

XII.3. CÁLCULO DE LA VENTILACIÓN

Para todos los tipos de ventilación, el primer paso consiste en determinar los caudales necesarios de aire. Acto seguido se dimensionarán los elementos necesarios para que se cumplan los requisitos.

XII.3.1. DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA DE AIRE

El metabolismo vital de las personas exige un determinado consumo de oxígeno en función de variados factores tales como el tamaño, sexo, tipo de actividad, duración de la misma, etc., lo que obliga a una renovación mínima del aire de los ambientes habitados. Por otra parte la renovación excesiva puede repercutir desfavorablemente en la economía de la climatización.

Normalmente la tasa de ventilación se tomará como requisito personal de cada uno de los ocupantes de un local. En algunos casos, se hará tomando una tasa por unidad de superficie, cuando sea difícil determinar el número de ocupantes o el requisito de ventilación lo determinen aparatos mecánicos.

a) *Ventilación para edificios de vivienda.*— La ventilación mínima atenderá a criterios de supervivencia, de salubridad, de economía y, fundamentalmente, de comodidad («*comfort*»). Las tasas de ventilación mínima para locales de vivienda, | 19 |, se establecen de acuerdo con la normativa (CTE-DB-HS-3).

Ha de tenerse en cuenta que hay un caudal de admisión que es la suma de los correspondientes a los locales vivideros (estares, dormitorios) y otro de extracción, suma de los correspondientes a cocinas y aseos (excluyendo la ventilación adicional). El caudal total que ha de ventilar la vivienda será el mayor de ellos.

| 19 | Caudales de ventilación mínimos exigidos en el DB-HS-3 para edificios de viviendas.

Locales	caudal de ventilación mínimo exigido q_v (L/s)		
	por ocupante (L/s.pers)	por m^2 útil (L/s· m^2)	en función de otros parámetros
Dormitorios	5 ⁽¹⁾		
salas de estar y comedores	3 ⁽¹⁾		
Aseos y cuartos de baño			15 L/s por <i>local</i>
Cocinas		2	
trasteros y sus zonas comunes		0,7	50 L/s por <i>local</i> ⁽²⁾
aparcamientos y garajes			120 L/s por plaza ⁽³⁾
almacenes de residuos		10	

⁽¹⁾ Se considera un ocupante por dormitorio individual y dos en los dobles. En comedores y salas de estar la suma de los ocupantes de todos los dormitorios de la vivienda.

⁽²⁾ Este es el caudal correspondiente a la ventilación adicional específica de la cocina según se explica más arriba (→ XII.2.4, 4°).

⁽³⁾ Puede ser intermitente mandada por un detector de CO

b) *Ventilación para otros edificios.*— Para edificios de uso distinto de la vivienda, el RITE⁷ determina los caudales mínimos de ventilación, a partir de la calidad del aire interior requerida para cada uso. En | 20 |, se expresan los caudales correspondientes a casos normales, con ocupantes con actividad ligera (1,2 met), con solo contaminación de origen humano, a casos de locales en los que esté permitido fumar en las mismas condiciones que el anterior, y a casos de locales no ocupados permanentemente por personas (almacenes y similares), según las distintas calidades del aire que pide el Reglamento, sin tener en cuenta la calidad del aire exterior.

| 20 | Caudales mínimos de aire exterior, en otros edificios

Categoría	usos a que se aplica	locales ocupados habitualmente L/s por persona		locales no ocupados habitualmente L/(s· m^2)
		no fumadores	fumadores	
IDA 1: aire de óptima calidad	hospitales, clínicas, laboratorios y guarderías.	20	—	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.	12,5	25	0,83
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.	8	16	0,55
IDA 4: aire de calidad baja		5	10	0,28

IDA son las siglas del inglés Indoor Air

c) *Ventilación según otros criterios.*— Además de el caso general referido, el RITE habla de otros criterios, como el de la calidad del aire percibido, que tiene en cuenta los olores que pueda haber en el aire, el de la concentración de CO₂, o el de la dilución de contaminantes en el aire, específico para zonas industriales y laboratorios con emisión de contaminantes. De estos se describe brevemente el segundo, concentración de CO₂.

⁷ RITE, de las tablas 1.4.2.1 y 1.4.2.4 de la IT 1.1.4.2.3

Método de la concentración admisible de CO₂.— Este método de cálculo del caudal mínimo es adecuado para locales donde las personas desarrollan una gran actividad metabólica, fuente de dióxido de carbono, | 22 |, como discotecas, gimnasios...

| 21 | **Concentración de CO₂ (en % en volumen) por encima de la concentración en el aire exterior.**

Calidad	CO ₂ (%)
IDA 1	0,035
IDA 2	0,05
IDA 3	0,08
IDA 4	0,12

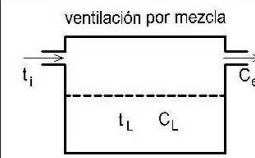
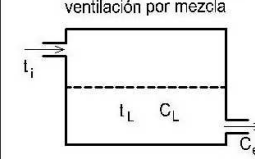
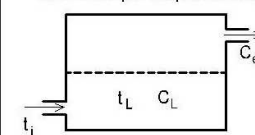
El caudal se obtendría por la fórmula:

$$| 22 | \quad q_v = 100 \times \frac{0,0042 \times A_M}{C_{COA} - C_{COE}} \times \left(\frac{1}{r_v} \right)$$

en la que:

