

Guia tècnica per al disseny i l'execució de les instal·lacions de ventilació en l'edificació

(Llei 21/2018, del 13 de setembre del 2018)

Versió 2_28/10/2021



**Llei 21/2018, del 13 de setembre
d'impuls de la transició energètica
i del canvi climàtic**

LITECC
L'energia del canvi



Govern d'Andorra

ÍNDEX

1. INTRODUCCIÓ..... 3

2. CARACTERITZACIÓ DE LES RECOMANACIONS 3

2.1. CARACTERITZACIÓ DE L'AIRE INTERIOR3

2.2. CARACTERITZACIÓ DE L'AIRE EXTERIOR5

2.3. CARACTERITZACIÓ DE L'AIRE EXPULSAT6

2.4. QUANTIFICACIÓ7

2.5. CONFORT10

2.6. FILTRACIÓ DE L'AIRE EXTERIOR10

2.7. MANTENIMENT DEL FILTRE11

2.8. PERFILS D'ÚS12

2.9. FACTORS DE CONVERSIÓ D'ENERGIA PRIMÀRIA12

2.10. EFICIÈNCIA MÍNIMA DEL SISTEMA12

3. PROCEDIMENT DE CÀLCUL/DISENY 13

4. PRODUCTES 13

4.1. CARACTERÍSTIQUES DELS PRODUCTES13

4.2. CONTROL DE RECEPCIÓ EN OBRA DE PRODUCTES13

5. INSTAL·LACIÓ 14

5.1. EXECUCIÓ14

5.2. CONTROL D'EXECUCIÓ EN OBRA15

6. TERMINOLOGIA 15

1. INTRODUCCIÓ

En aquest document es busca una major eficiència energètica en el procés de ventilació dels edificis mitjançant la recuperació de la calor en el procés de renovació d'aire en l'espai condicionat tèrmicament.

Aquesta guia tècnica vol actuar també sobre dos paràmetres fonamentals que complementen l'eficiència energètica:

- a) La salubritat dels espais
- b) El confort dels ocupants

Segons la Directiva del Consell d'Europa 2002/91/EC, les juntes d'unió entre la fusteria exterior han de presentar les mateixes propietats d'estanquitat a l'aire i a l'aigua, i d'aïllament tèrmic i acústic que els elements constructius adjacents. Per tant, aquesta normativa ha de fixar les exigències d'acord amb:

- a) El control sobre el cabal d'aire de renovació, de manera que es garanteixi la salubritat de l'aire per als ocupants, i s'eliminin els excedents concentrats a l'aire interior d'humitat, de CO₂, així com els bacteris i fongs, els bioefluents i les males olors, de forma quantificable i eficient.
- b) El sistema de ventilació ha de ser capaç de mantenir un confort tèrmic elevat en l'ambient interior (control de velocitat i temperatura de l'aire).
- c) L'exigència en el rendiment energètic de la instal·lació en el seu conjunt.

2. CARACTERITZACIÓ DE LES RECOMANACIONS

2.1. CARACTERITZACIÓ DE L'AIRE INTERIOR

La ventilació es limita en funció de l'activitat de cada espai.

Es recomana limitar els riscos deguts als processos que produeixen una pèrdua significativa de les prestacions dels equips.

2.1.1. RESIDENCIAL

Els locals habitables dels immobles han de gaudir d'un cabal d'aire exterior suficient per aconseguir que en cada local la concentració mitjana anual de CO₂ sigui inferior a 900 ppm i que el CO₂ acumulat anualment que excedeixi 1.600 ppm sigui inferior a 500.000 ppm.h, en ambdós casos amb les condicions de disseny indicades en aquesta recomanació.

El cabal d'aire exterior ha de ser suficient també per eliminar els contaminants no relacionats directament amb la presència humana. Aquesta condició es considera satisfeta si s'estableix un cabal mínim d'1,5 l/s per local habitable en els períodes de no ocupació.

Les dos condicions anteriors es consideren satisfetes si s'estableix una ventilació de cabal constant d'acord amb el que estableix aquesta guia tècnica.

