

Artículo Técnico
VMC 12/2020

Ventilación

Guía Técnica de Ventilación Mecánica Controlada (VMC)

Autor: Sergio Espiñeira Divison. Ingeniero Industrial. COEIC 11.440. Director Técnico en Giacomini España S.L.

➤ Sobre este artículo

Esta guía se ha elaborado con fines informativos y didácticos, a fin de ofrecer orientación con respecto a preguntas sobre la mejor aplicación de soluciones de ventilación mecánica controlada (VMC).

Si bien entendemos que puede ser de utilidad en la adopción de medidas para la mejora de la ventilación de locales cerrados, no podemos garantizar la precisión ni asumir ninguna responsabilidad por cualquier lesión o daño a personas o propiedad que surja de o esté relacionado con cualquier uso de esta guía, o por cualquier error u omisión. Es importante recordar que no existe el “riesgo cero” frente al riesgo de transmisión de enfermedades, específicamente el nuevo coronavirus SARS-CoV-2 y la enfermedad que causa, COVID-19.

Con todo, este documento no debe considerarse exhaustivo en cuanto a la inclusión de todos los métodos adecuados ni es excluyente de otros métodos razonablemente diseñados para obtener los mismos resultados. El documento tampoco puede evitar o eximir de la aplicación de la normativa general vigente.

➤ Por qué ventilar

Son muchas las razones por las que podemos justificar la necesidad de ventilar, empezando porque simplemente es una exigencia de la normativa vigente y siguiendo por la razón que origina tal exigencia, y que es algo más difícil de concretar.

Sin demasiada profundidad, podemos entender que la actividad metabólica de las personas, los materiales de construcción, contaminantes externos (como el radón), internos como los productos de limpieza y otros muchos actores/factores incorporan al aire de los locales que ocupamos determinadas sustancias, compuestos volátiles, que acabamos respirando. Su toxicidad y peligrosidad, así como la vulnerabilidad de las personas expuestas, determinan los niveles de ventilación recomendables en cada caso.

A este análisis preliminar hay que añadir el reciente y cada vez más conocido fenómeno de los “aerosoles” que emitimos al respirar, y que sabemos ya que son una vía de transmisión de virus como el SARS-CoV-2 y la enfermedad que causa, COVID-19.

Por tanto, en la medida en que los espacios que habitamos están cerrados y aislados del exterior por cerramientos cada vez más estancos, necesitamos sistemas que permitan asegurar la correcta renovación del aire para reducir la concentración de tales contaminantes sin que ello implique un consumo de energía desmesurado.

➤ La ventilación natural es insuficiente

Nuestro clima del sur de Europa y nuestros sistemas constructivos poco estancos a la infiltración de aire han configurado una creencia social que viene a decir que no necesitamos más sistema de ventilación que la ventilación natural, es decir, abriendo ventanas.

Sin embargo, la mejora en la calidad de los cerramientos y otros factores culturales y sociales hacen realmente muy difícil mantener abiertas las ventanas varias veces al día. Si a ello sumamos el incremento de consumo energético y las temperaturas extremas exteriores de algunas zonas de nuestra geografía, tanto en verano como en invierno, llegamos a la conclusión que es necesario automatizar las instalaciones de ventilación si realmente queremos que cumplan su cometido y nos aseguren un consumo de energía razonable.

➤ Ventilar cuesta dinero

Absolutamente sí. Renovar el aire interior con aire de la calle requiere filtrarlo y tratarlo térmicamente. Si la ventilación es natural, no habrá consumo eléctrico en ventiladores, pero trasladaremos al sistema de calefacción / climatización el esfuerzo del tratamiento térmico. Si la ventilación es mecánica, tendremos además un consumo eléctrico en ventiladores.

Por este motivo es muy importante que los sistemas de ventilación se diseñen de manera que se reduzca al máximo el consumo de energía asociado.

➤ ¿Ventilar o purificar?

Recientemente, y con motivo de la preocupación de muchas familias respecto al riesgo de exposición de los niños al SARS-CoV-2 en las aulas escolares, se ha extendido el interés por la instalación de purificadores de aire. Su facilidad de instalación (como instalar una estufa de butano) y su reducido precio han contribuido en el incremento de ventas de este producto-milagro.

También ayuda a su venta el hecho de que muchos de estos equipos incluyen filtros HEPA, tecnología de filtración aplicada también en quirófanos, sea un buen escaparate publicitario. Lo que no se dice es que los quirófanos incorporan esta tecnología de filtración justo en la entrada de aire exterior (precisamente para impedir la entrada de contaminantes), y que el caudal de aire exterior está diseñado para renovar hasta 12 veces en una hora, o lo que es lo mismo, para cambiar el aire interior por aire exterior cada 5 minutos.

