

#### **PRESENTACIÓN**





ventilando.org



@VentilandoAND













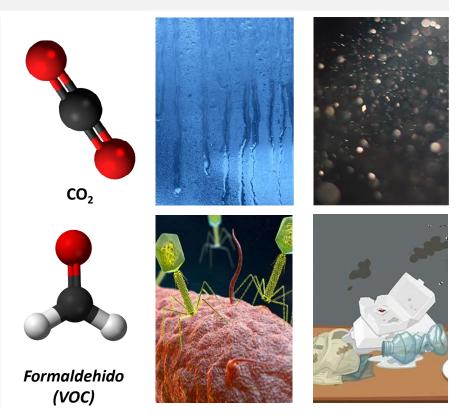




## **VENTILACIÓN Y CALIDAD DEL AIRE**

La ventilación mantiene a **niveles adecuados** los siguientes parámetros y contaminantes ambientales <sup>[1]</sup>:

- Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) y otros gases.
- Vapor de agua.
- Partículas en suspensión y aerosoles.
- Compuestos orgánicos volátiles (VOC).
- Bacterias, virus, hongos, etc.
- Olores relativos a la actividad humana.



[1] M J Berenguer, F Bernal (2000), NTP 549: El dióxido de carbono en la evaluación de la calidad del aire interior, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo.





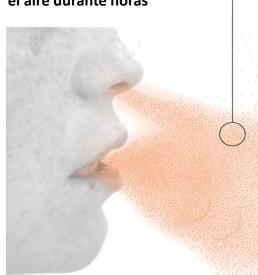
# ¿QUÉ SON LOS AEROSOLES?

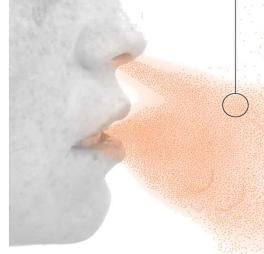
#### **Aerosoles**

Son partículas inferiores a 100 micras de diámetro que pueden quedar suspendidas en el aire durante horas

### **Gotículas**

Partículas superiores a 300 micras que vencen la resistencia al aire y caen al suelo en segundos





Por cada gotícula liberamos alrededor de 1200 aerosoles

[2] Fuente infografía: El País.

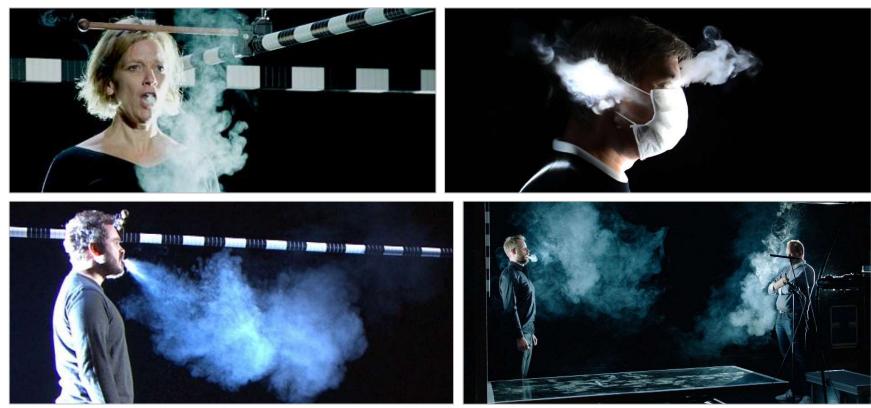
[3] Fuente datos: <a href="http://tinyurl.com/faqs-aerosol">http://tinyurl.com/faqs-aerosol</a>







## AEROSOLES COMO MEDIO DE PROPAGACIÓN



[4] Fuente: <a href="https://www.br.de/nachrichten/wissen/br-chor-macht-den-corona-test-so-singen-sie-sicher,S3f7nJd">https://www.br.de/nachrichten/wissen/br-chor-macht-den-corona-test-so-singen-sie-sicher,S3f7nJd</a>