A la zona de cocció de les cuines, ha d'haver-hi un sistema addicional per eliminar els contaminants que es deriven de la cocció dels aliments o de la combustió de gas (si fos el cas). El sistema ha de ser independent del de ventilació general dels locals habitables. Aquesta condició es considera satisfeta si:

- a) Es té un sistema a la zona de cocció que permet extreure un cabal mínim de 50 l/s. El sistema ha de ser independent del de ventilació general de l'habitatge.

En aquest cas, l'entrada d'aire ha de ser propera a la campana d'extracció i, per minimitzar les pèrdues energètiques, ha d'estar dotada d'una comporta amb maniobra enclavada amb el funcionament de la campana. Per calcular la demanda, s'ha de preveure l'ús següent durant 335 dies a l'any (amb excepció del mes d'agost):

- mitja hora entre les 7 i 8 hores
- dos hores entre les 12 i 14 hores
- una hora entre les 20 i 21 hores

Aquest règim d'ús es fixa per tal de poder homogeneïtzar el càlcul de la demanda anual.

- b) Es té un sistema de campana de cuina amb tractament i recirculació de fums, com els filtres de carboni o el plasma, sense sortida a l'exterior.

En locals no habitables, cal proporcionar almenys un flux d'aire a l'exterior que sigui suficient per eliminar els contaminants de l'ús de cada local.

En trasters i en les seves àrees comunes i en magatzems de residus, els contaminants principals són la humitat, les olors i els compostos orgànics volàtils.

En aparcaments i garatges, els contaminants principals són el monòxid de carboni, l'òxid de nitrogen i el material particulat PM_{2,5-10}.

La condició de ventilació en locals no habitables es considera satisfeta si el sistema de ventilació és capaç d'establir almenys els fluxos de ventilació indicats en aquesta guia, ja sigui mitjançant un flux constant de ventilació o un flux variable de ventilació controlat per detectors de presència, detectors de contaminants, programació temporal o un altre tipus de sistema. En locals no calefactats que es considerin no inclosos en la superfície de referència energètica es permet la ventilació natural.

2.1.2. ALTRES

En funció de l'ús de l'edifici o el local, la categoria de la qualitat de l'aire interior (QAI) que s'ha d'assolir ha de ser, com a mínim, la següent:

- QAI 1 (aire de qualitat òptima): hospitals, clíniques, laboratoris i vivers.
- QAI 2 (aire de bona qualitat): oficines, edificis administratius, residències (zones comunes en hotels similars, residències d'avis i estudiants), sales de lectura, museus, sales de la Batllia, aules docents i assimilables i piscines.
- QAI 3 (aire de qualitat mitjana): edificis comercials, cinemes, teatres, sales d'actes, habitacions d'hotel i similars, restaurants, cafès, bars, sales de festa, gimnasos, recintes esportius (excepte piscines) i sales d'ordinadors.
- QAI 4 (aire de baixa qualitat).

La concentració de CO₂ en l'ambient interior de sales d'estar i d'habitacions ocupades pot estar per sobre de la concentració d'aire exterior (aproximadament, 400 ppm) en els valors següents, com a màxim, segons la categoria corresponent:

Categoria de l'aire	Concentració de CO ₂ (ppm)
QAI 1	350
QAI 2	500
QAI 3	800
QAI 4	1.200

2.2. CARACTERITZACIÓ DE L'AIRE EXTERIOR

En el procés de disseny del sistema de ventilació és necessari considerar la qualitat de l'aire exterior al voltant de l'edifici o la ubicació prevista de l'edifici. En el disseny hi ha dos opcions principals per mitigar els efectes de l'aire exterior de baixa qualitat en l'ambient interior:

- Situar les preses d'aire en els punts on l'aire exterior estigui menys contaminat (si la contaminació de l'aire exterior al voltant de l'edifici no és uniforme).
- Utilitzar algun mètode de filtració o neteja de l'aire.

