ISBN: 978-84-18396-19-9

Com ventilar un espai tancat per evitar el contagi per Coronavirus

Autora:

Dra. AZUCENA SANTILLÁN GARCÍA

salusplay

www.salusplay.com

¡COMIENZA LA LECTURA!

ISBN: 978-84-18396-19-9

TEMA 1. CONCEPTES BÀSICS SOBRE COVID-19 I VIES DE TRANSMISSIÓ

1. QUÈ ÉS LA COVID-19 I COM ENS AFECTA

La COVID-19 és la malaltia produïda pel virus SARS-CoV-2. Aquest virus pertany a la família dels coronavirus i ha estat el causant de la pandèmia declarada per l'OMS l'11 de març de 2020.

La COVID-19 afecta de diferents maneres en funció de cada persona. La majoria de les persones que es contagien presenten símptomes d'intensitat lleu o moderada, i es recuperen sense necessitat d'hospitalització. Els símptomes apareixen entre dos i a catorze dies, amb una mitjana de cinc dies, després de l'exposició a virus.

Els símptomes més habituals són els següents:

- Febre
- Tos seca
- Cansament

Altres símptomes menys comuns són els següents:

- Molèsties i dolors
- Mal de coll
- Diarrea
- Conjuntivitis
- Mal de cap
- Pèrdua del sentit de l'olfacte o del gust
- Erupcions cutànies o pèrdua de la color en els dits de les mans o dels peus

Els símptomes greus són els següents:

- Dificultat per respirar o sensació de falta d'aire
- Dolor o pressió al pit
- Incapacitat per parlar o moure

ISBN: 978-84-18396-19-9

2. VIES DE TRANSMISSIÓ

El virus no pot sobreviure sense un hoste, i aquest hoste som nosaltres. El virus es transmet des d'una persona infectada (encara que sigui asimptomàtica) a una altra no infectada (a la qual anomenarem persona "susceptible") a través de diferents vies de transmissió.

Els mecanismes o vies de transmissió són el conjunt d'estratègies (mecanismes) que utilitza l'agent infecciós per posar-se en contacte (transmissió) amb l'hoste. Aquests mecanismes de transmissió poden ser únics o variats.

La transmissió pot ser directa o indirecta tal com s'exposa en la següent taula:

DIRECTA		Contacte Mossegades o esgarrapades Transplacentària Aèria
INDIRECTA	El contagi es produeix amb separació en el temps i l'espai entre la font i l'hoste i actua a través d'éssers animats (animals o artròpodes) o inanimats (aliments, aigua, fòmits)	Des del terra (pols) A través de l'aigua Fòmits (objectes contaminats) Vectors (insectes, artròpodes…) Aliments

En el nostre cas l'agent infecciós és el coronavirus i l'hoste som nosaltres.

Al març no es coneixien bé aquestes vies de transmissió, per això les mesures adoptades per frenar la propagació de virus van ser àmplies. Però amb els mesos, els investigadors han anat descrivint millor aquestes vies i actualment es considera que SARS-CoV-2 **es transmet principalment per via aèria**, mitjançant el contacte i la inhalació de les gotes i aerosols respiratoris emesos per una persona infectada fins a les vies respiratòries superiors i inferiors d'una persona susceptible. Això vol dir que una persona infectada transmet el virus per via aèria al tossir, esternudar, parlar, cantar, respirar ...

També es pot produir el contagi per contacte indirecte a través de les mans o objectes contaminats amb les secrecions respiratòries (saliva, mocs) de la persona infectada, si entren en contacte amb les mucoses de les vies respiratòries i la conjuntiva de les persones no infectades. La transmissió vertical a través de la placenta també és possible, encara que poc freqüent. Altres vies de transmissió són molt improbables.

ISBN: 978-84-18396-19-9

Pregunta: Llavors, si la principal via de transmissió és l'aèria, per què ens hem de rentar les mans?

Resposta: Mantenir les mans netes és una de les mesures més importants que podem prendre per evitar emmalaltir i transmetre els microbis a altres persones. Moltes malalties i infeccions es propaguen per no rentar-se les mans amb aigua corrent neta i sabó. Rentar-se les mans amb sabó elimina els microbis de les mans. Això ajuda a prevenir infeccions pels següents motius:

- Sovint, les persones es toquen els ulls, el nas i la boca sense adonar-se'n. Els microbis poden entrar a el cos pels ulls, el nas i la boca i poden emmalaltir.
- Els microbis a les mans sense rentar poden arribar als aliments i les begudes quan les persones els preparen o els consumeixen. Els microbis poden multiplicar-se en alguns tipus d'aliments o begudes, sota determinades condicions, i fer que les persones es emmalalteixin.
- Els microbis de les mans sense rentar poden transferir-se a altres objectes, com passamans, taules i fondes, o joguines i, després, transferir-se a les mans d'una altra persona.
- Per tant, eliminar els microbis mitjançant el rentat de mans ajuda a prevenir la diarrea i les infeccions respiratòries i podria fins i tot ajudar a prevenir infeccions a la pell i els ulls.

Segons diferents estudis, rentar-se les mans redueix les malalties respiratòries com els refredats en la població general en un 16-21%.

TEMA 2. MESURES DE PROTECCIÓ DAVANT EL VIRUS

Amb això present és fàcil entendre el perquè de les mesures de protecció recomanades:

Mesura	Explicació	Precaucions
Ús correcte de la mascareta	Les mascaretes filtren els virus, per tant, et protegeixen per si t'exposes davant algú contagiat, i protegeixes als altres per si de cas ets asimptomàtic o estàs incubant la malaltia.	Ajusta-la bé a la teva cara o l'aire exhalat (i els possibles virus) sortiran pels forats. Canvia-la sempre que estigui bruta o deteriorada, o no filtrarà bé.

ISBN: 978-84-18396-19-9

Rentat de mans	Ens toquem la cara amb freqüència, sense adonar-nos compte ens toquem els ulls, nas, boca, y és fácil tenir restes de secrecions a les mans. Rentar-se les mans evita que transmetem les nostres secrecions i recollim las dels altres amb les mans.	Rentat les mans amb aigua i sabó amb freqüència. Utilitza gel hidroalcòholic per mantenir l'higiene. Encara que sentis que les mans estan netes, rentat.
Distancia física	Si guardem una distància de seguretat serà més difícil que respirem el aire exhalat per altres persones.	Aquesta distància és variable i depèn de moltes variables: estar en interior o exterior, activitat que es duu a terme
Ventilació	Els virus poden quedar en suspensió a l'ambient i ventilant renovem l'aire eliminant els possibles virus.	En espais tancats és important ventilar adequadament.

ATENCIÓ: Totes aquestes mesures són complementàries i sempre hem de tenir en compte que el risc 0 no existeix i que les probabilitats d'infectar-nos disminueixen a mesura que complim més i millor amb les mesures de protecció.

Per exemple, pot ser que la nostra mascareta hagi perdut eficàcia amb l'ús, o que la portem malament col·locada, però si mantenim la distància de seguretat guanyarem en protecció. La suma de totes aquestes mesures al llarg del dia, en les diferents circumstàncies que ens acompanyen, formen el nostre escut de protecció.

A la següent taula es categoritza per colors (verd: risc baix; groc: risc mitjà; vermell: risc alt) el nivell de risc en funció de les diferents circumstàncies:

ISBN: 978-84-18396-19-9

Número de personas y actividad de grupo	Baja ocupación				Alta ocupación		
	Exterior	Interior bien ventilado	Interior mal ventilado		Exterior	Interior bien ventilado	Interior mal ventilado
Con mascarilla, contacto durante poco tiempo							
En silencio							
Hablando							
Gritando, cantando							
Con mascarilla, contacto durante mucho tiempo							
En silencio							
Hablando							
Gritando, cantando							
Sin mascarilla, contacto durante poco tiempo							
En silencio							
Hablando							
Gritando, cantando							
Sin mascarilla, contacto durante mucho tiempo							
En silencio							
Hablando							
Gritando, cantando							

Font: Document tècnic “Evaluación del riesgo de la transmisión de SARS-CoV-2 mediante aerosoles” del Ministeri de Sanitat (modificació de Jones).

ISBN: 978-84-18396-19-9

TEMA 3. IMPORTÀNCIA DELS AEROSOLS I LA VENTILACIÓ

1. QUÈ SÓN ELS AEROSOLS?

Els aerosols són partícules que estan suspeses en l'aire. Quan els humans respiren, parlen, canten, tussen o esternuden, les gotetes respiratòries emeses es barregen en l'aire circumdant i formen un aerosol. A causa de que les gotes més grans cauen ràpidament a terra, els aerosols respiratoris sovint es descriuen com formats per gotes més petites de menys de 5 micres, o aproximadament una desena part de l'ample d'un cabell humà. Aquestes gotetes petites que formen els aerosols poden surar durant hores, i hi ha una forta evidència que poden portar coronavirus vius si la persona que el exhala està infectada. A més, el contingut d'aigua de les gotes portadores de virus s'evapora mentre estan en l'aire, disminuint la seva grandària. Encara que la major part del líquid s'evapora d'una goteta carregada de virus, la goteta no desapareix; simplement es torna més petita, i com més petita és la gota, més temps romandrà suspesa en l'aire. A causa de que les gotes de menor diàmetre són més eficients per penetrar profundament en el sistema pulmonar, també presenten un risc d'infecció molt més gran.

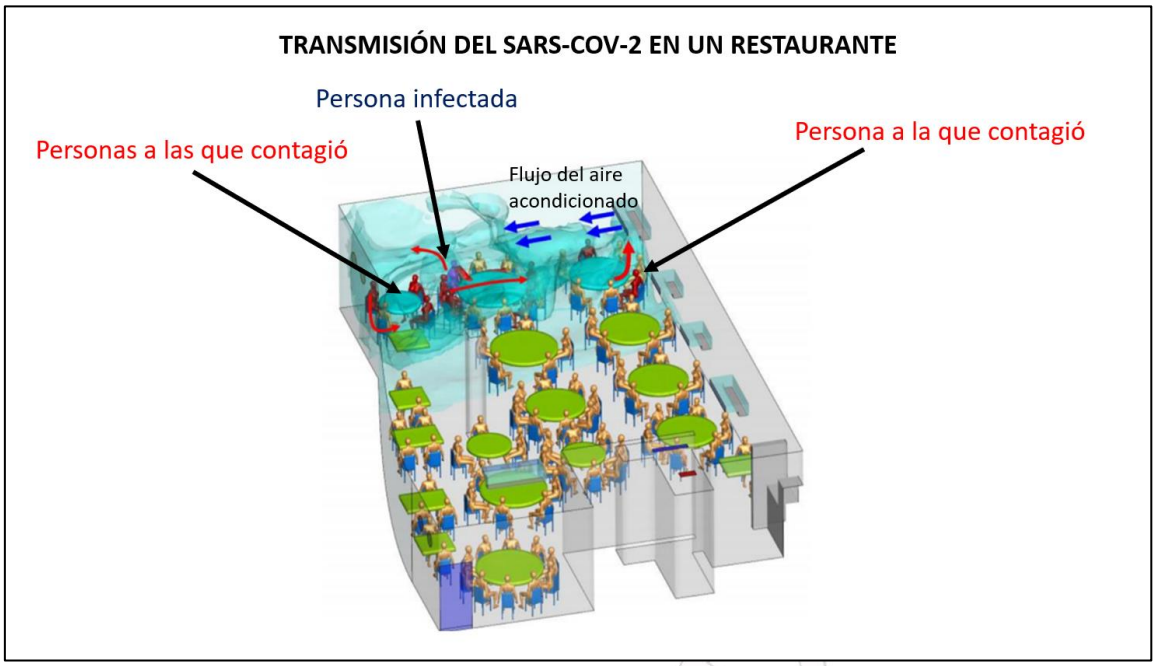
Hem de tenir en compte que hi ha activitats en què s'emeten més aerosols i aquests arriben més lluny; per exemple, al parlar alt, al cantar, tossir, fer exercici ...

