

La qualitat de l'aire en els edificis d'habitatges

Si no acceptem beure aigua contaminada, per què acceptem **respirar aire contaminat?**

Jordi Marrot / Imatges proporcionades per l'autor

Els éssers vius utilitzem l'aire per obtenir l'energia que necessitem per mantenir-nos vius, posant-nos en contacte directe amb l'ambient que ens envolta de forma directa i permanent. És per això que l'aire, conjuntament amb la presència d'aigua, és un dels elements fonamentals perquè pugui existir vida al nostre planeta i aquest ha de tenir un adequat estàndard de qualitat, amb una bona relació de gasos, el més lliures de contaminants possible.

Aquesta relació de gasos està composta principalment per nitrogen i oxigen i en menor mesura per altres gasos com són: l'argó, el vapor d'aigua, el diòxid de carboni, el metà, l'òxid nítrós, l'ozó i altres, podent emmagatzemar alguns contaminants suspesos, com pols, pol·len, compostos orgànics volàtils, bacteris, virus, àcars, fongs, fum, etc.

Alguns d'aquests contaminants tenen la capacitat de causar malalties respiratòries, cardíaques o danys en altres òrgans del cos humà, ja que utilitzem l'aire en els pulmons per l'oxigenació de la sang i aquesta circula després per tot l'organisme, distribuint oxigen i nutrients als diferents teixits del cos.

■ Una mica d'història

Això fa que tinguem preocupació per aconseguir un aire net, essent una inquietud compartida per científics i organismes internacionals



Fig. 1 Els contaminants de l'aire poden causar malalties respiratòries, cardíaques o danys en altres òrgans del cos humà, ja que utilitzem l'aire en els pulmons per oxigenar

de la salut actuals, i també ho ha estat al llarg de la història. En l'antiga Roma, el metge grec Galè (129-210 / 216 dC), ja va exposar aquests conceptes en una síntesi mèdica coneguda com a *galenisme*, en la que s'estableix entre altres coses que és essencial mantenir o cercar la puresa de l'aire (el "bon aire"), proposant si era necessari la utilització de perfums, fumigacions, etc.

D'altra banda, l'aire impur o cor-

rupte (el "mal aire") va ser considerat per Galè com la causa segura de patologies, sobretot de caràcter epidèmic o infecció. Aquesta inquietud també va ser exposada per Florence Nightingale (1820-1910), considerada la mare de la infermeria moderna, la qual va descriure la importància de la ventilació en les seves *Notes sobre infermeria*, que conjuntament amb la temperatura, la il·luminació, la dieta, la higiene i el

soroll eren la base per aconseguir un entorn saludable. Florence Nightingale instruïa les seves infermeres perquè l'aire fos adequat i periòdicament renovat, considerant-ho de vital importància per aconseguir la recuperació dels pacients o perjudicial quan era insuficient fent-los emmalaltir encara més.

Aquests plantejaments higienistes van condicionar el disseny arquitectònic dels edificis del segle XX, mitjançant tipologies constructives que incloïen patis interiors que permetien disposar d'obertures per facilitar la ventilació creuada, així com la incorporació de patis i conductes per ventilar els banys interiors, que van fer millorar l'habitabilitat dels habitatges.

En l'actualitat es constata de nou que la contaminació de l'aire interior dels edificis és la causa de múltiples problemes de salut que poden abastar des d'una simple fatiga o molèstia, fins a símptomes compatibles amb al·lèrgies, infeccions, que en alguns casos poden arribar a desencadenar importants malalties com el càncer, si es respiren partícules minerals de silicat, d'asbest o s'està en contacte amb el gas radioactiu com el gas radó present en alguns tipus de sòls.

■ Contaminació de l'aire interior dels edificis

En alguns casos, aquests problemes de salut són complexos de diagnosticar, degut a què hi ha grups heterogenis de contaminants en l'aire que dificulten l'estudi etiològic per a determinar amb certesa la relació causal i en altres, les causes són fruit d'una combinació o còctel de contaminants. No obstant això, s'ha constatat que hi ha edificis en què els seus usuaris presenten un conjunt de símptomes, originats o estimulades per la contaminació de l'aire i que l'Organització Mundial de la Salut -OMS- ha definit com a "síndrome de l'edifici malalt". Això és especialment important perquè tal i com adverteix la mateixa OMS- la població de les ciutats passa entre un 80% i un 90% del temps en l'interior dels edificis.