El disseny ha de considerar:

- La normativa urbanística vigent
- Les opcions per adoptar reglamentacions i directrius
- Les opcions individuals sobre la importància dels contaminants específics (per exemple, partícules, gasos, pol·len, espores de fongs d'origen exterior)

La classificació de l'aire exterior (QAE) s'indica a la taula següent. Aquestes categories s'han d'utilitzar per informar totes les parts involucrades sobre la contaminació exterior i la filtració i la neteja de l'aire que es requereix.

Categoria	Descripció	Aplicació
QAE-1	Aire exterior que es pot embrutar només temporalment (per exemple, pel pol·len).	S'aplica quan es compleixen les directrius de l'OMS (2005) i les de qualsevol norma nacional sobre la qualitat de l'aire o qualsevol reglamentació sobre l'aire exterior.
QAE-2	Aire exterior amb concentracions altes de partícules o de gasos contaminants.	S'aplica quan les concentracions de contaminants sobrepassen les directrius de l'OMS o les de qualsevol norma nacional sobre la qualitat de l'aire o qualsevol reglamentació sobre l'aire exterior per un factor inferior o igual a 1,5.
QAE-3	Aire exterior amb concentracions molt altes de gasos contaminants o de partícules.	S'aplica quan les concentracions de contaminants sobrepassen les directrius de l'OMS o les de qualsevol norma nacional sobre la qualitat de l'aire o qualsevol reglamentació sobre l'aire exterior per un factor superior a 1,5.

La classificació s'ha de fer independentment per a contaminants gasosos i per a partícules.

El reglament en l'àmbit de la contaminació atmosfèrica vigent estableix els valors límit de contaminants a l'aire exterior per garantir la salut humana. En cas que es tracti amb un contaminant no inclòs en aquesta guia, es recomana seguir les directrius o els reglaments europeus. En cas que no existeixi cap directiva ni reglament, es requereix que el projectista faci una interpretació justificada. S'ha de considerar l'impacte potencial de la barreja de contaminants i no únicament el dels contaminants individuals.

Els contaminants gasosos tipus a considerar en l'avaluació de l'aire exterior per al disseny de sistemes de ventilació i climatització són el monòxid de carboni, el diòxid de

sofre, l'òxid de nitrogen, els compostos orgànics volàtils (COV) i els hidrocarburs policíclics aromàtics (en anglès, PAH). Quan es jutja la nocivitat de la contaminació gasosa s'ha de considerar tant la toxicitat com la reactivitat del gas.

2.3. CARACTERITZACIÓ DE L'AIRE EXPULSAT

La classificació de l'aire d'expulsió s'indica a la taula següent. En cas que es portin a terme tractaments de neteja o purificació de l'aire, les categories per a l'aire d'expulsió s'apliquen en la qualitat final del procés. Quan es neteja o purifica l'aire d'expulsió, s'ha d'establir clarament el mètode i l'efecte previst de neteja, i s'han de proporcionar proves de l'eficàcia inicial i contínua del procés de neteja. També s'ha de considerar la relació cost-eficàcia, especialment si l'objectiu és millorar l'aire d'expulsió en més d'una classe. Mitjançant un procés de neteja o purificació, no es pot justificar en cap cas la qualitat de l'aire d'expulsió.

Categoria	Descripció	
AEX-1	Aire amb un nivell de contaminació baix	Aire procedent dels locals en què les fonts d'emissió principals són les estructures i els materials de l'edifici, i aire procedent dels locals ocupats en què les fonts d'emissió principals són el metabolisme humà, les estructures i els materials de l'edifici. Se n'exclouen els locals en els quals està permès fumar.
AEX-2	Aire amb un nivell de contaminació moderat	Aire procedent dels locals ocupats que conté més impureses que la categoria 1, que procedeix de les mateixes fonts o també de l'activitat humana.
AEX-3	Aire amb un nivell de contaminació alt	Aire procedent dels locals en què la humitat emesa, els processos, els productes químics, el fum del tabac, etc., redueixen considerablement la qualitat de l'aire.
AEX-4	Aire amb un nivell de contaminació molt alt	Aire que conté olors i impureses en concentracions significativament superiors a les permeses en l'aire interior de les zones ocupades.

