



CAPITULO 3

Entiende la ventilación
en todos sus ámbitos



ÍNDICE

3.1. Ventilación de viviendas	3
3.2. Ventilación de locales terciarios	11
3.2.1 Demanda controlada de ventilación	14
3.2.2. Filtración	5
3.2.3. Recuperación de calor	6
3.3. Ventilación industrial	23
3.4. Ventilación de aparcamientos	28



3. VENTILACIÓN AMBIENTAL

A la hora de ventilar cualquier recinto hay que seguir los criterios normativos que afectan al local que se pretende ventilar, si es que existen. Las normativas que afectan a la ventilación de los recintos son los siguientes:

3.1 VENTILACIÓN DE VIVIENDAS

En el **DB HS sobre Salubridad**, y en concreto en la **Parte I. capítulo 3 Exigencias básicas art. 13.3 Exigencia básica HS 3: Calidad del aire interior** se indica que:

- > 1 Los edificios dispondrán de medios para que sus recintos se puedan ventilar adecuadamente, eliminando los contaminantes que se produzcan de forma habitual durante el uso normal de los edificios, de forma que se aporte un caudal suficiente de aire exterior y se garantice la extracción y expulsión del aire viciado por los contaminantes.

Y el ámbito de aplicación, según el apartado del **DB HS 3 calidad del aire interior. 1 Generalidades 1.1 Ámbito de aplicación.**

- > 1 Esta sección se aplica en los edificios de viviendas, al interior de las mismas, los almacenes de residuos, los trasteros, los aparcamientos y garajes; y, en los edificios de cualquier otro uso a los aparcamientos y garajes.

Los aparcamientos y garajes, por su importancia constituyen un capítulo específico en este manual.

El caudal de ventilación mínimo de los locales se obtiene de la **tabla 3.1 del DB HS 3**, teniendo en cuenta que

- > 2 El número de ocupantes se considera igual,
 - a) en cada dormitorio individual, a uno y, en cada dormitorio doble, a dos;
 - b) en cada comedor y en cada sala de estar, a la suma de los contabilizados para todos los dormitorios de la vivienda correspondiente
- > 3 En los locales de las viviendas destinados a varios usos se considera el caudal correspondiente al uso para el que resulte un caudal mayor.



	Caudal de ventilación mínimo exigido q_v en l/s		
	Por ocupante	Por m ² útil	En función de otros parámetros
Dormitorios	5		
Salas de estar y comedores	3		
Aseos y cuartos de baño			15 por local
Cocinas		2	
			50 por local ⁽¹⁾
Trasteros y sus zonas comunes		0,7	
Aparcamientos y garajes			120 por plaza
Almacenes de residuos		10	

(1) Este es el caudal correspondiente a la ventilación adicional específica de la cocina (véase el párrafo 3 del apartado 3.1.1).

Tabla 3.1

Las opciones de ventilación de las viviendas son:

> 3 Diseño.

3.1. Condiciones generales de los sistemas de ventilación.

3.1.1. Viviendas

> 1 Las viviendas deben disponer de un sistema general de ventilación que puede ser **híbrida** o **mecánica**:

- **Híbrida:** Ventilación en la que, cuando las condiciones de presión y temperatura ambientales son favorables, la renovación del aire se produce como en la ventilación natural y, cuando son desfavorables, como en la ventilación con extracción mecánica.
- **Mecánica:** Ventilación en la que la renovación del aire se produce por el funcionamiento de aparatos electro-mecánicos dispuestos al efecto. Puede ser con admisión mecánica, con extracción mecánica o equilibrada.

Con las siguientes características:

a) El aire debe circular desde los locales secos a los húmedos, para ello:

Los comedores, los dormitorios y las salas de estar deben disponer de **aberturas de admisión** (aberturas de ventilación que sirven para la admisión, comunicando el local con el exterior, directamente o a través de un conducto de admisión).

Los aseos, las cocinas y los cuartos de baño deben disponer de **aberturas de extracción** (abertura de ventilación que sirve para la extracción, comunicando el local con el exterior, directamente o a través de un conducto de extracción)

Las particiones situadas entre los locales con admisión y los locales con extracción deben disponer de **aberturas de paso** (abertura de ventilación que sirve para permitir el paso de aire de un local a otro contiguo);



Los caudales solicitados en la **tabla 3.1** sirven para ventilar todos los locales, tanto secos como húmedos, pero en ningún caso han de sumarse, sino que ha de determinarse cuál es el mayor de los valores (si el caudal necesario para los locales secos o bien para los locales húmedos por separado) y posteriormente realizar la instalación para conseguir la circulación del caudal mayor resultante, ya que, obviamente, el aire usado para ventilar locales con baja carga contaminante (locales secos) puede usarse posteriormente para ventilar locales cuya carga contaminante es mayor (locales húmedos).

- c) Como aberturas de admisión, se dispondrán aberturas dotadas de aireadores o aberturas fijas de la carpintería, como son los dispositivos de microventilación con una permeabilidad al aire según UNE EN 12207:2000 en la posición de apertura de clase 1; no obstante, cuando las carpinterías exteriores sean de clase 1 de permeabilidad al aire según UNE EN 12207:2000 pueden considerarse como aberturas de admisión las juntas de apertura;
- d) Cuando la ventilación sea híbrida las aberturas de admisión deben comunicar directamente con el exterior
- e) Los aireadores deben disponerse a una distancia del suelo mayor que 1,80 m.
- g) Las aberturas de extracción deben conectarse a conductos de extracción y deben disponerse a una distancia del techo menor que 200 mm y a una distancia de cualquier rincón o esquina vertical mayor que 100 mm.
- h) Un mismo conducto de extracción puede ser compartido por aseos, baños, cocinas y traseros.

Descartada la opción de la ventilación híbrida por los inconvenientes referidos, se ventilarán las viviendas con ventilación mecánica.

> 3 Diseño.

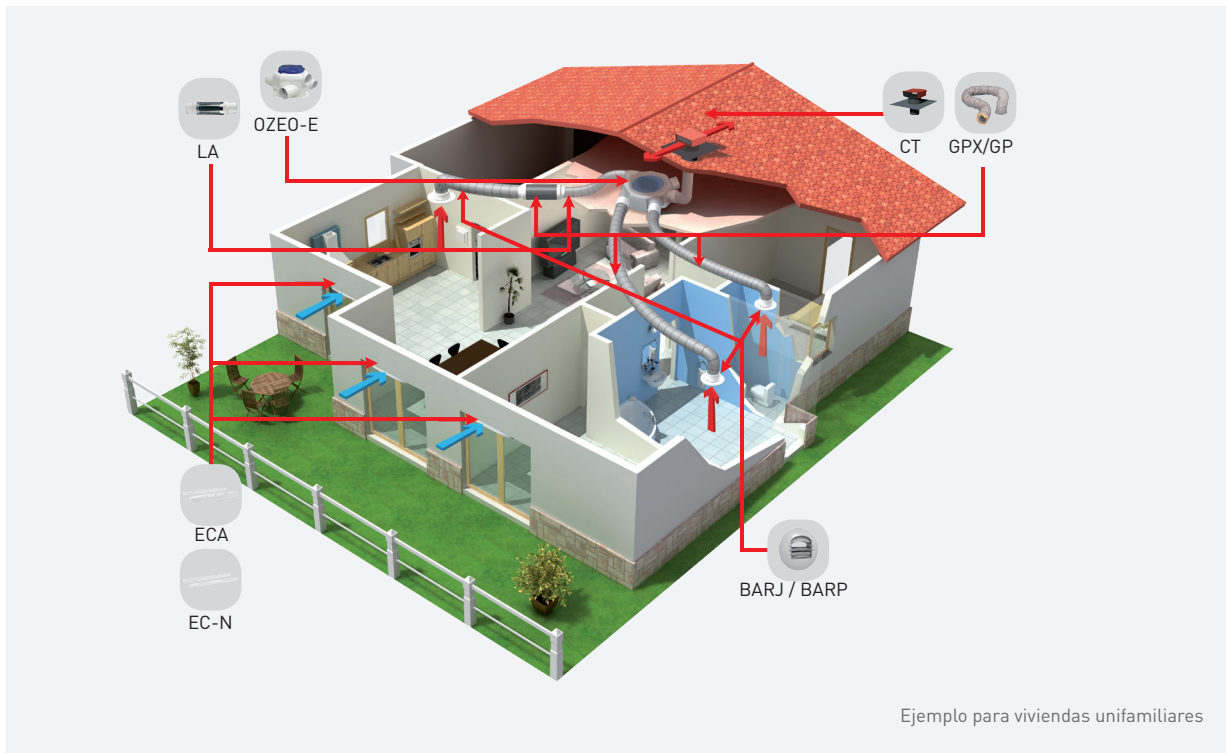
3.2. Condiciones particulares de los elementos

3.2.4 Conductos de extracción para la ventilación mecánica

> 1 Cada conducto de extracción debe disponer de un aspirador mecánico situado, salvo en el caso de la ventilación específica de la cocina, después de la última abertura de extracción en el sentido del flujo del aire, pudiendo varios conductos compartir un mismo aspirador (véanse los ejemplos de la **figura 5.4**), excepto en el caso de los conductos de los garajes, cuando se exija más de una red.

Hay que contemplar las alternativas para ventilación de viviendas unifamiliares y colectivas.

Para unifamiliares puede usarse el modelo OZEO-E, con 4 tomas de 125 cm, para baños y aseos, y cocina.



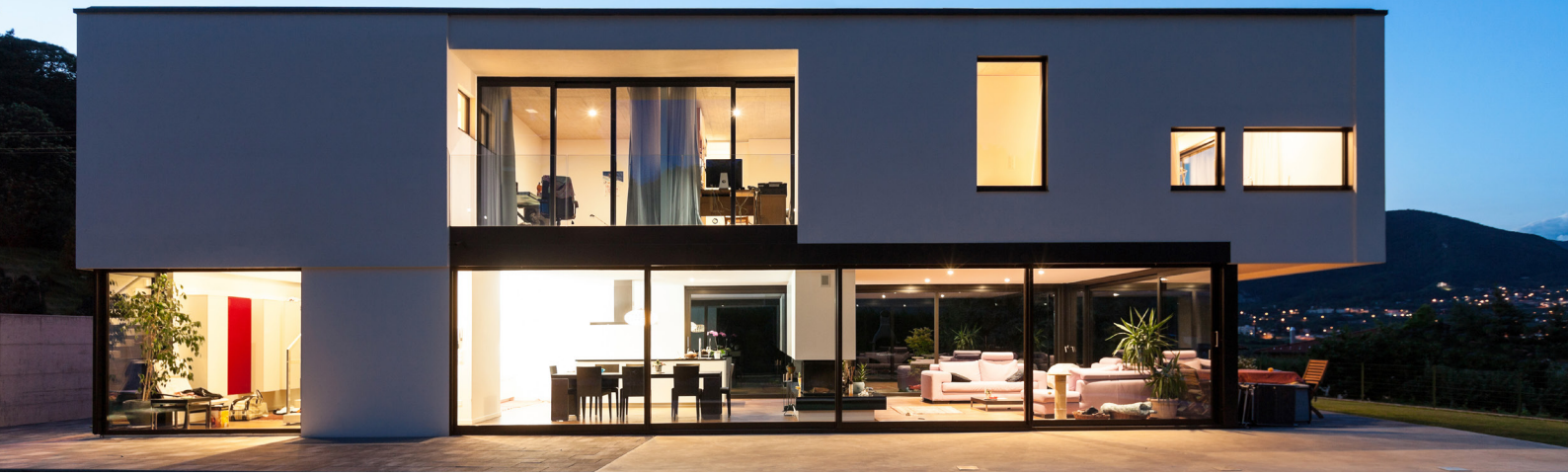
Para la viviendas colectivas, se dimensionará el conducto en el punto más desfavorable conforme a:

> 4.2.2 Conductos de extracción para ventilación mecánica

> 1 Cuando los conductos se dispongan contiguos a un local habitable, salvo que estén en cubierta o en locales de instalaciones o en patinillos que cumplan las condiciones que establece el DB HR, la sección nominal de cada tramo del conducto de extracción debe ser como mínimo igual a la obtenida mediante la fórmula 4.1;

$$S \leq 2,5 \cdot q_{vt}$$

siendo q_{vt} el caudal del aire en el tramo del conducto [l/s]



En los conductos verticales se tendrán en cuenta, además, las siguientes condiciones:

> 3.2.4. Conductos de extracción para ventilación mecánica.