Per altra banda, l'aire atmosfèric exterior que s'utilitza per a la ventilació dels edificis pot presentar unes elevades concentracions de pol·lució. Aquesta contaminació es va iniciar de forma lenta i progressiva amb la revolució industrial i avui, en algunes zones urbanes, presenta una situació força crítica. La seva existència es deu principalment

S'obre un gran mercat per la rehabilitació energètica d'habitatges existents per aconseguir edificis passius

als processos de combustió, que comporten l'emissió de monòxid de carboni, òxids de nitrogen, cendres i hidrocarburs no combustionats. Quan aquesta pol·lució presenta unes elevades concentracions pot ocasionar problemes en la salut i lamentables efectes en el medi ambient, com és l'escalfament global a causa de l'augment dels gasos d'efecte hivernacle.

Al seu torn i intrínsecament relacionat, els edificis han de permetre cobrir les seves necessitats tèrmiques amb una baixa demanda energètica, el que exigeix edificis hermètics que evitin pèrdues tèrmiques per infiltracions i un ús molt eficient de l'energia utilitzada per a la climatització, sent això contradic-

SÍNDROME DE L'EDIFICI MALALT

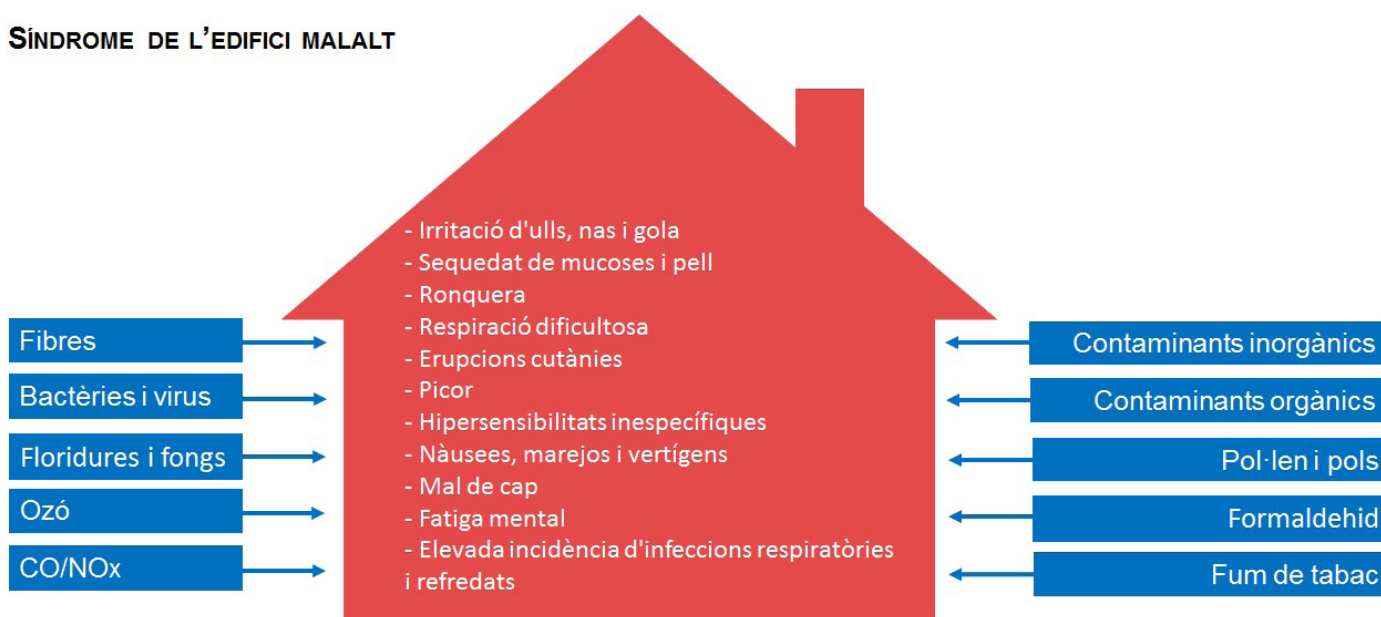


Fig. 2 Síntomes de la síndrome de l'edifici malalt

tori amb la ventilació natural, ja que aquesta expulsa fluxos d'aire viciat en bones condicions tèrmiques per altres fluxos d'aire nou que necessiten ser condicionats climàticament, no sent això assumible energèticament i econòmicament per una societat que requereix una millor eficiència dels recursos.