L'aire d'expulsió s'ha d'evacuar de l'edifici amb l'objectiu que l'aire no entri de nou en l'edifici o en els edificis adjacents, o tingui efectes nocius per als ocupants propers a l'edifici (voreres, terrasses, etc.). És recomanable que l'aire de la categoria AEX-4 s'evacui per la coberta de l'edifici.

2.4. QUANTIFICACIÓ

2.4.1. RESIDENCIAL PRIVAT/ LOCALS HABITABLES

Els cabals recomanats que caldria considerar per a la ventilació en locals habitables es mostren a la taula que segueix:

Nombre d'estances a l'habitatge	Cabals d'aire d'extracció mínims de disseny en l/s					
	Cuina	Bany o dutxa amb o sense WC	Altres estances humides	1r bany	2n bany	3r o més banys
1	15	10	10	10	10	0
2	20	10	10	10	10	0
3	25	15	10	10	10	0
4	30	15	10	15	10	0
>5	30	15	10	15	10	0

En els locals secs dels habitatges destinats a diversos usos es considera el cabal que correspongui a l'ús per al qual resulti un cabal major. El total del cabal en locals secs ha de ser el que equilibri el cabal necessari d'extracció. En tot cas, es recomana que:

- a) El cabal resultant sigui superior o igual a **8,33 l/s·persona**.
- b) La renovació d'aire sigui igual o inferior a **0,3 renovacions/h**.

Quan en un mateix local es donin usos de local sec i humit, cada zona ha de dotar-se del cabal corresponent.

Per calcular la demanda s'ha de considerar una operació permanent del sistema de ventilació: 24 h/365 dies.

Amb l'ús de sistemes que tinguin una unitat de ventilació individualitzada per a cada unitat immobiliària, es permet utilitzar sistemes de control del cabal segons la mesura de concentració de CO₂ en ppm o humitat relativa en percentatge. Aquest ús permet justificar una reducció de la demanda de ventilació en un 30%.

Aquest sistema de control garanteix que els nivells de concentració no superin el nivell de concentració de CO₂ indicat a la taula relativa a la qualitat de l'aire interior, ni el nivell màxim d'humitat relativa que el redactor del projecte ha d'indicar d'acord amb les *Temperatures superficials dels tancaments mínimes* calculades, amb unes condicions de temperatura de l'aire interior iguals a 20 °C. S'ha de poder evitar que la temperatura superficial sigui igual o inferior al 80% de la temperatura de rosada de l'aire interior, per evitar que es formin microbis. En qualsevol cas, la humitat ambiental s'ha de trobar dintre dels límits establerts a la taula relativa a la qualitat de l'aire interior.

Cal considerar les característiques següents per a la qualitat de l'aire interior segons la taula que segueix:

	HR disseny per deshumidificar %	HR disseny per humidificar %
QAI 1	50	35
QAI 2	60	25
QAI 3	70	20

2.4.2. LOCALS NO HABITABLES

Els cabals mínims a considerar per a la ventilació en locals no habitables, que es consideren suficients per complir els objectius de salubritat i confort, són:

Cabals d'aire d'extracció de disseny en l/s		
	Per m² útil	En funció d'altres paràmetres
Trasters i zones comunes	0,7	
Aparcaments i garatges		120 per plaça
Magatzems de residus	10	

En el cas d'aparcaments amb ventilació mecànica i sistema de detecció de contaminants, com el monòxid de carboni o l'òxid de nitrogen, aquests sistemes han de ser capaços d'extreure el cabal mínim exigít quan estiguin funcionant.

En el cas que es disposi d'un detector de monòxid de carboni, quan la concentració d'aquesta substància sigui inferior als límits de seguretat, es recomana assegurar i ventilar efectivament a un nivell de 0,05-0,1 renovacions/h.