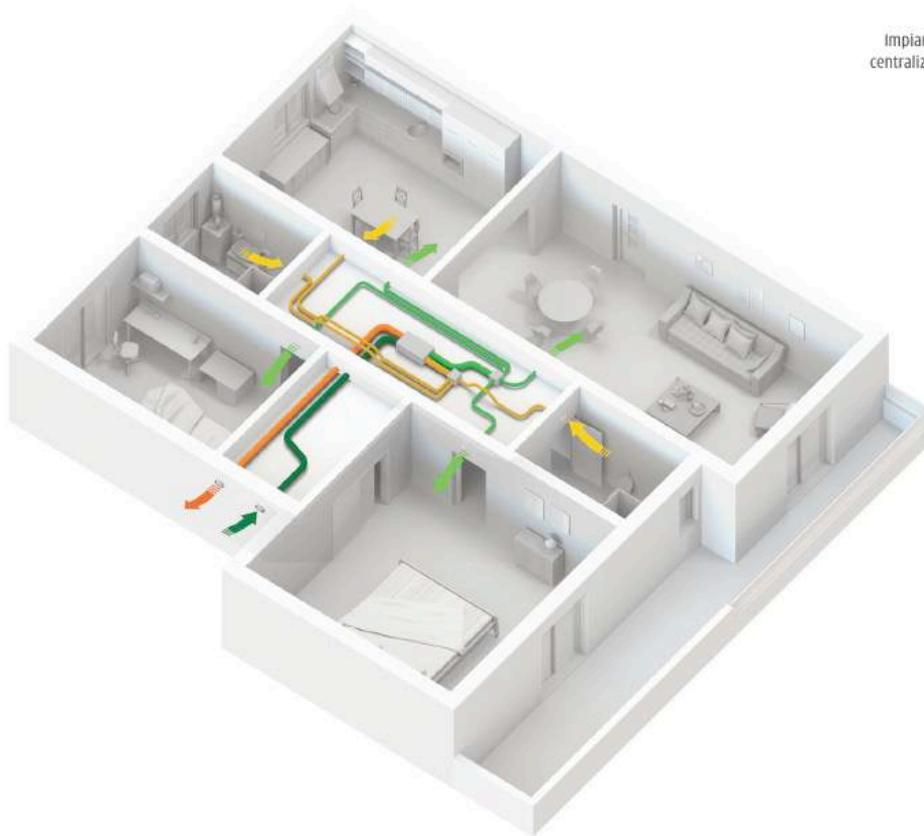
Estos equipos portátiles, con caudales de entre 300 y 400 m³/h, no solo no renuevan el aire si no que tardan bastante tiempo en filtrar el aire interior. Suponiendo que la instalación de este equipo garantizase realmente la completa circulación del aire, que es mucho suponer, en un espacio de 100 m² y 3 m de alto (unos 300m³) sería necesaria una hora para filtrar todo el aire del local una sola vez.

Por último, la filtración del aire no repone el oxígeno consumido ni elimina el CO₂ generado, ni tampoco elimina muchos otros contaminantes que si es son expulsados al exterior cuando se renueva el aire.

Por ello, la purificación de aire puede entenderse como una ayuda en la eliminación de determinadas partículas, pero no puede reemplazar la necesaria ventilación de los locales.

➤ Sistemas VMC centralizados

La mayoría de los sistemas VMC se instalan de manera centralizada, es decir, mediante un equipo con capacidad para mover el caudal de aire necesario en un conjunto de locales (como puede ser una vivienda), de manera que es necesario instalar una red de conductos de extracción de aire viciado y otra red de conductos de inyección de aire exterior, aire fresco. Estos equipos necesitan dos tomas de aire abiertas al exterior, por las que se expulsa el aire viciado y se toma el aire fresco.



Impianto a doppio flusso con unità centralizzata di estrazione e rinnovo.

Este diseño de instalaciones permite dotar a los equipos VMC de recuperadores de calor que van a reducir hasta en un 90% el consumo de energía necesaria para el calentamiento / refrigeración del aire exterior. En muchas ocasiones, además, los equipos para VMC centralizados pueden incorporar otras tecnologías de tratamiento de aire como baterías de apoyo o también etapas de deshumectación.

Sistemas VMC individuales

Son muchos los casos en los que no es posible instalar sistemas de VMC centralizados, ya sea por falta de espacio en edificios existentes o porque la utilización intermitente de los espacios no lo recomiende. En estos casos puede ser de gran ayuda emplear equipos diseñados para ser instalados directamente en aulas, locales comerciales, comedores, a fin garantizar la correcta ventilación e higienización del aire de locales en los que se reúnan personas mediante un sistema eficiente de recuperación de calor, SIN NECESIDAD DE REDES DE CONDUCTOS.

La instalación de equipos VMC individuales se enmarca dentro de la **SOLUCIÓN 3** de la *Guía para ventilación en aulas (CESIC. Octubre 2020)*, y facilita el cumplimiento a todas las recomendaciones para minimizar el riesgo de transmisión del SARS-CoV-2 recogidas en la *Guía de recomendaciones por Covid19 en sistemas de climatización (IDAE, Junio 2020)*.