Tots aquests aspectes energètics, mediambientals i de salut, conjuntament amb la necessitat de disposar d'un bon confort interior en els habitatges, sense males olors ni humitats per condensació, ha comportat que es desenvolupin normatives específiques a cada país per garantir una bona qualitat de l'aire interior en els edificis. A Espanya el marc normatiu actual que ho regula és el Codi Tècnic de l'Edificació -CTE- (2006) i el Reglament d'Instal·lacions Tèrmiques en els Edificis -RITE- (2007).

En el CTE es despleguen les exigències bàsiques de qualitat que han de complir els edificis i en el qual s'estableix que: "els edificis han de disposar de mitjans perquè els seus recintes es puguin ventilar adequadament, eliminant els contaminants que es produeixen de forma habitual durant l'ús normal dels edificis, de manera que s'aporti un cabal suficient d'aire exterior i es garanteixi l'extracció i expulsió de l'aire viciat pels contaminants".

El compliment d'aquesta exigència bàsica es desenvolupa en el document bàsic DB HS-3 Qualitat de l'Aire Interior, sent el seu àmbit d'aplicació els edificis d'habitatges, els magatzems de residus, els trasters, els aparcaments i garatges; i, en els edificis de qualsevol altre ús. Per a la resta d'edificis és d'aplicació el Reglament d'Instal·lacions Tèrmiques dels Edificis -RITE-.

■ Tipus de ventilació de l'aire de l'interior

Per a la renovació general de l'aire interior dels habitatges s'ha utilitzat tradicionalment la venti-

lació natural i en menor mesura la ventilació mecànica que s'ha utilitzat per extreure bafs de cuines, aire humit de banys interiors i aire viciat d'aparcaments, garatges i trasters ubicats en planta sota rasant de l'edifici, etc...

La ventilació natural pot ser de tres formes, sent la ventilació unilateral i la ventilació creuada la que s'utilitza en la renovació horitzontal i la ventilació per tir tèrmic la que s'utilitza per a l'extracció vertical a través de conductes.

La ventilació unilateral es produeix per la diferència de pressió i temperatura a través dels buits i infiltracions de l'envolupant, que posa en contacte l'interior amb l'exterior. Quan la pressió de l'aire és superior en alguns dels dos costats del tancament, es genera un flux pel qual circula de la zona amb major pressió a la zona amb menor pressió. Aquest sistema és el que s'acciona quan obrim qualsevol finestra del tancament exterior d'un habitatge o l'existent per les infiltracions en l'envolupant de l'edifici. D'altra banda, quan l'aire s'escalfa tendeix a ascendir, generant una circulació en forma de remolí propera a l'obertura, utilitzant aquest efecte per renovar l'aire a les sales de calderes i en les cuines que utilitzen combustibles de gas, instal·lant-se per a això les típiques reixetes de ventilació inferior i superior.

La ventilació creuada s'origina quan s'activa la circulació d'un flux d'aire entre una entrada i una sortida ubicades en tancaments oposats de l'envolupant i s'activa per la diferència de pressió, generant-se una pressió positiva a l'entrada i una pressió negativa en la sortida. Aquesta és la típica ventilació que es posa en funcionament quan obrim finestres en paraments oposats d'un habitatge, essent un tipus de renovació d'aire puntual, que ha de ser accionada per l'usuari i això no sempre es compleix pel fet que una part important de la població no té



Fig. 3 Manca de funcionament d'un conducte de ventilació per tir tèrmic

assimilats aquests hàbits, tal com posa de manifest la presència de floridures i fongs relacionats amb un excés d'humitat relativa de l'aire en alguns habitatges. A tot això tampoc ajuda el model urbanístic, els horaris laborals i les estructures familiars d'una part important de la població, on treballen els dos cònjuges de la família, amb centres de treball allunyats de la seva llar, el que comporta que hi hagi ciutats i barris dormitoris on els usuaris no disposen del temps suficient per a poder realitzar les tasques periòdiques de ventilació natural creuada.