#### $\equiv$ EL PAÍS

### "Es urgente abordar de forma coordinada la transmisión de covid por aerosoles"

Más de 100 científicos, sanitarios y técnicos españoles reclaman en esta carta a las autoridades que tomen ocho medidas decididas contra los contagios por inhalación del coronavirus

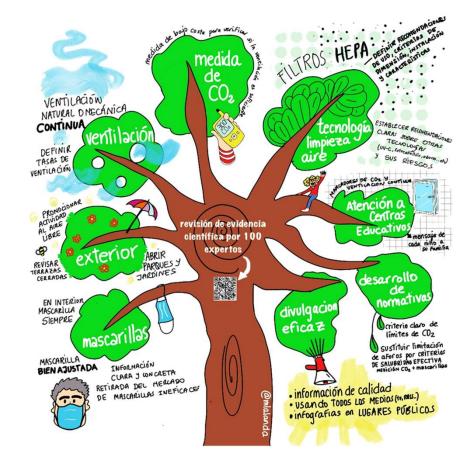
ANTONIO ALCAMÍ, MARGARITA DEL VAL, JAVIER BALLESTER, ILDEFONSO HERNÁNDEZ, ADOLFO GARCÍA SASTRE, JOSÉ LUIS JIMÉNEZ Y OTROS 70 FIRMANTES

25 MAR 2021 - 09:02 CET

## A Presidencia del Gobierno de España, Gobiernos Autonómicos y otros cargos públicos con responsabilidades en materia sanitaria:

Se ha cumplido ya un año de esta situación de emergencia, de terribles consecuencias. Su solución va a exigir todavía grandes esfuerzos y la implicación de todos. Por eso, en primer lugar y en calidad de científicos y expertos en diversas disciplinas, queremos ofrecer nuestra colaboración desinteresada en cualquier cometido que pueda contribuir a alcanzar dicha solución como objetivo común.

En este documento, y partiendo de un análisis detallado de los últimos resultados científicos, planteamos una serie de propuestas de actuación que creemos que serían muy beneficiosas en la lucha contra la pandemia.







[6] Aireamos (2021): Carta a los gobiernos sobre prevención de COVID <a href="https://www.aireamos.org/carta-a-los-gobiernos-sobre-prevencion-de-covid/">https://www.aireamos.org/carta-a-los-gobiernos-sobre-prevencion-de-covid/</a>







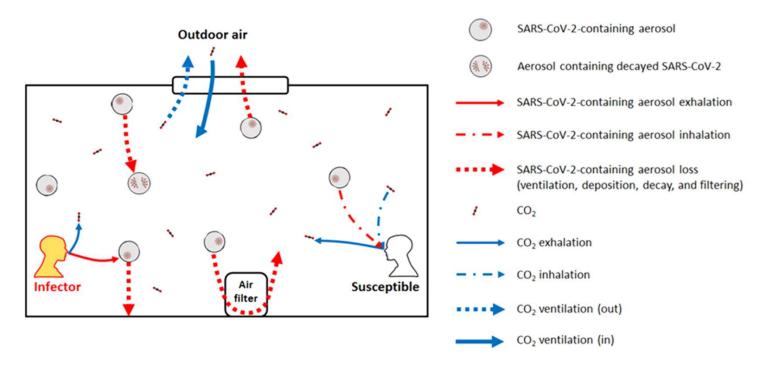




# CO<sub>2</sub> COMO INDICADOR INDIRECTO DE CONTAMINACIÓN

CO<sub>2</sub>: Indicador del aire exhalado (y de posibles aerosoles con carga vírica).

- Es el único indicador (indirecto) factible para su medición [6, 7].
- Coste de medidor comercial de CO<sub>2</sub> asumible, protocolos de uso sencillos.



[7] S N Rudnick, D K Milton (2003), Risk of indoor airborne infection transmission estimated from CO<sub>2</sub> concentration, *Indoor Air*.