- > 2 La sección de cada tramo del conducto comprendido entre dos puntos consecutivos con aporte o salida de aire debe ser uniforme.
- > 3 Los conductos deben tener un acabado que dificulte su ensuciamiento y ser practicables para su registro y limpieza en la coronación.
- > 4 Cuando se prevea que en las paredes de los conductos pueda alcanzarse la temperatura de rocío, éstos deben aislarse térmicamente de tal forma que se evite que se produzcan condensaciones.
- > 5 Los conductos que atraviesen elementos separadores de sectores de incendio deben cumplir las condiciones de resistencia a fuego del apartado 3 de la sección SI 1.
- > 6 Los conductos deben ser estancos al aire para su presión de dimensionado.

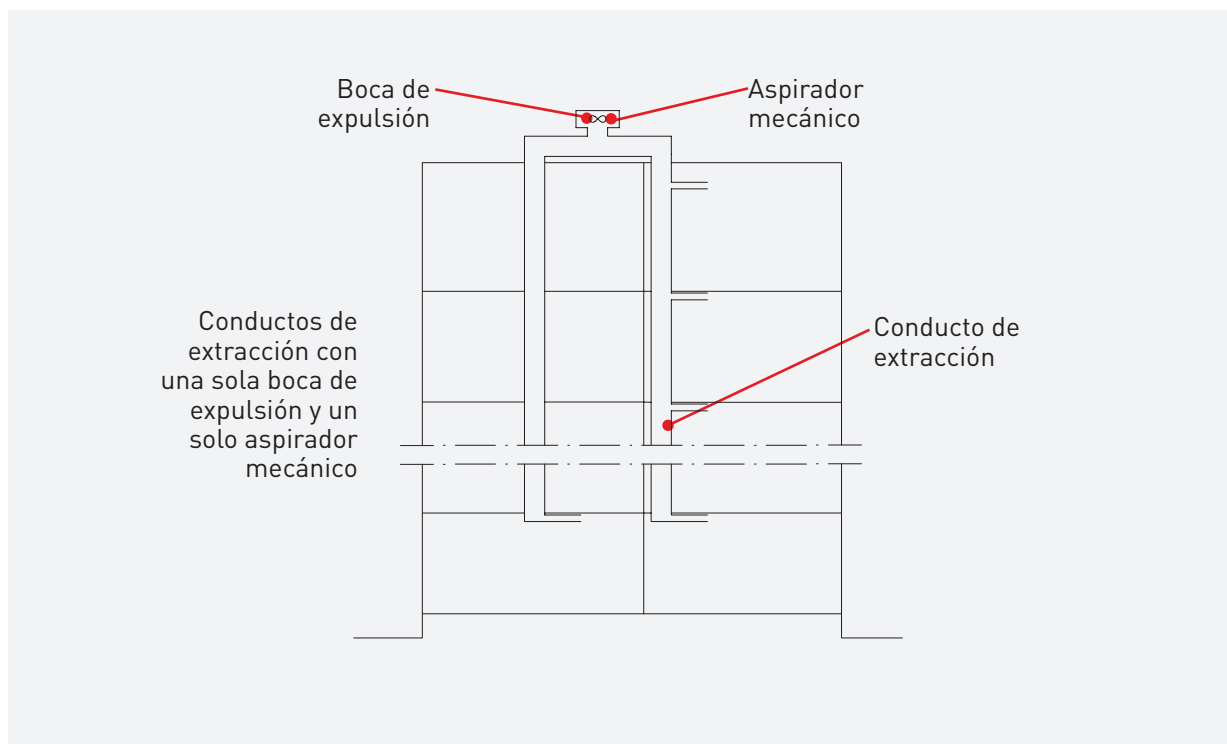


Fig 3.1 Ejemplos de disposición de aspiradores mecánicos

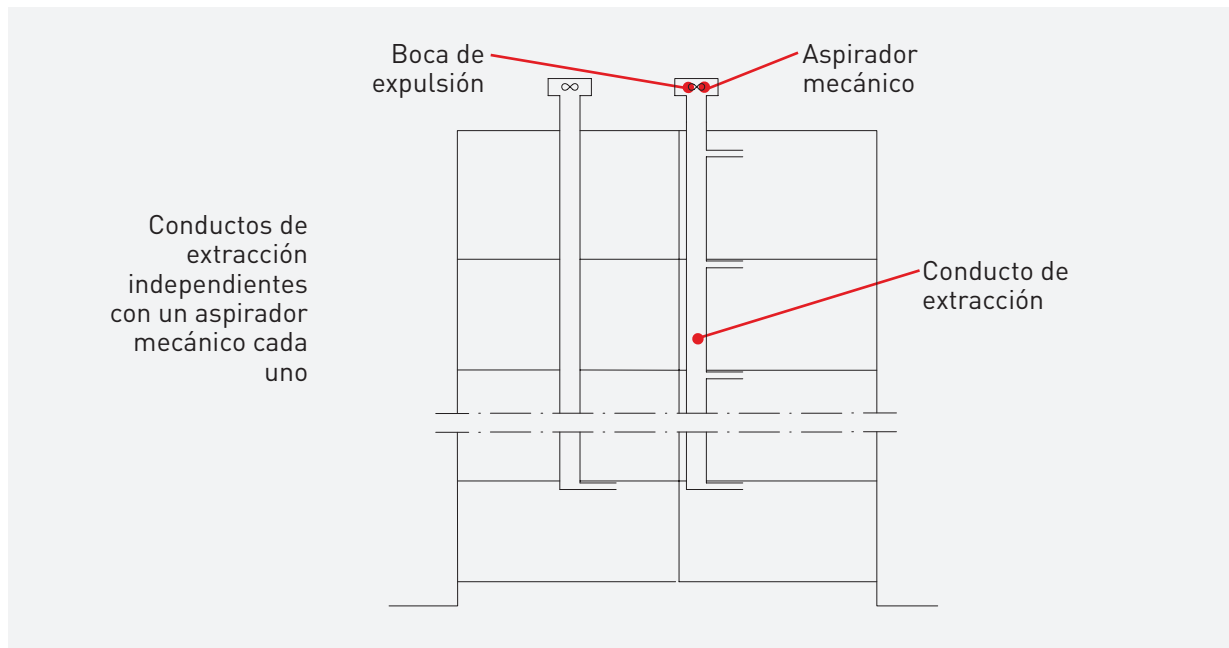


Fig 3.1 Ejemplos de disposición de aspiradores mecánicos

Determinada la sección del conducto, ésta se mantendrá constante en todo su recorrido vertical. En cada punto de extracción, ya sea baño o cocina, se instalará una boca autoregurable calibrada para el caudal requerido en cada recinto. En la cubierta se puede instalar un extractor sobre cada vertical, o bien unirlos a un conducto general y conectarlo a un único extractor que aspire de los diferentes ramales. Sin embargo, el CTE Parte 1 permite optar también por :

> Capítulo 2. Condiciones técnicas y administrativas

Artículo 5. Condiciones generales para el cumplimiento del CTE

5.1. Generalidades

> 3 Para justificar que un edificio cumple las exigencias básicas que se establecen en el CTE podrá optarse por:

- a) Adoptar soluciones técnicas basadas en los DB, cuya aplicación en el proyecto, en la ejecución de la obra o en el mantenimiento y conservación del edificio, es suficiente para acreditar el cumplimiento de las exigencias básicas relacionadas con dichos DB; o
- b) soluciones alternativas, entendidas como aquéllas que se aparten total o parcialmente de los DB. El proyectista o el director de obra pueden, bajo su responsabilidad y previa conformidad del promotor, adoptar soluciones alternativas, siempre que justifiquen documentalmente que el edificio proyectado cumple las exigencias básicas del CTE porque sus prestaciones son, al menos, equivalentes a los que se obtendrían por la aplicación de los DB.



Como solución alternativa y siempre y cuando se haya previsto la instalación de conductos individuales desde cada recinto a la cubierta es posible instalar también extractores de tipo baño , adecuándolos a los caudales de cada recinto, como los modelos de la serie SILENT; o también montar un extractor de la serie TD-SILENT por vivienda, aspirando de los recintos húmedos y descargando a través de un conducto independiente de salida hasta cubierta.

El conducto de la cubierta se puede dimensionar conforme a:

- > 2 Cuando los conductos se dispongan en la cubierta, la sección debe ser como mínimo igual a la obtenida mediante la fórmula

$$S \geq 1,5 \cdot Q_{vt}$$

Con este sistema se mantiene la extracción constante de los caudales en cada local independientemente de la altura del propio edificio.

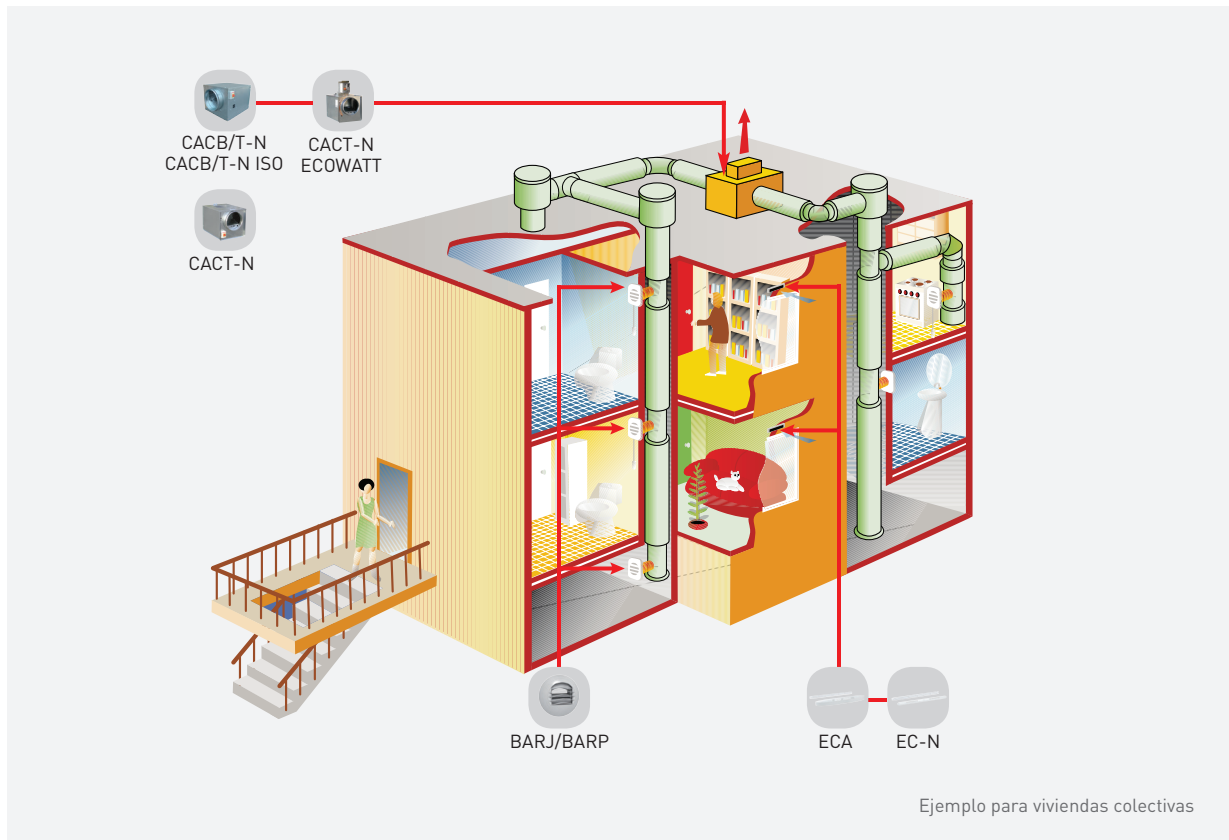
También deberá preverse un sistema de ventilación específico para la extracción de los humos y vahos de la cocción :

> 3.1.1. Viviendas

- > 3 Las cocinas deben disponer de un sistema adicional específico de ventilación con extracción mecánica para los vapores y los contaminantes de la cocción. Para ello debe disponerse de un extractor conectado a un conducto de extracción independiente de los de la ventilación general de la vivienda que no puede utilizarse para la extracción de los locales de otro uso.

