

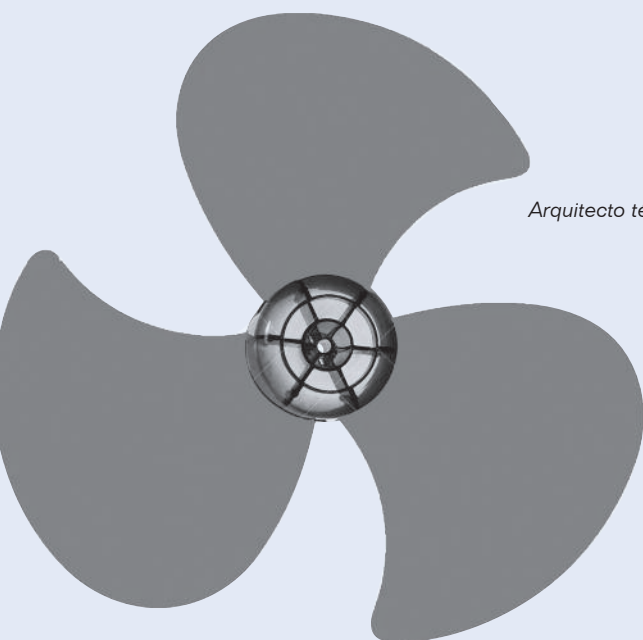


Ventilación eficiente

La calidad del aire interior en los edificios de viviendas

Jordi Marrot i Ticó

Arquitecto técnico, responsable de la Unidad de Rehabilitación y Medio Ambiente del CAATEEB.



La preocupación por conseguir un aire limpio ha estado presente en la historia de la humanidad; desde la antigua Roma hasta nuestros días se ha intentado mejorar la calidad del aire interior que respiramos dentro de los edificios. En el siguiente artículo el autor plasma las diferentes opciones con las que contamos para mejorar la calidad del aire interior de nuestras viviendas.

Los seres vivos utilizamos el aire para obtener la energía que necesitamos para mantenernos vivos, poniéndonos en contacto directo con el ambiente que nos rodea de forma directa y permanente. Es por ello que el aire, junto con la presencia de agua, es uno de los parámetros fundamentales para que pueda existir vida en nuestro planeta y este ha de tener un adecuado estándar de calidad, con una buena relación de gases lo más libres de contaminantes posible. Esta relación de gases está compuesta principalmente por nitrógeno, oxígeno y en menor medida por otros gases como el argón, el vapor de agua, el dióxido de carbono, el metano, el óxido nitroso, el ozono y otros, pudiendo almacenar algunos contaminantes suspendidos como son el polvo, polen, compuestos orgánicos volátiles, bacterias, virus, ácaros, mohos, humo, etc. Algunos de estos contaminantes tienen la capacidad de causar enfermedades respiratorias, cardíacas o

daños en otros órganos del cuerpo ya que los humanos utilizamos el aire en los pulmones para la oxigenación de la sangre que circula por todo el cuerpo.

Esta preocupación por conseguir un aire limpio es compartida por científicos y organismos internacionales de la salud actuales, y también lo ha sido a lo largo de la historia. Ya en la antigua Roma, el médico griego Gale (29-210/216 d. C), expuso estos conceptos en una síntesis médica conocida como Galenismo en la que se establece entre otras cosas que es esencial mantener o buscar la pureza del aire (el "buen aire"), proponiendo si es necesario la utilización de perfumes, fumigaciones, etc. Por otro lado, el aire impuro o corrupto (el "mal aire") fue considerado por Gale como la causa segura de patologías, sobre todo de carácter epidémico o infeccioso. Esta importancia tam-