[8] Z Penn, JL Jiménez, (2020), Exhaled CO<sub>2</sub> as COViD-19 infection risk proxy for different Indoor environments and activities, Environ. Sci. Tech. Lett

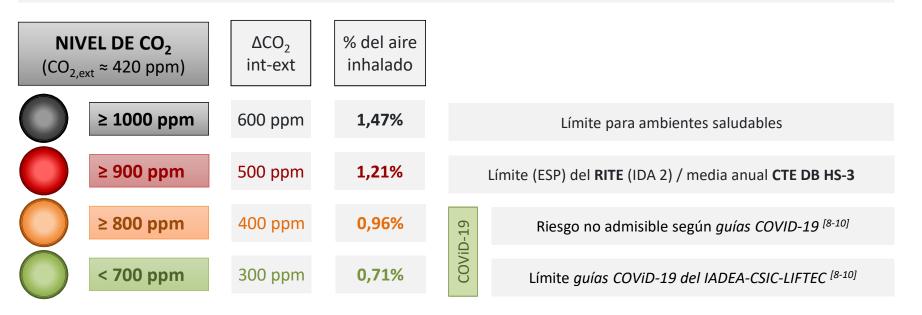




### CO2 COMO INDICADOR INDIRECTO DE CONTAMINACIÓN

- Indicador del aire exhalado: agua, aerosoles, partículas, virus y bacterias, etc.
- Estable en el ambiente exterior (400-420 ppm, hasta 550 ppm en zonas urbanas).
- Coste de medidor comercial de CO<sub>2</sub> asumible, protocolos sencillos de uso y gestión.







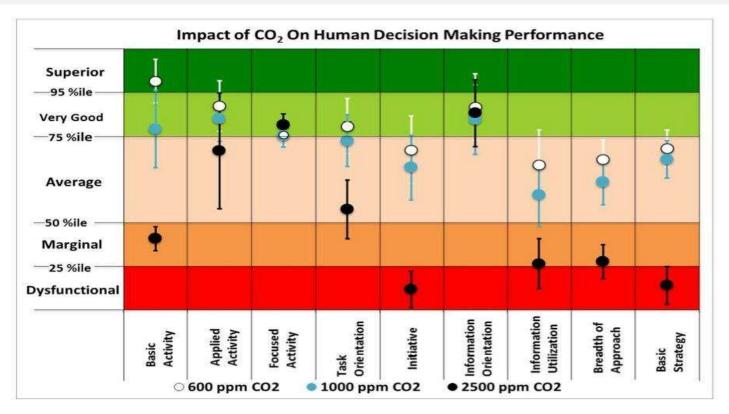


[9] MC Minguillón, X Querol, JM Felisi, T Garrido (2020), *Guía para ventilación en aulas* (v4 11/12/2020), CSIC-IDAEA, Ministerio de Ciencia e Innovación, Mesura. <a href="http://hdl.handle.net/10261/221538">http://hdl.handle.net/10261/221538</a>
[10] A Muelas, A Pina, P Remarcha, E Tizné, D Aranda, A Ruiz, J Ballester (2020), Ventilación natural en las aulas. Guía práctica (16/11/2020), LIFTEC, Univ Zaragoza, CSIC <a href="http://hdl.handle.net/10261/221538">http://hdl.handle.net/10261/221538</a>
[11] JL Jiménez, J Ballester, S Domínguez, Mesura (2021), Ventilación en Aulas para prevención de COVID-19 (28/01/2021), Aireamos <a href="https://www.aireamos.org/documentacion/">https://www.aireamos.org/documentacion/</a>





## IMPACTO DEL CO<sub>2</sub> EN EL RENDIMIENTO Y EN LA TOMA DE DECISIONES



[12] U Satish et al (2012), Is CO<sub>2</sub> an Indoor Pollutant? Direct Effects of Low-to-Moderate CO2 Concentrations on Human Decision-Making Performance, Environ. Env. H. Pers.





#### MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE INTERIOR PARA LA EMERGENCIA COVID-19: VENTILACIÓN Y MEDICIÓN DE CO2

### CO, COMO INDICADOR INDIRECTO DE CONTAMINACIÓN



















buildings

CO<sub>2</sub> Concentration and Occupants' Symptoms in

Naturally Ventilated Schools in

Abstract: A large part of the school building stock in Andalusia lack

Mediterranean Climate





MIGUEL Á. CAMPANO LABORDA PROFESOR AYUDANTE DOCTOR. ETS DE ARQUITECTURA. UNIVERSIDAD DE SEVILLA





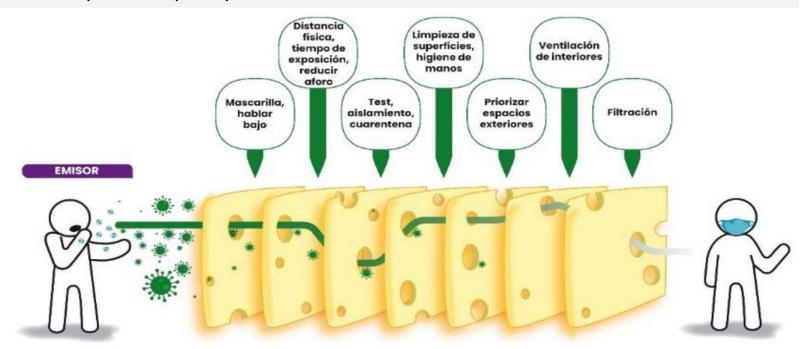


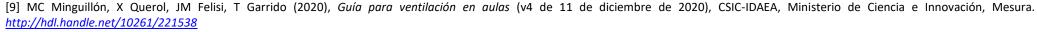
## CAPAS DE PROTECCIÓN PARA REDUCIR EL RIESGO

Ninguna actuación por sí sola es perfecta para prevenir la infección de COViD

Cada actuación (capa) tiene sus propias deficiencias (agujeros)