Además de la ventilación de las viviendas, el CTE contempla también la de almacenes de residuos y trasteros.

Para almacenes de residuos se requiere un caudal de $10 \text{ l/s}\cdot\text{m}^2$ y es posible cualquier forma de ventilación (natural, híbrida o mecánica), si bien se aconseja practicar un sistema de extracción forzada para mantener en depresión el recinto y evitar que los posibles olores se escapen al exterior, teniendo en cuenta que los conductos de extracción no pueden compartirse con locales de otro uso. Para trasteros se requiere un caudal de $0.7 \text{ l/s}\cdot\text{m}^2$, con extracción de aire que se puede conectar directamente al exterior o bien al sistema general de ventilación de las viviendas.





3.2 VENTILACIÓN DE LOCALES TERCIARIOS

Se seguirán los criterios especificados por el Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE), cuyo redactado en este ámbito es el siguiente:

Dicho reglamento se desarrolla con un enfoque basado en prestaciones u objetivos, es decir, expresando los requisitos que deben satisfacer las instalaciones térmicas sin obligar al uso de una determinada técnica o material, ni impidiendo la introducción de nuevas tecnologías y conceptos en cuanto al diseño, frente al enfoque tradicional de reglamentos prescriptivos que consisten en un conjunto de especificaciones técnicas detalladas que presentan el inconveniente de limitar la gama de soluciones aceptables e impiden el uso de nuevos productos y de técnicas innovadoras.

Por otra parte, el reglamento que se aprueba constituye el marco normativo básico en el que se regulan las exigencias de eficiencia energética y de seguridad que deben cumplir las instalaciones térmicas en los edificios para atender la demanda de bienestar e higiene de las personas.

Parte II. INSTRUCCIONES TÉCNICAS INSTRUCCIÓN TÉCNICA IT1. DISEÑO Y DIMENSIONADO

IT 1.1 EXIGENCIA DE BIENESTAR E HIGIENE

IT1.1.4. Exigencia de calidad del aire interior

IT1.1.4.2.1 Generalidades

> 1 En los edificios de viviendas se consideran válidos los requisitos establecidos en la sección **HS 3** del **CTE**.

> 2 El resto de edificios dispondrá de un sistema de ventilación para el aporte de aire del suficiente caudal de aire exterior que evite, en los distintos locales en los que se realice alguna actividad humana, la formación de elevadas concentraciones de contaminantes.

A los efectos de cumplimiento de este apartado se considera válido lo establecido en el procedimiento de la **UNE-EN 13779**.



IT1.1.4.2.2 Categorías de calidad del aire interior en función del uso de los edificios.

Categoría	dm ³ /s por persona
IDA 1	20
IDA 2	12,5
IDA 3	8
IDA 4	5

En función del uso del edificio o local, la categoría de calidad de aire interior (IDA) que se deberá alcanzar será, como mínimo, la siguiente:

> IDA 1 (aire de óptima calidad)

Hospitales, clínicas, laboratorios y guarderías.

> IDA 2 (aire de buena calidad)

Oficinas, residencias (locales comunes de hoteles y similares residencias de ancianos y estudiantes), salas de lectura, museos, aulas de enseñanza y asimilables, y piscinas.

> IDA 3 (aire de calidad media)

Edificios comerciales, cines, teatros, salones de actos, habitaciones de hoteles, restaurantes, cafeterías, bares, salas de fiestas, gimnasios, locales para el deporte (salvo piscinas) y salas de ordenadores.

> IDA 4 (aire de baja calidad)

IT1.1.4.2.3 Caudal mínimo del aire exterior de ventilación.

> 1 El caudal mínimo de aire exterior de ventilación se calculará con alguno de los cinco métodos que se indican a continuación:

- a) Método indirecto de caudal de aire exterior por persona
- b) Método directo por calidad del aire percibido
- c) Método directo por concentración de CO₂
- d) Método directo de caudal de aire por unidad de superficie
- e) Método de dilución



A) Método indirecto de caudal de aire exterior por persona

- a) Se emplearán los valores de la **tabla 3.2** cuando las personas tengan una actividad metabólica de 1,2 met, cuando sea baja la producción de sustancias contaminantes por fuentes diferentes del ser humano y cuando no está permitido fumar.
- b) Para locales donde esté permitido fumar, los caudales de aire exterior serán, como mínimo, el doble de los indicados en la **tabla 3.2**.

DENSIDADES DE OCUPACIÓN	
USO DEL LOCAL	OCUPACIÓN (m ² /persona)
Vestíbulos generales y zonas generales de uso público	2
Garaje vinculado a actividad sujeta a horarios	15
Garaje (el resto)	40
Plantas o zonas de oficinas	10
Edificios docentes (planta)	10
Edificios docentes (laboratorios, talleres, gimnasios, salas de dibujo)	5
Aulas (excepto de escuelas infantiles)	1,5
Aulas de escuelas infantiles y bibliotecas	2
Hospitalario (salas de espera)	2
Hospitalario (zonas de hospitalización)	15
Establecimientos comerciales (áreas de venta)	2 - 3
Zonas de público en discotecas	0,5
Zonas de público de pie en bares, cafeterías, etc.	1
Salones de uso múltiple en edificios para congresos, hoteles, etc.	1
Zonas de público sentado en bares, cafeterías, restaurantes, etc.	1,5
Zonas de servicio en bares, restaurantes, cafeterías, etc.	20
Zonas de público en terminales de transporte	10

Tabla 3.2

Este método de cálculo implica tener un conocimiento de los posibles ocupantes del recinto, mientras que el resto de métodos de cálculos se basan en elementos, por lo general, posteriores a la propia instalación, por lo que se aconseja, a nivel de cálculo inicial, usar el método A.

En caso de que no se conozca el número de personas, se pueden seguir los valores sobre densidad de ocupación de la tabla del CTE - DB SI 1.



3.2.1. DEMANDA CONTROLADA DE VENTILACIÓN DCV

Es evidente que mantener los sistemas de ventilación a su máximo caudal de manera constante supone un importante despilfarro energético, tanto por el consumo de los propios ventiladores como por el consumo necesario para calentar o enfriar el aire interior.



Por ello es aconsejable que los sistemas de ventilación se ajusten a la ocupación o al nivel de contaminantes interiores (CO², Temperatura, H.R.). Experiencias de campo nos demuestran que la mayoría de locales (oficinas, comercios, restaurantes, salas de juntas, gimnasios...), a lo largo del día, en promedio, no llegan a una ocupación de más del 60%.

S&P, como líder mundial en el sector de la ventilación, propone el concepto de **Demanda Controlada de Ventilación, DCV**, consistente en la instalación de Sistemas de Ventilación Inteligentes compuestos por ventiladores de bajo consumo y elementos electrónicos y mecánicos (elementos de control, reguladores de velocidad, convertidores de frecuencia, detectores de presencia, sensores de CO², temperatura y humedad, sensores de presión, compuertas otorizadas, y bocas de aspiración bicaudal) que en todo momento estarán controlando que sólo se utilice la energía necesaria para garantizar una correcta ventilación en función de la contaminación de los locales.

Esto representará un importantísimo ahorro energético a lo largo del ciclo de vida de la instalación. A continuación vamos a mostrar de manera gráfica algunos de los Sistemas Inteligentes de Ventilación. Cualquiera de las estas soluciones puede llevarse a cabo a través de sistemas de Extracción Simple, Doble (Extracción e Impulsión) o de Recuperación de Calor.

La DCV puede aplicarse a espacios monozona y multizona:



> Monozona

El espacio a ventilar está compuesto por una sola área abierta, sin divisiones, que requiera un tratamiento de ventilación homogéneo (oficinas abiertas, comercios, ..)

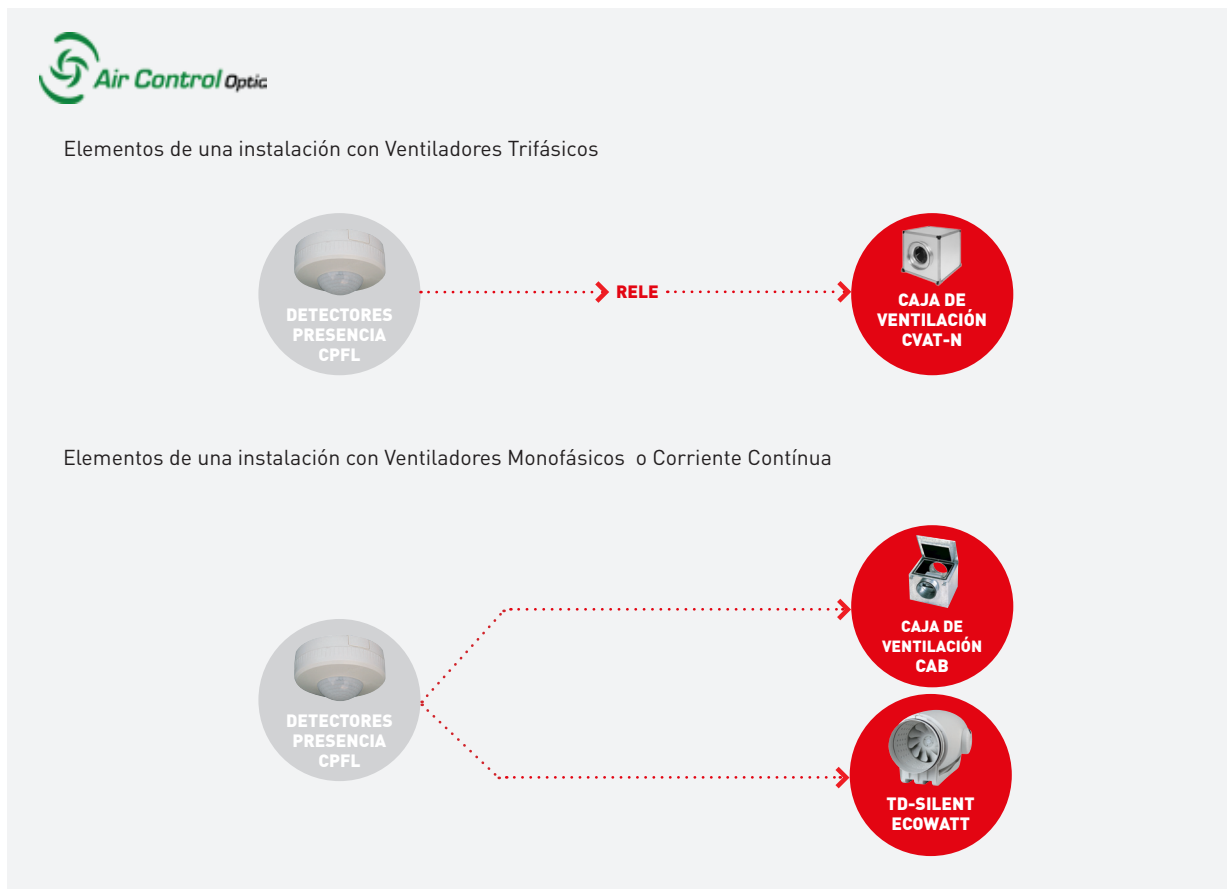


> Multizona

El espacio a ventilar está compuesto por varias áreas, compartimentadas, que requieren tratamientos de ventilación individualizados (oficinas con despachos individuales, servicios colectivos,..)