2.4.3. ALTRES

El cabal mínim de ventilació a l'aire lliure necessari per aconseguir les categories de qualitat de l'aire interior a què es refereix aquest apartat s'han de calcular d'acord amb una de les quatre modalitats enumerades a continuació:

a) *Mètode indirecte de flux d'aire lliure per persona*

S'han d'utilitzar els valors de la taula que segueix quan les persones tinguin una activitat metabòlica al voltant d'1,2 MET, quan la producció de contaminants per fonts diferents al cos humà sigui baixa i quan no es permeti fumar:

Categoria	Cabal d'aire per persona
	l/(s·persona)
QAI 1	12,5
QAI 2	8
QAI 3	5
QAI 4	2,5

b) *Mètode directe per concentració de CO₂*

Per a locals d'alta activitat metabòlica (sales de festes, locals d'esport i activitats físiques, etc.), en què no estigui permès fumar, es pot utilitzar el mètode de concentració de CO₂, amb els valors límit indicats a la taula que segueix:

Concentració de CO₂ en locals	
Categoria de l'aire	Concentració màxima de CO₂ (ppm)*
QAI-1	350
QAI-2	500
QAI-3	800
QAI-4	1.200

*Concentració màxima (en parts per milió en volum) per sobre de la concentració en l'aire exterior.

c) *Mètode indirecte de cabal d'aire per unitat de superfície*

Per a espais no destinats a l'ocupació de persones de forma permanent, caldria considerar els valors següents per unitat de superfície habitable:

Cabal d'aire exterior, en l/s per m²	
Categoria de l'aire	l/s per m²
QAI-1	No aplica
QAI-2	0,83
QAI-3	0,55
QAI-4	0,28

d) Mètode de dilució

Es recomana l'aplicació del mètode de dilució quan en un local es trobin emissions de contaminants coneguts. El procediment de càlcul és el que s'indica en la norma UNE-EN-16798-1:2020 o en la que la substitueixi. La concentració que s'obtingui de cada contaminant ha de ser inferior al límit fixat per les autoritats sanitàries.

En piscines climatitzades, l'aire exterior de ventilació necessari per a la dilució de contaminants ha de ser de 2,5 dm³/s per metre quadrat de superfície de la làmina d'aigua i de la platja (s'exclou la zona d'espectadors). A aquest cabal s'ha d'afegir el que sigui necessari per controlar la humitat relativa, si escau. El local s'ha de mantenir a una pressió negativa d'entre 20 i 40 Pa, en comparació amb els locals adjacents.

En els edificis hospitalaris i les clíniques s'han d'emprar els valors indicats a les normes tècniques específiques, segons estableixin les necessitats del projecte.

Categoria	Edifici molt poc contaminant l/(s·m²)	Edifici poc contaminant l/(s·m²)	Edifici contaminant l/(s·m²)
QAI 1	0,5	1	2
QAI 2	0,35	0,7	1,4
QAI 3	0,2	0,4	0,8
QAI 4	0,15	0,3	0,6

2.4.4. VENTILACIÓ EN SALES TÈCNIQUES

a) Ventilació forçada

Cal posar un ventilador d'impulsió en la part inferior de la sala. Aquest ventilador ha d'aportar aire des de l'exterior. El cabal mínim ha de ser en m³/h de:

$$Q_{\min} = 1,8 \cdot P_N + 10A$$

on P_N és igual a la potència tèrmica nominal instal·lada en kW i A l'àrea de la sala en m².

b) Sistema d'extracció per a gasos més pesats que l'aire

El cabal d'extracció mínim, expressat en m³/h, es calcula per l'expressió:

$$Q = 10 \cdot A$$

on A és la zona de planta de la sala de motors, expressada en m². En tots els casos s'ha de garantir un cabal mínim de 100 m³/h.

2.5. CONFORT

El confort higrotèrmic (d'ara endavant, CH) es pot definir com l'absència de malestar tèrmic. En la fisiologia es diu que hi ha un confort higrotèrmic quan no han d'intervenir els mecanismes termoregulators del cos en activitat sedentària i roba lleugera. Aquesta situació pot ser enregistrada per índexs que no han de ser superats per tal que els sistemes de termoregulació (metabolisme, transpiració i altres) no es posin en funcionament.

La sensació de CH no depèn únicament de la temperatura de l'aire.