- q_v caudal de ventilación (L/per)
- A_M actividad metabólica individual (met)
- C_{COA} concentración de CO₂ máxima admisible en el ambiente interior, C_{COE} + | 21 | (%),
- C_{COE} concentración de CO₂ en el ambiente exterior (estimada en 0,03%)
- r_v eficacia de la ventilación, | 23 | (-).

| 23 | **Valores de la eficacia de la ventilación para distintos casos.**

Modo de ventilar	diferencia de temperatura entre el aire impulsado y el del local (t _i - t _L) °C	eficacia de la ventilación
 ventilación por mezcla t _i < t _L	< 0	0,9 ... 1,0
	0 ... 2	0,9
	2 ... 5	0,8
	> 5	0,4 ... 0,7
 ventilación por mezcla t _i > t _L	> -5	0,9
	0 ... -5	0,9 ... 1,0
	> 0	1,0
 ventilación por desplazamiento t _i > t _L	> 2	0,2 ... 0,7
	0 ... 2	0,7 ... 0,9
	< 0	1,2 ... 1,4

d) **Ventilación de locales técnicos.**— Un caso muy distinto es el de la ventilación de locales en los que es rara la presencia de personas, pero requieren una ventilación específica para los procesos que en ellos se hacen (combustiones, p.e.). En estos casos, el caudal de aire para cada caso, así como el modo de suministro, se detalla en los capítulos correspondientes.

Una primera aproximación puede obtenerse de | 24 |.

| 24 | **Huecos de ventilación para cuartos de instalaciones**

Tipo de local	Aberturas o conductos hacia el exterior	
Central frigorífica	1/40 de la superficie en planta del recinto y ≥ 700 cm ²	
centro de transformación	P < 250 kVA	2 × 5.000 cm ²
	250 < P < 400 kVA	2 × 8.000 cm ²
	P > 400 kVA	2 × 12.000 cm ²
con grupo electrógeno	65 cm ² /kVA + 30 cm ² /kVA en tubo de escape motor	

Nota: las ventilaciones de cuartos de calderas y cuartos de máquinas de ascensores se dan en los capítulos correspondientes (→ XX y XXI).

XII.3.2. CÁLCULO DE LA VENTILACIÓN NATURAL

En la ventilación natural hay que distinguir dos fenómenos semejantes, pero con resultados contradictorios desde el punto de vista del «*comfort*»: la ventilación necesaria y la indeseable. De acuerdo con ello el cálculo se hará en cada caso de modo distinto: se calculará como deseable la ventilación por huecos abiertos y la de origen térmico, es decir, determinado el caudal necesario, se dimensiona el tamaño del hueco; el proceso se invierte cuando se trata de infiltraciones, ya sea por ranuras o ya por carpinterías, pues habitualmente se trata de reducirlas al mínimo y tener en cuenta sus efectos para el cálculo de las calefacciones; en este caso, conocidas las dimensiones de los huecos o ranuras, ha de calcularse el caudal que entraría por ellas en las peores condiciones.

1º.- Ventilación natural de origen eólico

Se trata en este caso de dimensionar los elementos de ventilación en función de las diferencias de presión producidas por el viento.

a) **Paso del aire a través de huecos.**— La superficie necesaria de abertura se deduce a partir de la diferencia de presiones existente y gastada en parte al convertirse en otros tipos de energía (calor, sonido, etc.). Recordando el principio de continuidad y la ecuación de Darcy-Weisbach:

$$| 25 | \quad \begin{cases} Q = S \cdot v \\ \Delta p = f \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} \end{cases}$$

$$| 26 | \quad S = \frac{Q}{\left[\frac{2g}{f \cdot \rho} \right]^{1/2} \cdot \Delta p^{1/2}}$$

en las que:

- S superficie necesaria del hueco (m²),
- v velocidad del viento (m/s),
- Q caudal de aire entrante (m³/s),
- f coeficiente de pérdida de carga (-),
- ρ densidad del aire (1,20 kg/m³ a 20°C),
- Δp pérdida de presión entre la cara exterior y la interior (kgf/m²), igual a v²/16 (v en m/s).

b) **Paso del aire a través de ranuras.**— En este caso se trata de evaluar el caudal que entra por las ranuras existentes, que se puede evaluar por:

$$| 27 | \quad Q = L \cdot a \cdot \Delta p^{1/n}; \text{ en donde}$$

- Q caudal de aire entrante (m³/s),
- L longitud de la ranura o rendija (m),
- a coeficiente función de la calidad del cierre, variable entre 10⁻³ para impermeabilidad excelente y 40 × 10⁻³ para deficiente (-),
- Δp pérdida de presión entre la cara exterior y la interior (Pa), igual a v²/1,6 (v en m/s),
- n coeficiente función del régimen de circulación que toma el valor 1 para régimen laminar y 2 para turbulento (-).