Això que vol dir?
Doncs que si algú infectat no sap que ho està (perquè és asimptomàtic) i, per exemple, pren l'ascensor sense fer ús de la mascareta (com tant sols és només per baixar al garatge i entrar al cotxe), deixa un núvol d'aerosols a l'ascensor. Si de les següents persones que prenguin l'ascensor alguna no porta mascareta (o la porta mal col·locada), poden inhalar aquestes gotetes portadores de coronavirus i infectar-se.

Per fer-se'n una idea és útil pensar en els aerosols com en el fum d'una cigarreta.

A la imatge següent es veu com en un restaurant mal ventilat, a partir d'una persona infectada però asimptomàtica es va produir un brot amb diverses persones contagiades. En aquest fet va tenir va ser rellevant l'acció de l'aire condicionat, que recirculó l'aire contaminat entre diverses taules.

ISBN: 978-84-18396-19-9



Font: elaboració pròpia a partir de Li et al.

S'han anat estudiant diferents brots que han posat de manifest la importància de la transmissió per aerosols en mitjans tancats com ara autobusos, esglésies o locals d'assaig. Això ens ha de posar alerta.

ATENCIÓ: El risc de contagi de Covid-19 en ambients interiors és superior a el risc a l'exterior. Per tant, les activitats en exterior són sempre preferibles.

Com ja hem comentat les vies de transmissió poden ser variats i combinar-se, i en el cas del coronavirus succeeix això. Quan s'han estudiat brots ha estat difícil concretar si quan les persones guardaven una distància superior als 2 metres, el contagi es va deure només als aerosols o hi va haver algun contacte sense mesures de protecció.

ISBN: 978-84-18396-19-9

Factores que influyen en el mayor o menor riesgo de la generación de aerosoles con virus viable de SARS-CoV-2 y su transmisión
Por parte de la persona infectada en su periodo de transmisibilidad (**Emisor**)
✓ Carga viral de la persona infectada
✓ Concentración y tamaño de los aerosoles emitidos
✓ Tiempo de emisión
Por parte de la persona susceptible (**Receptor**)
✓ Volumen de aire inhalado
✓ Tiempo de exposición
✓ Concentración viral en los aerosoles inhalados
✓ Posición y distancia del emisor
✓ Vulnerabilidad personal
Condiciones dependientes del **escenario**
✓ Nivel de transmisión comunitaria y porcentaje de susceptibles
✓ Tiempo, espacio o Exteriores e interiores o Ventilación adecuada
✓ Comportamiento aerodinámico de las partículas emitidas

Font: elaboració pròpia a partir del document tècnic del Ministeri de Sanitat. "Evaluación del riesgo de transmisión de SARS-CoV-2 mediante aerosoles. Medidas de prevención y recomendaciones".

2. COM PODEM PROTEGIR-NOS DELS AEROSOLES?

Les estratègies per mitigar l'exposició a l'aire són similars a les estratègies per mantenir-sec quan plou. Com més temps romanguis sota la pluja, i com més plogui, més mullat quedaràs. De la mateixa manera, a quantes més gotes estiguis exposat i com més temps romanguis en aquest entorn, més gran serà el risc d'exposició.

Per tant, reduir el risc de contagi s'aconsegueix reduint l'emissió i l'exposició.

L'**emissió d'aerosols** es pot reduir mitjançant:

- Disminució del número de persones.
- Silenci o volum de parla baix (al parlar fort o cridar l'emissió és 30 vegades superior).
- Activitat física relaxada (a l'augmentar intensitat d'activitat s'augmenta l'emissió).

ISBN: 978-84-18396-19-9

- Ús de mascareta ben ajustada.

L'**exposició** es pot reduir mitjançant:

- Ús de mascareta ben ajustada, fins i tot en absència d'altres persones si aquestes han abandonat la sala molt recentment.
- Reducció del temps d'exposició.
- Augment de la distància interpersonal.
- Ventilació o purificació de l'aire, per eliminar o reduir la concentració de virus en l'aire.

Per això, en funció de les circumstàncies necessitarem potenciar més unes accions o unes altres. De vegades no serà possible mantenir volum baix (assaigs de la coral), altres vegades no es podrà mantenir activitat física relaxada ... Serà qüestió de compensar unes amb les altres.

> **Exemple:** Imagina que les mesures de reducció de contagi per aerosols són els punts d'un examen. Necessites sumar punts per a "aprovar" l'examen i no contagiar. Però tingues en compte que el 5 raspat no garanteix un aprovat... les persones més vulnerables o en situacions especials (embarassades) necessiten anar a treure notes més altes (en realitat tots hem d'anar a per l'excel·lent). I a més, tingues en compte que cada mesura pot puntuar, o no ... depèn de com s'apliqui (la mascareta a la barbeta no puntua). I hi ha activitats que ens posen en risc pel que ens restaran punts en l'examen (ballar la conga després d'un sopar amics, compartir got ...).

En definitiva, les mesures de prevenció per evitar la transmissió de virus SARS-CoV-2 han de seguir una estratègia combinada de mesures de protecció, de manera que l'ús conjunt de més d'una mesura permeti aconseguir una millor protecció.

ATENCIÓ: Cap de les mesures de protecció és 100% eficaç per si mateixa per evitar la transmissió.

ISBN: 978-84-18396-19-9

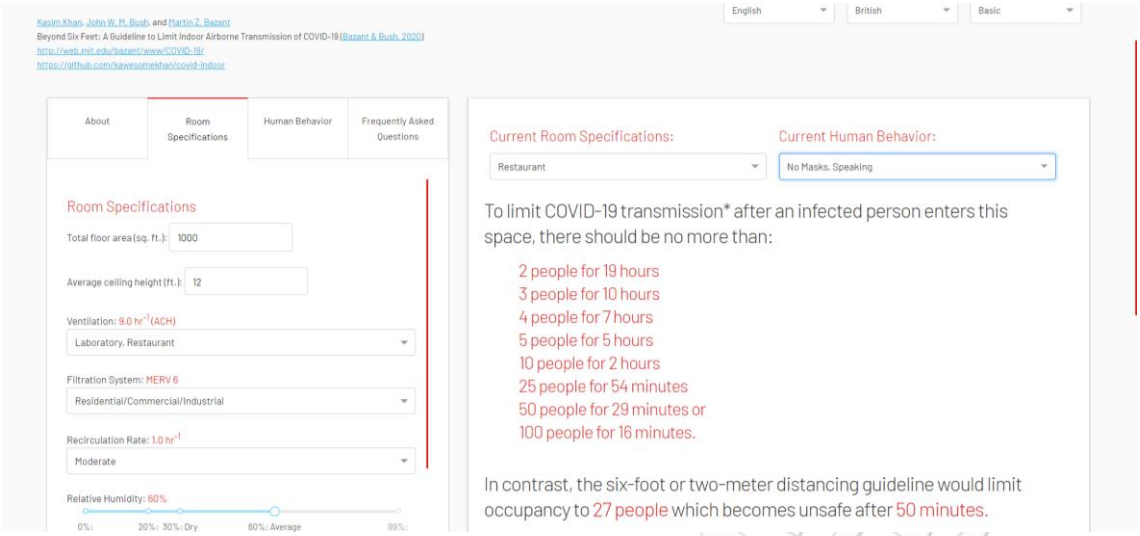
Font: Ministeri de Sanitat. Evaluació del risc de transmissió de SARS-CoV-2 mitjançant aerosols. Mesures de prevenció i recomanacions (document tècnic).

ALGUNA COSA PER RECORDAR

- Al **parlar** vam emetre unes 10 vegades més partícules respiratòries que en silenci.
- Al **cridar** vam emetre unes 50 vegades més partícules respiratòries que en silenci.
- En el pitjor dels escenaris (cridar o cantar una hora en un espai tancat) una persona infectada alliberaria 1.500 dosis infeccioses.

Finalment, no podem oblidar que un **altre aspecte clau és reduir els contactes socials**. En aquest sentit els investigadors de l'Institut Tecnològic de Massachusetts (MIT, en la sigla en anglès) han creat una aplicació per a determinar quantes persones poden congregar-se amb seguretat en un espai determinat i durant quant de temps. Segons aquesta aplicació (disponible a https://indoor-covid-safety.herokuapp.com/), el límit segur en un restaurant (assumint que la gent està sense mascareta i parlant) seria de menys d'1 hora si l'aforament és de 25 persones. Si les persones porten mascareta permanentment aquest temps s'allarga (veure imatge per més suposats).

ISBN: 978-84-18396-19-9



Font: Indoor-Covid-Safety

3. VENTILACIÓ: CONCEPTES BÀSICS

Es pot aconseguir que disminueixi molt la quantitat d'aerosols que inhalem quan romanem en una habitació ventilant, és a dir, **obrint portes i finestres.**

La ventilació necessària per reduir el risc de contagi depèn de el volum de la sala, el nombre i l'edat dels ocupants, l'activitat realitzada, la incidència de casos a la regió i el risc que es vulgui assumir.

Els experts recomanen a el menys 5-6 renovacions / hora per estades de 100 m² (una renovació és un volum d'aire exterior igual a el volum de la sala). No cal obrir totalment les finestres ja que s'ha comprovat que es pot ventilar bé amb obertures parcials.

ATENCIÓ: 5-6 renovacions / h no vol dir obrir les finestres 5-6 vegades a l'hora. De fet, es recomana tenir-les obertes de manera contínua

En edificis amb sistemes de climatització s'ha de reduir la fracció d'aire recirculat i s'ha d'augmentar la fracció d'aire procedent de l'exterior, per tal d'obtenir suficient renovació d'aire. Els objectius de renovació són els mateixos esmentats per ventilació natural: 5-6 renovacions / hora.