 Las estrategias de actuación combinadas reducen el riesgo de actuación



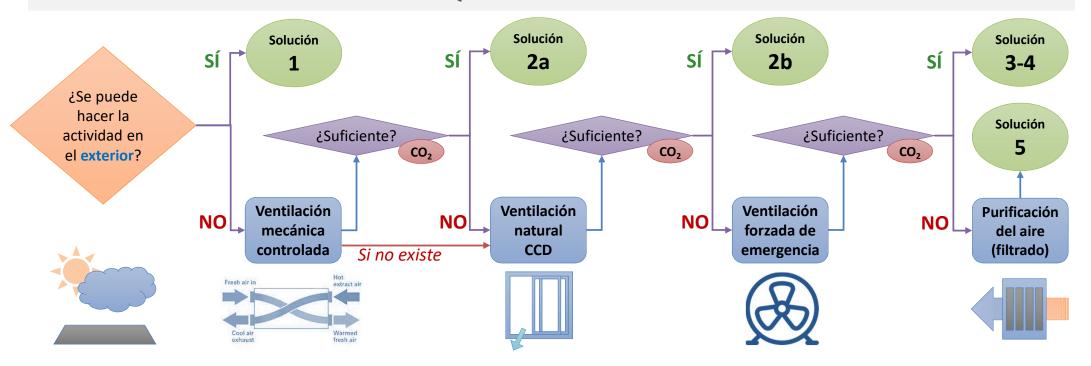








# DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA BÚSQUEDA DE SOLUCIONES

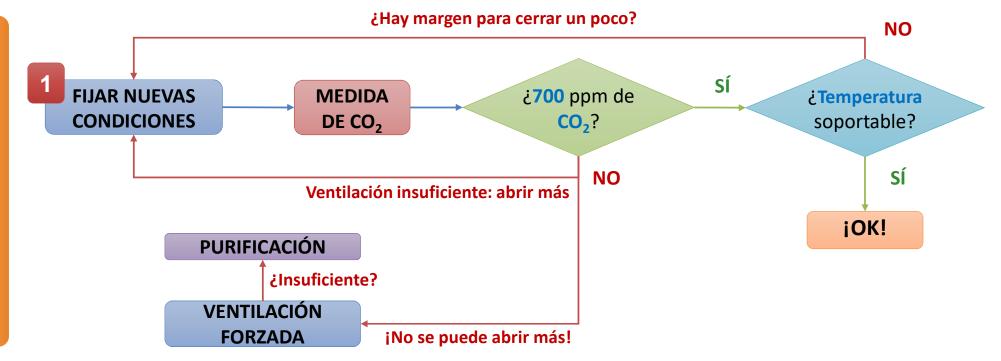


### SIEMPRE NECESARIO: Mascarilla ajustada + Distancia de seguridad

[9] MC Minguillón, X Querol, JM Felisi, T Garrido (2020), *Guía para ventilación en aulas* (v4 de 11 de diciembre de 2020), CSIC-IDAEA, Ministerio de Ciencia e Innovación, Mesura. http://hdl.handle.net/10261/221538







Si es inferior a 700 ppm: Ventilación correcta (ha de ser de apertura continua).

Si es bastante menor (p.ej. 600 ppm): Podemos cerrar más las ventanas.

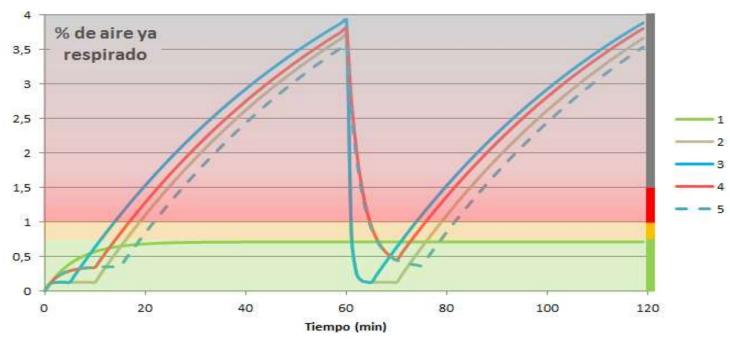
[9] MC Minguillón, X Querol, JM Felisi, T Garrido (2020), *Guía para ventilación en aulas* (v4 de 11 de diciembre de 2020), CSIC-IDAEA, Ministerio de Ciencia e Innovación, Mesura. http://hdl.handle.net/10261/221538





#### MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE INTERIOR PARA LA EMERGENCIA COVID-19: VENTILACIÓN Y MEDICIÓN DE CO2

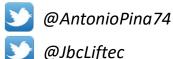
#### ESTRATEGIAS PARA UNA ADECUADA CALIDAD DEL AIRE INTERIOR



MISMA cantidad de aire: (

(1) Ventilación continua (ajuste con medida  $CO_2$ ) (2 a 5) Abriendo 10' entre clases





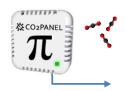
## Ventanas y puertas cerradas VS Ventanas y puertas abiertas de forma continua

[13] Á Muelas, A Pina, P. Remacha, E. Tizné, J Ballester (2021) Ventilación natural en las aulas. Ventilación Continua VS Intermitente (v5 de Febrero de 2021), LIFTEC-CSIC. https://drive.google.com/file/d/1rQBUW5Beca01LjAOFA1dWj2M5FWWXrUd/view