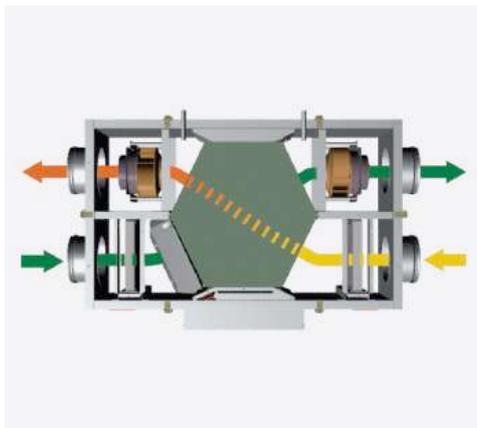
Más información aquí:

<https://es.giacomini.com/area-de-descargas>

➤ La recuperación de calor ESTATICA, ENTÁLPICA y ACTIVA (AEROTERMICA)

La recuperación de calor del aire de ventilación es una técnica que permite recuperar el calor contenido en el aire viciado que se expulsa al exterior y aprovecharlo para calentar el aire procedente del exterior en invierno. En verano, el procedimiento es completamente simétrico, y se emplea el aire de expulsión para refrigerar el aire procedente del exterior.

Los recuperadores de calor requieren siempre la instalación de un equipo de 4 tomas de aire: extracción de los locales y expulsión al exterior, y toma de aire exterior e inyección en los locales, y emplean básicamente tres tecnologías, con algunos matices.



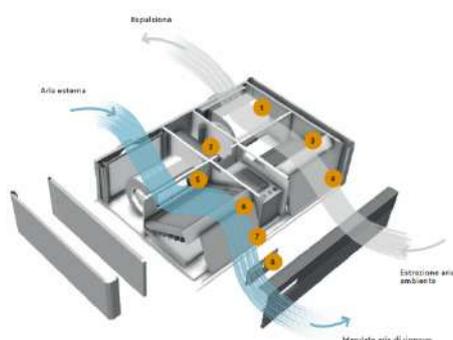
Los recuperadores estáticos (y entálpicos) basan su funcionamiento en el intercambio de calor entre dos flujos de aire separados por láminas impermeables.

Los recuperadores estáticos pueden ser metálicos o de otros materiales resistentes a la oxidación, mientras que los recuperadores entálpicos están fabricados con membranas poliméricas con tratamientos anti bacteriológicos que permiten también el intercambio del vapor de agua. Ello permite la recuperación del calor sensible y latente del aire.



Existen versiones de recuperadores que emplean materiales que acumulan energía. Estos acumuladores pueden ser de un único flujo de sentido reversible, o de oblea rotativa entre dos flujos de aire.

En ambos casos, el único consumo de energía necesario es el de los ventiladores, y la eficacia de los equipos puede alcanzar el 80% en condiciones óptimas (máxima diferencia de temperaturas entre el interior y el exterior).



Los recuperadores de calor ACTIVOS emplean otra estrategia de recuperación de calor basada en la incorporación de un sistema AEROTERMICO reversible, también llamado ACTIVO o TERMODINÁMICO, que permite extraer calor de manera activa (empleando energía) y más eficiente que los recuperadores estáticos. Esta tecnología facilita el hecho de que, en condiciones extremas, los recuperadores activos sean capaces de igualar la temperatura del aire exterior a la del interior, evitando sobrecargas en los sistemas de calefacción y refrigeración.

Los recuperadores de calor ACTIVOS consumen más energía que los estáticos (tienen ventiladores y compresor) pero calientan y enfrían el aire exterior de manera más eficiente que la mayoría de sistemas de calefacción centralizada, y que normalmente emplean combustibles fósiles.

➤ La desinfección UV

Algunos equipos VMC cuentan con lámparas UV para aprovechar la capacidad higienizante de la radiación Ultra Violeta (UV). Esta tecnología, empleada también en laboratorios y salas esterilizadas, se aplica en el interior de los equipos a fin de asegurar que no existe en su interior la proliferación de bacterias ni virus, en el caso de que hayan sido expuestos

Aunque los sistemas de ventilación individual no recirculan aire y están equipados con filtros ePM1 del 80% de eficiencia, las lámparas UV aseguran que en ninguna circunstancia puede darse la contaminación de los componentes interiores, ni por tanto su propagación al interior de los locales.

En cualquier caso, no debe confundirse la higienización del interior de los equipos de ventilación con la “desinfección” del aire que circula por su interior.

➤ Los filtros ePM1-80%

La Organización Internacional de Normalización (ISO) ha creado una nueva norma global, la ISO 16890, que define la clasificación y los procedimientos de prueba de los filtros para el aire empleados en sistemas generales de ventilación. En particular, la ISO 16890 se refiere a los elementos para el filtrado del aire tomando en consideración partículas de dimensiones comprendidas entre 0,3 μm y 10 μm .

La nueva norma, que entró en vigor de forma definitiva en agosto de 2018, sustituye a las normativas europeas EN 779 y ASHRAE 52.2, esta última predominante en los EE. UU., con el fin de establecer una única normativa mundial. Está prevista la clasificación dividida en 4 grupos ligados a las prestaciones del filtro frente a tres fracciones de partículas distintas con un porcentaje más específico que indica la eficiencia del filtro. La nueva norma ofrece una clasificación de prestaciones y define una eficiencia de los elementos filtrantes para 3 clases de partículas: PM10, PM2,5 y PM1.