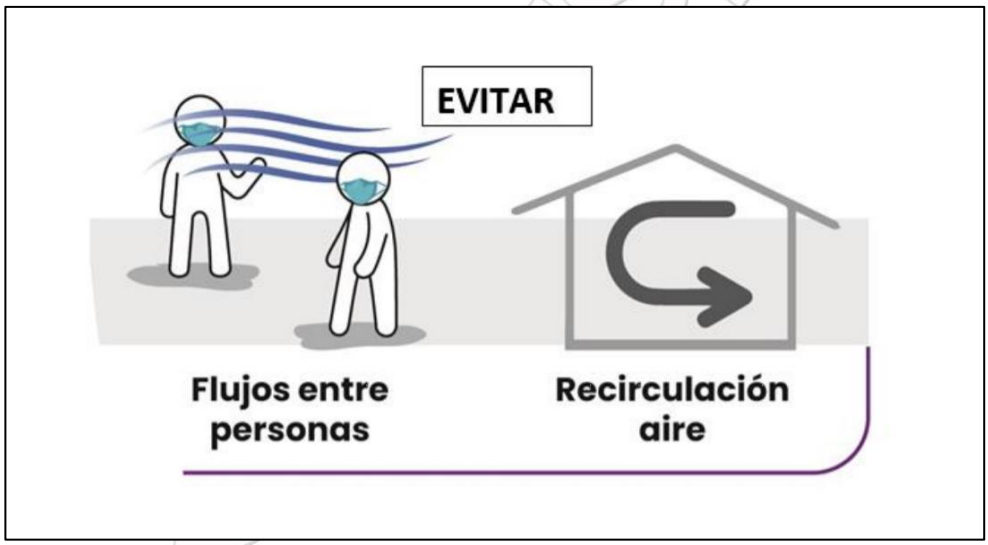
ISBN: 978-84-18396-19-9

La ventilació natural depèn de molts factors: característiques de el local, tipus i situació de finestres, configuració de l'edifici, vent ... Per això, es pot partir d'unes pautes generals, però cal valorar cada cas concret.

ATENCIÓ: El riesgo cero no existe. Cuanto mejor sea la ventilación, menor es el riesgo de contagio. El risc zero no existeix. Com millor sigui la ventilació, menor és el risc de contagi.

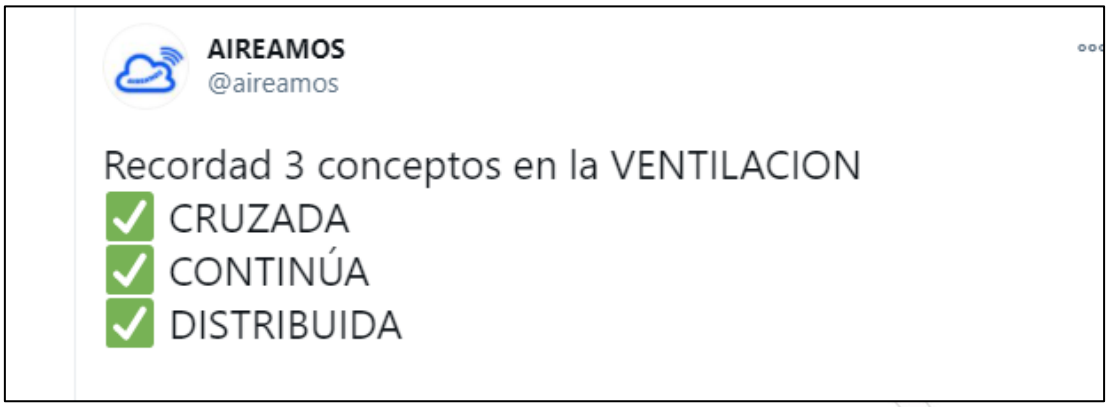
Si la ventilació és natural es recomana ventilació creuada (obertura de portes i / o finestres oposades o al menys costats diferents de la sala), per afavorir la circulació d'aire i garantir un escombrat eficaç per tot l'espai.

ATENCIÓ: No fer servir ventiladors a l'interior dels locals que generin el moviment d'aire entre persones i en general evitar els corrents o fluxos d'aire que no estiguin associats a un sistema ben dissenyat de ventilació.



Font: Ministeri de Sanitat. Evaluació del risc de transmissió de SARS-CoV-2 mitjançant aerosols. Mesures de prevenció i recomanacions (document tècnic).

ISBN: 978-84-18396-19-9



Font: https://twitter.com/aireamos/status/1349976468013674496?s=20

Una de les qüestions que ens interessa conèixer és la dinàmica dels fluxos d'aire a les habitacions, i el tractarem en el següent apartat.

4. ESQUEMES DELS FLUXOS D'AIRE

Quan entra un flux d'aire a través d'una finestra o una porta, tendeix a mantenir la seva direcció fins que s'acosta a la paret. Aquesta idea s'il·lustra en els següents esquemes, on es mostra una habitació amb una porta i una finestra en cantonades oposades. Possiblement, tendiríem a pensar que en aquest cas s'establiria un flux directe entre la porta i la finestra. No obstant això, la realitat és que el flux tendeix a mantenir la seva trajectòria inicial. I, en funció de si entra per la porta o per la finestra, el camí que segueix l'aire és diferent, com il·lustren els dos esquemes.

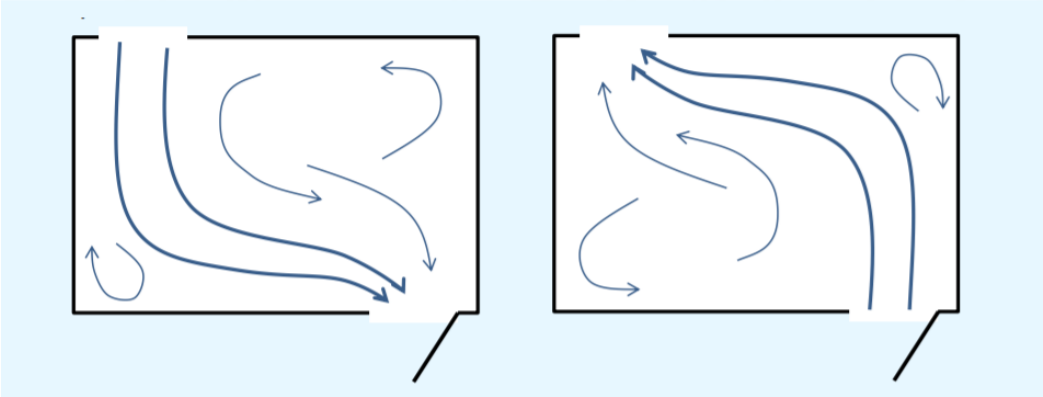
Les fletxes indiquen el camí principal que segueix el flux. Però això no vol dir que la resta de l'aula quedi sense ventilar. Al moure, el flux d'aire es va barrejant dins de l'aula i es distribueix en major o menor mesura per tot el volum. En general, les proves realitzades demostren que hi ha diferències entre diferents zones, algunes millor ventilades que unes altres.

Per això, és convenient tenir en compte aquestes idees bàsiques i intentar aconseguir una ventilació creuada distribuïda per optimitzar la qualitat de l'aire en tota l'aula, sense haver d'obrir excessivament les finestres.

Aquests esquemes també donen idea que per a aquesta aula es poden donar dues situacions, en funció de si un dia entra l'aire per la finestra o per la porta. Per això, la zona pitjor ventilada pot ser qualsevol de les dues cantonades sense obertures, segons sigui la direcció de vent aquest dia.

ISBN: 978-84-18396-19-9

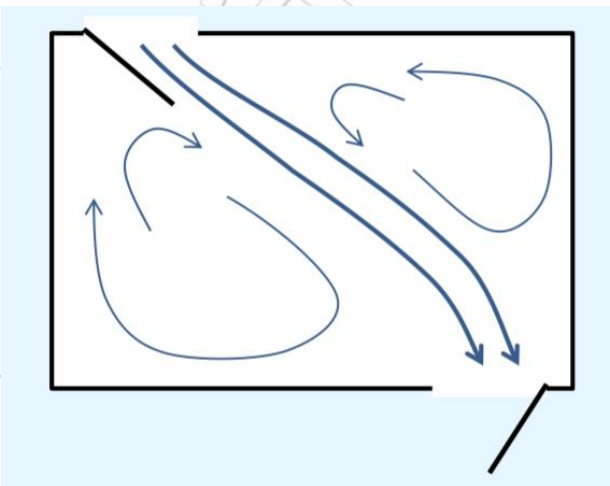
A l'esquerra, el flux d'aire entra per la finestra. A la dreta, per la porta.



Font: Ventilació natural a les aules. Guia Pràctica. Laboratori de Recerca en Fluidodinámica i Tecnologies de la combustió (LIFTEC). CSIC.

Seguim estudiant com es mou l'aire a les aules, mitjançant simulacions i mesures, per intentar avaluar com d'importants són les diferències entre diferents zones de l'aula i la millor manera de minimitzar-les o de triar la situació de l'analitzador.

De vegades, petits canvis poden modificar significativament el flux a l'aula. Per exemple, si una finestra amb frontisses s'orienta com es veu en la següent figura, l'aire entraria en diagonal, aconseguint una millor distribució dins de l'aula.



Font: : Ventilació natural a les aules. Guia Pràctica. Laboratori de Recerca en Fluidodinámica i Tecnologies de la combustió (LIFTEC). CSIC.

ISBN: 978-84-18396-19-9

El moviment de l'aire en una habitació és molt complex i difícil de predir. Per això, **sempre s'ha d'intentar aplicar una ventilació creuada distribuïda, però segueix sent imprescindible verificar amb l'analitzador de CO_2** que la qualitat de ventilació és correcta.

ATENCIÓ: la ventilació ha de ser contínua, ja que n'hi ha prou 10 minuts perquè l'aula abast nivells de CO2 molt superiors als acceptables.

5. VENTILACIÓ NATURAL I CONFORT AMBIENTAL

Ventilar no ha de ser obligatòriament sinònim de passar fred, és a dir, que **hi ha d'haver un balanç entre la ventilació i el confort**. Pot definir confort tèrmic, o més pròpiament comoditat higrotèrmica, com l'absència de malestar tèrmic.

La sensació de confort tèrmic en els espais tancats depèn de 6 aspectes:

1. Gènere
2. Edat
3. Raça
4. Superfície corporal
5. Taxa metabòlica
6. Aïllament a través de la roba

Les condicions marcades pel Reial Decret 1027/2007, de 20 de juliol, pel qual s'aprova el Reglament d'Instal·lacions tèrmiques en els edificis, segons el qual, les condicions de confort higrotèrmic es defineixen en un rang de temperatura que oscil·la entre els 21ºC i els 25ºC i una humitat relativa entre 40% i 60%.