# MEDICIÓN DE CO<sub>2</sub> INTEGRADA EN SISTEMAS



































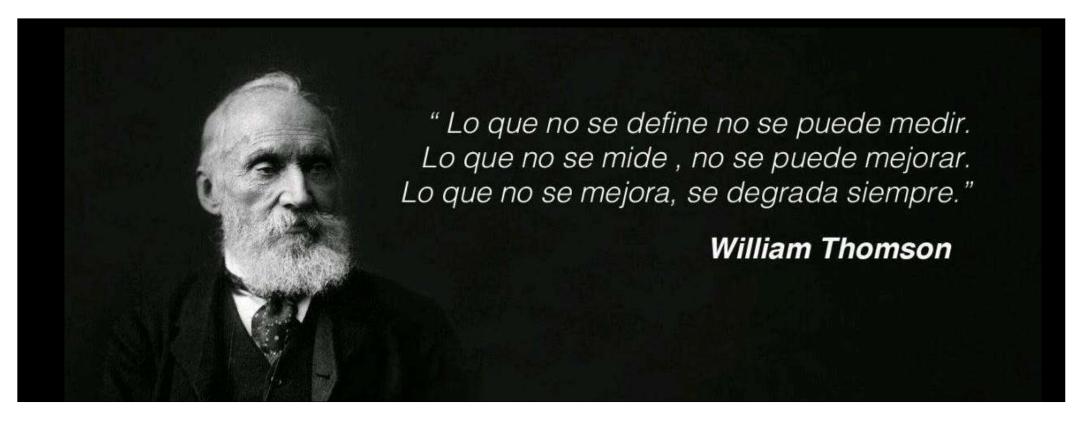








## MONITORIZACIÓN DEL NIVEL DE CO2 PARA EVALUAR LA CALIDAD DEL AIRE INTERIOR







Una de las tecnologías más recomendables (coste / precio) a nivel comercial para medición de CO<sub>2</sub>:

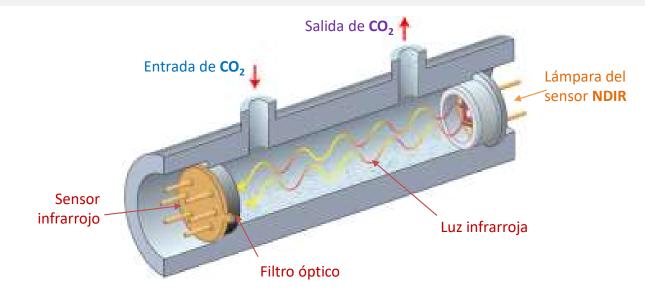
- Sensores NDIR: Infrarrojo (IR) no dispersivo.
- Cuantifican el CO<sub>2</sub> por la luz IR absorbida.
- Requieren calibración de fondo (pueden ser ABS).

Precalentamiento de la lámpara (habitualmente < 60 s)

Tiempo de respuesta rápido del sensor a cambios bruscos de CO<sub>2</sub>

Coste comercial asumible

< 100-200 €</li>



[14] Fuente: <a href="https://bit.ly/medidoresCO2">https://bit.ly/medidoresCO2</a>







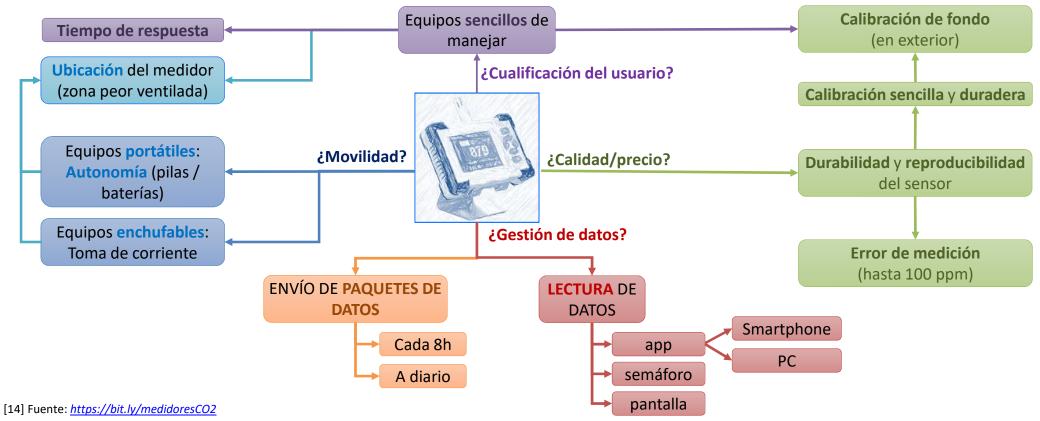
- Las medidas se deben tomar en el **punto más desfavorable** (mayor nivel de CO<sub>2</sub>).
- Se deben realizar a la **altura** donde el alumnado **respira**.
- El punto debe estar **alejado** de una fuente **emisora** de CO<sub>2</sub> (alumnado).
- Monitorización: La medición en un momento determinado solo es una foto fija de ese instante.