El CH depèn de:

- La radiació (o la manca d'ella) dels materials circumdants i, principalment, de les parets de l'embolcall de l'edifici; també depèn de la seva temperatura i de la capacitat que tingui per generar calor, a més dels elements que emeten radiació infraroja, com el sol o les fonts de calor.
- La temperatura ambient de l'aire.
- La velocitat de l'aire (prevenir o causar ventilació forçada, el cabal de flux d'aire...).
- La pressió parcial de vapor d'aigua o de vapor de la pressió de l'aire de l'ambient.
- L'activitat metabòlica.
- La indumentària.

En la valoració del confort higrotèrmic es recomana considerar el climograma de Givoni.

Les normes més utilitzades en aquests criteris són les ASHRAE 55 i ISO 7730. Es basen en els intervals de confort que s'estableixen per a les variables de confort anteriors.

L'efecte de la ventilació augmenta el coeficient de transmissió de calor superficial a la pell i, per tant, afavoreix l'evaporació de la transpiració.

Per tal que el sistema de ventilació no produeixi desconfort a l'usuari, la velocitat de l'aire en l'ambient ha d'estar en un rang de velocitat d'entre 0,2 i 1,5 m/s.

Es limita la velocitat del cabal d'aire a l'interior dels conductes ubicats dins dels habitatges a 3-4 m/s (segons les característiques del conducte, i el seu emplaçament) amb la finalitat de minimitzar el desconfort pel soroll produït per la circulació.

La velocitat de sortida de l'aire en les reixes es limita al que garanteixi un nivell acústic inferior a 30 dB(A) en dormitoris, i 35 dB(A) en sales d'estar.

En la resta d'espais per a usos diferents a l'habitatge, es poden prendre com a referència els valors indicats en la taula B.20 de la norma UNE-EN 16798-1:2020.

2.6. FILTRACIÓ DE L'AIRE EXTERIOR

Es recomana que l'aire exterior de ventilació s'introdueixi filtrat degudament en els edificis.

El filtrat de l'aire exterior s'ha d'escollir de forma que es compleixin tots els requisits de l'aire interior en l'edifici, considerant la categoria d'aire exterior.

El dimensionament de les seccions dels filtres hauria de ser el resultat d'una optimització, considerant determinades situacions específiques (temps de funcionament, càrrega de pols, font local de contaminació específica, etc.)

Depenent del nivell de contaminació de les partícules en l'aire exterior i la qualitat de l'aire d'impulsió previst, es requereixen diferents nivells de filtració.

L'eficiència de la filtració requerida es pot obtenir mitjançant una filtració d'etapa única o múltiple. El que determina si s'aconsegueix la qualitat de l'aire d'impulsió demanada és l'eficiència de filtració combinada del conjunt d'etapes de filtració.

Per mantenir un bon nivell sanitari en el sistema de ventilació, s'han d'utilitzar, en funció de la qualitat de l'aire exterior (QAE) i de la qualitat de l'aire interior requerida (QAI), les classes de filtració mínima que s'especifiquen en la taula que segueix:

Qualitat de l'aire exterior	Qualitat de l'aire interior		
	QAI-1	QAI-2	QAI-3
QAE-1	F9	F8	F7
QAE-2	F7 + F9	F6 + F8	F5 + F7
QAE-3	F7+GF+F9	F7+GF+F9	F5 + F7

GF indica filtre de gas (filtre de carboni) o filtre químic o fisicoquímic (fotocatalític). Només és necessari en cas que la QAE 3 es degui a un excés de concentració de gasos.

Quan l'edifici es troba en una zona on se supera el patró nacional o recomanat per l'OMS per a un o més contaminants gasosos, com ara l'ozó, l'òxid de nitrogen, l'òxid de sofre o els hidrocarburs policíclics aromàtics (en anglès, PAH), es pot implementar una filtració gasosa com a tal o en combinació amb una filtració d'aire de partícules.

Els filtres d'aire i dispositius de neteja se seleccionen i s'instal·len per protegir també els components i conductes del sistema de ventilació de la filtració de pols. La filtració de pols pot reduir el rendiment energètic dels intercanviadors de calor de les bateries de calefacció/refrigeració i dels sistemes de recuperació de calor. Cal tenir en compte que les condicions d'humitat i de temperatura combinades amb l'acumulació de pols poden provocar càrregues addicionals per substàncies nocives de contaminants orgànics (proliferació de microorganismes i els seus metabolismes).

