de aire exterior igual al volumen de la sala. **Se recomiendan 5-6 ACH para ocupaciones de una persona por cada 4-5 m<sup>2</sup>.**
- Otra forma de medir la ventilación son los litros de aire por persona y segundo que entran del exterior. El Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE, RD 1027/2007) indica una ventilación de 12,5 litros por persona y segundo para aulas de enseñanza y 20 litros por persona y segundo para guarderías.
- Existen métodos para medir la ventilación en un espacio concreto, que se basan en medidas de CO<sub>2</sub> mediante sondas o aparatos específicos de medida. En el aire exterior, la concentración de CO<sub>2</sub> es de aproximadamente 420 ppm. En interiores, en espacios ocupados, la concentración de CO<sub>2</sub> aumenta debido al CO<sub>2</sub> exhalado por los ocupantes. Dicha concentración se puede utilizar para calcular la renovación de aire en un espacio y condiciones dadas. **Se considera que la ventilación es adecuada cuando el nivel de CO<sub>2</sub> se mantiene por debajo de 700 ppm.** Se ha establecido un valor de 800-1000 ppm como umbral a no superar.

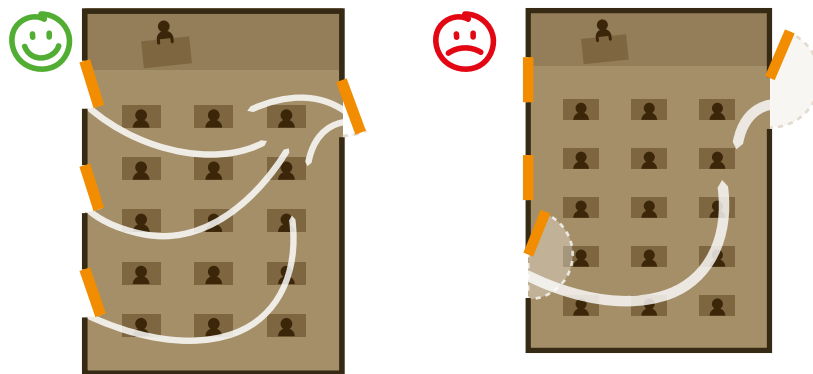


# VENTILACIÓN NATURAL

## RECOMENDACIONES GENERALES

1. La mejor opción es la **ventilación cruzada y distribuida**. Abrir ventanas y puertas de paredes opuestas y, en lugar de abrir mucho una sola ventana, repartir la misma abertura entre el mayor número de puntos: es mucho mejor abrir 10 cm en 8 ventanas que 80 cm en una única ventana.

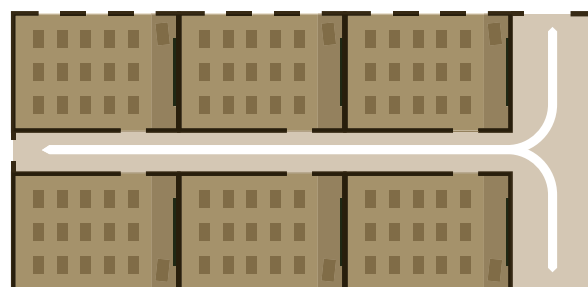
Esta apertura parcial puede, además, ayudar a mantener un confort térmico más aceptable si las condiciones meteorológicas son adversas. Aperturas mayores proporcionan mejor ventilación, pero pueden reducir el confort térmico. La abertura mínima necesaria depende de las condiciones del aula y de las condiciones meteorológicas.