Per tant, en funció de les condicions exteriors la ventilació pot suposar una millora de la sensació de confort (ambients càlids), però també pot posar en risc aquest confort si suposa un refredament (ambients freds). Hi ha altres circumstàncies que poden dificultar la ventilació com és la presència de soroll exterior o contaminació atmosfèrica.

ISBN: 978-84-18396-19-9

Tenint això en compte és necessari conèixer bé les característiques dels espais tancats que necessitem airejar, per poder optimitzar les mesures de ventilació amb el mínim impacte sobre el benestar.

En situacions d'alta transmissió comunitària de SARSCoV2, s'ha de valorar la priorització de la ventilació natural enfront les condicions necessàries per al confort tèrmic o als requeriments d'eficiència energètica, **fins on sigui raonable.**

ATENCIÓ: No obriu les finestres i portes si fer-ho representa un risc per a la seguretat de les persones (per exemple, risc de caure).

Confort tèrmic i ventilació natural a les aules

Les dades d'un recent estudi nacional (octubre 2020) posen de manifest la inadequada qualitat ambiental interior dels centres escolars al nostre país. Les dades d'aquest estudi es poden consultar a l'informe "Proyecto de monitorización de colegios" i conclouen que les condicions de confort i qualitat ambiental interior dels centres escolars espanyols són pèssimes de manera generalitzada, independentment de les zones climàtiques, de la tipologia dels col·legis, la seva antiguitat, ubicació i casuística particular. Això ens deu posar sobre avís, atès que es va a haver de ventilar en edificis que parteixen d'una millorable qualitat ambiental. ¿Això que vol dir? Doncs que és molt necessari abordar la ventilació de la manera més rigorosa possible per aconseguir un doble objectiu: **mantenir un recanvi d'aire adequat i mantenir el confort tèrmic d'alumnes i professors**.

La Societat Espanyola de Pediatria recomana de cara a l'hivern i en el context COVID-19, intentar mantenir una adequada sensació tèrmica mantenint la ventilació creuada prou

ISBN: 978-84-18396-19-9

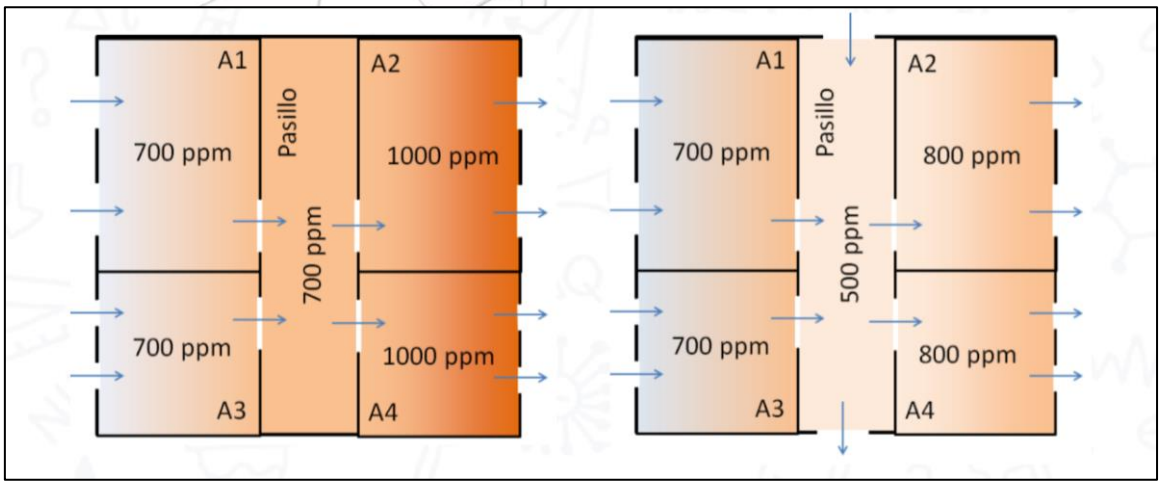
per diluir el risc treballant amb els sensors de CO2, obertura parcial i major roba d'abric al aula. Si el fred s'incrementa, insten a fer servir sistemes de calefacció o ventilació / purificació a partir d'energia de fonts de renovables i adverteixen que els nens amb freqüència refereixen sensació de fred amb alguns graus menys que els adults.

ATENCIÓ: L'obertura parcial de diverses finestres aconsegueix millor ventilació davant obertura màxima d'una sola finestra, ia més ajuda a mantenir un confort tèrmic més acceptable si les condicions meteorològiques són adverses.

6. PASSADISSOS I ZONES DE PAS

Quan un passadís està malament ventilat les seves concentracions de CO_2 estan molt relacionades amb la concentració de CO_2 de les estades que donen a ell, ja que l'aire procedeix en gran mesura d'aquestes habitacions quan entra aire net per les finestres. Si a més les estades estan mal ventilades, la concentració de CO_2 al passadís es dispara i augmenta el risc de contagi. Això no és aplicable si els passadissos o zones de pas tenen ventilació pròpia.

Aquesta idea es mostra en les següents figures. Aquí se suposa que el vent ve per l'esquerra i, lògicament, provocarà l'entrada d'aire exterior per les finestres de les aules A1 i A3. Aquesta mateixa quantitat d'aire ha de sortir necessàriament per altres obertures de l'edifici, en aquest cas a través de les finestres de A2 i A4. Així, el passadís alimentarà les aules A2 i A4 amb l'aire procedent de A1 i A3.



Font: Ventilació natural a les aules. Guia Pràctica. Laboratori de Recerca en Fluidodinámica i Tecnologies de la combustió (LIFTEC). CSIC.

ISBN: 978-84-18396-19-9

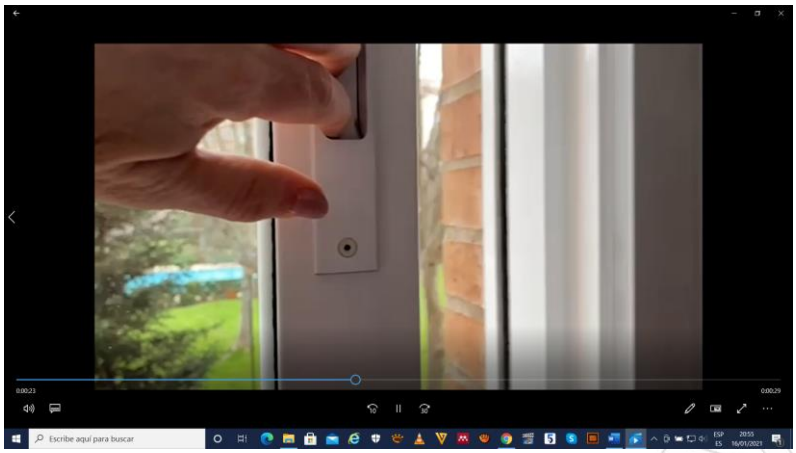
Si el passadís està malament ventilat, com a la figura de l'esquerra, les aules a les que arriba l'aire des del passadís excediran els límits de CO2 recomanats, independentment de com s'ajustin les seves finestres. En canvi, si està ben ventilat (dreta), també en aquestes aules està entrant aire (gairebé) net. Per això, resulta imprescindible mantenir una bona higiene de l'aire en els passadissos per assegurar bones condicions de ventilació en totes les aules.

ATENCIÓ: Encara que en el curs ens referim sovint a les aules escolars, recordem que aquestes recomanacions s'apliquen a altres espais tancats similars com oficines, bars, biblioteques, botigues etc.

7. RECOMANACIONS DE VENTILACIÓ A LA LLAR (CDC)

- Introdueix la major quantitat d'aire fresc possible a la teva llar.
- Filtra l'aire de la teva llar: si la teva casa té sistema climatitzador o de ventilació, assegura't que incorpora filtres, així com del seu correcte manteniment.
- Encén l'extractor d'aire al bany i la cuina: ajuden a expulsar l'aire fora de casa.
- Utilitza els ventiladors de forma correcta: no els dirigeixis a les persones perquè això fa que l'aire recirculi entre elles. Dirigeix els ventiladors cap a les finestres o portes perquè l'aire interior surti.
- Limita la quantitat i temps de les visites

ISBN: 978-84-18396-19-9



Vídeo #quecorraelaire Font: @ebevidencia i @paumatalap
Disponible a:
https://twitter.com/Ebevidencia/status/1344610643413000193

Ascensors i replans

Pensem en un escenari real i quotidià: els ascensors i replans. Com ja hem comentat els llocs de pas mal airejats tenen major risc de transmissió per la major concentració d'aerosols. Ara pensem en les nostres rutines diàries ... Sortim de casa de pressa, de vegades amb la mascareta a la mà... **Si no ens col·loquem correctament la mascareta abans de sortir de casa ens estem exposant a llocs que percebem com a segurs, però tenen molt més risc que el carrer**. És recomanable prestar atenció a aquestes zones de pas i tractar d'assegurar ventilació obrint portes i finestres de les zones comunes dels edificis. En qualsevol cas, és important que ens conscienciem del perill que tenen aquestes zones i que percebem com a segures.

ISBN: 978-84-18396-19-9

8. ALGUNES IDEES PER APLICAR AMB ELS NENS

Com ja hem esmentat, l'activitat física i el to de veu influeixen notablement en la producció d'aerosols. Per això la tornada a l'aula després de l'esbarjo és un moment crític, ja que els nens poden trobar-se actius i serà fàcil que vulguin córrer, parlar, etc. Són nens, és normal, el que hem de fer és estar previnguts i tractar de mitigar aquesta situació.

Per això es proposa que abans de tornar a l'aula després de l'esbarjo o altres activitats que activin als nens (sortides a l'aula de música, classe de gimnàstica, etc.), s'apliquin protocols de relaxació o tornada a la calma. Si es realitzen de manera rutinària serà més fàcil que els petits ho interioritzin i la tornada a l'aula sigui tranquil·la i segura per a tothom.
Les tècniques d'imaginació guiada resulten molt interessants per al nostre propòsit. Mitjançant aquestes tècniques es connecten una sèrie d'imatges imaginàries amb emocions positives, les quals han de servir per a poder, posteriorment, canviar els pensaments negatius i aconseguir un estat de benestar òptim. Són molt útils per reduir l'estrès i relaxar-se i són molt útils en nens.

Exemple: visualització d'un paisatge

El professor demana als nens que es tombin o s'assentin (el cas és que estiguin còmodes) amb els ulls tancats. Amb veu suau i lenta els llegeix el següent text extret de Educrea.cl (pot portar música relaxant de fons).