SISTEMAS INTELIGENTES DE VENTILACIÓN PARA ESPACIOS MONOZONA:



TIPO ON/OFF

FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

La presencia de una o más personas en una sala, activará un sistema de ventilación. Cuando la sala quede vacía el sistema volverá a la situación anterior.

VENTAJAS DEL SISTEMA

Solamente ventilaremos cuando la sala esté ocupada.



Elementos de una instalación con Ventiladores Trifásicos



Elementos de una instalación con Ventiladores Monofásicos o Corriente Contínua



TIPO MÍNIMO / MÁXIMO

FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

Mediante un Timer o de forma manual se pondrá en funcionamiento la instalación a su régimen mínimo para proporcionar la ventilación de mantenimiento.

La presencia de una o más personas en una sala será identificada por el Detector de Presencia que a través del Elemento de Regulación hará funcionar al Ventilador a la velocidad máxima. Cuando la sala quede vacía el sistema volverá a la situación de mantenimiento.

VENTAJAS DEL SISTEMA

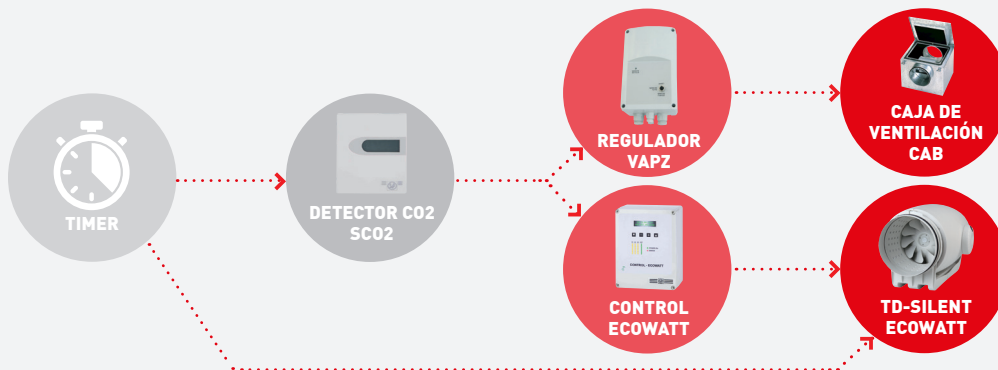
Solamente utilizaremos la potencia máxima cuando la sala esté ocupada.



Elementos de una instalación con Ventiladores Trifásicos



Elementos de una instalación con Ventiladores Monofásicos o Corriente Contínua



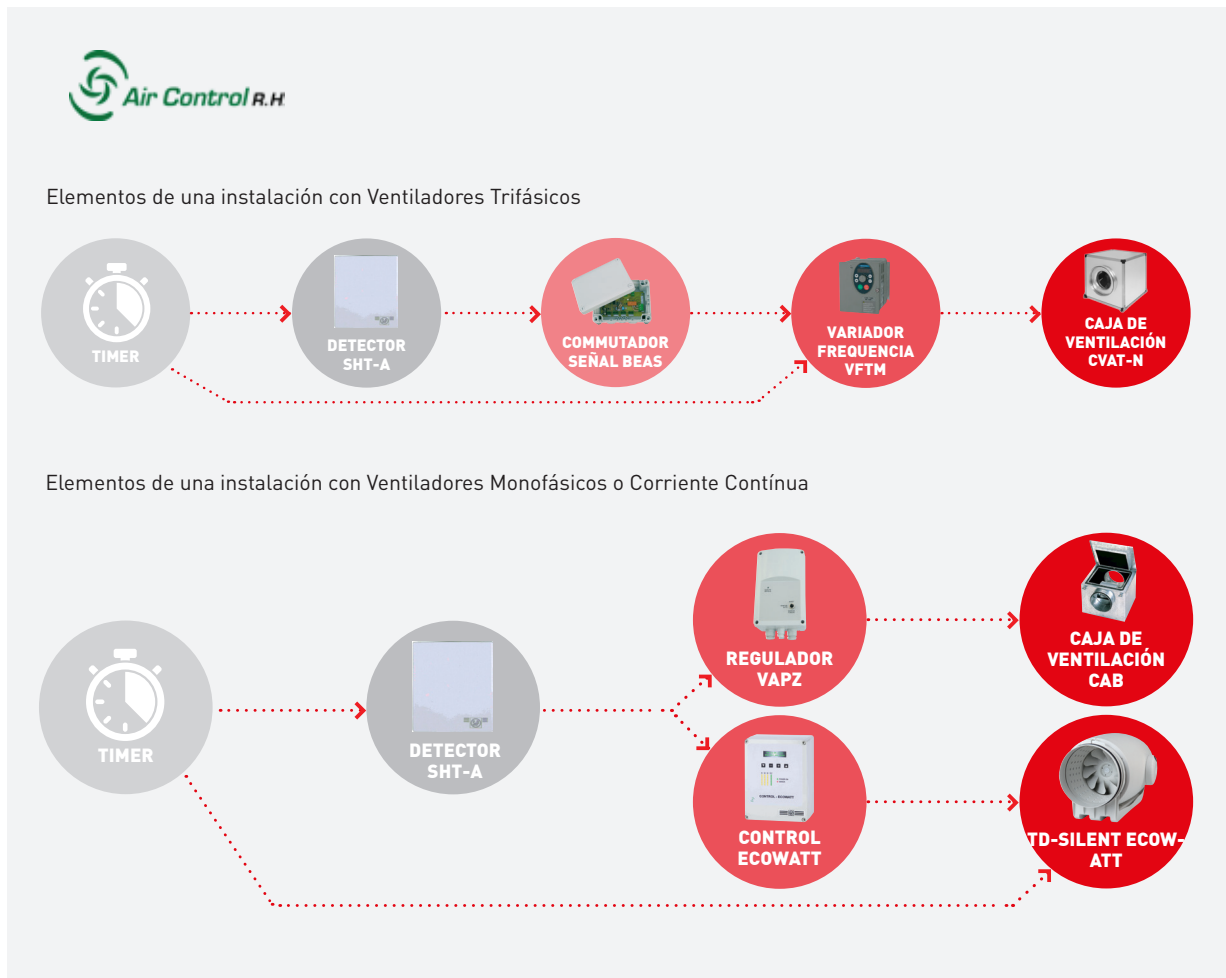
TIPO PROPORCIONAL

FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

Mediante un Timer o de forma manual se pone en marcha el sistema que funcionará a régimen mínimo de ventilación en la sala a ventilar. El Sensor de CO₂ detectará el incremento de contaminación en función de la ocupación de la sala y enviará este dato al Elemento de Regulación que, a su vez, ordenará incrementar o reducir la velocidad del Ventilador de forma proporcional para adecuar el caudal a las necesidades de cada momento.

VENTAJAS DEL SISTEMA

A partir de una renovación ambiental mínima, solamente incrementaremos la ventilación en función del nivel de ocupación (determinada por el nivel de CO₂). Ésto generará un importante ahorro energético sobre un sistema de ventilación total.



TIPO PROPORCIONAL

FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

Mediante un Timer o de forma manual se pone en marcha el sistema que funcionará a régimen mínimo de ventilación en la sala a ventilar. El Sensor de H.R. detectará el incremento de humedad en función del uso de las instalaciones y enviará este dato al Elemento de Regulación que, a su vez, ordenará incrementar o reducir la velocidad del Ventilador de forma proporcional, para adecuar el caudal a las necesidades de cada momento.

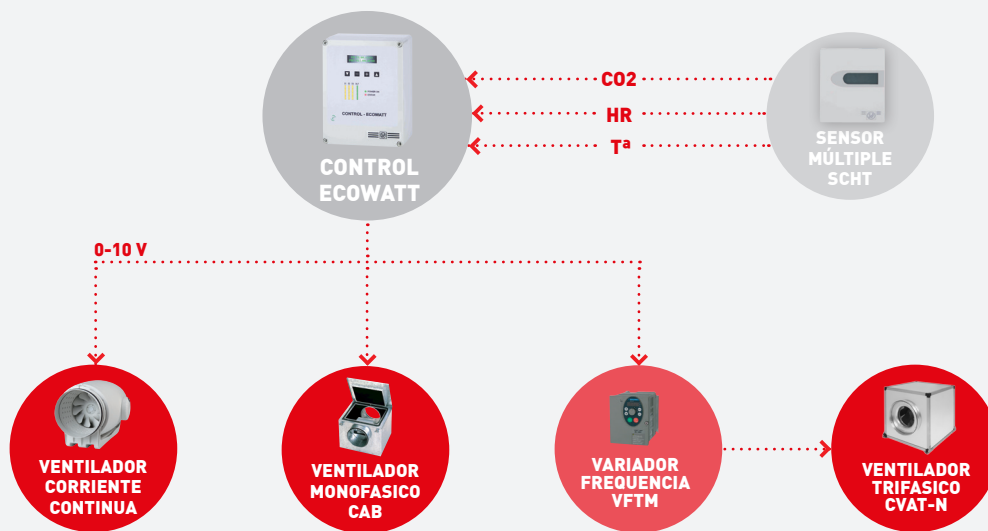
VENTAJAS DEL SISTEMA

A partir de una renovación ambiental mínima, solamente incrementaremos la ventilación en función de la HR del ambiente.

Ésto generará un importante ahorro energético sobre un sistema de ventilación total.



Elementos de un Sistema de Control Ambiental con triple señal
(CO₂ / HR / T°)



EL SISTEMA ELIJE LA OPCIÓN **MÁS DESFAVORABLE**

FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

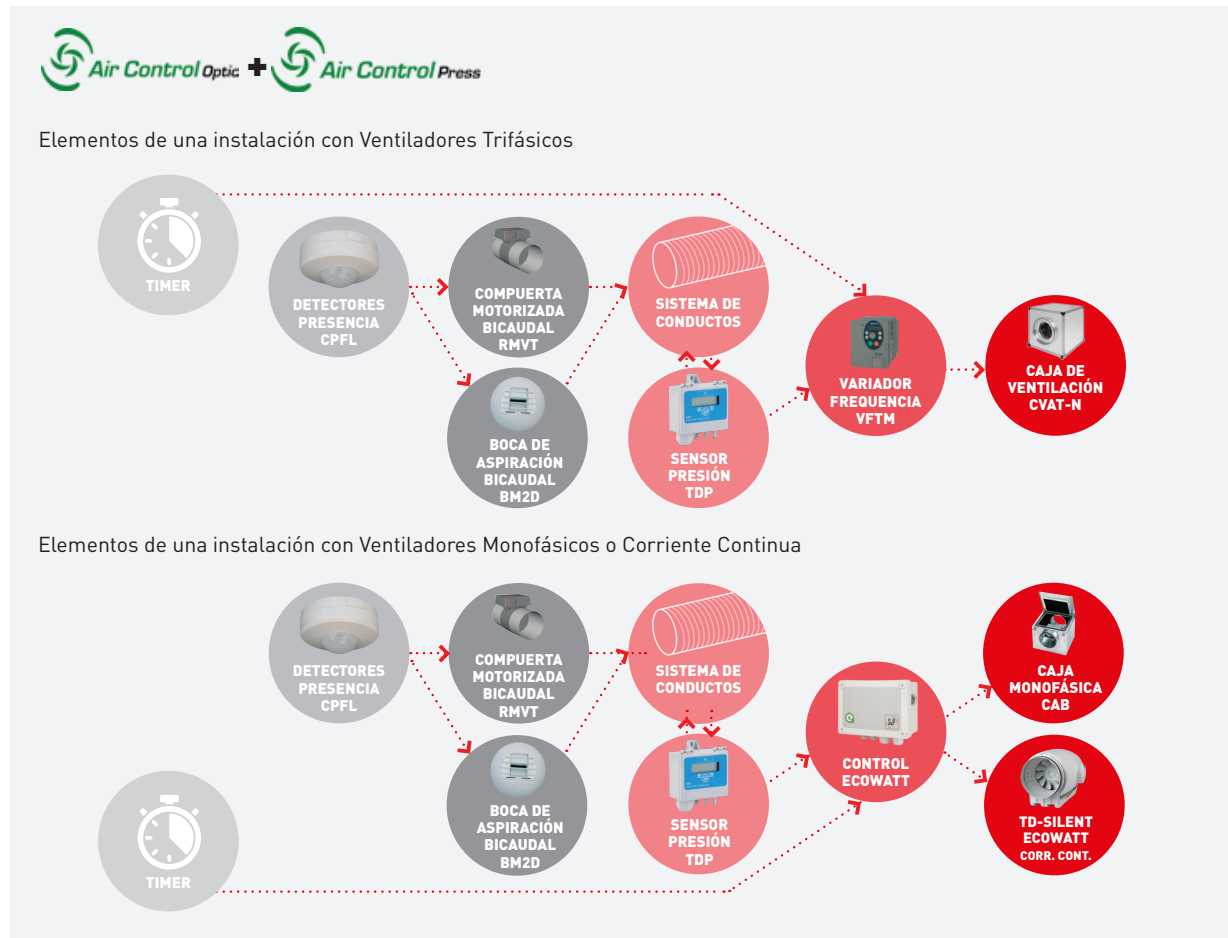
Mediante cualquiera de los parámetros ambientales a controlar, CO₂, Temperatura o Humedad relativa, ya sea de forma conjunta o individual, se envía una señal al Control Ecowatt AC/4A, que puede gobernar la velocidad de los ventiladores tanto de corriente continua, como los TD Ecowatt, o alterna ya sea en alimentación monofásica (hasta 4 A) como trifásica, a través del variador de frecuencia, y en función del valor de contaminante más elevado acumulado en la sala.