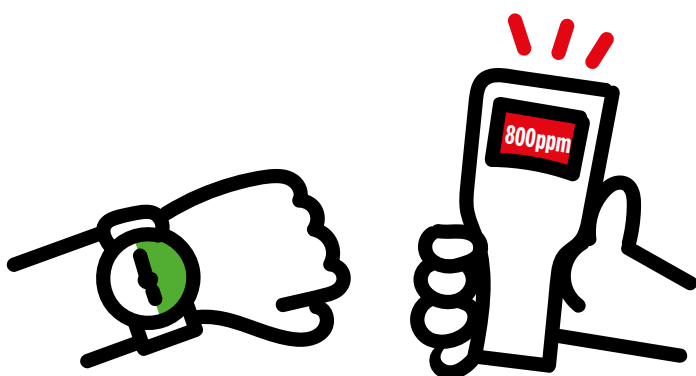
2. Mantener la **ventilación** de forma **continua con apertura parcial** (como se menciona en el punto anterior), no ventilar sólo entre clases. Si es imprescindible, se puede reducir la ventilación puntualmente, pero periodos lo más cortos posible (10 minutos de ventanas cerradas es suficiente para subidas importantes de CO<sub>2</sub>).

3. Mucha **atención a los pasillos**.

Las zonas comunes, pasillos y hall, son salidas y entradas de aire en las aulas. Han de tener ventilación con el exterior para que puedan funcionar como renovadoras del aire. Se recomienda que en pasillos y zonas comunes que comunican con las aulas la concentración de CO<sub>2</sub> no supere 550 ppm.

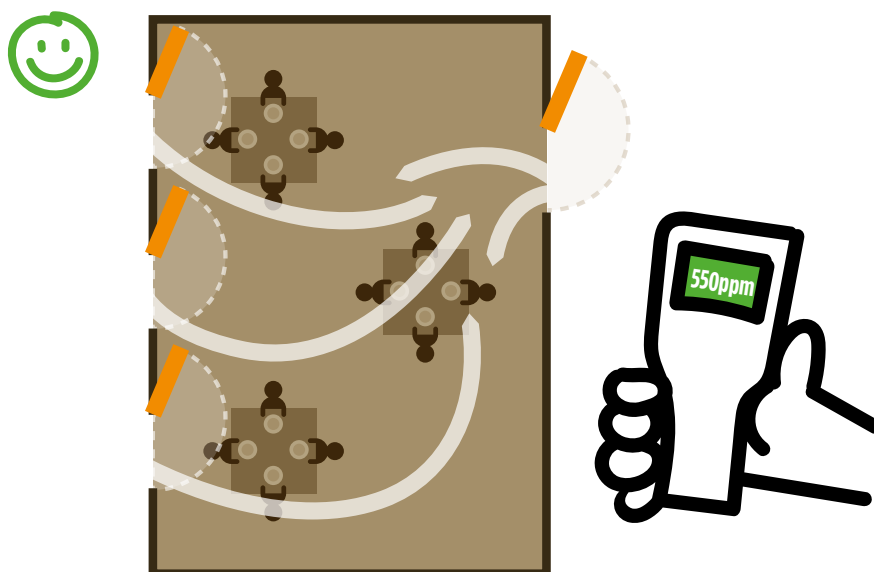


4. **Medir.** La ventilación natural depende de muchos factores por lo que, en caso de duda, se puede comprobar que se está haciendo bien mediante mediciones de CO<sub>2</sub>. Asegurarse de que después de media hora no se superen los 800 ppm. En caso contrario, necesitaremos una apertura de ventanas mayor y verificar los niveles de CO<sub>2</sub> periódicamente.



5. **Ventilación en los comedores.**

En los comedores el riesgo de contagio es mayor y por tanto, la necesidad de mejorar la ventilación en estos espacios. Se puede optar por aperturas mayores o totales en los comedores y siempre ventilación cruzada. La reducción del número de personas simultáneamente presentes en el comedor también es una medida recomendable. En caso de comedores y otros espacios sin mascarilla es recomendable mantener la concentración de CO<sub>2</sub> por debajo de 550 ppm.