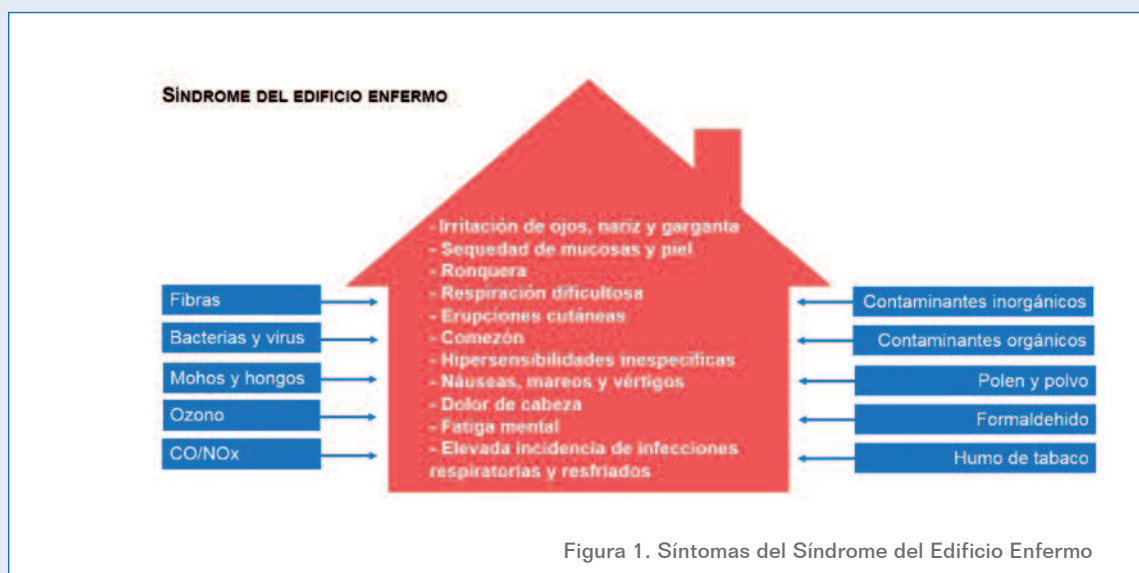
bién fue expuesta por Florence Nightingale (1820-1910), considerada la madre de la enfermería moderna, la cual describió la importancia de la ventilación en sus "Notas sobre enfermería", que conjuntamente con la temperatura, la iluminación, la dieta, la higiene y el ruido eran la base para conseguir un entorno saludable. Florence Nightingale instruía a sus enfermeras para que el aire fuera adecuado y periódicamente renovado, considerándolo de vital importancia para conseguir la recuperación de los pacientes o perjudicial si la ventilación era insuficiente haciéndoles enfermar aún más.

Estos planteamientos higienistas condicionaron el diseño arquitectónico de los edificios del siglo XX, mediante tipologías constructivas que incluían patios interiores que permitían disponer de oberturas para facilitar la ventilación cruzada, así como la incorporación de patinejos y conductos para ventilar los baños interiores que hicieron mejorar la habitabilidad de las viviendas.

En la actualidad se constata de nuevo que la contaminación del aire interior de los edificios es la causa de múltiples problemas de salud que pueden abarcar desde una simple fatiga o molestia, hasta síntomas compatibles con alergias, infecciones, llegando en algunos casos a desencadenar importantes enfermedades como el cáncer si se respiran partículas de amianto o se está en contacto con el gas radón. En algunos casos estos problemas de salud son complejos de diagnosticar debido a que existen grupos heterogéneos de contaminantes que dificultan el estudio

etiológico para determinar con certeza la relación causal y en otros las causas son fruto de una combinación de contaminantes. No obstante está constatado que existen edificios en los que sus usuarios presentan un conjunto de enfermedades originadas o estimuladas por la contaminación del aire y que la Organización Mundial de la Salud -OMS- ha definido como el "Síndrome del Edificio Enfermo". Esto es especialmente importante porque tal y como advierte la propia -OMS- la población de las ciudades pasa entre un 80% y un 90% del tiempo en el interior de los edificios.

Por otro lado, el aire atmosférico exterior que se utiliza para la ventilación de los edificios puede presentar unas elevadas concentraciones de polución y contaminantes. Esta contaminación del aire atmosférico se inició de forma lenta y progresiva con la revolución industrial y hoy presenta una situación muy crítica en algunas zonas urbanas. Su existencia es debida principalmente a los procesos de combustión, que comporta la emisión de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, cenizas e hidrocarburos no combustionados. Cuando ésta presenta altas concentraciones puede ocasionar problemas en la salud y lamentables efectos en el medio ambiente, como es el calentamiento global debido al aumento de los gases de efecto invernadero. A su vez e intrínsecamente relacionado, los edificios han de permitir cubrir sus necesidades térmicas con una baja demanda energética, lo que exige edificios herméticos para evitar pérdidas térmicas por infiltraciones y un uso muy eficiente de la energía utilizada para la climatización, siendo esto contradictorio con la ventilación natural, ya que





ésta expulsa flujos de aire viciado en buenas condiciones térmicas por otros flujos de aire nuevo que necesitan ser acondicionado climáticamente, siendo esto inasumible energéticamente y económicamente por una sociedad que requiere una mejor eficiencia de los recursos.

Todos estos aspectos energéticos, medioambientales y de salud, conjuntamente con la necesidad de disponer de un buen confort interior en las viviendas, sin malos olores, ni humedades por condensación, ha comportado que se desarrollen en cada país normativas específicas para garantizar una buena calidad del aire interior en los edificios. En España el marco normativo actual que lo regula es el Código Técnico de la Edificación -CTE-(2006) y el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios -RITE- (2007).

En el CTE se desarrollan las exigencias básicas de calidad que deben cumplir los edificios y en el que se establece que: "los edificios han de disponer de medios para que sus recintos se puedan ventilar adecuadamente, eliminando los contaminantes que se producen 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".

El cumplimiento de esta exigencia básica se desarrolla en el Documento Básico DB HS-3 "Calidad del Aire Interior", siendo su ámbito de aplicación los edificios de viviendas, los almacenes de residuos, los trasteros, los aparcamientos y garajes; y, en los edificios de cualquier otro uso, a los aparcamientos y los garajes. Para el resto de edificios es de aplicación el Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios -RITE-.