PM es el acrónimo de Particulate Matter, en la norma ISO 16890, PMx indica partículas con un diámetro aerodinámico comprendido entre 0,3 μm y x μm . La eficiencia porcentual de un filtro probado con partículas de clase PMx se denomina ePMx, se expresa en % e indica la capacidad de un filtro de retirar de un flujo una fracción de masa de partículas pertenecientes a un intervalo dimensional determinado.

En la EN 16890, las clases de eficiencia son una por cada intervalo dimensional de partículas PM10, PM2,5 y PM1.

EFICIENCIA	DIMENSIONES DE LAS PARTÍCULAS – μm
ePM10	0,3 < x < 10
ePM2,5	0,3 < x < 2,5
ePM1	0,3 < x < 1

Según la certificación ISO 16890 los filtros ePM1 – 80% filtran el 80% de las partículas de tamaño entre 0.3 y 1 micrón.

GRUPO	UNI EN 779:2012		UNI EN ISO 16890:2017		
Clasificación		Iso Coarse	ePM ₁₀	ePM _{2.5}	ePM ₁
Basto	G1	40 %	n/d	n/d	n/d
	G2	70 %	n/d	n/d	n/d
	G3	80 %	n/d	n/d	n/d
	G4	90 %	n/d	n/d	n/d
Medio	M5	n/d	De 50 % a 55 %	De 10 % a 35 %	De 5 % a 20 %
	M6	n/d	De 65 % a 70 %	De 50 % a 55 %	De 20 % a 40 %
Fin	F7	n/d	De 80 % a 85 %	De 70 % a 75 %	De 60 % a 65 %
	F8	n/d	De 90 % a 95 %	De 80 % a 85 %	De 75 % a 80 %
	F9	n/d	De 95 % a 100 %	De 90 % a 95 %	De 85 % a 90 %

➤ ¿Qué caudal de ventilación se necesita?

El caudal de aire de ventilación necesario debe calcularse en base a los criterios establecidos en la normativa vigente, el CTE o el RITE según la aplicación (ver anexos 3 y 4 de esta guía técnica) y también respecto a las guías de ventilación aplicables.

Para el dimensionamiento de sistemas de ventilación destinados a reducir el riesgo de contagio por SARS-CoV-2, son recomendables las propuestas incluidas en las guías propuestas por organismos oficiales (ver ANEXO 1 de esta guía) y que pueden resumirse en dos criterios:

1. Calcular la tasa de ventilación por persona indicada en el RITE. Siempre que sea posible, alcanzar el nivel IDA2 aunque la tasa de ventilación por persona en condiciones normales sea inferior.



Fuente: Guía de recomendaciones por Covid19 en sistemas de climatización (IDAE, Junio 2020)

2. En el caso de aulas, verificar la puntuación respecto al número de renovaciones por hora (ACH)

ACH (Renovaciones por hora de Aire)

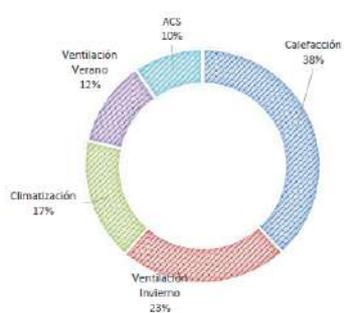


Fuente: Guía para ventilación en aulas (CESIC, Octubre 2020)

En cualquier caso, es importante tener en cuenta la demanda y consumo de energía, que deberá estimarse mediante programas de simulación energética como GKPlay.

Los programas de simulación energética van a permitir estimar, de manera fiable, cual va a ser la demanda y el consumo de energía en una zona climática concreta.

CTE DB HE1.- Estimación de la Demanda de Energía



GKPlay_SC_2021	
Calefacción	kWh 6.141
Ventilación Invierno	kWh 3.734
Climatización	kWh 2.736
Ventilación Verano	kWh 1.919
ACS	kWh 1.540
DEMANDA TOTAL ANUAL	kWh 16.069

Datos para selección tablas MET



Provincia (Península y Baleares)
 Altitud sobre nivel del mar de la capital
 Altitud (si es diferente)
 Zona Climática de Referencia (automático)

	Barcelona
m	12
m	
	B3

Fuente: Ejemplo de simulación energética con GKPlay_SC_2021 de Giacomini

➤ Ejemplo de cálculo del caudal necesario: Aula escolar de 40 m² con 15 alumnos + 1 docente

- Volumen: 40m² x 3m = 120 m³
- Tasa de ventilación por ocupación IDA 2: 16 personas x 45 m³/h = 720 m³/h
- Tasa de ventilación por ocupación IDA 3: 16 personas x 28,8 m³/h = 460 m³/h

Instalación de 1 Ud VMC vertical con envolvente KHRA2VV380

- Caudal de ventilación: 380 m³/h.
- Tasa de ventilación por persona: 380 / 16 = 23,75
- ACH = 380 / 120 = 3,16.