- Imagina que vas caminant per un prat d'herba molt verda situat entre altes muntanyes nevades.
- Fixa't en les muntanyes al teu voltant, són molt altes, i veus com contrasta el blanc de la neu amb l'intens color blau de cel. És migdia i sobre de tu brilla un sol molt radiant i lluminós. Mira el verd de l'herba, el blanc de la neu de les muntanyes i el blau de cel.
- La temperatura en aquest lloc és molt agradable, no fa fred ni calor i bufa una agradable brisa temperada que frega delicadament sobre la pell de la teva cara.
- Al caminar notes, ja que vas descalç, el suau frec de l'herba sota les plantes dels teus peus. Pots percebre el tacte de l'herba una mica humit i fresc.
- Vas molt a poc a poc delectant de tot el que veus i sents al teu voltant.
- Tens una gran sensació de tranquil·litat i pau.
- Sents el cant dels ocells i els veus volar al teu voltant.

ISBN: 978-84-18396-19-9

- Fixa't ara en les plantes, herbes i flors que hi ha al teu voltant. Hi ha petites flors de colors molt vius, blanques, grogues, ataronjades, blaves ... acosta't a olorar. Talla una flor i apropa-la al nas. Olora la seva aroma mentre et concentres en el color dels seus pètals.
- Segueix caminant molt a poc a poc, sense cap pressa, gaudint de la passejada.
- Mira els rierols d'aigua que baixen de les muntanyes, on les aigües salten, corren, formant petites cascades i tranquils gorgs. Concentra't fins que escoltis el murmuri de les aigües ...
- Ara apropa't a un rierol i ajupe't per introduir les teves dues mans unides en l'aigua per recollir-la i beure. Sent la frescor de l'aigua a les teves mans. Dirigeix-les a la boca i beu. Sent l'aigua fresca, pura, neta i cristal·lina entrant a l'interior del teu cos. Aquesta aigua revitalitza a tot el teu organisme i et sents ple de salut i benestar.
- Segueix el teu passeig i fixa't en una petita planta de menta, acosta't i talla algunes fulles. Mastega-les i percep el fort gust de menta en el teu paladar. Concentra't fins notar-ho amb total nitidesa.
- Finalment busca un lloc on poder tombar-te còmodament. Tomba't i descansa, tanca els ulls i percep els sorolls, les olors, la temperatura ... i descansa profundament, molt profundament ...

9. TRIAR EL MOMENT ADEQUAT PER NO PASSAR FRED A L'HIVERN

Una sala buida a primera hora de la jornada abans que entri ningú a la mateixa no ha de ser ventilada intensament, ja que no hi ha risc de transmissió per aerosols, i això produiria una pèrdua marcada del confort tèrmic quan les persones accedeixin a aquesta.

Sí que és convenient ventilar intensament, un cop s'hagi ocupat i finalitzi la jornada, per obtenir un aire lliure de virus i concentracions de CO_2 properes a la concentració exterior.

Per tant, no cal tornar a ventilar abans de l'arribada de les persones. No obstant això, sí que és convenient escalfar l'espai abans de l'arribada de la gent, quan comença la necessitat de ventilació i per tant cal obrir portes i finestres.

ISBN: 978-84-18396-19-9

Així doncs, cal obrir portes i finestres en el moment en què arriba la gent a l'estada, fins a aquest moment es pot escalfar l'espai en absència de persones amb finestres i portes tancades.

Casos pràctics

- **A les aules:** A l'inici de la classe no cal ventilar i es pot aprofitar per escalfar bé l'aula amb el sistema de calefacció. Amb l'aula completa amb tots els alumnes i el professor, s'hauria de ventilar de manera constant i suficient (portes i finestres obertes parcialment), i aprofitem l'esbarjo per ventilar de manera intensiva (portes i finestres completament obertes). A la tornada, es tornaria a ventilar de manera constant i suficient per tornar a ventilar de manera intensiva al final de classe. Recordem que entenem que nens i professors porten mascareta i practiquen la higiene de mans.
- **Comerços:** A l'obrir la botiga no caldria tractar, però si quan comenci a arribar gent. Seria convenient aprofitar les estones en què no hi ha clients per ventilar de manera intensiva. Un mesurador de CO_2 ajudaria molt a saber quan l'ambient està "perillosament carregat". Recordem que entenem que els clients i treballadors porten mascareta i practiquen la higiene de mans.
- **Hostaleria**: basant-nos en els mateixos principis, a l'obrir el negoci no cal ventilar, però si a mesura que arribin els clients. De la mateixa manera que en els comerços, un mesurador de CO_2 resulta molt útil per a poder adequar la intensitat de la ventilació. L'hostaleria és un sector delicat en aquest aspecte ja que és molt probable que els clients es retirin la mascareta per menjar i / o beure. A més, la ingesta d'alcohol afavoreix la relaxació en la presa de les mesures de precaució. En aquests recintes cal prestar especial atenció a les terrasses exteriors amb tancaments, ja que es poden comportar com a espais tancats i necessiten ventilació suficient. Recordem que entenem que els clients i treballadors porten mascareta (excepte per menjar i beure) i practiquen la higiene de mans.
- **Gimnasos i centres esportius**: donades les característiques de l'activitat que es realitza en aquests centres, és imprescindible mantenir la ventilació i probablement de manera intensa (qui millor ens ho pot indicar és un mesurador de CO_2). L'OMS desaconsella l'ús de mascareta mentre es realitza activitat física moderada o intensa, la qual cosa obliga a prestar mes atenció a la ventilació i augmentar la distància física. Així mateix, es recomana prestar especial atenció a la neteja i desinfecció de les superfícies.

ISBN: 978-84-18396-19-9

ATENCIÓ: La velocitat de la renovació de CO_2 és molt més gran que la velocitat de pèrdua de càrrega tèrmica en l'estada. A l'obrir portes i finestres en les estones en què no hi ha persones a l'interior, el descens de la concentració de CO_2 és molt més acusat que el descens de temperatura.

ISBN: 978-84-18396-19-9

TEMA 4. SISTEMES PER A CONTROLAR I DETERMINAR LA QUALITAT DE L'AIRE

1. MONITORITZACIÓ DEL CO_2

Quan respirem, exhalem tant aerosols com diòxid de carboni (CO2). Com és molt més difícil mesurar els aerosols, s'utilitza la mesura de CO2, gas innocu, com a indicador de quina proporció de l'aire d'una habitació ha estat ja respirat pels ocupants. La concentració de CO2 està directament relacionada amb l'índex de ventilació de l'ambient en què s'està present. Dependrà del nombre de persones, del seu metabolisme i de la ventilació.

Per tant, mesurar el CO2 ens indica la qualitat de l'aire dels espais tancats i ens serveix per comprovar si estem ventilant de manera adequada.

A més, a través d'un sistema d'alarma basat en aquest mesurament, es contribuiria entre altres coses a millorar la capacitat d'informació a la població per participar d'una manera més activa i personal en el control de la pandèmia.

CO_2 [ppm]	Air Quality
2100	BAD Heavily contaminated indoor air Ventilation required
2000	
1900	
1800	
1700	
1600	
1500	MEDIOCRE Contaminated indoor air Ventilation recommended
1400	
1300	
1200	
1100	
1000	FAIR
900	
800	GOOD
700	
600	EXCELLENT
500	
400	

En l'aire ambient s'assoleixen al voltant de 400 ppm màxim de CO2. Idealment es pretén en un model de gestió de la informació d'aules i / o negocis que els nivells estiguin el més pròxims a aquesta xifra. Establint a priori un nivell informatiu màxim de 450 ppm a les aules i 600 en els locals d'oci o treball dels adults, per exemple. Podria

ISBN: 978-84-18396-19-9

ajudar a prendre millors decisions en les activitats socials o educatives. El Covid-19 és un contaminant biològic de l'aire interior nou, que requereix un acostament cautelar basat en la ciència, i ajudarà probablement a revisar els estàndards actuals de qualitat de l'aire interior. La proporció de CO2 en aire es mesura en 'parts per milió' (ppm = nombre de molècules de CO2 per cada milió de molècules) i dóna idea de el grau de contaminació de l'aire amb exhalacions de les persones. Per exemple, **700 ppm indicaria que aproximadament el 1% de l'aire de l'habitació ja ha estat respirat abans per una altra persona).**

ATENCIÓ: Si es disposa de mesuradors de CO2, no necessitem obrir tota l'estona si el nivell està per sota de 700ppm. Així aconseguim l'equilibri entre ventilació i temperatures.

La taula següent mostra les categories de qualitat de l'aire interior en funció de l'ús dels edificis (IDA):

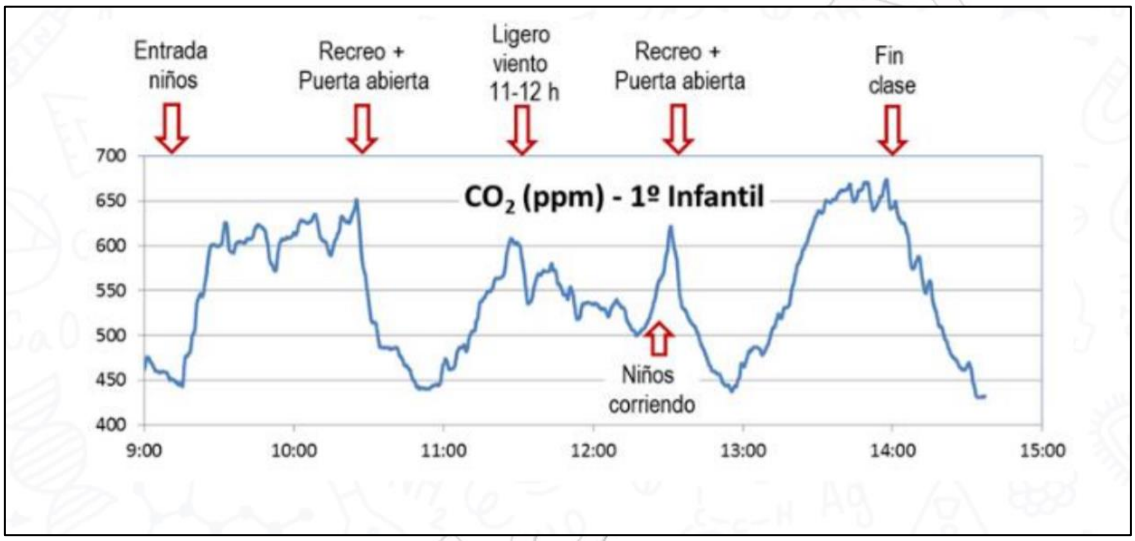
Categoría	Calidad del aire	Tipo de edificio	Concentración CO2
IDA 1	Aire de calidad óptima	Hospitales, clínicas, laboratorios y guarderías	350 ppm
IDA 2	Aire de buena calidad	Oficinas, residencias (locales comunes de hoteles y similares, residencias de ancianos y estudiantes), salas de lectura, aulas de enseñanza y similares, y piscinas.	500ppm
IDA 3	Aire de calidad media	Edificios comerciales, cines, teatros, salones de actos, habitaciones de hoteles y similares, restaurantes, cafeterías, bares, salas de fiestas, gimnasios, locales para el deporte y salas de ordenadores.	800 ppm
IDA4	Aire de calidad baja	Resto de locales	1200 ppm

Font: Reial decret 1027/2007, pel qual s'aprova el Reglament d'instal·lacions tèrmiques en els edificis (RITE).