La ventilación del aire del interior de los edificios de viviendas

Tradicionalmente, para la renovación general del aire interior de las viviendas se ha utilizado la ventilación natural y en menor medida la ventilación mecánica que se ha utilizado para extraer el aire de: baños interiores, vahos de cocinas, aparcamientos, garajes y trasteros ubicados en planta bajo rasante del edificio, etc.

La ventilación natural puede ser de tres formas, siendo la ventilación unilateral y la ventilación cru-

zada la que se utiliza en la renovación horizontal y la ventilación por tiro térmico la que se utiliza para la extracción vertical a través de conductos.

La ventilación unilateral se produce por la diferencia de presión y temperatura a través de los huecos e infiltraciones de la envolvente, que pone en contacto el interior con el exterior. Cuando la presión del aire es superior en algunos de los dos lados del cerramiento, se genera un flujo por el que circula de la zona con mayor presión a la zona con menor presión. Este sistema es el que se acciona cuando abrimos cualquier ventana del cerramiento exterior de una vivienda o el existente por las infiltraciones en la envolvente del edificio. Por otro lado, cuando el aire se calienta asciende generando una circulación en forma de remolino próxima al hueco, utilizándose este efecto para renovar el aire en las salas de calderas y en las cocinas que utilizan combustibles de gas, instalándose para ello las típicas rejillas de ventilación inferior y superior.

La ventilación cruzada se origina cuando se activa la circulación de un flujo de aire entre una entrada y una salida ubicadas en cerramientos opuestos de la envolvente y se activa por la diferencia de presión, generándose una presión positiva en la entrada y una presión negativa en la salida. Esta es la típica ventilación que se pone en funcionamiento cuando abrimos ventanas en paramentos opuestos de una vivienda, siendo un tipo de renovación de aire puntual, que ha de ser accionada por el usuario y esto no siempre se cumple debido a que una parte importante de la población no tiene asimilado estos hábitos, tal y como pone de manifiesto la presencia de mohos y hongos relacionados con un exceso de humedad relativa del aire en algunas viviendas. A ello tampoco ayuda el modelo urbanístico, los horarios laborales y las estructuras familiares de una parte importante de la población, donde trabajan ambos cónyuges de la familia, con centros de trabajo alejados de su hogar, lo que comporta que existan ciudades y barrios dormitorio donde los usuarios no disponen del tiempo suficiente para poder realizar las tareas periódicas de ventilación natural cruzada.

La ventilación por tiro térmico a través de conductos verticales es el que se acciona por la diferencia de densidades del aire que origina la variación de temperatura y del contenido de humedad: el aire caliente pesa menos que el frío y el húme-

do menos que el seco, generando un movimiento que provoca su desplazamiento. Este es el sistema de extracción utilizado en los hogares-chimenea y por los conductos tipo “shunt”, que también utilizan el efecto Venturi en los sombreros estáticos ubicados en la coronación exterior del conducto para generar una depresión y aspirar el aire del interior del conducto. Este sistema presenta el inconveniente de que no funciona en los días que meteorológicamente existe inversión térmica, ni en los días que la circulación de aire exterior es insuficiente para provocar la aspiración. Cuando esto ocurre de forma prolongada en el tiempo pueden aparecer humedades por condensación en el interior de las viviendas y transmisiones de aire entre diferentes viviendas del edificio que pueden ir acompañados de malos olores, siendo éste el desencadenante de quejas y reclamaciones por mala ventilación en algunos de los edificios residenciales existentes.

Finalmente, y desde un punto de vista de ahorro energético, la ventilación natural utilizada tradicionalmente no está considerada un sistema eficiente y es por ello que no está contemplado como sistema general de ventilación en el Código Técnico de la Edificación –CTE–, que establece en el Documento Básico DB HS-3 que las viviendas han de disponer de un sistema general de ventilación que puede ser híbrida o mecánica.

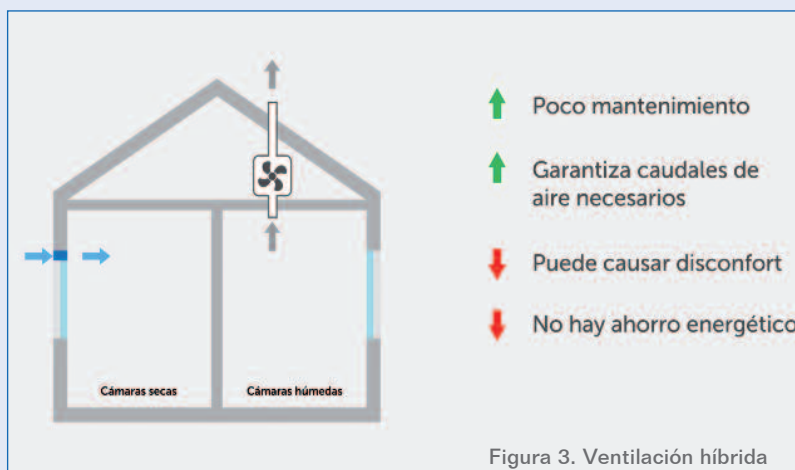
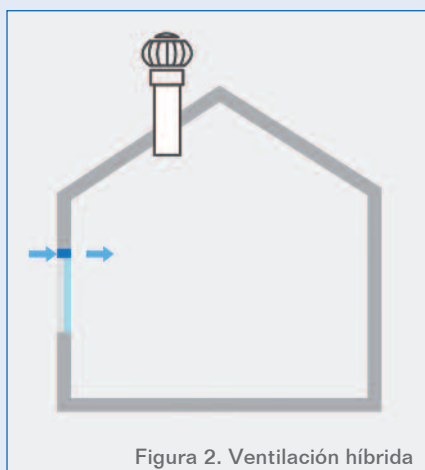
Ventilación híbrida