## OTRAS CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA



ANTES DE LAS CLASES



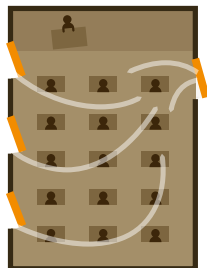
CLASES



DESCANSO



CLASES



TRAS LAS CLASES



### Apertura de puertas y ventanas al llegar el alumnado, con el aula previamente calentada.

Si hemos ventilado intensamente las aulas al finalizar la jornada lectiva, no es necesario ventilar el aula vacía a primera hora de la mañana pues no hay riesgo de transmisión por aerosoles y ello produciría una pérdida marcada del confort térmico cuando los alumnos accedan a la misma. Hay que abrir puertas y ventanas en el momento en que llega el alumnado al aula, hasta ese momento se puede calentar el aula en ausencia de estudiantes con ventanas y puertas cerradas.

### Recuperación del aula. Ventilación completa en los descansos.

Durante los descansos (patio, comedor u otros) es posible llevar a cabo una ventilación completa del aula, también llamada recuperación de aula. Se debe ventilar más intensamente, mediante la apertura completa de puertas y ventanas durante 15-20 min. Esto consigue renovar bien el aire y comenzar la siguiente sesión con niveles iniciales de  $\text{CO}_2$  similares a los del exterior. La velocidad de la renovación de  $\text{CO}_2$  es mucho mayor que la velocidad de pérdida de carga térmica en el aula. Al abrir puertas y ventanas en los descansos sin alumnado, el descenso de la concentración de  $\text{CO}_2$  es mucho más acusado que el descenso de temperatura.

## AJUSTE Y VERIFICACIÓN DEL NIVEL DE VENTILACIÓN MIDIENDO EL CO<sub>2</sub> en caso de que el centro haya adquirido o cuenta con aparatos de medición adecuados

El dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) es un indicador indirecto de la renovación del aire. Cuando respiramos, exhalamos tanto aerosoles como CO<sub>2</sub>. Si conseguimos tener niveles bajos de CO<sub>2</sub> querrá decir que hemos reducido la concentración de aerosoles.

La proporción de CO<sub>2</sub> en aire se mide en 'partes por millón' (ppm) y da idea del grado de contaminación del aire por exhalaciones de las personas. En el exterior, la concentración es de unas 400 ppm. Este valor indicaría un ambiente completamente limpio de aerosoles respiratorios. Se considera que la ventilación es adecuada cuando el nivel de CO<sub>2</sub> se mantiene por debajo de 700 ppm. Se ha establecido un valor de 800-1000 ppm como umbral a no superar.

La medición de CO<sub>2</sub> nos puede ayudar a saber si la rutina de ventilación elegida es suficiente. En el anexo 1 se recogen indicaciones para la medición de los niveles de CO<sub>2</sub> como verificación de la ventilación.

## VENTILACIÓN FORZADA

Cuando la ventilación natural no sea posible o sea insuficiente recurriremos a la ventilación mecánica (individual o centralizada) adecuándola según el tamaño de las aulas, el número y edad de los alumnos.

- Si la ventilación es forzada, se debe maximizar la entrada de aire exterior y evitar la recirculación del aire.
- Los sistemas de ventilación y climatización deberán cumplir las recomendaciones de operación y mantenimiento de edificios y locales de la normativa vigente y las recomendaciones del Ministerio de Sanidad<sup>1</sup> y las organizaciones profesionales.

## PURIFICACIÓN

Si no hay posibilidades de ventilación natural y/o forzada central o individual, o bien no son suficientes, se puede recurrir a la purificación del aire.

La purificación del aire consiste en la eliminación de las partículas en suspensión, susceptibles de contener virus. El sistema más eficaz es la filtración, que consiste en hacer pasar el aire 'contaminado' a través de un filtro de alto rendimiento, generalmente filtro HEPA (High Efficiency Particulate Air), que retiene las partículas y proporciona aire 'limpio'. Se recomienda HEPA H13 o superior (>99,95% de eficiencia).