ISBN: 978-84-18396-19-9

IMPORTANT: el nivell de el CO2 no és estàtic, és a dir que fluctua al llarg de el temps. Pot ser que a el principi de el dia hi hagi un nivell molt bo, però si l'ambient es va concentrant, pot acabar sent molt dolent en poques hores.

A la següent imatge es veu com el nivell de CO2 varia en una aula al llarg del matí. Aquesta aula que prenem com a exemple té 10 nens i 1 mestra. En aquest cas, es van obrir 3 finestres 15 cm cadascuna (en total, 45 cm) i la ventilació va ser correcta tot el temps (CO2 per sota de 700 ppm). Es pot observar com canvia la concentració en funció de l'ocupació i l'activitat.



Font: Ventilació natural a les aules. Guia Pràctica. Laboratori de Recerca en Fluidodinámica i Tecnologies de la combustió (LIFTEC). CSIC.

En estances on es manté el nombre de persones més o menys estable (per exemple, en oficines), les fluctuacions poden ser menys o més controlades. En els casos en què l'afluència de persones és variable (botigues, restaurants, centres d'atenció a el públic) aquestes fluctuacions poden ser molt més pronunciades i difícils de controlar.

ATENCIÓ: És important monitoritzar la concentració de CO2 per mantenir un ambient segur.

ISBN: 978-84-18396-19-9

2. APARELLS DE MONITORITZACIÓ

Els sensors de CO2 mesuren la concentració de CO2 en l'aire. A Espanya hi ha una àmplia varietat de sensors comercials.

A l'hora d'adquirir un detector de CO2 per instal·lar-lo en un espai interior (aules, sales de reunions, bars, restaurants, etc.) s'han de tenir en compte les següents consideracions:

1. **Necessitat de ventilar**: quan es mesurin més de 700 ppm de CO2 és necessari ventilar l'espai fins a nivells de CO2 exterior (uns 400 ppm).
2. **Mobilitat**: si l'aparell serà mòbil pot funcionar amb piles, però s'ha d'assegurar la durabilitat de les mateixes. Si l'aparell s'instal·la de forma fixa, és recomanable que sigui endollable.
3. **Temps de resposta del sensor**: El temps de resposta ha de ser ràpid de l'ordre de diversos segons, però alguns sensors tenen un temps de resposta d'uns 2 minuts.
4. **Registre i recuperació de dades**: és recomanable, encara que la majoria dels dispositius testats només posseeixen histogrames sense possibilitat de recuperar les dades.
5. **Ubicació del mesurador**: allunyat de la porta o finestra oberta i a una alçada propera a la de 1,5 m aproximadament. Ha de situar-se a més d'1 m de les persones i en el punt més desfavorable de la ventilació. És recomanable fer la mesura en diversos punts per detectar zones mal ventilades.
6. **Verificar la mesura inicial (calibratge de fons):** abans de començar a mesurar en l'espai interior, cal verificar la mesura exterior i comprovar que obtenim un valor proper a 400 ppm. Així sabrem si està ben calibrat o necessita ser calibrat.

Características deseables de los medidores de dióxido de carbono
Capacidad de proporcionar los datos sin procesar descargables en archivo .txt, .xls, .csv o similar.
Resolución temporal de al menos un dato por minuto
Pantalla que muestre los niveles de CO2 en tiempo real
Uso de tecnología NDIR (del inglés nondispersive infrared)
Coste entre 100 y 300 €

Font: Annex de la Guia per a ventilació de les aules. CSIC 2020.

ISBN: 978-84-18396-19-9

Segons els experts, els millors són els dispositius NDIR (non-dispersive infrared; IR no dispersiu), i els més ben valorats per aquest grup són els que es mostren a la següent taula:

Dispositivos recomendados	Exportación de datos	Pilas Batería	Autonomía	Calibración de fondo
Aranet4	+ Smartphone & ordenador	+	varios años	+
Kkmoon/Kecheer	+ Ordenador en formato PDF	+	14 h max.	+
Soulong/Gototop, Mod. PHT-2000	+ Ordenador	+	No especifica	+
AZ 7755	+ Ordenador	+	> 24 h	+

Font: Guia sobre mesuradors de CO2 disponibles a Espanya disponible en Aireamos.org: https://bit.ly/medidoresCO2

ATENCIÓ: Si s'utilitzen equips de mesura de concentració de CO2 en l'aire, han d'estar calibrats

3. POSADA EN MARXA DE L'ANALITZADOR

Ubicació

Ha de situar-se allunyat de portes i finestres i també de les persones:

- **Per equips portàtils**, es recomana situar-los a la zona central de l'aula, a una alçada entre 1,2 i 2 m. Pot instal·lar-se sobre un trípode o una taula, deixant una distància d'1 m a la persona més propera.

ISBN: 978-84-18396-19-9

- **Per equips instal·lats de forma permanent**, pot buscar-se una posició més allunyada (fins i tot una paret), però sempre allunyada d'entrades d'aire i persones i una vegada que s'hagi comprovat que dóna el mateix resultat que al centre de l'estada.

ATENCIÓ: Entre diferents opcions, triar sempre la zona que es consideri pitjor ventilada.

Calibració de l'analitzador

S'ha de calibrar abans de començar a usar-lo i comprovar periòdicament que manté el calibratge (o bé tornar a calibrar). Això es fa exposant l'analitzador a l'aire exterior i activant la rutina de calibratge pròpia de l'analitzador (Calibrate, zero ... en funció del model).

Estabilització de la lectura

L'analitzador necessita cert temps per arribar a un valor correcte i estable (en alguns models, pot ser fins a 5-10 minuts). Si es pren la lectura abans d'hora, els errors poden ser molt grans.

ATENCIÓ: seguiu les especificacions i recomanació és tècniques de la casa comercial del seu dispositiu.

Un semáforo para el covid en clase: el pionero sistema de un colegio gallego

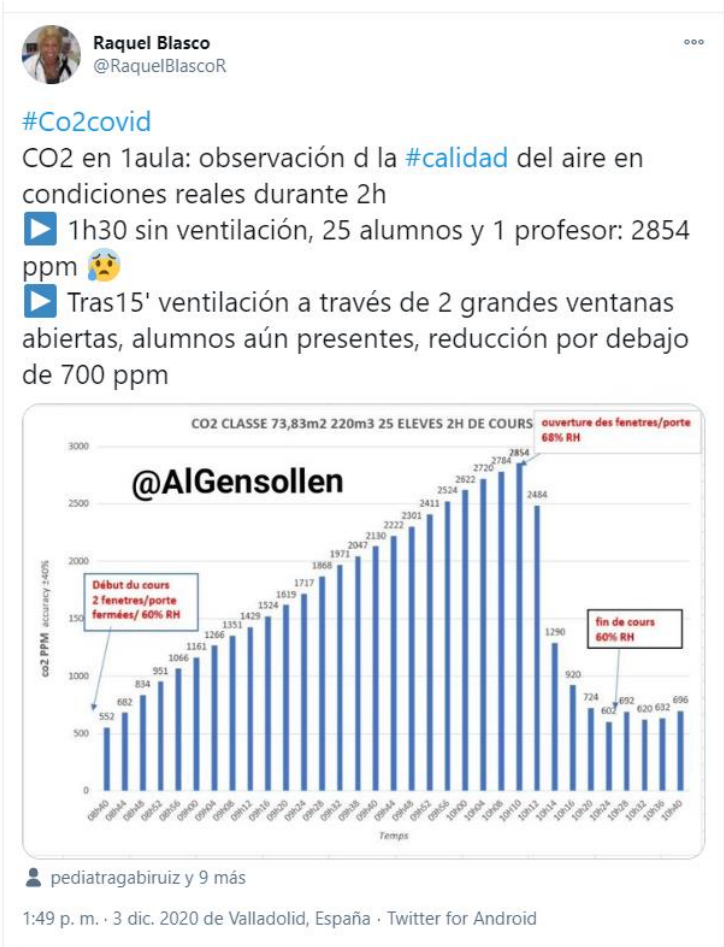
Una AMPA de A Coruña invierte 7.200 euros en medidores de calidad del aire: «Pasaremos el frío el justo y necesario»

Aparato que mide el nivel de CO_2 en Las Jesuítinas. MARCOS MÍGUEZ

Font: La Voz de Galicia

ISBN: 978-84-18396-19-9

La metgessa Raquel Blasco exposava les grans diferències trobades en una aula amb i sense ventilar. Gràcies al mesurament del CO2 s'ha comprovat com la qualitat de l'aire durant una classe d'hora i mitja va empitjorar notablement, però que es va poder millorar en tan sols 15 minuts mitjançant ventilació natural.



En diferents fòrums s'esta proposant la instal·lació de monitors de paret en els espais tancats. Aquests monitors mesurarien de manera constant la concentració de CO2 i ajudarien a assegurar la seguretat de les persones que estiguin a l'interior. L'aplicabilitat i potencial benefici del seu ús en l'àmbit de l'educació, hostaleria i comerços són importants.

ATENCIÓ: cal recordar que la concentració de CO2 és un indicador indirecte i que en espais on hi hagi instal·lats purificadors d'aire (filtres HEPA) aquesta dada no és útil (el filtre elimina els virus de l'ambient, però no el CO2).

ISBN: 978-84-18396-19-9

Monitor de paret de mesurador de CO2 aplicat a l'hostaleria. font @dafragrupo

ATENCIÓ: El CO2 no es degrada amb el temps, mentre que el virus en aire si, de manera que les concentracions de virus en aire decreixeran més ràpidament que les de CO2.

ISBN: 978-84-18396-19-9

TEMA 5. SOLUCIONS PER MANTENIR UNA VENTILACIÓ ADEQUADA

En primer lloc, hem de recordar prioritzar les activitats a l'aire lliure enfront de les realitzades en espais tancats.

1. PRIMERS PASSOS PER AJUSTAR LA VENTILACIÓ

Quan ens enfrontem per primera vegada a la ventilació d'una habitació no tenim referències, per la qual cosa és important realitzar amb cura les primeres anàlisis de la situació.