La ventilación híbrida es la que realiza la renovación natural del aire interior cuando las condiciones de presión y temperatura ambientales son favorables y utiliza la extracción mecánica cuando las condiciones meteorológicas son desfavorables.

Este tipo de ventilación de simple flujo funciona por depresión ya que se extrae el aire provocando una depresión en el interior de la vivienda respecto la presión atmosférica, aspirando el aire del exterior a través de las oberturas de admisión y de las infiltraciones que existan en la envolvente y extrae el aire por tiro térmico a través de los conductos o mediante un aspirador mecánico cuando las condiciones ambientales no son favorables.

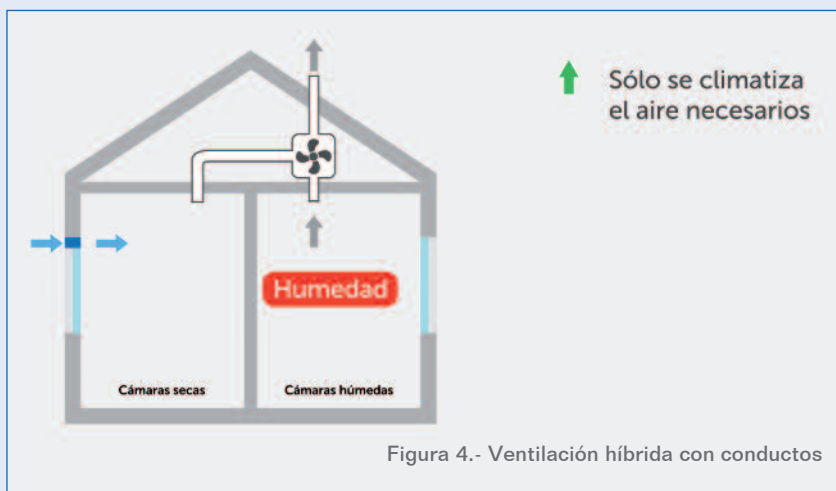
Para que funcione correctamente se ha de instalar la admisión del aire en los cerramientos exteriores de los locales secos de la vivienda (comedores, dormitorios, salas de estar) y la extracción en locales húmedos (aseos, baños, cocinas). De esta forma se genera una circulación del flujo de aire a través de las particiones interiores de la vivienda, creando un desplazamiento que evita la diseminación del aire más húmedo y viciado en las dependencias más secas de la vivienda. Es importante que las aberturas de admisión en el cerramiento exterior impidan la entrada de contaminantes externos y de insectos, realizando un buen drenaje del agua de lluvia que impida su entrada.

Este tipo de instalación es de fácil ejecución y aconsejable en los edificios donde no es un requisito necesario el obtener un alto grado de ahorro energético ya que el sistema no dispone de un control de flujos, ni un intercambio de energía entre la admisión y la expulsión del aire. Su instalación requiere de poca inversión económica en mantenimiento y permiten garantizar los caudales de aire necesarios, pero puede causar una pérdida de confort debido a la diferencia de temperaturas, el movimiento del aire, la velocidad y el ruido.





Ventilación eficiente



Otra instalación híbrida más compleja puede incorporar conductos y sensores de forma individualizada de humedad o de CO₂ en cada sala de la vivienda, permitiendo la circulación del flujo del aire sin tener en cuenta las particiones interiores de la vivienda y renovar solamente el aire que es estrictamente necesario.