# NECESIDADES DEL USUARIO PARA LA SELECCIÓN DEL MEDIDOR







# GUÍA SOBRE MEDIDORES DE CO<sub>2</sub> DISPONIBLES

Florentina Villanueva<sup>1,2</sup>, Elena Jiménez<sup>1</sup>, José Manuel Felisi<sup>3</sup>, Tomás Garrido<sup>3</sup>, José Luis Jiménez<sup>4</sup>, Mila Ródenas<sup>5</sup> y Amalia Muñoz<sup>5</sup>

- 1 Instituto de Investigación en Combustión y Contaminación Atmosférica. Universidad de Castilla-La Mancha (ICCA-UCLM), Camino de Moledores, s/n. 13071 Ciudad Real.
- <sup>2</sup> Parque Científico y Tecnológico de Castilla-La Mancha. P. Innovación, 1, 02006. Albacete.
- 3 Asociación Mesura, Valencia.
- <sup>4</sup>Departamento de Química y CIRES. Universidad de Colorado, Boulder (Colorado) CO 80309-0216. Estados Unidos.
- <sup>5</sup> Fundación CEAM. C/ Charles R. Darwin 14. Parque tecnológico 46980 Paterna, Valencia.



@FloriVilla3 @EJimenez\_UCLM @felisi2punto0 @TomsGarridoPre1 @jljcolorado @Mila\_Rodenas @amaliaceam



Florentina.VGarcia@uclm.es; Elena.Jimenez@uclm.es; jmfelisi@gmail.com, tgarridoper@gmail.com; jose.jimenez@colorado.edu; mila@ceam.es; amalia@ceam.es



Link a este documento: https://bit.ly/medidoresCO2; Link English version: https://bit.ly/monitorsCO2



[15] Fuente: <a href="https://www.aireamos.org/wp-content/uploads/2021/05/Guia-resumida-sobre-medidores-de-CO2-testados.-Abril-2021.pdf">https://www.aireamos.org/wp-content/uploads/2021/05/Guia-resumida-sobre-medidores-de-CO2-testados.-Abril-2021.pdf</a>

















www.youtube.com/VentilANDoAndalucía











## LA CALIDAD DEL AIRE, ASIGNATURA PENDIENTE TRAS LA EMERGENCIA

- La calidad del aire interior, la **nueva revolución** en la salud e higiene:
  - Avance equivalente al alcantarillado moderno en el S. XIX
- Tras la pandemia siguen existiendo cuestiones a solventar:
  - Enfermedades respiratorias: Gripe, catarros, sarampión, pandemias futuras
  - Alergias e irritaciones: Partículas en suspensión (polen, polvo), compuestos orgánicos volátiles (VOC).
  - Rendimiento bajo si CO<sub>2</sub>>1000 ppm
- Necesidad de controlar públicamente el CO<sub>2</sub> en todo espacio donde compartamos aire (Guerrillas del CO<sub>2</sub>)







### **RESUMEN DE LA PONENCIA**

- No existen espacios interiores seguros frente a la COViD-19
- Estrategias mediante "múltiples capas de seguridad"
- Uso de ventilación de emergencia por apertura CONTINUA y DISTRIBUIDA de puertas y ventanas
- Necesidad de instalar sensores de CO<sub>2</sub> fiables y de coste asumible