La ventilació per tir tèrmic a través de conductes verticals és el que s'acciona per la diferència de densitats de l'aire que origina la variació de temperatura i del contingut d'humitat: l'aire calent pesa menys que el fred i l'humit menys que el sec, generant un moviment que provoca el seu desplaçament. Aquest és el sistema d'extracció utilitzat a les llars de foc i pels conductes tipus "shunt", que també utilitzen l'efecte Venturi en els barrets estàtics situats en la coronació exterior dels conductes per generar una depressió i aspirar l'aire de l'interior del conducte. Aquest sistema presenta l'inconvenient que no funciona en els dies

que meteorològicament existeix inversió tèrmica, ni en els dies que la circulació d'aire exterior és insuficient per provocar l'aspiració. Quan això passa de forma perllongada en el temps poden aparèixer humitats per condensació en l'interior dels habitatges i transmissions d'aire entre diferents habitatges de l'edifici que poden anar acompanyats de males olors, essent aquest el desencadenant de queixes i reclamacions per mala ventilació en alguns dels edificis residencials existents.

Finalment, i des d'un punt de vista d'estalvi energètic la ventilació natural, utilitzada tradicionalment, no està considerada un sistema eficient i és per això que no es considera un sistema general de ventilació en el Codi Tècnic de l'Edificació -CTE-, essent considerat un sistema complementari. Els sistemes generals de ventilació pels habitatges que es recullen en el document bàsic DB HS-3 del CTE són: la ventilació híbrida o la ventilació mecànica.

■ Ventilació híbrida

La ventilació híbrida és la que utilitza la ventilació natural quan les condicions de pressió i temperatura ambientals són favorables i l'extracció mecànica quan les condicions meteorològiques són desfavorables.

Aquest tipus de ventilació de simple flux funciona per depressió, ja que s'extreu l'aire provocant una depressió a l'interior de l'habitatge respecte la pressió atmosfèrica, aspirant l'aire de l'exterior a través de les obertures d'admissió i de les infiltracions que hi hagi en l'envolupant i extreu l'aire per tir tèrmic a través dels conductes o mitjançant un aspirador mecànic, quan les condicions ambientals no són favorables.

Perquè funcioni correctament s'ha d'instal·lar l'admissió de l'aire en els tancaments exteriors dels locals secs de l'habitatge (menjadors, dormitoris, sales d'estar) i l'extracció en locals humits (banys i cuines). D'aquesta forma es genera

una circulació del flux d'aire a través de les particions interiors de l'habitatge, creant un desplaçament que evita la disseminació de l'aire més humit i viciat a les dependències més seques de l'habitatge. És important que les obertures d'admissió en el tancament exterior impedeixin l'entrada de contaminants externs i d'insectes, havent d'instal·lar elements i solucions tècniques que permetin un bon drenatge de l'aigua de pluja, impedit la seva entrada.

Aquest tipus d'instal·lació és de fàcil execució i aconsellable en els edificis on no és un requisit necessari haver d'obtenir un alt grau d'estalvi energètic, ja que el sistema no disposa d'un control de fluxos, ni un intercanvi d'energia entre l'admissió i l'expulsió de l'aire. La seva instal·lació requereix de poca inversió econòmica en manteniment i permeten garantir els cabals d'aire necessaris, però pot causar una pèrdua de confort degut a la diferència de temperatures, el moviment, la velocitat i el soroll de l'aire.

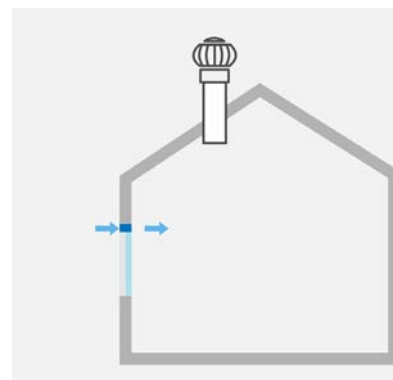


Fig. 4.- Ventilació híbrida

Una altra instal·lació híbrida més complexa pot incorporar conductes i sensors d'humitat o de CO₂ de forma individualitzada a cada sala de l'habitatge, permetent la circulació del flux de l'aire sense tenir en compte les particions interiors i renovar només l'aire que és estrictament necessari.