Ventilación mecánica

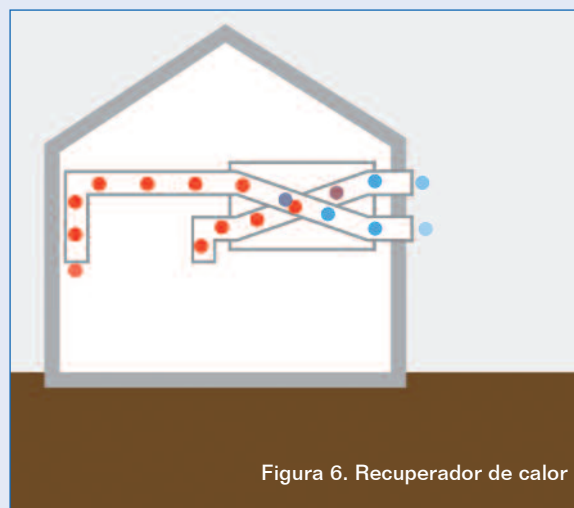
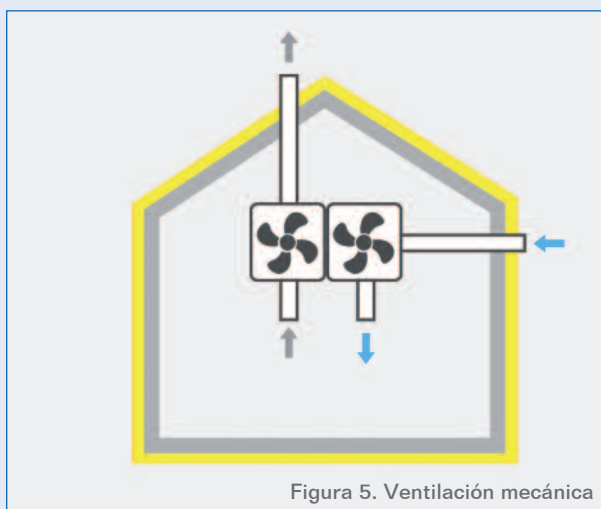
La ventilación mecánica es la que se produce por el funcionamiento de equipos electro-mecánicos dispuestos al efecto y puede ser con admisión mecánica y con extracción mecánica o equilibrada.

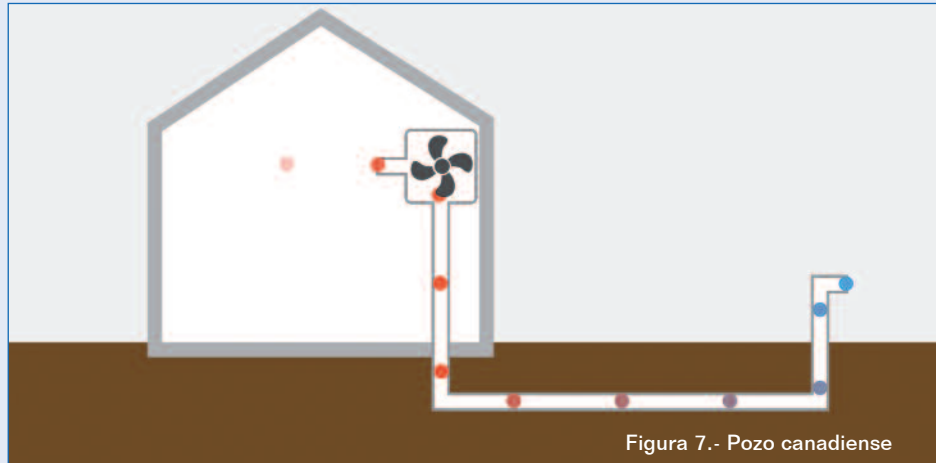
Este tipo de instalación permite la posibilidad de controlar los flujos de admisión y expulsión del aire de forma continua mediante un accionamiento programado por el usuario y sin que sea necesario su intervención de forma activa, lo que com-

porta una ventilación constante y obtener ahorros en los consumos de climatización. Al realizar una renovación constante es importante que la instalación incorpore filtros de aire en la admisión para impedir la entrada de contaminantes exteriores en el interior de la vivienda. A este tipo de ventilación se la conoce como Ventilación Mecánica Controlada – VMC- y puede ser de simple flujo autoregulable, de simple flujo hidrorregulable o de doble flujo.

La diferencia entre los dos tipos de ventilación mecánica controlada de simple flujo se basa en el sistema utilizado para modificar de forma automática la superficie de paso en la admisión y la extracción del aire. En las autorregulables esta regulación se realiza en función de la presión a la cual está sometida y en las hidrorregulables se realiza en función de la humedad del interior de la vivienda.

Por otro lado la ventilación mecánica controlada de doble flujo es generalmente centralizada en un equipo que incorpora un sistema de recuperador de calor que permite mejorar el confort y el ahorro energético intercambiando energía entre el aire interior climatizado que se extrae y el aire sin climatizar que se introduce en el interior. El recuperador de calor hace que este tipo de ventilación sea la más eficiente ya que permite obtener el





máximo ahorro en consumo de energía, garantizando a la vez la temperatura y humedad adecuadas. Esto es especialmente importante porque la calefacción y la refrigeración son el consumo de energía más importante de los edificios, lo cual nos da una idea del gran potencial de ahorro que hay en las instalaciones de ventilación y de las ventajas energéticas que aportan a los edificios energéticamente más sostenibles.