VENTAJAS DEL SISTEMA

Con un solo sensor se controlan 3 parámetros ambientales y se obtiene el máximo nivel de confort con el mínimo consumo.



SISTEMAS INTELIGENTES DE VENTILACIÓN PARA ESPACIOS MULTIZONA:



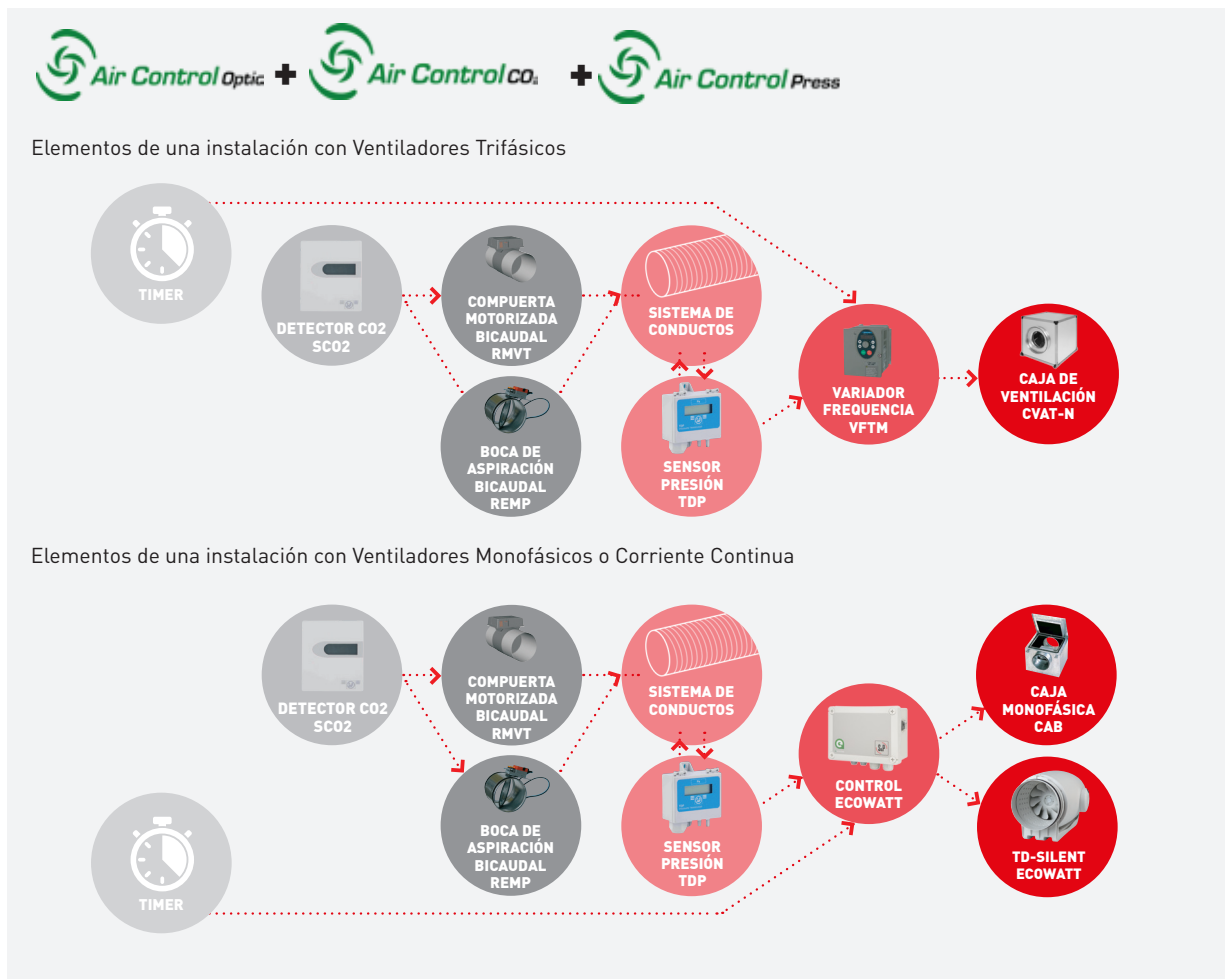
TIPO MÍNIMO / MÁXIMO

FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

El sistema se dimensiona en función de la demanda máxima posible que se puede requerir en caso de que todas las zonas estén ocupadas. Se determina la presión que se genera en el sistema con éste funcionando a régimen de ventilación máxima. Cada una de las zonas mantendría un mínimo de ventilación para garantizar las condiciones ambientales. El sistema se pondría en funcionamiento mediante un Timer o de forma manual. Cuando el Detector de Presencia identificase la entrada de una persona en un despacho, éste emitiría una orden a la Boca de Aspiración o Compuerta Bicaudal que se abriría totalmente. Ésto generaría un desequilibrio en la presión consignada para el sistema, que sería detectado por el Sensor de Presión, que transmitiría una orden al Elemento de Regulación que a su vez actuaría sobre el Ventilador, adecuando la velocidad para restaurar la presión en el sistema. Cada entrada o salida de las diversas estancias sería identificada por los Detectores de Presencia que interactuarían en el sistema.

VENTAJAS DEL SISTEMA

Discriminaremos la ventilación en cada estancia y solamente utilizaremos la potencia máxima en cada uno en el caso de que esté ocupado. Ésto generará un importante ahorro energético sobre un sistema de ventilación sin control de demanda.



TIPO MÍNIMO / MÁXIMO

FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

Mediante un Timer o de forma manual se pone en marcha el sistema que funcionará a régimen mínimo de ventilación en cada uno de las salas a ventilar. Dado que se trata de salas de ocupación variable, el Sensor de CO₂ constatará el grado de contaminación en función de la cantidad de personas y enviará la lectura a la Compuerta Motorizada que se abrirá más o menos, permitiendo el paso de aire necesario en cada momento. Ésto hará variar la presión en la instalación, que será identificada por el Sensor de Presión que actuará sobre el Elemento de Regulación y éste, a su vez, sobre el Ventilador para equilibrar el sistema. Este sistema, se puede combinar con una instalación mínimo/máximo como sería el caso de unas oficinas en las que además hubiese despachos individuales.

VENTAJAS DEL SISTEMA

En cada sala, a partir de una renovación ambiental mínima, solamente incrementaremos la ventilación en función del nivel de ocupación (determinada por el nivel de CO₂). Ésto generará un importante ahorro energético sobre un sistema de ventilación total.



IT 1.1 EXIGENCIA DE BIENESTAR E HIGIENE

IT1.1.4. Exigencia de calidad del aire interior

IT1.1.4.2.4 Filtración del aire exterior mínimo de ventilación

- > 1 El aire exterior de ventilación se introducirá debidamente filtrado en el edificio.
- > 2 Las clases de filtración mínimas a emplear, en función de la calidad de aire exterior (ODA) y de la calidad del aire interior requerida (IDA), serán las que se indican en la **tabla 3.3**.
- > 3 La calidad del aire exterior (ODA) se clasificará de acuerdo con los siguientes niveles:

	Filtración de partículas			
	IDA 1	IDA 2	IDA 3	IDA 4
ODA 1	F7	F6	F6	G4
ODA 2	F7	F6	F6	G4
ODA 3	F7	F6	F6	G4
ODA 4	F7	F6	F6	G4
ODA 5	F6/GF/F9	F6/GF/F9	F6	G4
ODA 1	F9	F9	F7	F6
ODA 2	F9	F9	F7	F6
ODA 3	F9	F9	F7	F6
ODA 4	F9	F9	F7	F6
ODA 5	F9	F9	F7	F6

Tabla 3.3 Clases de filtración

- > ODA 1
Aire puro que puede contener partículas sólida (p.e. polen) de forma temporal.
- > ODA 2
Aire con altas concentraciones de partículas.
- > ODA 3
Aire con altas concentraciones de contaminantes gaseosos.
- > ODA 4
Aire con altas concentraciones de contaminantes gaseosos y partículas.
- > ODA 5
Aire con muy altas concentraciones de contaminantes gaseosos y partículas.



Se clasifica también el de extracción

IT1.1.4.2.5 Aire de extracción

> 1 En función del uso del edificio o local, el aire de extracción se clasifica en las siguientes categorías:

a) **AE 1** (bajo nivel de contaminación): aire que procede de los locales en los que las emisiones más importantes proceden de los materiales de la construcción y decoración, además de las personas. Está excluido el aire que procede de locales donde se puede fumar (oficinas, aulas, salas de reuniones, locales comerciales).

b) **AE2** (moderado nivel de contaminación): aire de locales ocupados con más contaminantes que la categoría anterior, en los que además, no esté prohibido fumar (restaurantes, bares, habitaciones de hoteles).

AE 3 (alto nivel de contaminación): aire que procede de locales con producción de productos químicos, humedad, etc.

AE 4 (muy alto nivel de contaminación): aire que contiene sustancias olorosas y contaminantes (extracción de campanas de humos, aparcamientos, locales para manejo de pinturas, locales de fumadores de uso continuo, laboratorios químicos).

> 2 El caudal de aire de extracción de locales de servicio será como mínimo de $2 \text{ dm}^3/\text{s}$ por m^2 de superficie en planta.

> 3 Sólo el aire de categoría **AE1**, exento de humo de tabaco, puede ser retornado a los locales.

> 4 El aire de categoría **AE2** puede ser empleado solamente como aire de transferencia de un local hacia locales de servicio, aseos y garajes.

> 5 El aire de las categorías **AE3** y **AE4** no puede ser empleado como aire de recirculación o transferencia. Además, la expulsión hacia el exterior del aire de estas categorías no puede ser común a la expulsión del aire de las categorías **AE1** y **AE2**, para evitar la posibilidad de contaminación cruzada.