■ Ventilació mecànica

La ventilació mecànica és la que es produeix pel funcionament d'equips electromecànics disposats a l'efecte i pot ser amb admissió

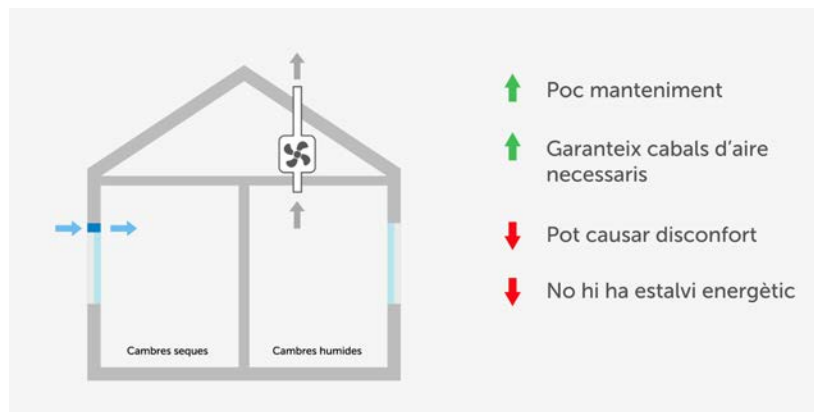


Fig. 5.- Ventilació híbrida

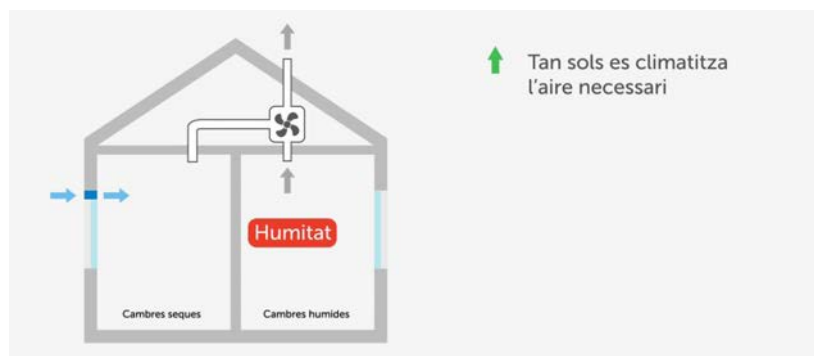


Fig. 6- Ventilació híbrida amb conductes

mecànica i amb extracció mecànica o equilibrada. Aquest tipus d'instal·lació té la possibilitat de poder controlar els fluxos d'admissió i expulsió de l'aire de forma contínua mitjançant un accionament programat per l'usuari i sense que sigui necessari la seva intervenció de forma activa, el que permet que hi hagi una ventilació constant i obtenir estalvis en els consums de climatització. Al realitzar una renovació constant és important que la instal·lació incorpori filtres d'aire en l'admissió per impedir l'entrada de contaminants exteriors a l'interior de l'habitatge. Aquest tipus de ventilació se la coneix com ventilació mecànica controlada - VMC - i pot ser de simple flux autoregulable, de simple flux hidrorregulable o de doble flux.

■ Diferència entre els tipus de ventilació mecànica controlada de simple flux

La diferència entre els dos tipus de ventilació mecànica controlada de simple flux es basa en el sistema utilitzat per a modificar de forma automàtica la superfície de pas en l'admissió i en l'extracció de l'aire. En les autoregulables es realitza aquesta regulació en funció de la pressió a la qual està sotmesa i en les hidrorregulables es realitza en funció de la humitat existent en l'interior de l'habitatge.

D'altra banda la ventilació mecànica controlada de doble flux és generalment centralitzada, en un equip que incorpora un sistema de recuperador de calor, que permet millorar el confort i l'estalvi energètic intercanviant energia entre l'aire interior climatitzat que s'extreu i l'aire exterior sense climatitzar que s'introdueix a l'habitatge. El recuperador de calor fa que aquest tipus de ventilació sigui el sistema més eficient, ja que permet obtenir el màxim estalvi en consum d'energia, garantint la temperatura i la humitat adequades.

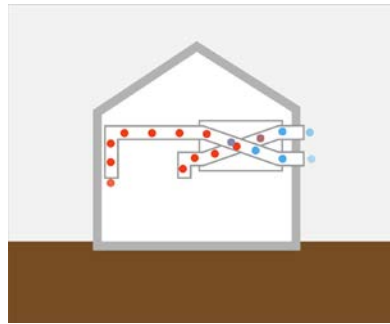


Fig. 7.- Recuperador de calor

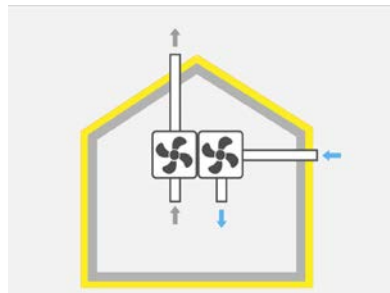


Fig. 8.- Ventilació mecànica

Això és especialment important perquè la calefacció i la refrigeració són el consum d'energia més important dels edificis, la qual cosa ens dona una idea del gran potencial d'estalvi que hi ha en les instal·lacions de ventilació i els avantatges energètics que aporten als edificis més sostenibles energèticament.