Conclusión: La instalación de 1 equipo asegura una tasa de renovación mínima de 3,16 renovaciones hora. No se cubre la tasa de ventilación IDA2 del RITE

Instalación de 2 Ud verticales con envolvente KHRA2VV380

- Caudal de ventilación: 380 x 2 = 760 m³/h.
- Tasa de ventilación por persona: 760 / 16 = 47,5
- ACH = 720 / 120 = 6,3



Conclusión: La instalación de 2 equipos aseguran una tasa de renovación IDEAL (>6) y cumple con el criterio tasa de ventilación por persona del RITE IDA2 >45 m³/h por persona

➤ Cuánto cuesta ventilar

El aire de ventilación necesita aproximadamente 0.32 W/m³°C de temperatura seca y 0.7 W/m³ °C de temperatura húmeda, lo que en la práctica supone una importante cantidad de energía y potencia destinada al calentamiento / enfriamiento del aire exterior.

En un aula en la que se introduzcan 800m³/h de aire exterior, los costes de calentamiento con el sistema de calefacción central van a suponer cerca de 500€/año. De ahí la absoluta necesidad de disponer de sistemas VMC que permitan una recuperación de calor del aire expulsado.



CTE DB HE1.- Estimación de la Demanda de Energía

GKPlay_SC_2021



Calefacción	kWh	0
Ventilación Invierno	kWh	5.478
Climatización	kWh	0
Ventilación Verano	kWh	0
ACS	kWh	0
DEMANDA TOTAL ANUAL	kWh	5.478

Datos para selección tablas MET



Provincia (Península y Baleares)
 Altitud sobre nivel del mar de la capital
 Altitud (si es diferente)
 Zona Climática de Referencia (automático)
 Uso del edificio
 Horas de Ventilación mecánica VMC

A Coruña
26
C1
Escuelas con ducha
10h



GKPlay_SC_2021

Estimación del Consumo de Energía Final. VARIANTE 1

Tipo de demanda	Generador	R / η	Demanda kWh	Consumo kWh	Precio €/kWh	Consumo €/año
Calefacción	AEROTERMIA GIACOMINI HPM CALEFACCION a Tmin	4,64	0,0	0,0	0,15	0,0 €
Ventilación Invierno	CLEAN AIR GIACOMINI en INVIERNO	4,40	5.477,6	1.244,9	0,15	186,7 €
Climatización	AEROTERMIA GIACOMINI HPM REFRIGERACIÓN a 7°C	4,64	0,0	0,0	0,15	0,0 €
Ventilación Verano	CLEAN AIR GIACOMINI en VERANO	3,30	0,0	0,0	0,15	0,0 €
ACS	AEROTERMIA HPM GIACOMINI ACS (55°C)	3,00	0,0	0,0	0,15	0,0 €
TOTAL			5.478	1.245		186,7 €
AHORROS EN RECUPERACIÓN DE CALOR Y FOTOVOLTAICA						
	SOLAR FOTOVOLTAICA	1		0,0	0,15	0,0 €
	Recuperador de calor en Invierno	0		0,0	0,15	0,0 €
	Recuperador de calor en Verano	0		0,0	0,15	0,0 €
TOTAL AHORROS				0		0,0 €

Estimación del Consumo de Energía Final. VARIANTE 2

Tipo de demanda	Generador	R / η	Demanda kWh	Consumo kWh	Precio €/kWh	Consumo €/año
Calefacción	Caldera de Gasóleo	0,80	0,0	0,0	0,07	0,0 €
Ventilación Invierno	Caldera de Gasóleo	0,80	5.477,6	6.847,0	0,07	480,2 €
Climatización	AEROTERMIA GIACOMINI HPM REFRIGERACIÓN a 7°C	4,64	0,0	0,0	0,15	0,0 €
Ventilación Verano	AEROTERMIA GIACOMINI HPM REFRIGERACIÓN a 7°C	4,64	0,0	0,0	0,15	0,0 €
ACS	Caldera de Gasóleo	0,80	0,0	0,0	0,07	0,0 €
TOTAL			5.478	6.847		480,2 €
Recuperación de calor y fotovoltaica						
	SOLAR FOTOVOLTAICA	1		0,0	0,07	0,0 €
	Recuperador de calor en Invierno	0		0,0	0,07	0,0 €
	Recuperador de calor en Verano	0		0,0	0,15	0,0 €
TOTAL AHORROS				0		0,0 €