IT 1.1 EXIGENCIA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

IT1.2.4.5 Recuperación de energía

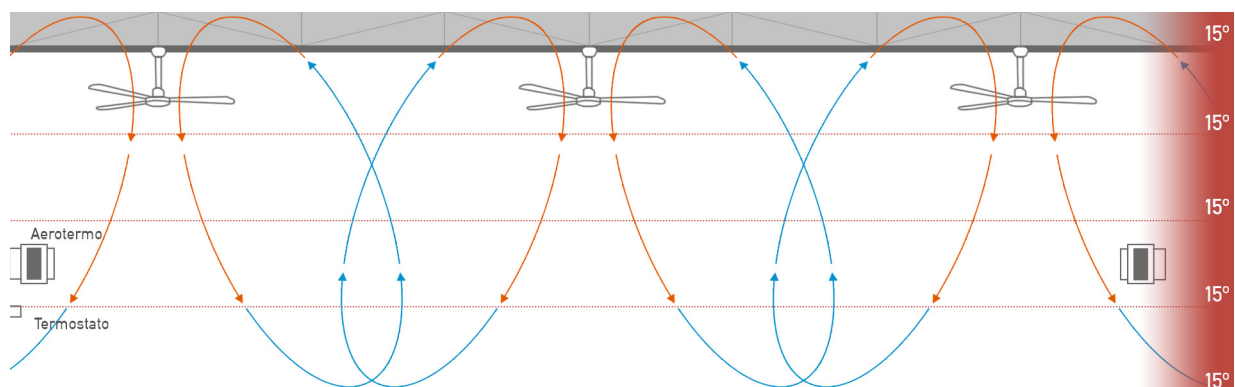
IT1.2.4.5.2 Recuperación de calor del aire de extracción

- > 1 En los sistemas de climatización de los edificios en los que el caudal de aire expulsado al exterior, por medios mecánicos, sea superior a $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$, se recuperará la energía del aire expulsado.
- > 2 Sobre el lado del aire de extracción se instalará un aparato de enfriamiento adiabático.
- > 3 Las eficiencias mínimas en calor sensible sobre el aire exterior (%) y las pérdidas de presión máximas (Pa) en función del caudal de aire exterior (m^3/s) y de las horas anuales de funcionamiento del sistema deben ser como mínimo las indicadas en la **tabla 3.4**.

Debemos, según la época, evitar o favorecer la estratificación.

Horas anuales de funcionamiento	Caudal de aire exterior (m^3/s)									
	> 0,5... 1,5		> 1,5... 3,0		> 3,0... 6,0		> 6,0... 12		> 12	
	%	Pa	%	Pa	%	Pa	%	Pa	%	Pa
< 2.000	40	100	44	120	47	140	55	160	60	180
> 2.000... 4.000	44	140	47	160	52	180	58	200	64	220
> 4.000... 6.000	47	160	50	180	55	200	64	220	70	240
< 6.000	50	180	55	200	60	220	70	240	75	260

Tabla 3.4 Eficiencia de la recuperación



Para evitar el efecto de la estratificación, la solución es instalar Ventiladores de Techo HTB-150N que impulsarán el aire caliente hacia el suelo y lo mezclarán con el de las capas bajas, uniformando la temperatura en el local.

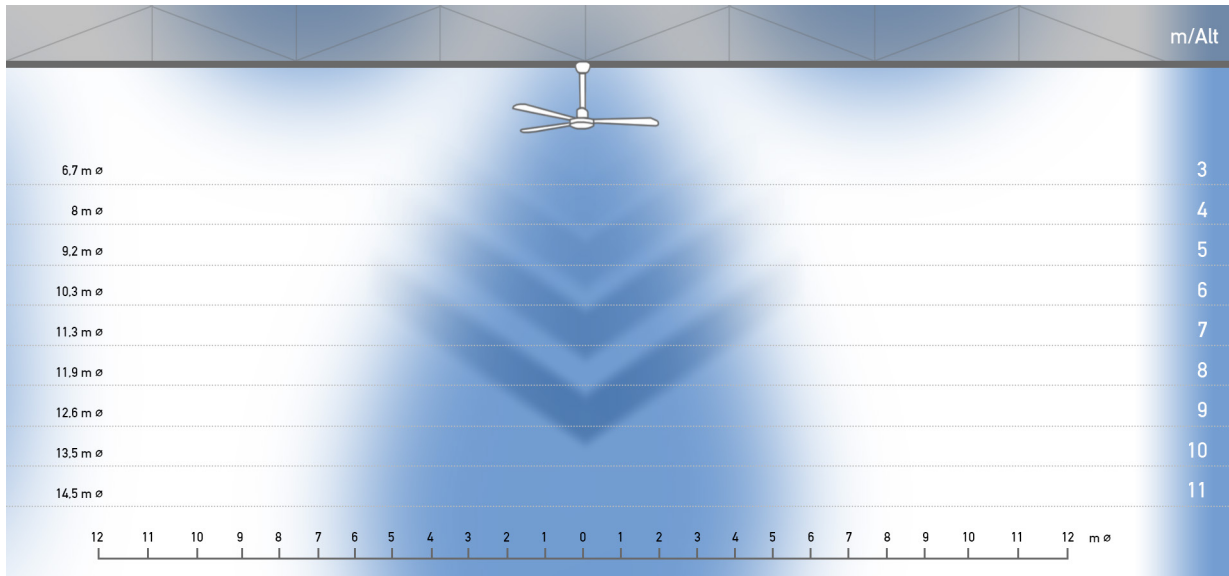


Tabla orientativa de la superficie abarcada por un HTB-150N en función de la altura



3.3 VENTILACIÓN INDUSTRIAL

IT 1.2 EXIGENCIA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

IT1.2.4.5 Recuperación de energía

IT1.2.4.5.3 Estratificación

En los locales de gran altura la estratificación se debe estudiar y favorecer durante los períodos de demanda térmica positiva y combatir durante los períodos de demanda térmica negativa.

En consecuencia, si el tipo de local al cual se quiere efectuar una ventilación ambiental no está contemplado en el criterio anterior, debemos buscar otra normativa, si es que existe, que nos oriente sobre los caudales adecuados.

Una fuente de información la encontramos en la **Ley de Prevención de Riesgos Laborales y en concreto en el Real Decreto 486/1997 de 14 de abril, publicado en el BOE 23-IV-1997, que fija las “Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en los Lugares de Trabajo”** y que por tanto forzosamente ha de tener incidencia en todo tipo de ambientes laborales. Dentro de esta disposición, se especifica lo siguiente en su “Capítulo II, Art.7:

- > 1 La exposición a las condiciones ambientales de los lugares de trabajo no deberá suponer un riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores. A tal fin, dichas condiciones ambientales y en particular las condiciones termohigrométricas de los lugares de trabajo deberán ajustarse a lo establecido en anexo III.
- > 2 La exposición a los agentes físicos, químicos y biológicos del ambiente de trabajo se regirá por lo dispuesto en su normativa específica”.

Dentro del Anexo III mencionado por el anterior capítulo, los apartados en los cuales la ventilación puede tener una incidencia concreta son los siguientes:

Anexo III: Condiciones ambientales de los lugares de trabajo

- > 3 En los lugares de trabajo cerrados deberán cumplirse, en particular, las siguientes condiciones:

a) La temperatura de los locales donde se realicen trabajos sedentarios propios de oficinas o similares estará comprendida entre 17 y 27°C.

La temperatura de los locales donde se realicen trabajos ligeros estará comprendida entre 14 y 25°C.

b) La humedad relativa estará comprendida entre el 30 y el 70 por ciento, excepto en los locales donde existan riesgos por electricidad estática en los que el límite inferior será el 50 por ciento.



c) Los trabajadores no deberán estar expuestos de forma frecuente o continuada a corrientes de aire cuya velocidad exceda los siguientes límites:

1º. Trabajos en ambientes no calurosos: 0.25 m/s.

2º. Trabajos sedentarios en ambientes calurosos: 0.5 m/s.

3º. Trabajos no sedentarios en ambientes no calurosos: 0.75 m/s.

Estos límites no se aplicarán a las corrientes de aire expresamente utilizadas para evitar el estrés en exposiciones intensas al calor, ni las corrientes de aire acondicionado, para las que el límite será de 0.25 m/s en el caso de trabajos sedentarios y 0.35 m/s en los demás casos.

d) La renovación mínima del aire en los locales de trabajo será de 30 metros cúbicos de aire limpio por hora y trabajador en el caso de trabajos sedentarios en ambientes no calurosos ni contaminados por humo de tabaco y de 50 metros cúbicos en los casos restantes, a fin de evitar el ambiente viciado y los olores desagradables.

> 4 A efectos de la aplicación de lo establecido en el apartado anterior, deberán tenerse en cuenta las limitaciones o condicionantes que puedan imponer, en cada caso, las características particulares del lugar de trabajo, de los procesos u operaciones que se desarrollen en él y del clima de la zona en la que está ubicado. En cualquier caso, el aislamiento térmico de los locales cerrados debe adecuarse a las condiciones climáticas propias del lugar.

Tenemos, pues, ya una nueva orientación, obligatoria, en lo que respecta a la ventilación de ambientes laborables, fijada en 30 o 50 m³/h por persona en función del ambiente.

Además hemos subrayado el último párrafo del apartado 3 por su importancia para el objetivo de una adecuada ventilación ambiental de un recinto y sobre la cual volveremos en hojas posteriores.

No se nos puede escapar que el caudal "obligatorio" anterior puede ser suficiente para ambientes laborables relativamente normales pero, por contra, ser totalmente insuficiente cuando el ambiente en el cual se encuentren los operarios tenga otras fuentes contaminantes no derivadas del humo de tabaco, que son las más habituales en ambientes laborables.

Por consiguiente, si debemos ventilar un ambiente industrial en el cual el proceso de fabricación genera un determinado tipo de contaminante (humo, calor, humedad, disolventes, etc.) en cantidades molestas o perjudiciales y no es posible pensar en la utilización de sistemas de captación localizada para captar el contaminante en la fuente de producción, deberemos recurrir al empleo de la ventilación ambiental para lograr unos índices de confort adecuados.

No existirán ya unos estándares obligatorios pero sí unos criterios comúnmente aceptados, basados en aplicar un determinado número de renovaciones/ hora al volumen considerado, que se usarán para la solución de este tipo de problemáticas.



En efecto, en función del grado de contaminación del local se deberá aplicar un mayor o menor número de renovaciones/hora de todo el volumen del mismo, según se observa en la **tabla 3.5**.

Esta tabla se basa en criterios de Seguridad e Higiene en el trabajo y pretende evitar que los ambientes lleguen a un grado de contaminación ambiental que pueda ser perjudicial para los operarios, pero sin partir ni del número de los mismos ni de criterios más científicos.

Obsérvese que, a medida que el grado de posible contaminación del recinto es mayor, aumenta la cantidad de renovaciones a aplicar, siendo más difícil determinar con precisión cual es el número exacto de renovaciones para conseguir un ambiente limpio con plenas garantías, por lo que será la propia experiencia la que nos oriente en casos como éstos, especialmente si se alcanzan niveles de contaminación importantes.

“El sistema de ventilación empleado y, en particular, la distribución de las entradas de aire limpio y salidas del aire viciado, deberán asegurar una efectiva renovación del aire del local de trabajo.”



Renovación del aire en locales habitados	Renovaciones/hora N
Catedrales	0,5
Iglesias modernas (techos bajos)	1 - 2
Escuelas, aulas	2 - 3
Oficinas de Bancos	3 - 4
Cantinas (de fábricas o militares)	4 - 6
Hospitales	5 - 6
Oficinas generales	5 - 6
Bar del hotel	5 - 8
Restaurantes lujosos (espaciosos)	5 - 6
Laboratorios (con campanas localizadas)	6 - 8
Talleres de mecanizado	5 - 10
Tabernas (con cubas presentes)	10 - 12
Fábricas en general	5 - 10
Salas de juntas	5 - 8
Aparcamientos	6 - 8
Salas de baile clásico	6 - 8
Discotecas	10 - 12
Restaurante medio (un tercio de fumadores)	8 - 10
Gallineros	6 - 10
Clubs privados (con fumadores)	8 - 10
Café	10 - 12
Cocinas domésticas (mejor instalar campana)	10 - 15
Teatros	10 - 12
Lavabos	13 - 15
Sala de juego (con fumadores)	15 - 18
Cines	10 - 15
Cafeterías y Comidas rápidas	15 - 18
Cocinas industriales (indispensable usar campana)	15 - 20
Lavanderías	20 - 30
Fundiciones (sin extracciones localizadas)	20 - 30
Tintorerías	20 - 30
Obradores de panaderías	25 - 35
Naves industriales con hornos y baños (sin campanas)	30 - 60
Talleres de pintura (mejor instalar campana)	40 - 60

Tabla 3.5. Renovación del aire en locales habitados



La **tabla 3.5.** puede simplificarse aún más, en base al volumen del recinto a considerar (**tabla 3.6**) que da buenos resultados con carácter general.