Per aconseguir millorar l'eficiència de la instal·lació es pot incloure la producció necessària d'energia elèctrica amb fonts renovables i/o sistemes de preclimatització i conservació de l'energia com són el pou canadenc o la geotèrmia.

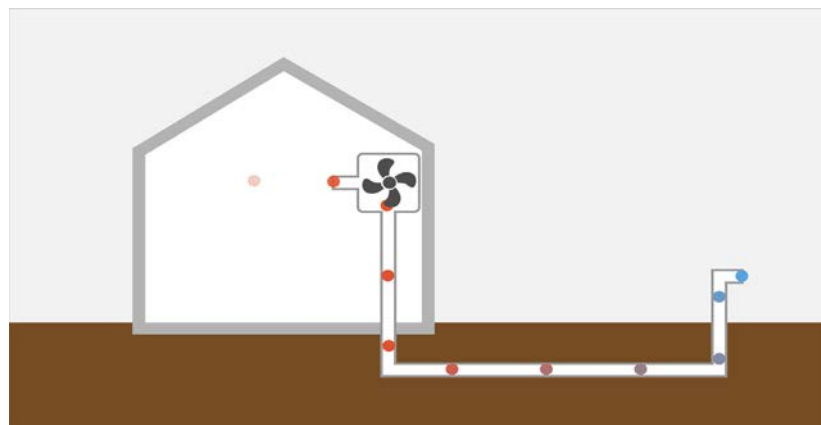


Fig. 9.- Pou canadenc

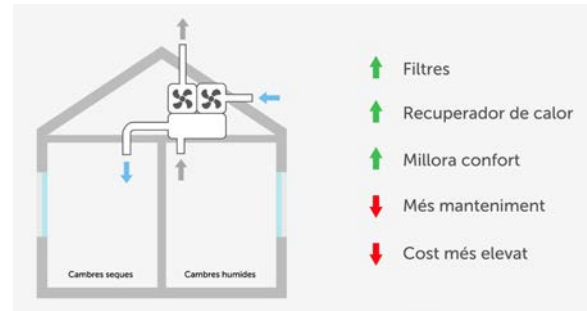


Fig. 10- Ventilació mecànica controlada de doble flux

Tècnicament la ventilació mecànica és més complexa que la híbrida i per tant té un cost econòmic més elevat, requerint també d'un major manteniment. La ventilació mecànica controlada de doble flux és la més complexa de totes elles i la que requereix major inversió econòmica, però és la que aporta un major estalvi d'energia amb un òptim confort en termes de qualitat d'aire i insonorització. D'altra banda la ventilació mecànica controlada higrorregulable proporciona una bona relació de guany tèrmic i d'inversió econòmica perquè el sistema s'adapta a les necessitats de ventilació de cada moment. Finalment la ventilació mecànica controlada autoregulable és la que aporta una òptima qualitat de l'aire amb una menor inversió.

Sigui quin sigui el tipus de ventilació triada es requereix que en les cuines s'utilitzi un sistema mecànic addicional de ventilació amb extracció mecànica per expulsar els vapors i els contaminants de la coc-

ció, en la qual s'utilitza un extractor connectat a un conducte d'extracció independent als utilitzats per a la ventilació general de l'habitatge i que no es pot utilitzar per a l'extracció d'aire de locals d'un altre ús. Quan aquest conducte és compartit per diversos extractors, cal que cadascun dels conductes hagi d'estar dotat d'una vàlvula automàtica que només mantingui oberta la seva connexió amb el conducte quan estigui funcionant o de qualsevol altre sistema antiretorn, per evitar la transmissió entre habitatges de l'edifici.

■ Components d'una ventilació mecànica controlada de doble flux

Els components bàsics d'una instal·lació de ventilació mecànica controlada -VMC- de doble flux són: el recuperador de calor, la caixa de distribució i els conductes d'impulsió a les sales seques i les d'extracció a les sales humides.