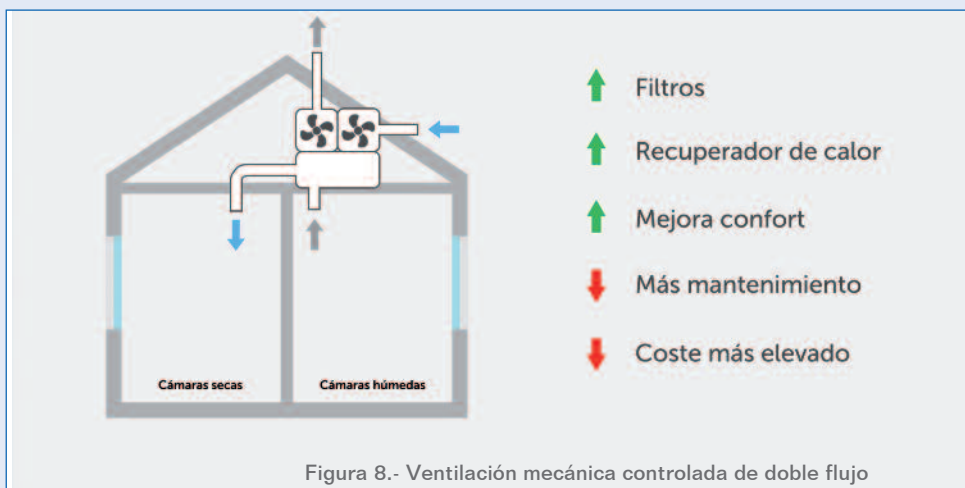
Para conseguir mejorar la eficiencia de la instalación se puede incluir la integración de energía renovable para producir la electricidad necesaria y/o sistemas de pre climatización y conservación de la energía como son el pozo canadiense o la geotermia.

La instalación de la ventilación mecánica es técnicamente más compleja que la híbrida y por lo tanto tiene un coste económico más elevado,

requiriendo también un mayor mantenimiento. Entre ellos, la ventilación mecánica controlada de doble flujo es la que requiere mayor inversión económica pero es la que aporta un mayor ahorro de energía con un óptimo confort en términos de calidad de aire e insonorización.

Por otro lado, la ventilación mecánica controlada higroregulable proporciona una buena relación de ganancia térmica e inversión porque el sistema se adapta a las necesidades de ventilación de cada momento. Finalmente la ventilación mecánica controlada autorregulable es la que da una óptima calidad del aire con una menor inversión.

Sea cual sea el tipo de ventilación elegida se requiere que en las cocinas se utilice un sistema mecánico adicional de ventilación con extracción mecánica para expulsar los vapores y los conta-





Ventilación eficiente

minantes de la cocción, en la que se utiliza un extractor conectado a un conducto independiente de los utilizados para la ventilación general de la vivienda y que no puede utilizarse para la ventilación del aire interior de locales de otro uso.

Cuando este conducto es compartido por varios extractores, cada uno de los conductos ha de estar dotado de una válvula automática que solo mantenga abierta su conexión con el conducto cuando esté funcionando o de cualquier otro sistema antirrevoco, para evitar la transmisión entre viviendas del edificio.

Componentes de una ventilación mecánica controlada de doble flujo

Los componentes básicos de una instalación de ventilación mecánica controlada -VMC- de doble flujo son: recuperador de calor, caja de distribución y los conductos de impulsión en las salas secas y las de extracción en las salas húmedas.

Para conseguir un buen rendimiento de una instalación de ventilación mecánica se requiere un correcto dimensionado de los caudales que permita conseguir un equilibrio entre el volumen impulsado y el extraído.

La distribución de los conductos puede ser lineal o en estrella. Generalmente, la distribución lineal se realiza con conducto galvanizado y/o termopástico y tiene la ventaja de que se utiliza menos material para su instalación, pero el inconveniente que debe de ser diseñada por un técnico especializado con experiencia en sistemas de ventilación, ya que dependiendo del diseño de la red de ventilación puede transmitir el ruido entre las diferentes salas de la vivienda, esto se soluciona con un diseño adecuado y en caso de ser necesario se debe de instalar aisladores acústicos.

En la distribución en estrella se utiliza conductos independientes entre la caja de distribución y cada sala de la vivienda, lo que comporta un ma-



Figura9.- Componentes básicos de una ventilación mecánica controlada de doble flujo