- Els resultats seran específics per a cada espai.
- És important prestar atenció a tots els detalls, perquè les dades siguin realment útils. El comportament de la ventilació natural és molt complex i si les proves no es realitzen amb cura pot ser difícil arribar a conclusions útils.

2. AVALUACIÓ PRÈVIA DE L'ESPAI

Per optimitzar la ventilació necessitem conèixer l'habitació o sala que anem a ventilar.

- Cal tenir en compte que els resultats de la prova són vàlids només per a les condicions ambientals d'aquest dia.
- Posició de portes i finestres.
- Condicions ambientals (orientació etc.).
- S'ha de verificar si l'aire està entrant per la finestra o per la porta. Això es pot fer amb una petita flama o una fibra molt flexible, que són molt útils per detectar lleugers moviments d'aire.

ATENCIÓ: resulta molt útil conèixer les dades meteorològiques, especialment de les condicions de vent.

Al cap d'uns pocs dies s'hauran reunit dades i experiència molt útils per a conèixer de forma aproximada el comportament de l'aula. Dependrà de cada cas, però el pla de proves podria consistir en el següent:

ISBN: 978-84-18396-19-9

Fase inicial	Repetir el protocolo anterior al menos durante 3-4 días, en distintas condiciones de viento. Analizar los resultados para extraer algunas pautas generales que se aplicarán en cada una de los espacios.
Fase de verificación	Durante los siguientes días (p.ej. 2 semanas) no es necesario repetir estas pruebas detalladas, pero sí verificar con atención los niveles de CO2 que se alcanzan para las aberturas que se vayan fijando en cada momento y las condiciones ambientales.
Fase de uso rutinario	Con toda esta experiencia previa ya será relativamente sencillo y automático ajustar la ventilación cada día. Pero no hay que olvidar que el problema es complejo y es imprescindible seguir midiendo el CO2 de forma rutinaria.

Un cop s'han recollit mesures de CO2 durant diversos dies i en diferents condicions de vent, ocupació ... s'haurà aconseguit un coneixement bastant ampli sobre com es comporta la ventilació en aquest espai.

En aquelles situacions en què hi hagi diverses habitacions (col·legis, oficines ...) es recomana que, si no hi ha un analitzador fix en cadascuna, s'implanti una rutina de rotació entre les habitacions, de manera que sempre es realitzi, al lmenys, 1 mesura cada hora, presa al menys 20 minuts després d'iniciar l'activitat.

De manera objectiva necessitem disposar de les següents dades per poder valorar si la nostra estratègia de ventilació és adequada:

- **Dimensions** de l'espai: ample x llarg x alt i calcular el volum en metres cúbics.
- **Concentració de CO2 a l'aire lliure** durant al menys cinc minuts.
- Estimació de la **generació de CO2** com: Generació de CO2 = nombre d'ocupants x taxa d'exhalació de CO2 per ocupant.
- **Taxa de generació de CO2** per persona depèn de l'edat, el sexe, el pes i l'activitat metabòlica.

A aquestes dades s'hauria d'afegir el **cabal d'aire exterior objectiu i la concentració de CO2 en estat estable**, per als quals hi ha fórmules. Si es vol fer una anàlisi prèvia detallada, recomanem consultar la Guia per a ventilació en aules d'CSIC (2020), que a més inclou una eina Excel per a executar aquests càlculs precisos.

ISBN: 978-84-18396-19-9

ATENCIÓ: Hem de tenir en compte que els diferents usos d'una sala poden necessitar nivells de ventilació molt diferents. El mateix local necessita més recanvi d'aire si es destina a ser gimnàs, que si es destina a ser un centre d'atenció telefònica (perquè l'exercici físic augmenta la generació de CO2).

3. REGISTRE

Per ajudar a entendre i analitzar els resultats és molt útil elaborar una fitxa de recollida de dades.

Si no es realitza aquest tipus de registre, l'experiència és que és molt difícil arribar a tenir una idea clara de l'comportament d'una aula i, bona part de la feina realitzada perd la seva utilitat. És interessant centralitzar aquesta tasca en una persona encarregada.

4. QUAN LA VENTILACIÓ NATURAL NO ARRIBA: VENTILACIÓ FORÇADA

Si mesurant les concentracions de CO2 es troba que la ventilació natural és insuficient, s'afegeix ventilació forçada. Aquesta pot ser individual o centralitzada:

ISBN: 978-84-18396-19-9

INDIVIDUAL	CENTRALIZADA
Se trata de aumentar la renovación de aire interior con aire exterior utilizando instrumentación.	Es la utilización de sistemas de ventilación centralizados, es decir, comunes para todo el edificio o gran parte de él, para incrementar renovación de aire interior con aire exterior. Son los mismos sistemas utilizados para climatización.
Se puede hacer introduciendo aire del exterior (**impulsión**) o tomando aire del aula y sacándolo (**extracción**).	Se ha de maximizar la cantidad de aire exterior con respecto a la cantidad de aire recirculado. La configuración existente y su modificación ha de estar a cargo de **personal técnico especializado.**
La toma o salida de aire puede ser por ventana, techo, u orificio específico realizado para ello.	El aire recirculado se puede **filtrar** mediante la introducción de un filtro en el sistema.

Existeixen fórmules per calcular cabal i renovació a l'utilitzar aquests sistemes de ventilació forçada, però excedeixen els objectius d'aquest curs. No obstant això, si algú està interessat en conèixer-los o fins i tot aplicar-los, pot consultar els annexos de la "Guia per a ventilació en aules CSIC".

5. ÚS DE PURIFICADORS D'AIRE

Quan no hi ha possibilitats de ventilació natural i / o forçada central o individual, o bé no són suficients, el següent pas és utilitzar purificadors d'aire.

Què ha de tenir un purificador d'aire?

- **Filtre HEPA (High Efficiency Particulate Air), certificat** que reté les partícules i proporciona aire 'net'. Es recomana HEPA H13 o superior (> 99,95% d'eficiència).

ISBN: 978-84-18396-19-9

- **Cabal suficient**. El cabal dels equips comercials s'expressa com CADR, de l'anglès Clean Air Delivery Rate, que és el cabal d'aire net que proporciona. El CADR dividit pel volum de l'aula indica les ACH aconseguides pel purificador. Haurà de ser suficient per complir amb els objectius de ventilació establerts (ACH objectiu).
- A**bsència d'ionitzadors o producció d'ozó**, ja que generen reaccions amb altres elements de l'atmosfera que no es controlen i pot tenir conseqüències negatives de formació de contaminants.
- **Soroll acceptable**.

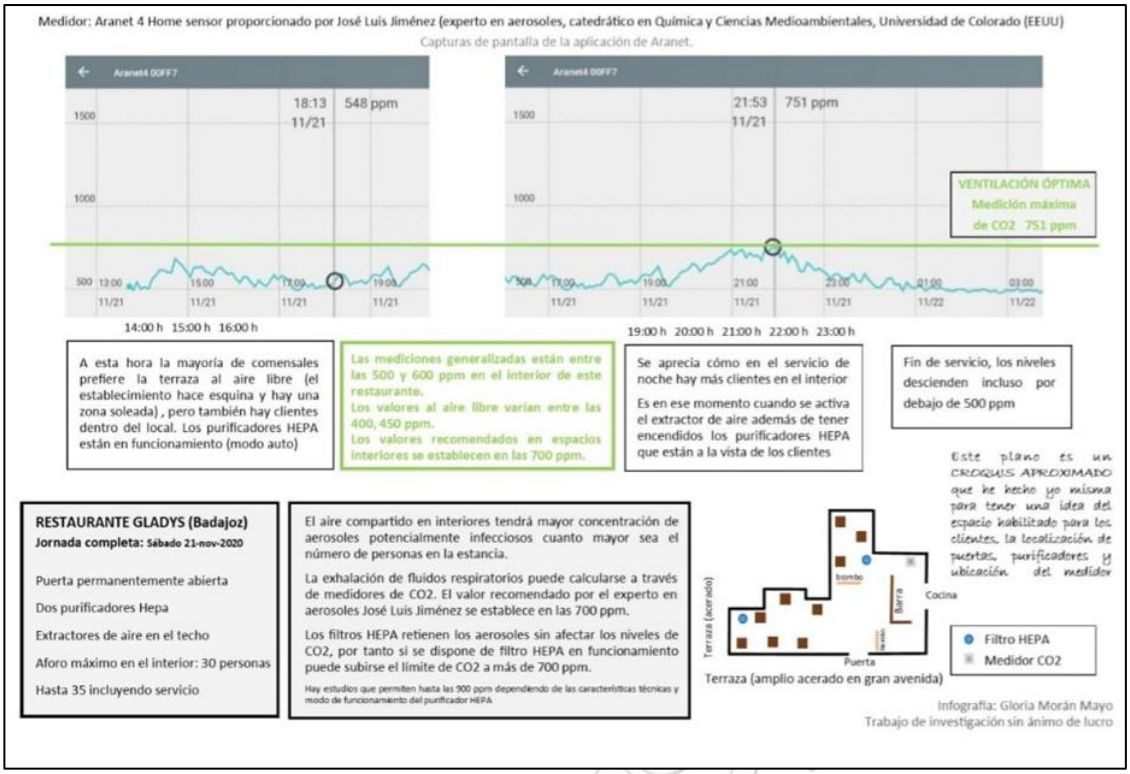
ATENCIÓ: S'han de canviar els filtres seguint les recomanacions de fabricant.

Una versió simplificada és la utilització d'un ventilador juntament amb un filtre MERV13. En aquest cas el cabal d'aire net no es pot determinar de manera senzilla. Aquesta opció és menys eficient i segurament més sorollosa que un purificador.

ATENCIÓ: Per desgràcia, hi ha molts tipus de purificadors diferents i màrqueting agressiu i enganyós de purificadors no provats, i alguns potencialment perillosos. Recomanem seguir les recomanacions de l'annex de la Guia per a ventilació de les aules. CSIC 2020.

A la següent imatge es descriuen les observacions realitzades en un centre hostaler pel que fa a les mesures aplicades per disminuir la transmissió del coronavirus i la seva relació amb les mesures de CO_2. Es té en compte circumstàncies com l'orientació de el local, la diferent afluència de públic, o l'activitat desenvolupada a l'interior per mantenir les xifres adequades.

ISBN: 978-84-18396-19-9



Font: Gloria Morán Mayo
https://twitter.com/GloriaMoMay/status/1349509854449332225?s=20

ATENCIÓ: en espais que compten amb purificadors d'aire cal tenir en compte que el filtre filtra els aerosols, no el CO2.

ISBN: 978-84-18396-19-9

DUBTES FREQÜENTS

Si està ben ventilat, em puc treure la mascareta?