Per aconseguir un bon rendiment d'una instal·lació de ventilació mecànica es requereix d'un correcte dimensionament dels cabals que permeti aconseguir un equilibri entre el volum impulsat i l'extret. La distribució dels conductes pot ser lineal o en estrella. Generalment la distribució lineal es realitza en acer galvanitzat i té l'avantatge que s'utilitza menys material per a la seva instal·lació, però l'inconvenient que pot transmetre el soroll entre les diferents sales de l'habitatge i per això s'ha d'instal·lar aïlladors acústics. En la distribució en estrella

Per a un bon rendiment d'una instal·lació de ventilació mecànica cal un correcte dimensionament dels cabals

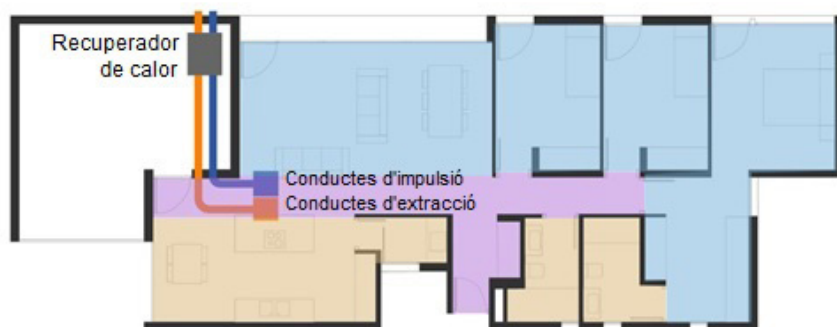


Fig. 11.- Components bàsics d'una ventilació mecànica controlada de doble flux



Fig. 12.- Distribució lineal

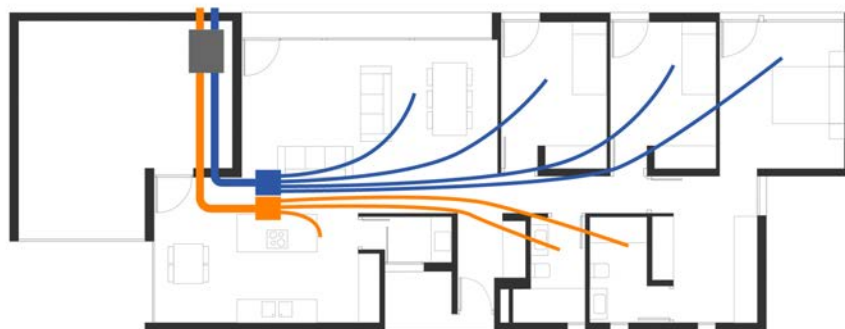


Fig. 13.- Distribució en estrella

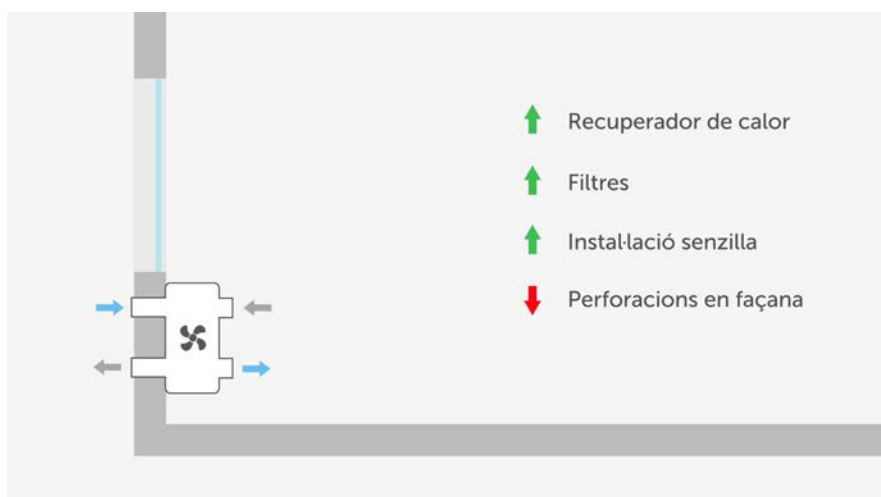


Fig. 14.- Equips individuals

s'utilitza conductes independents, entre la caixa de distribució i cada sala de l'habitatge, la qual cosa comporta un major consum de material. Habitualment són de poliètil·lè d'alta densitat. En aquest tipus de distribució, els conductes són en general de la mateixa secció i no hi ha la possibilitat que hi hagi transmissions acústiques entre les diferents dependències dels habitatges.