Volumen	Renovaciones/hora N
$V \leq 1000\text{m}^3$	20
$1000\text{m}^3 \leq V \leq 5000\text{m}^3$	15
$5000\text{m}^3 \leq V \leq 10000\text{m}^3$	10
$V \geq 10000\text{m}^3$	6

Tabla 3.6

En cualquier caso hay que tener en cuenta que los valores de la tabla anterior son orientativos, y que en caso de instalaciones con elevado grado de contaminación, los caudales resultantes de la aplicación de la tabla anterior pueden ser muy insuficientes.

SITUACIÓN DEL EXTRACTOR

La gran variedad de construcciones y de necesidades existentes disminuye la posibilidad de dar normas fijas en lo que se refiere a la disposición del sistema de ventilación.

Sin embargo pueden darse una serie de indicaciones generales, que fijan la pauta a seguir en la mayoría de los casos:

- a) Las entradas de aire deben estar diametralmente opuestas a la situación de los ventiladores, de forma que todo el aire utilizado cruce el área contaminada.
- b) Es conveniente situar los extractores cerca del posible foco de contaminación, de manera que el aire nocivo se elimine sin atravesar el local.
- c) Debe procurarse que el extractor no se halle cerca de una ventana abierta, o de otra posible entrada de aire, a fin de evitar que el aire expulsado vuelva a introducirse o que se formen bolsas de aire estancado en el local a ventilar.



3.4 VENTILACIÓN DE APARCAMIENTOS

> Objetivo

El sistema de ventilación de un aparcamiento tiene como objetivo:

- > 1 Garantizar que no se acumulará monóxido de carbono en concentraciones peligrosas en ningún punto del aparcamiento.
- > 2 En cumplimiento del **CTE y en concreto del documento DB SI 3 Evacuación de ocupantes**, garantizar la evacuación de humos que puedan generarse en caso de incendio.

> Características del CO

Sin ninguna duda el CO –monóxido de carbono– es el gas más peligroso de los emitidos por un vehículo automóvil y el que requiere de mayor dilución para que no sea perjudicial para las personas. El CO es un gas imperceptible, sin olor ni sabor, cuyo efecto sobre las personas, aspirado en cantidades importantes, es la reducción progresiva de la capacidad de transporte de oxígeno por la sangre, pudiendo, en casos extremos, llegar a provocar la muerte. Sin embargo, los efectos por intoxicación son totalmente reversibles y sin secuelas, y la exposición breve a concentraciones elevadas de CO no presenta riesgo alguno y puede tolerarse.

Se admite que para estancias inferiores a una hora, la concentración de CO pueda alcanzar 100 ppm (114,4 mg/m³), mientras que para una estancia igual a una jornada laboral de ocho horas, el nivel máximo admisible es de 50 ppm (57 mg/ m³).

La densidad del CO es de 0.968, por lo que se acumulará normalmente en las partes altas del aparcamiento.

> Consideraciones sobre la evacuación de humo en caso de incendio

La extracción de humo en caso de incendio de alguno de los vehículos automóviles en el interior de un aparcamiento pretende evitar que los usuarios que se encuentren en el interior del aparcamiento respiren los humos tóxicos generados y pierdan la visibilidad necesaria para alcanzar las vías de escape.

Debido a su temperatura, los humos se acumulan en la parte alta del recinto y deberían poderse evacuar antes de que se encuentren en cantidades importantes, lo que impediría el trabajo de los servicios de extinción, o bien se enfríen excesivamente y alcancen capas inferiores.

> Normativa

Para la ventilación de aparcamientos hay que cumplir el **Código Técnico de Edificación (CTE) y en concreto con los documentos DB SI Seguridad en caso de incendio (SI 3 Evacuación de ocupantes)** que pretende la evacuación de humo en caso de incendio, y el **DB SH Salubridad (HS 3 Calidad del aire interior)** que persigue la eliminación del monóxido de carbono CO; así como el **REBT (ITC-BT 28 Instalaciones en locales de pública concurrencia, y ITC-BT 29 Prescripciones particulares para las instalaciones eléctricas de los locales con riesgo de incendio o explosión)**.



> **Evacuación de humo en caso de incendio**

Conforme al DB SI, y en concreto según el **SI 3 Evacuación de ocupantes**, es necesario prever la evacuación de humo en caso de incendio en un aparcamiento. Dicha evacuación puede ser natural o forzada, y según el capítulo **8 Control de humo de incendio**, de dicho documento:

“...se debe instalar un sistema de control de humo en caso de incendio capaz de garantizar dicho control durante la evacuación de los ocupantes, de forma que ésta se pueda llevar a cabo en condiciones de seguridad :

a) Zonas de uso Aparcamiento que no tengan la consideración de aparcamiento abierto.”

En este sentido, el anexo del propio documento indica que

APARCAMIENTO ABIERTO

Es aquel que cumple las siguientes condiciones:

- a) Sus fachadas presentan en cada planta un área total permanentemente abierta al exterior no inferior a 1/20 (5%) de su superficie construida, de la cual al menos 1/40 (2.5%) está distribuida de manera uniforme entre las dos paredes opuestas que se encuentren a menor distancia;
- b) La distancia desde el borde superior de las aberturas hasta el techo no excede de 0.5 m.

Teniendo en cuenta que el uso de un aparcamiento es:

Edificio, establecimiento o zona independiente o accesoria de otro de uso principal, destinado a estacionamiento de vehículos y cuya superficie construida exceda de 100 m², incluyendo las dedicadas a revisiones.

Dentro de este uso se denominan aparcamientos robotizados aquellos en los que el movimiento de los vehículos, desde acceso hasta las plazas de aparcamiento, únicamente se realiza mediante sistemas mecánicos y sin presencia ni intervención directa de personas.



Si no se dispone de aberturas suficientes para cumplir las condiciones anteriores, se seguirán las indicaciones del capítulo:

8. CONTROL DEL HUMO DE INCENDIO

El diseño, cálculo, instalación y mantenimiento del sistema pueden realizarse de acuerdo con las normas **UNE 23585:2004 (SCEH)** Esta norma, sin embargo implicaría disponer de una altura del aparcamiento considerable y superior a 3 m de altura, lo que dificulta su aplicación y **EN 12101-6:2006**.

En zonas de uso Aparcamiento se consideran válidos los sistemas de ventilación conforme a lo establecido en el DB HS-3, los cuales, cuando sean mecánicos, cumplirán las siguientes condiciones adicionales a las allí establecidas:

- a) El sistema debe ser capaz de extraer un caudal de aire de 150 l/plazas con una portación máxima de 120 l/plazas y debe activarse automáticamente en caso de incendio mediante una instalación de detección. En las planas cuya altura exceda de 4 m deben cerrarse mediante compuertas automáticas E₃₀₀ 60 las aberturas de extracción de aire más cercanas al suelo, cuando el sistema disponga de ellas.
- b) Los ventiladores incluidos los de impulsión para vencer pérdidas de carga y/o regular el flujo deben tener una clasificación F₃₀₀ 60.
- c) Los conductos que transcurran por un único sector de incendio deben tener una clasificación E₃₀₀ 60. Los que atraviesen elementos separadores de sectores de incendio deben tener una clasificación EI 60.

Para aparcamientos robotizados, se seguirá el criterio del DB SI 5:

Los aparcamientos robotizados dispondrán, en cada sector de incendios en que estén compartimentados, de una vía compartimentada con elementos EI 120 y puertas EI2 60-C5 que permita el acceso de los bomberos hasta cada nivel existente, así como de un sistema mecánico de extracción de humo capaz de realizar 3 renovaciones /hora

> Eliminación del CO

Se ha de cumplir el DB HS 3, que en su ámbito de aplicación indica:

“Esta sección se aplica en,..., los aparcamientos y garajes; y, en los edificios de cualquier otro uso, a los aparcamientos y los garajes. Se considera que forman parte de los aparcamientos y garajes las zonas de circulación de los vehículos.”



Este documento pretende garantizar la salubridad de los ambientes, y en este sentido eliminar el CO₂, en base al caudal de la **tabla 3.7**.

Caudales de ventilación mínimos exigidos	
Aparcamientos y garajes	Caudal de ventilación mínimo exigido q_v en l/s
	120 por plaza

Tabla 3.7

Y en cuanto a las instalaciones, se especifica en el apartado:

3.1.4 APARCAMIENTOS Y GARAJES DE CUALQUIER TIPO DE EDIFICIO

En los aparcamientos y garajes debe disponerse un sistema de ventilación que puede ser natural o mecánica.

3.1.4.1 MEDIOS DE VENTILACIÓN NATURAL

> 1 Deben disponerse aberturas mixtas (según el Apéndice A Terminología, una abertura mixta es una: Abertura de ventilación que comunica el local directamente con el exterior y que en ciertas circunstancias funciona como abertura de admisión y en otras como abertura de extracción), al menos en dos zonas opuestas de la fachada de tal forma que su reparto sea uniforme y que la distancia a lo largo del recorrido mínimo libre de obstáculos entre cualquier punto del local y la abertura más próxima a él sea como máximo igual a 25 m. Si la distancia entre las aberturas opuestas más próximas es mayor que 30 m debe disponerse otra equidistante de ambas, permitiéndose una tolerancia del 5%.

> 2 En el caso de garajes de menos de cinco plazas, en vez de aberturas mixtas, pueden disponerse una o varias aberturas de admisión que comuniquen directamente con el exterior en la parte inferior de un cerramiento y una o varias aberturas de extracción que comuniquen directamente con el exterior en la parte superior del mismo cerramiento, separadas verticalmente como mínimo 1.5 m.

3.1.4.1 MEDIOS DE VENTILACIÓN MECÁNICA

> 1 La ventilación debe ser para uso exclusivo del aparcamiento salvo cuando los trasteros estén situados en el propio recinto del aparcamiento, en cuyo caso la ventilación puede ser conjunta respetando en todo caso la posible compartimentación de los trasteros como zona de riesgo especial, conforme al SI 1-2.

> 2 La ventilación debe realizarse por depresión y puede utilizarse una de las siguientes opciones:

- a) Con extracción mecánica.
- b) Con admisión y extracción mecánica.



Si bien según el apartado anterior sería posible ventilar cualquier tipo de aparcamiento simplemente mediante extracción, se aconseja garantizar la entrada de aire limpio procedente del exterior a todas las plantas, siendo aceptable que para las plantas primera y segunda, la entrada de aire se realice a través de una abertura independiente de la propia puerta, con sección de reja para entrada de aire a 2,5 m/s (preferiblemente mediante aberturas directas al exterior, o en su defecto a través de una rejilla a situar por encima de la puerta, o bien calar la puerta) y a través de las rampas, mientras que a partir de la tercera planta se dispondrán de conductos de aportación de aire, con velocidades máximas de entrada de aire de 4 m/s, para entrada de aire natural y de 10 m/s en el caso de aportación forzada.

Igualmente se aconseja que para los aparcamientos públicos, en los que generalmente se producirá un mayor movimiento de vehículos, se usen sistemas conjuntos de extracción e impulsión con el objeto de garantizar una adecuada eliminación de los posibles contaminantes.

> 2 Debe evitarse que se produzcan estancamientos de los gases contaminantes y para ello, las aberturas de ventilación deben disponerse de la forma indicada a continuación o de cualquier otra que produzca el mismo efecto :

- a) haya una abertura de admisión y otra de extracción por cada 100 m² de superficie útil;
- b) la separación entre aberturas de extracción más próximas sea menor que 10 m.