No se podrá usar como aula o lugar de reuniones, espacios en los que no hay posibilidad de ventilación natural o forzada de ningún tipo, y tampoco se cuenta con la posibilidad de utilizar purificadores de aire.

<sup>1</sup> Véase documento: 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 del Ministerio de Sanidad y del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico: [https://www.mscbs.gob.es/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActual/nCov/documentos/Recomendaciones\\_de\\_operacion\\_y\\_mantenimiento.pdf](https://www.mscbs.gob.es/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActual/nCov/documentos/Recomendaciones_de_operacion_y_mantenimiento.pdf)

# ANEXO 1. VERIFICACIÓN DE LA VENTILACIÓN MIDIENDO EL CO<sub>2</sub>

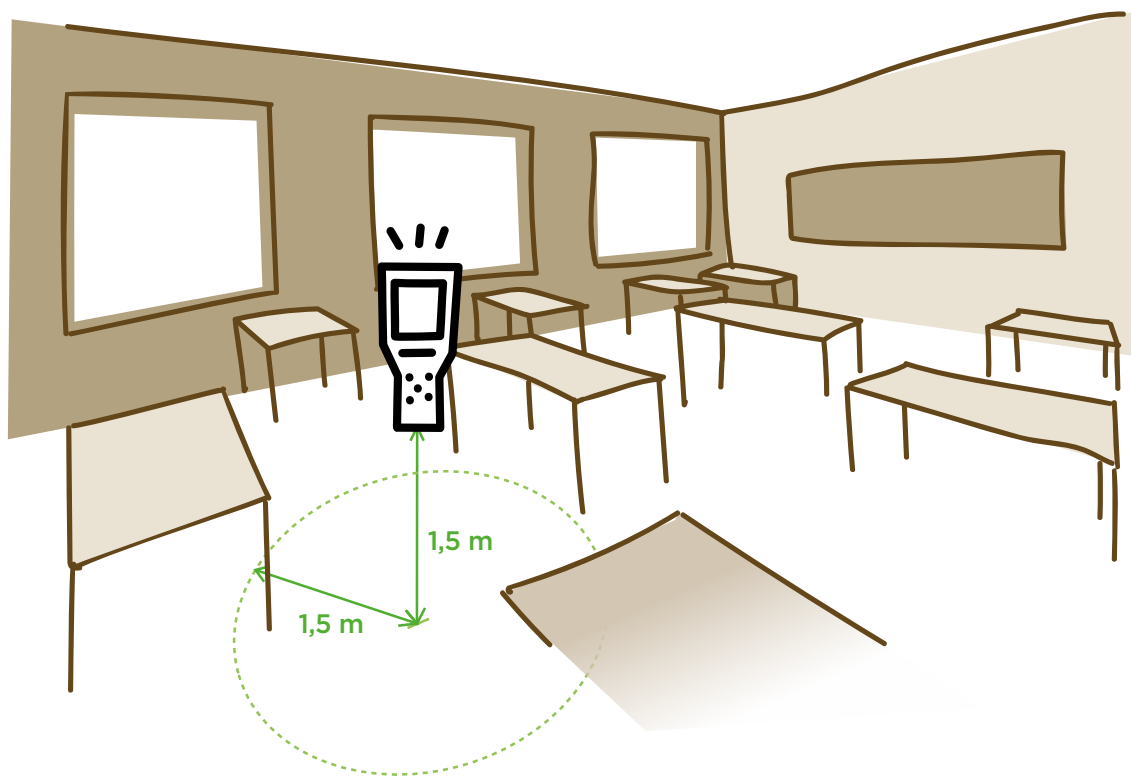
## DÓNDE MEDIR

El analizador debe situarse de manera que la medida no esté afectada por la ventilación ni por personas cercanas. Es decir:

- A una distancia mínima de 1 m (mejor 1,5 metros si es posible) de cualquier ocupante del aula.
- A una altura entre 1,2 y 2 metros (1,5 metros).
- Alejado de las aberturas, tanto de puertas como de ventanas (es importante tener presente que el aire entra unas veces por las ventanas y otras por la puerta).