També hi ha la possibilitat d'utilitzar el sistema de doble flux mitjançant equips individuals per a l'admissió i l'extracció d'aire. La seva instal·lació és tècnicament més senzilla perquè s'evita la instal·lació de conductes, però requereix la realització d'obertures exteriors, la qual cosa complica la seva implantació en edificis existents a causa de la modificació i l'impacte visual que es produeix en la façana i en el paisatge urbà de la ciutat on s'ubiqui l'edifici.

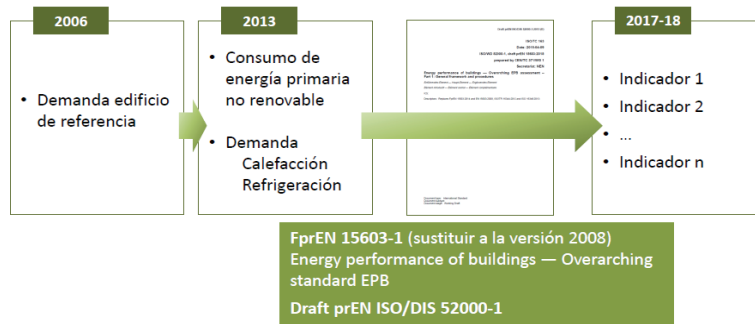
■ El futur immediat

Els sistemes de ventilació mecànica de doble flux són indispensables quan es volen construir edificis passius o edificis en els quals es vol aconseguir un alt grau d'estalvi energètic. En aquest sentit s'ha de tenir present que la Directiva 2010/31/UE promou que hi hagi canvis normatius en els diferents països de la UE perquè a partir del 31 de desembre del 2018 tots els edificis de nova construcció que siguin ocupats o siguin propietat d'autoritats públiques han de ser edificis d'Energia Gairebé Nul·la -EECN- (de l'anglès Nearly Zero Energy Building -nZEB-) i a partir del 31 de desembre del 2020 per a tota la resta d'edificis

Els sistemes de ventilació mecànica de doble flux són indispensables per construir edificis passius

EVOLUCIÓN REGLAMENTARIA

- Primer paso:
 - Definición de un sistema de indicadores consistente



de nova construcció de propietat privada i per tant també serà aplicable a tots els edificis d'habitatges de nova construcció.

La implantació a Espanya d'aquesta Directiva es realitzarà a través d'una modificació del Document Bàsic DB HE Estalvi d'energia del CTE, que utilitzarà un sistema mitjançant indicadors, segons els criteris establerts a la norma EN ISO 52.000-1. Aquesta modificació va iniciar els tràmits d'audiència i informació pública, el passat 29 de juny del 2018 i es preveu la seva publicació durant l'any 2019.

Aquesta modificació normativa afectarà els edificis de nova construcció i als que siguin objecte d'una gran rehabilitació, però, la major part de la població vivim en edificis que no han estat construïts amb els criteris de l'actual CTE, ni incorporen els criteris nZEB que seran obligatoris a partir de l'any 2020. És evident que si es vol aconseguir un efecte real caldrà desplegar aquestes obligacions als edificis existents i de ben segur això passarà en les renovacions de les directives, si volen aconseguir els objectius que s'han marcat i que ha subscrit la Unió Europea i cadascun dels Estats que en són membres.

En aquest sentit i segons les últimes dades estadístiques publi-

caades, només el 4,59% de les 25.382.415 habitatges que hi ha a Espanya, han estat construïts d'acord al CTE (2006). I d'aquests desconecem quants compliran amb els requisits nZEB, de manera que s'obre un gran mercat per la rehabilitació energètica d'edificis existents per aconseguir edificis passius, on les instal·lacions de ventilació són indispensables per permetre una renovació de l'aire eficient que permeti el reemplaçament de l'aire viciat interior de manera gradual i contínua. Això permet diluir els contaminants que es produeixen de forma habitual per l'ús de l'habitatge, com són la humitat i el CO₂ generats pel metabolisme de les persones en la realització de les seves activitats, com la higiene, el rentat i l'assecat de roba, així com altres productes també de forma habitual pels productes de construcció, mobiliari i acabats de l'habitatge, com són el formaldehid ureic i fenòlic, etc. ■

L'autor. Jordi Marrot és arquitecte tècnic, col·legiat 8.208 i responsable de la unitat de Rehabilitació i Medi Ambient del CAATEEB

Referències

- 1-Marrot i Ticó, Jordi. (2016). La calidad del aire interior en los edificios de viviendas. El Instalador, 546, 42-53.
- 2-Agenda de la construcció sostenible. (s.d.). <http://www.csostenible.net/>