Comparativa VARIANTE 1 / VARIANTE 2

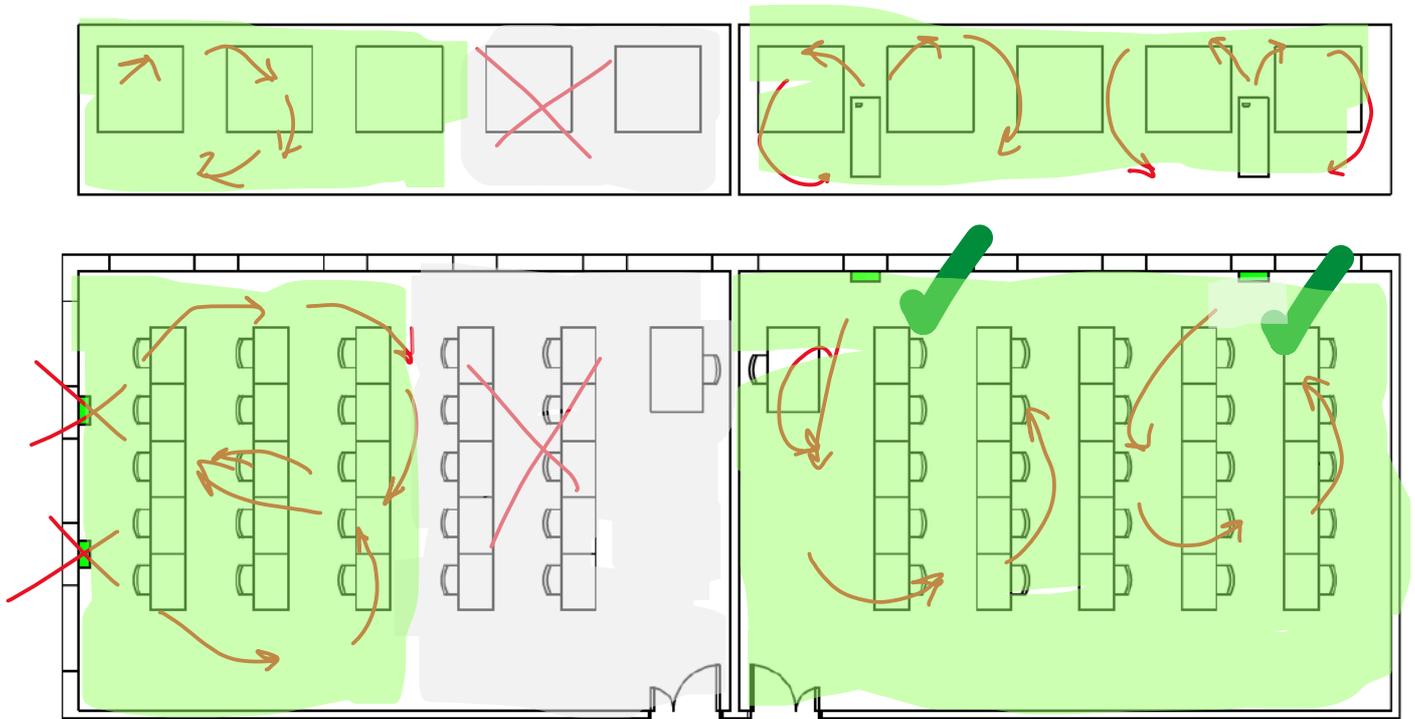
81,82% 61,12%



Giacomini S.p.A.
 Via per Alzo 39, 28017 San Maurizio d'Opaglio (NO) Italia
 consulenza.prodotti@giacomini.com
 +39 0322 923372 - giacomini.com

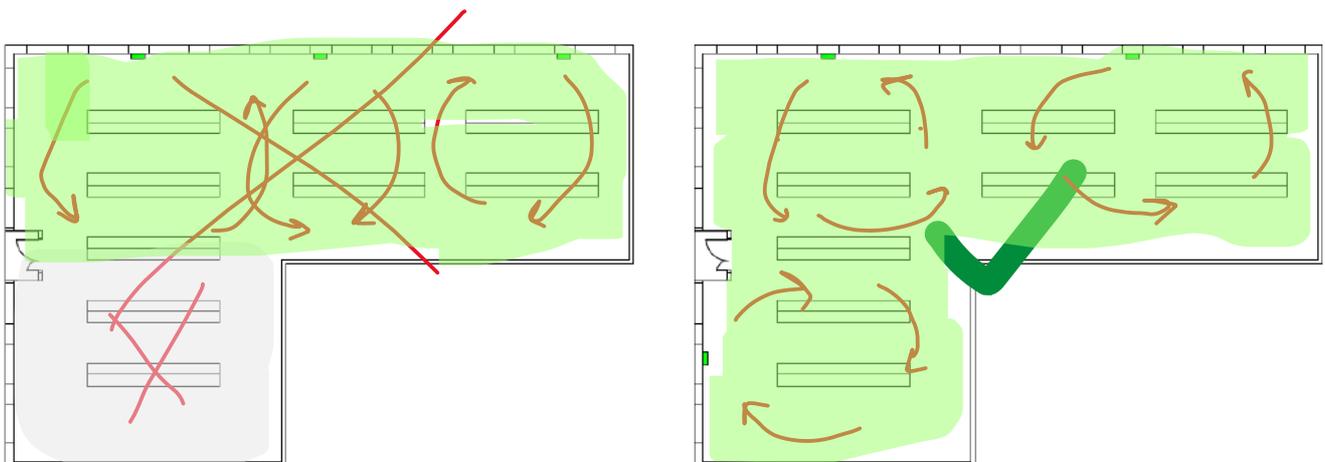
➤ Instalación de equipos VMC individuales. Ejemplos.

Ejemplo de instalación en Aulas



Mejor en la pared larga, se reduce el volumen de aire con menos movimiento. Dejar 1 m libre alrededor del equipo.

Ejemplo de instalación en Locales Comerciales



Es recomendable buscar emplazamientos que reduzcan las zonas con menos movimiento de aire. También Dejar 1 m libre alrededor del equipo.