No. Totes les mesures de protecció són necessàries. El límit de 700 ppm està definit per ocupants amb mascareta. Sense mascareta: (1) la quantitat d'aerosols emesos a l'ambient augmenta significativament i (2) estem menys protegits. Quan no es pugui utilitzar mascareta (ex. Menjador), serà necessari ventilar més (i aplicar un límit de CO2 més restrictiu).

5 renovacions / hora, ¿equival a obrir 5 vegades en una hora durant uns minuts?

No. Cinc renovacions / hora vol dir que cada hora ha d'entrar una quantitat d'aire net equivalent a, al menys, 5 vegades el volum de l'habitació.

Si faig servir un purificador, puc comprovar el seu funcionament amb l'analitzador de CO2?

No. El purificador filtra els aerosols, però no el CO2. Si el purificador està ben dimensionat (important assegurar), no seria necessari vigilar els nivells de CO2.

Quan l'espai tancat està buit, cal mantenir les finestres de bat a bat durant molt de temps?

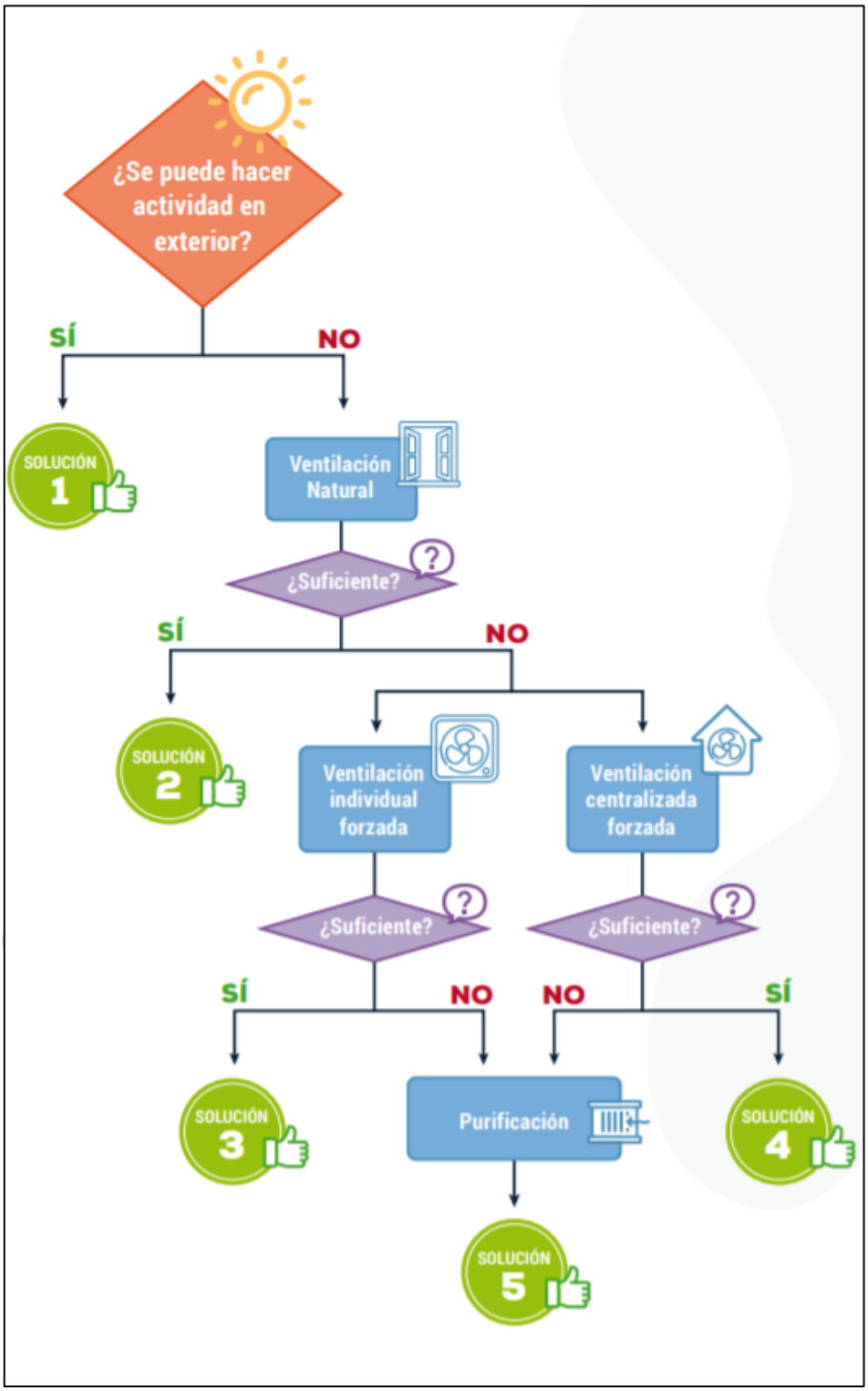
No. Només cal ventilar abundantment fins que el CO2 baixi fins unes 450 ppm. Normalment, amb finestres totalment obertes, 20 minuts solen ser més que suficients (però s'ha de verificar amb el mesurador de CO2). Ventilar més no aporta beneficis per a la qualitat de l'aire i consumeix calefacció innecessàriament.

Puc tancar la porta si les finestres estan obertes?

No. Les dues són necessàries.

ISBN: 978-84-18396-19-9

ANNEX: Algorisme de presa de decisió



Font: Guia per a ventilació en aules CSIC

BIBLIOGRAFIA

- Ministerio de Sanidad. Evaluación del riesgo de transmisión de SARS-CoV-2 mediante aerosoles. Medidas de prevención y recomendaciones. 2020. [citado 16 de enero de 2021]; Disponible en https://www.mscbs.gob.es/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActual/nCov/documentos/COVID19_Aerosoles.pdf
- Minguillón MC, Querol X, Felisi JM, Garrido T. Guía para ventilación de las aulas. CSIC 2020. [citado 16 de enero de 2021]; Disponible en https://digital.csic.es/handle/10261/221538
- Li Y, Qian H, Hang J, Chen X, Hong L, Liang P, et al. Evidence for probable aerosol transmission of SARS-CoV-2 in a poorly ventilated restaurant. medRxiv [Internet]. 22 de abril de 2020 [citado 8 de enero de 2021];2020.04.16.20067728. Disponible en: https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.04.16.20067728v1
- REAL DECRETO 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios. [citado 15 de enero de 2021]; Disponible en https://www.boe.es/boe/dias/2007/08/29/pdfs/A35931-35984.pdf
- Pérez Soriano J. Estrategias de ventilación segura en tiempos de pandemia. Disponible en http://www.prevenciondocente.com/
- Asociación Española Pediatría. Invierno, ventilación y confort térmico en los tiempos de la covid-67: optamos por la sostenibilidad y la resiliencia. 2020. [citado 08 de enero de 2021]; Disponible en https://www.aeped.es/sites/default/files/salud_medioambiental_escolar_confort_termico_ventilacionv2.pdf
- Comité de salud medioambiental, AEP. Red de unidades de pediatría ambiental. Covid19 un contaminante que flota en el aire. Un enfoque desde la Salud Medioambiental para reducir la transmisión de Sars-CoV2. 2020. [citado 16 de enero de 2021]; Disponible en https://www.aeped.es/sites/default/files/covid19flotaenelaire212.pdf
- Mondelli M, Colaneri M, Seminari E, Baldanti F, Bruno R. Low risk of SARS-CoV-2 transmission by fomites in real-life conditions. The Lancet Infectious Diseases. 2020 [citado 15 de enero de 2021]; Disponible en https://doi.org/10.1016/S1473-3099(20)30678-2
- Liang, Han-Hsi & Lin, Tzu-Ping & Hwang, Ruey-Lung, 2012. "Linking occupants' thermal perception and building thermal performance in naturally ventilated school buildings," Applied Energy, Elsevier, vol. 94(C), pages 355-363. [citado 15 de enero de 2021]; DOI: 10.1016/j.apenergy.2012.02.004
- Liu Y, Jiang J, Wang D, Liu J. The indoor thermal environment of rural school classrooms in Northwestern China. Indoor and Built Environment. 2017;26(5):662-679. [citado 16 de enero de 2021]; doi:10.1177/1420326X16634826
- Jones NR, Qureshi ZU, Temple RJ, Larwood JPJ, Greenhalgh T, Bourouiba L. Two metres or one: what is the evidence for physical distancing in covid-19? BMJ [Internet]. 25 de agosto de 2020 [citado 06 de enero de 2021];370. Disponible en: https://www.bmj.com/content/370/bmj.m3223
- Florentina Villanueva, Elena Jiménez, José Manuel Felisi, Tomás Garrido, José Luis Jiménez, Mila Ródenas y Amalia Muñoz. Guía sobre medidores de CO2 disponibles en

España. 2020. [citado 14 de enero de 2021]; Disponible en https://www.google.com/url?q=https://bit.ly/medidoresCO2&sa=D&ust=1610540655121000&usg=AOvVaw1XFpZPFKb_ibyhv2HW0IXh
- Santillán-García, Azucena; Minguillón, María Cruz; Tobias, Aurelio; Jiménez, José L. Es hora de aceptar que el SARS-CoV-2 se transmite por aerosoles y actuar en consecuencia. Index de Enfermería. 2020; 29(4): e13205. Disponible en: http://ciberindex.com/c/ie/e13205a [acceso: 13/01/2021]
- Kasim Khan, John W. M. Bush, and Martin Z. Bazant Beyond Six Feet: A Guideline to Limit Indoor Airborne Transmission of COVID-19 (Bazant & Bush, 2020) [citado 14 de enero de 2021]; Disponible en http://web.mit.edu/bazant/www/COVID-19/
- CDC Improving Ventilation in Your Home. [citado 08 de enero de 2021]; Disponible en https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/prevent-getting-sick/Improving-Ventilation-Home.html
- Coronapedia.org [citado 16 de enero de 2021]
- Aireamos https://www.aireamos.org/ [citado 16 de enero de 2021];

ATENCIÓ: La informació continguda en aquest document reflecteix la informació disponible en el moment en què es va crear el document.

DESCÀRREC DE RESPONSABILITAT

Aquest document es proporciona únicament amb finalitats informatives i educatives. El seu objectiu és oferir orientació pel que fa a la ventilació en els espais tancats en un esforç per reduir el risc de transmissió de malalties, específicament la SARS-CoV-2 i la malaltia que causa, COVID-19.

L'adherència a qualsevol informació inclosa en aquest document no garantirà un tractament amb èxit en cada cas, ja que cada situació i edifici són diferents, i el lector ha de reconèixer que no hi ha un escenari de "risc zero".
El document no s'ha de considerar exhaustiu i per descomptat no reemplaça l'orientació del govern i les organitzacions de salut.

AGRAÏMENTS

A l'equip de Aireamos.org, per la seva tasca divulgadora i la generositat al compartir tota la seva experiència i coneixement pel que fa a la transmissió per aerosols i la ventilació.