Es muy importante remarcar **el objetivo fundamental del sistema de ventilación:**

“Evitar que se produzcan estancamientos de los gases contaminantes”

De manera que se ha de garantizar un adecuado barrido de aire desde los puntos de entrada de aire exterior hasta los puntos de extracción y por delante de la necesidad de disponer de aberturas de admisión cada 100 m² está el objetivo solicitado, siendo admisibles soluciones diferentes a las propuestas por el CTE (o de cualquier otra que produzca el mismo efecto) para conseguir el objetivo deseado.

> 3 Como mínimo deben emplazarse dos terceras partes de las aberturas de extracción a una distancia del techo menor o igual a 0.5 m.

Hay que tener en cuenta que el uso de aberturas de extracción (rejillas) a nivel del suelo implicará la condición de que en los conductos descendentes se deban instalar compuertas E600 90 que se cierren automáticamente en caso de incendio, conforme se solicita en el DB SI 3 Evacuación de ocupantes, (ya que por lo general se usa el mismo sistema de extracción de humos para la eliminación del CO), con el objetivo de evitar que los humos generados en un supuesto incendio fuesen aspirados por las rejillas inferiores, provocando lo contrario de lo pretendido en un sistema de extracción de este tipo, de manera que los ocupantes inhalasen el humo mientras se dirigiesen a la salida al exterior.



> 4 En los aparcamientos compartimentados en los que la ventilación sea conjunta deben disponerse las aberturas de admisión en los en los compartimentos y las de extracción en las zonas de circulación comunes de tal forma que en cada compartimento se disponga al menos de una abertura de admisión.

> 5 En aparcamientos con 15 o más plazas se dispondrán en cada planta al menos dos redes de conductos de extracción dotadas del correspondiente aspirador mecánico.

> 6 En los aparcamientos que excedan de cinco plazas o de 100 m² útiles debe disponerse un sistema de detección de monóxido de carbono en cada planta que active automáticamente el o los aspiradores mecánicos cuando se alcance una concentración de 50 p.p.m en aparcamientos donde se prevea que existan empleados y una concentración de 100 p.p.m en caso contrario.

> Desclasificación de los aparcamientos

La instrucción **ITC-BT 029 Prescripciones particulares para las instalaciones eléctricas de los locales con riesgo de incendio o explosión del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT)** dice en su apartado

> 4 Clasificación de emplazamientos.

Para establecer los requisitos que ha de satisfacer los distintos elementos constitutivos de la instalación eléctrica en emplazamientos con atmósferas potencialmente explosivas, estos emplazamientos se agrupan en dos clases según la naturaleza de la sustancia inflamable, denominadas como Clase I y Clase II.

La clasificación de emplazamientos se llevará a cabo por un técnico competente que justificarán los criterios y procedimientos aplicados. Esta decisión tendrá preferencia sobre las interpretaciones literales o ejemplos que figuran en los textos.

> 4.1 Clases de emplazamientos

Los emplazamientos se agrupan como sigue:

Clase I: Comprende los emplazamientos en los que hay o puede haber gases, vapores o nieblas en cantidad suficiente para producir atmósferas explosivas o inflamables; se incluyen en esta clase los lugares en los que hay o puede haber líquidos inflamables.

En la norma UNE-EN 60079-10 se recogen reglas precisas para establecer zonas en emplazamientos de Clase I.

> 4.2 Ejemplos de emplazamientos peligrosos

Los emplazamientos se agrupan como sigue:

De Clase I - Garajes y talleres de reparación de vehículos. Se excluyen los garajes de uso privado para estacionamiento de 5 vehículos o menos.



La instrucción clasifica los aparcamientos como locales con riesgo de incendio y explosión y en su apartado 4 establece que la clasificación de emplazamientos para atmósferas potencialmente explosivas se llevará a cabo por un técnico competente.

La citada ITC-BT-29 remite a la norma UNE-EN 60079-10 a fin de establecer el procedimiento para la clasificación de emplazamientos.

Para desclasificar el recinto se propone seguir los criterios de la Resolución 27 abril 2006 (BOPV nº 105) del País Vasco, que indica que en lo que se refiere al grado de la fuente de escape, se puede tratar de un escape, el procedente de venteos, deterioro de juntas y materiales de los depósitos o emisiones de los tubos de escape de los vehículos, que se puede considerar infrecuente y en períodos de corta duración, por lo que, acorde con la norma UNEEN 60079, se puede clasificar como fuente de escape secundario.

Los criterios de cálculo y diseño de los sistemas de ventilación de aparcamientos expuestos anteriormente, bien sea para evacuación de humos en caso de incendio o para dilución del CO a niveles aceptables para la salud de las personas, son en todo caso muy superiores a los que se necesita para diluir o dispersar los vapores inflamables hasta que su concentración sea más baja que el límite inferior de explosión (LIE), lo que implica que asegurada la misma y teniendo en cuenta el grado secundario de la fuente de escape se puede considerar, a los efectos de la norma UNE-60079-10, que **la zona clasificada como peligrosa sea en general despreciable**, siempre y cuando la ventilación cumpla los requisitos indicados de la ventilación para evacuación de humos y eliminación del CO, se considerará conseguido un alto grado de ventilación a los efectos de lo previsto en la norma UNE EN 60079-10 **cuando se asegure una renovación de 120 l/s** (garantizando una adecuada distribución de aire por el interior), con lo que el **garaje queda desclasificado** a los efectos de lo previsto en la ITC-BT-29 del REBT, y no será necesario tomar medidas de protección adicional respecto a las solicitadas por el CTE.

> Locales de pública concurrencia

La ITC-BT 28 considera los aparcamientos como locales de pública concurrencia, obligándoles a cumplir las siguientes condiciones:

> 1 Campo de aplicación

La presente instrucción se aplica a locales de pública concurrencia como,..., estacionamientos cerrados y cubiertos para más de 5 vehículos.

> 2.3 Suministros complementarios o de seguridad

Todos los locales de pública concurrencia deberán disponer de alumbrado de emergencia
Deberán disponer de suministro de reserva:
Estacionamientos subterráneos para más de 100 vehículos.



> Entradas de aire

Las bocas de captación del aire exterior deben alejarse del suelo de jardines o forestas para no captar hojas o polen; separadas de letreros luminosos por su atracción de insectos; lejos de descargas de aire para no recircular emisiones viciadas, y nunca en el suelo porque puede obturarse por objetos o desechos.

De forma habitual se vienen instalando rejillas por encima de las propias puertas de acceso, lo que permite, al sistema de ventilación parado, una “cierta” ventilación natural del propio aparcamiento, y garantiza una correcta entrada de aire cuando el sistema de ventilación está en funcionamiento, independientemente de la abertura o no de la puerta de acceso al recinto.

> Descargas de aire

En el DB HS 3, y en el apartado 3.2.1. Aberturas y bocas de ventilación se indica:

- > 4 Las bocas de expulsión deben situarse en la cubierta del edificio separadas 3m como mínimo, de cualquier elemento de entrada de ventilación (boca de toma, abertura de admisión, puerta exterior y ventana) y de los espacios donde pueda haber personas de forma habitual, tales como terrazas, galerías, miradores, balcones, etc.

> Otros conceptos a tener en cuenta

El CTE no especifica velocidad de diseño alguno para la redes de conductos por el interior del aparcamiento, mientras que tampoco queda clara la sección de los conductos procedentes desde dicho recinto, que puedan circular por el interior de espacios habitables, hasta la cubierta, ya que si bien en el documento **HS Salubridad 3 Calidad del aire interior**, en su capítulo **3 Diseño** se menciona que la sección de los conductos circulantes a través de dichos espacios se calculará con la formula

$$S > 2,50 \cdot q_{vt}$$

lo que corresponde a una velocidad de 4 m/s, se entiende que esta velocidad se refiera al diseño de los conductos de ventilación general de la vivienda, ya que si se aplican para garajes y aparcamientos podría darse la paradoja de que en un aparcamiento de dimensiones importantes o de más de una planta, con un único montante vertical hasta la cubierta, dicho conducto tuviese unas dimensiones tan considerables que provocase una reducción significativa de la superficie de cada una de las plantas de las viviendas superiores. En este sentido, pues, se aconseja dimensionar los conductos verticales, procedentes del interior de los aparcamientos a través de los locales habitables hasta la cubierta, a una velocidad máxima de 8 m/s (ya que a él no se conectará ningún tipo de instalación de las propias viviendas), con un grosor de chapa mínimo de 1 mm para evitar la transmisión de ruidos.



Para los conductos a ubicar propiamente en el interior del aparcamiento, se pueden dimensionar conforme a la norma UNE -100 166 04, para una velocidad de hasta 10 m/s.

Se aconseja también que, en la medida de lo posible, el conducto sea circular, si bien con frecuencia la altura de los garajes impide este tipo de conductos, por lo que seguidamente se aconseja el uso de conductos ovalados, al presentar menor pérdida de carga que los rectangulares.

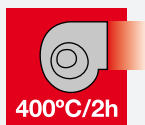
Y si no hay otra opción que el uso de estos conductos, deberán ser lo más cuadrados posibles, y no se deberá sobrepasar, en ningún caso, relaciones de lados superiores de lado **mayor** ≤ 5 lado menor para evitar provocar pérdidas de carga excesivas.

> Ubicación de los extractores

La actual normativa obliga a que los extractores sean capaces de evacuar humo en caso de incendio, y se utiliza, con carácter general, el mismo sistema de evacuación de humos en caso de incendio que para la eliminación del CO.

Para la evacuación de humos en caso de incendio ha de tenerse en cuenta que existen dos tipos de aparatos capaces de realizar dicha función:

APARATOS PARA TRABAJAR INMERSOS

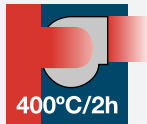


Se trata de aparatos cuyo motor se encuentra en el interior del flujo de aire extraído, por lo que ha de ser capaz de soportar la temperatura de 400°C. Si bien la normativa exige que soporten dicha temperatura durante 90 minutos, el tiempo mínimo es de 2h. al no existir fabricantes de motores que cumplan la condición solicitada, y se homologan íntegramente los ventiladores para soportar condiciones de 400°C/2h.

Hay que tener en cuenta que los motores usados reúnen unas características especiales y solamente existen con alimentación trifásica.



APARATOS PARA TRASIEGO.

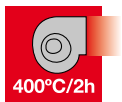


Se trata de aparatos cuyo motor no está en contacto con el flujo de aire extraído, y su motor es normal, siendo posible encontrar aparatos de alimentación monofásica siempre y cuando su potencia no supere los 2.2 KW.

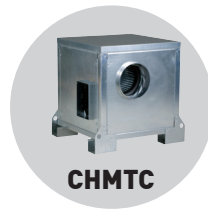
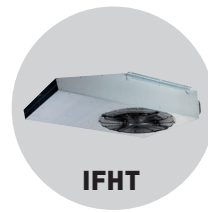
Este tipo de aparatos no puede montarse directamente en el interior del aparcamiento, y deben situarse o bien en una sala de máquinas, siempre con los conductos conectados a la aspiración y descarga de los aparatos, o bien directamente en la cubierta, o en el espacio comprendido entre el aparcamiento y la cubierta.

También ha de tenerse en cuenta que es importante que cada planta engarce el conjunto de extractores independientes para cada planta, lo que ha de asegurar un control adecuado del humo en la planta que pudiese verse afectada en caso de incendio.

Por último se verificará que no existen normativas, ya sea autonómicas o municipales, cuyas exigencias sean distintas a las indicadas anteriormente, que prevean otras soluciones distintas a las indicadas.



SERIES DE PRODUCTO
DESENFUMAGE PARA TRABAJAR INMERSOS A 400° C/2H



SERIES DE PRODUCTO
DESENFUMAGE PARA VEHICULAR AIRE A 400° C/2H