➤ ANEXO 1.- Guía de recomendaciones por Covid19 en sistemas de climatización (IDAE, junio 2020)

https://www.miteco.gob.es/es/ministerio/medidas-covid19/sistemas-climatizacion-ventilacion/guaderecomendacionesporcovid19ensistemasdeclimatizacion_tcm30-509985.pdf

El Instituto para la Diversificación y el ahorro de energía (IDAE) ha elaborado una guía con recomendaciones a aplicar en sistemas HVAC e instalaciones de ventilación en general, de entre las que se destaca como medida preventiva que los sistemas de ventilación deben garantizar un nivel de calidad de aire equivalente a un IDA-2 del RITE, es decir, un caudal de 45 m³/h por persona.



Esta tasa de ventilación por persona supone un incremento considerable del caudal de aire exterior que es necesario inyectar en los locales bajo la normativa preceptiva (RITE), y según la propia guía debería lograrse mediante el aumento de la tasa de ventilación o mediante la reducción del aforo, adecuándolo a los caudales de ventilación.

	RECOMENDACIÓN IDAE	CLEAN-AIR
REC-1	Caudal Mínimo de Aire Exterior	Si
REC-2	Verificación de Caudales	Si
REC-3	Modificar el Control para Aumentar la Ventilación	Si
REC-4	Reducir o Eliminar en lo Posible la Recirculación de Aire en los equipos	Si
REC-5	Recuperadores de Calor	Si
REC-6	Extracción de Aseos en Continuo	Si(1)
REC-7	Aumento de la Ventilación Natural	Si
REC-8	Temperaturas de consigna habituales	Si
REC-9	Humedad Relativa en los Valores Habituales	Si
REC-10	Funcionamiento de las Unidades Terminales con Recirculación de aire en instalaciones dotadas de ventilación exterior	Si(2)
REC-11a	Sistemas de filtración y purificación centralizados	Si
REC-11b	Sistemas de filtración y purificación portátiles	Si

(1) Para equipos con extracción conducida.

(2) Permite el funcionamiento combinado de ambas unidades

➤ ANEXO 2.- Guía para ventilación en aulas (CESIC, octubre 2020)

https://www.csic.es/sites/default/files/guia_para_ventilacion_en_aulas_csic-mesura.pdf

El Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CESIC), en colaboración con la Conselleria d'Educació, Cultura i Esports de la Generalitat Valenciana, ha elaborado una guía de consejos sencillos relacionados con la toma de decisiones y estrategias para reducir el riesgo de contagio mediante la mejora de la calidad de aire interior en aulas de formación.

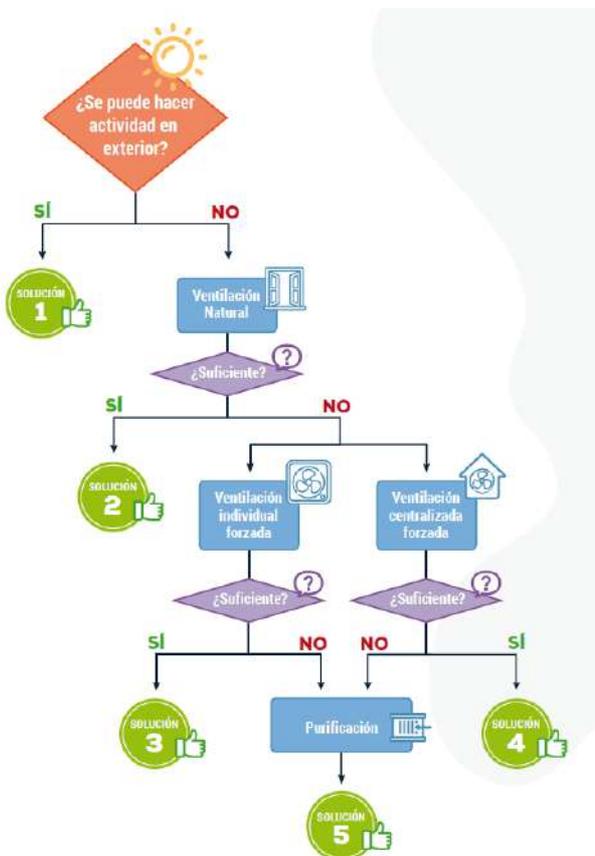
Destaca de este documento una metodología sencilla pero muy ilustrativa de la tasa de ventilación recomendada en entornos escolares, basada en los ratios de ocupación, en las dimensiones de las aulas, y en las indicaciones de la guía ASHRAE. Esta tasa de ventilación se mide en ACH (Renovaciones por hora del aire) e indica el número de veces que sería recomendable renovar el aire de cada local.

ACH (Renovaciones por hora de Aire)



Fuente: Guía para ventilación en aulas (CESIC. Octubre 2020)

En esta guía se plantea también un algoritmo de análisis de soluciones, que según cada caso, permiten evaluar la idoneidad de una determinada decisión o solución técnica.