La mejor opción puede ser la zona central del aula o la zona que se considere peor ventilada.

Cuando se desee instalar equipos de forma permanente, siempre deben realizarse comprobaciones antes de la instalación definitiva: medir en distintos puntos del aula y elegir la zona de la pared donde se hayan medido los valores más elevados.





## CÓMO MEDIR

### Calibración del analizador

Muchos analizadores tienen esta función. Debe calibrarse antes de empezar a usarlo y comprobar periódicamente que mantiene la calibración (o bien volver a calibrar). Esto se hace exponiendo el analizador al aire exterior y activando la rutina de calibración propia del analizador.

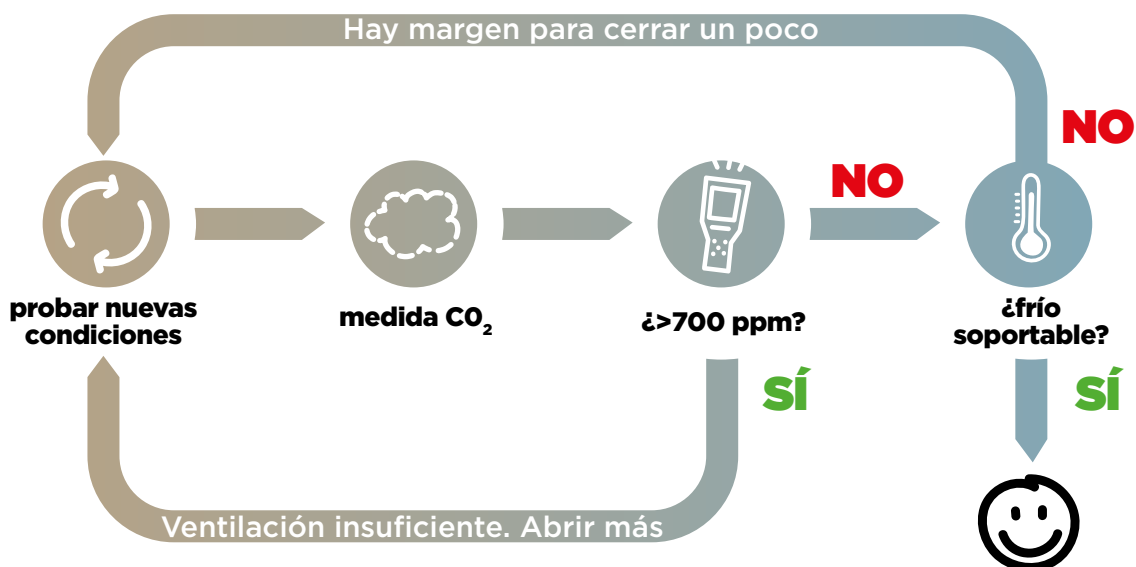
### Estabilización de la lectura

El analizador necesita cierto tiempo para llegar a un valor correcto y estable (en algunos modelos puede ser hasta 5-10 minutos). Si se toma la lectura antes de tiempo, los errores pueden ser muy grandes. Para estimar el tiempo de respuesta se recomienda el siguiente ejercicio:

1. Realizar la calibración del analizador y anotar la lectura que da al aire libre (pueden ser p.ej. 400 ppm) (al menos 5 minutos)
2. Mantener el analizador en un lugar con niveles de CO<sub>2</sub> de, al menos, 700-800 ppm.
3. Sacarlo a la calle y esperar hasta que el analizador baje hasta un valor que sea aprox. 20 ppm mayor que el valor de calibración en la calle (420 ppm si la medida inicial al aire libre fue de 400 ppm). Ese tiempo será el que habrá que esperar normalmente antes de tomar una lectura válida tras colocar el analizador.