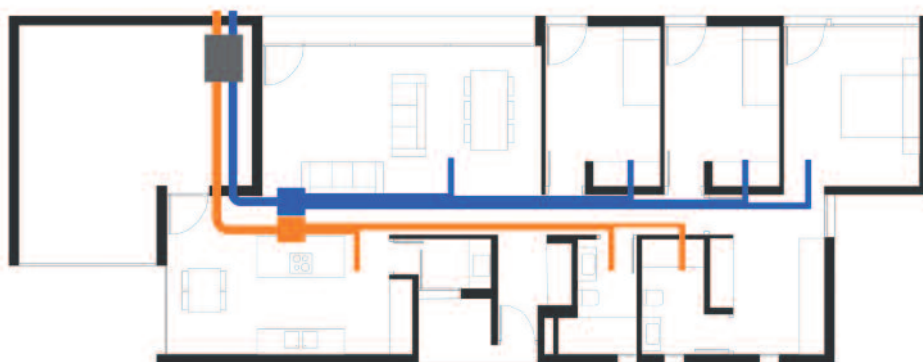


Figura 10.- Distribución lineal

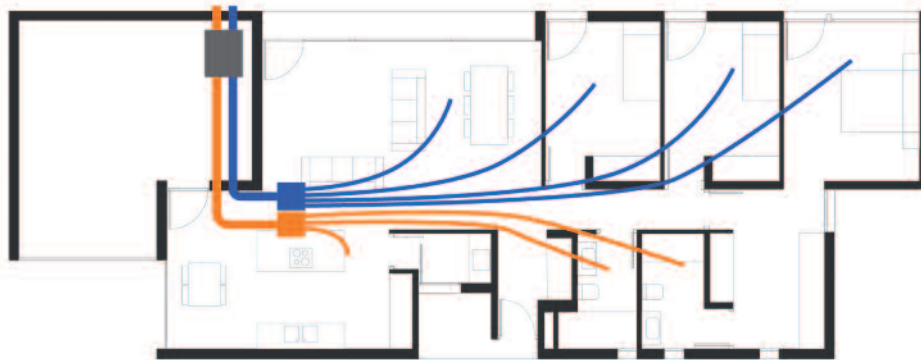


Figura 11.- Distribución en estrella

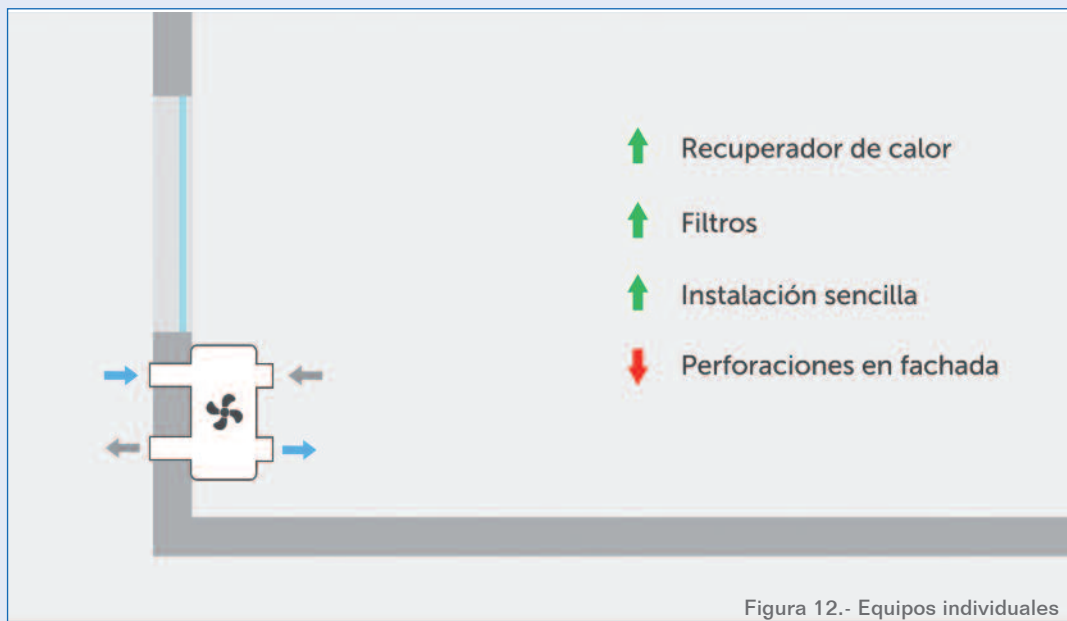


Figura 12.- Equipos individuales

por consumo de material. Habitualmente son de polietileno de alta densidad. En este tipo de distribución los conductos son en general de la misma sección y no existe la posibilidad de que haya transmisiones acústicas entre las diferentes dependencias de las viviendas.

También existe la posibilidad de utilizar el sistema de doble flujo mediante equipos individuales para la admisión y la extracción de aire. Su instalación es técnicamente más sencilla porque se evita la instalación de conductos, pero requiere la realización de oberturas en fachada, lo cual complica su implantación en edificios existentes debido a la modificación e impacto visual que se produce en la fachada y en el paisaje urbano de la ciudad donde se ubique el edificio.