Según este algoritmo de evaluación, la preferencia a la hora de aplicar medidas protectoras o soluciones técnicas sería el siguiente:

1. Mejor al aire libre
2. Ventilación Natural
3. Ventilación Individual Forzada
4. Ventilación Centralizada Forzada
5. Purificación

Los sistemas VMC se engloban dentro de la segunda y tercera opción en orden de preferencia, SOLUCIÓN 2 y 3.

Fuente: Guía para ventilación en aulas (CESIC. Octubre 2020)

➤ Anexo 3. Caudales normales de ventilación en viviendas CTE

En viviendas, el dimensionamiento de los equipos de ventilación debe realizarse en base a los criterios normativos vigentes indicados en el actual Código Técnico de la Edificación CTE, que establece unos caudales mínimos por estancia. En este caso deberán emplearse los equipos sin envolvente, aptos para canalizar el aire de extracción y de impulsión

Tabla 2.1 Caudales mínimos para ventilación de caudal constante en locales habitables

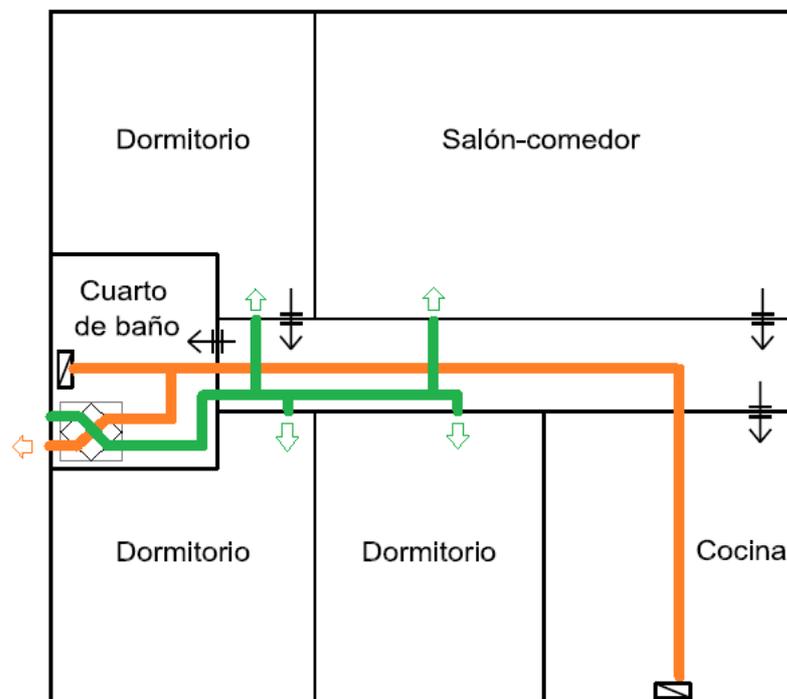
Tipo de vivienda	Caudal mínimo q_v en l/s				
	Locales secos ⁽¹⁾ ⁽²⁾			Locales húmedos ⁽²⁾	
	Dormitorio principal	Resto de dormitorios	Salas de estar y comedores ⁽³⁾	Mínimo en total	Mínimo por local
0 ó 1 dormitorios	8	-	6	12	6
2 dormitorios	8	4	8	24	7
3 o más dormitorios	8	4	10	33	8

(1) En los *locales* secos de las viviendas destinados a varios usos se considera el caudal correspondiente al uso para el que resulte un caudal mayor

(2) Cuando en un mismo *local* se den usos de *local* seco y húmedo, cada zona debe dotarse de su caudal correspondiente

(3) Otros *locales* pertenecientes a la vivienda con usos similares (salas de juego, despachos, etc.)

1 l/s = 3,6 m³/h



➤ Anexo 4.- Caudales normales de ventilación en locales de uso diferente a vivienda (RITE)

Para usos distintos al de vivienda, el dimensionamiento del caudal de ventilación debe realizarse en base a los criterios normativos vigentes, indicados en el actual Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios. Dicho reglamento, establece una tasa de ventilación por persona y por m², en función de la calidad del aire exigible. La tabla siguiente resume la información principal.

CALIDAD DEL AIRE SEGÚN EL TIPO DE LOCAL (RITE)	Caudal por persona (m ³ /h)	Nivel de CO ₂ (ppm)	Caudal por m ² (m ³ /h)
IDA 1 (aire de óptima calidad): hospitales, clínicas, laboratorios y guarderías.	72	350	no aplicable
IDA 2 (aire de buena calidad): oficinas, residencias (locales comunes de hoteles y similares, residencias de ancianos y de estudiantes), salas de lectura, museos, salas de tribunales, aulas de enseñanza y asimilables y piscinas.	45	500	2,988
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 (salvo piscinas) y salas de ordenadores.	28,8	800	1,98
IDA 4 (aire de calidad baja)	18	1200	1,008

En el caso de sistemas de ventilación de caudal constante, se debe emplear el caudal máximo de entre el calculado por persona y por m².

En los casos en los que exista un contaminante medible, los caudales de ventilación pueden ajustarse de manera que se asegure una concentración límite de dichos contaminantes.

En locales densamente ocupados por personas, se utilizará la medición de CO₂ como medida indirecta de la concentración de contaminantes derivados de la ocupación.