Una forma de comprobar el buen funcionamiento es medir la concentración de CO<sub>2</sub> en el exterior, que ha de ser de aproximadamente 420 ppm, aunque en áreas urbanas densas puede fluctuar a lo largo del día debido a las emisiones de las fuentes de combustión.

Si estamos cerca al tomar la lectura, existe riesgo de que detecte el CO<sub>2</sub> que exhalamos. Por eso, es recomendable tomar el dato con relativa rapidez y pasar el menor tiempo posible junto al analizador.



## CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIDORES DE CO<sub>2</sub>

Siempre hay que seguir las recomendaciones de uso del fabricante y las indicaciones de calibración, si las hay.

Se puede encontrar información detallada sobre diferentes medidores de CO<sub>2</sub> en los anexos de la Guía para ventilación en aulas elaborada por CSIC-IDAEA, Ministerio de Ciencia e Innovación y Mesura<sup>1</sup>.

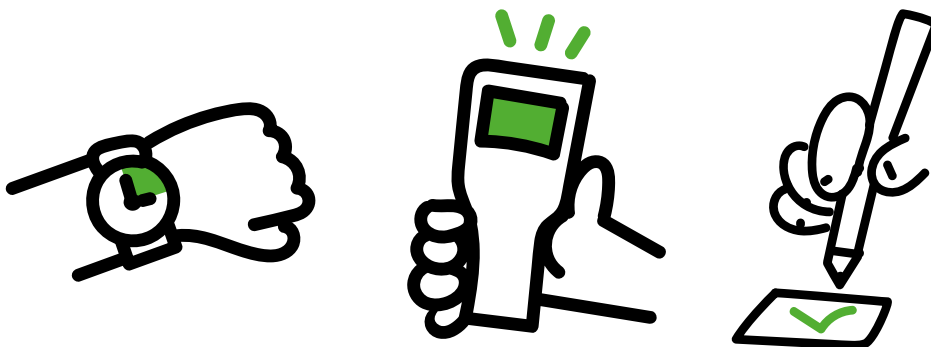
## RECOPIRAR LA INFORMACION PARA AJUSTAR LA VENTILACIÓN

Los resultados serán específicos para cada aula. Por eso, se debe ir recopilando información individualizada para las distintas aulas y espacios del centro hasta establecer una rutina de ventilación adecuada que se deberá seguir comprobando periódicamente.

Al menos se debe medir durante 1 hora para obtener un dato válido sobre la calidad de la ventilación, manteniendo unas condiciones fijas de aberturas de puertas y ventanas, ocupación, actividad...

Si el analizador no tiene registro, deben tomarse lecturas al menos cada 15 minutos. La concentración de CO<sub>2</sub> tiende a aumentar con el tiempo por lo que es especialmente útil tomar lecturas al final de la sesión (p.ej. antes del recreo o del final de la jornada; o si parte del alumnado deja el aula, justo antes de eso).

Al final de la prueba, valorar la calidad de ventilación.



<sup>1</sup> Ver Anexos de la “Guía para ventilación en aulas” elaborada por CSIC-IDAEA, Ministerio de Ciencia e Innovación y Mesura.  
Disponible en: <https://www.ciencia.gob.es/portal/site/MICINN/menuitem.edc7f2029a2be-27d7010721001432ea0/?vgnnextoid=a83fe30987a45710VgnVCM1000001d04140aRCRD&vg-nextchannel=4346846085f90210VgnVCM1000001034e20aRCRD>

## PARA MAS INFORMACIÓN

[Guía para ventilación en aulas y anexos](#). Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua, IDAEA-CSIC. Mesura.

[Ventilación natural en aulas. Guía práctica](#). Guía elaborada por: Laboratorio de Investigación en Fluidodinámica y Tecnologías de la Combustión (LIFTEC) Centro Mixto Univ. Zaragoza / CSIC