El futuro inmediato

Los sistemas de ventilación mecánica de doble flujo son indispensables cuando se quiere construir edificios pasivos o edificios en los que se quiere conseguir un alto grado de ahorro energético. En este sentido se ha de tener presente que la Directiva 2010/31/UE promueve que haya cambios normativos en los diferentes países de la UE para que a partir del 31 de diciembre del 2018 todos los edificios de nueva construcción que sean ocupados o sean propiedad de autoridades públicas han de ser Edificios de Energía Casi Nula -EECN- (del inglés Nearly Zero Energy Building -nZEB-) y a partir del 31 de diciembre del 2020 para todo el resto de edificios de nueva construcción de propiedad privada y, por lo tanto,

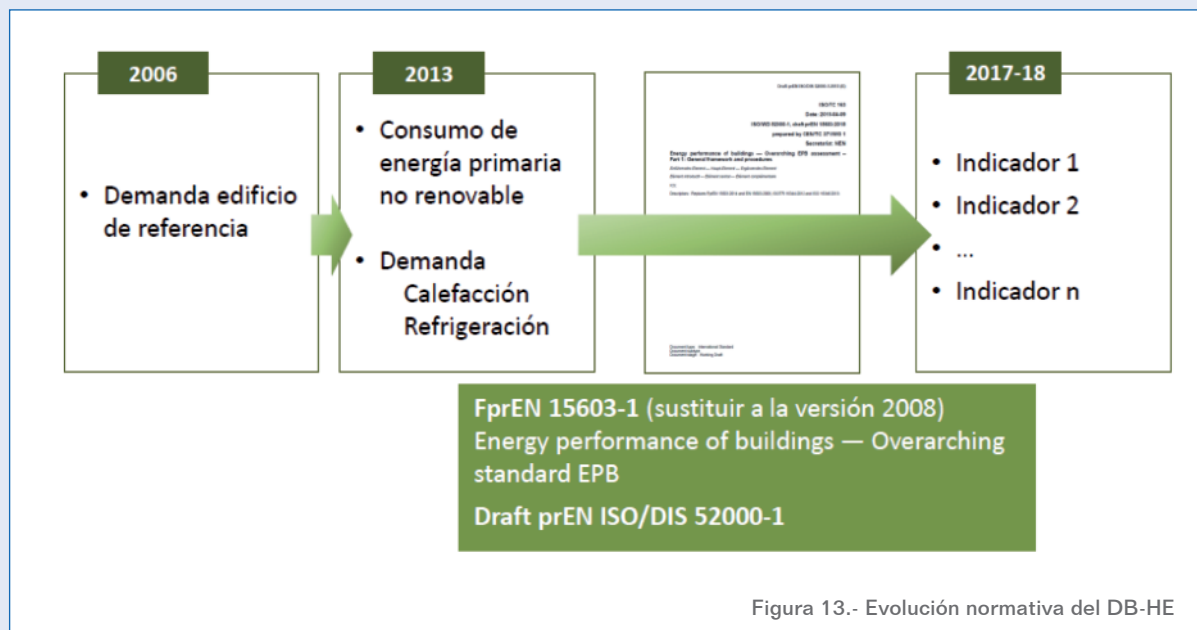


Figura 13.- Evolución normativa del DB-HE

también será aplicable a todos los edificios de viviendas de nueva construcción.

Según indican los representantes del Ministerio de Fomento, la implantación en España de esta Directiva se realizará a través de una modificación del Documento Básico DB HE “Ahorro de energía” del CTE, mediante indicadores según los criterios establecidos en la norma EN ISO 52000-1 y está prevista su publicación durante el periodo 2017-2018.

Esta modificación normativa afectará a los edificios de nueva construcción y a los que sean objeto de una gran rehabilitación, sin embargo, la mayor parte de la población vivimos en edificios de viviendas que no han sido construidos con los criterios del actual CTE, ni incorporan los criterios nZEB que serán obligatorios a partir del año 2020.

Según los últimos datos estadísticos publicados, solamente el 4,59% de las 25.382.415 viviendas que hay en España, han sido construidos conforme al CTE (2006), y de estos desconocemos cuantos cumplirán con los requisitos nZEB, por lo que se abre un gran mercado en la rehabilitación energética de viviendas existentes, donde las instalaciones de ventilación son indispensables para permitir una renovación del aire eficiente que permita reemplazar el aire viciado interior de forma gradual y continua, diluyendo los conta-

minantes que se producen de forma habitual por el uso de la vivienda, como son la humedad y el CO₂ producidos por el metabolismo de las personas en la realización de sus actividades, como higiene, lavado y secado de ropa, así como otros producidos también de forma habitual por los productos de construcción, mobiliario y acabados de la vivienda, como son el formaldehído ureico y fenólico, etc.

En este sentido el Colegio de Aparejadores, Arquitectos Técnicos e Ingenieros de Edificación de Barcelona -CAATEEB-, ha editado un manual de diagnóstico e intervención en instalaciones de climatización y ventilación que se publicará durante el primer trimestre del 2017. Este manual forma parte de una colección iniciada en los años 90 que se dirige de forma especial a los técnicos de cabecera que actúan en el mantenimiento y conservación de edificios y a los patólogos y profesionales de la rehabilitación que actúan interviniendo en las obras de renovación, rehabilitación y mejora de los edificios existentes.

También se puede obtener más información sobre este tema en la página web de la Agenda de la Construcción Sostenible -www.csostenible.net, creada el año 1997 por el CAATEEB, para actuar como punto de encuentro de todos los profesionales interesados en la edificación y la construcción más ambientalmente sostenible. ■