2.7. MANTENIMENT DEL FILTRE

La substitució del filtre s'ha de basar principalment en la quantitat de pols acumulada en el filtre. La necessitat de substitució del filtre depèn de la vida útil i de l'estat (pèrdua de pressió, danys, contaminació). El fabricant defineix la pèrdua de pressió final. L'estat global del filtre només es pot avaluar visualment.

El filtre pot ser també una font de contaminació, per exemple, olfactiva, i es pot necessitar substituir-lo amb més freqüència del que indicaria la inspecció visual o la pèrdua de pressió. El manteniment regular, les inspeccions i els canvis de filtre d'aire minimitzen la transferència de microorganismes i mantenen net l'aire de subministrament.

La humitat relativa dels filtres s'ha de limitar al 90%. La presa d'aire exterior s'ha de fabricar de manera que la pluja o la neu no puguin entrar al sistema.

La norma EN 15.780 estableix una periodicitat en la neteja i el canvi de filtres.

Mitjançant el manteniment dels filtres, principalment es limiten quatre contaminants:

- Els residus d'olis lubricants que s'originen en la fabricació dels conductes
- La pols acumulada durant el muntatge
- La pols acumulada en el funcionament
- Els microorganismes acumulats, especialment quan hi ha espècies tòxiques i les condicions perquè sobrevisquin són favorables

Tipus de qualitat de neteja de filtres	Exemples tipus
Baixa	Locals ocupats únicament de forma intermitent, com per exemple locals d'emmagatzematge o locals tècnics.
Mitjana	Oficines, hotels, restaurants, escoles, teatres, residències, edificis esportius, zones generals dels hospitals i zones generals de treball a les indústries.
Alta	Laboratoris, zones de tractaments dels hospitals, oficines d'alta qualitat.

Interval·ls d'inspecció recomanats					
	Unitat de tractament de l'aire	Filtre ^a	Humidificadors	Conductes	Terminals
Baixa	24	12	12	48	48
Mitjana	12	12	6	24	24
Alta	12	6	6	12	12

Les unitats de tractament d'aire equipades amb sistemes d'humidificació o de refrigeració adiabàtica o que es troben en condicions climàtiques temperades i humides s'haurien d'avaluar com a mínim dos vegades l'any, independentment de l'ús de l'edifici.

^a Els filtres s'haurien d'inspeccionar i de mantenir d'acord amb les recomanacions del fabricant, considerant, com a mínim, els interval·ls que figuren en aquesta taula.

2.8. PERFILS D'ÚS

Per tal d'obtenir un ambient confortable i saludable, amb aire de qualitat i sense humitat ni olors desagradables, es requereix renovar o purificar contínuament l'aire en totes les estances per evitar l'aire viciat.

Per als càlculs de la demanda, en el marc de la certificació energètica de l'edifici, s'ha de tenir en compte l'actuació de la ventilació durant les 24 hores del dia i tot l'any.

2.9. FACTORS DE CONVERSIÓ D'ENERGIA PRIMÀRIA

S'apliquen els factors indicats en la taula corresponent del Reglament energètic en l'edificació vigent al Principat d'Andorra.

2.10. EFICIÈNCIA MÍNIMA DEL SISTEMA

La recuperació de calor i de fred de l'aire d'extracció és un mètode d'estalvi d'energia molt eficient.

El grau òptim de rendiment estacional de la recuperació de calor o fred ha de ser superior al 75%. En cas que no es disposi d'aquesta dada, s'ha d'agafar el rendiment nominal i restar-li un 12% en valor absolut certificat a la UE pel fabricant.

De l'energia recuperada per la unitat de ventilació, s'ha de restar el consum elèctric dels dos ventiladors que fan que l'aire es mogui en aquests sistemes.

En les unitats de ventilació residencial, l'energia específica (SFP) no ha d'excedir 20 kWh/m² any o 45 Wh/m³ impulsat.

Qualsevol sistema de climatització dels edificis en què el cabal d'aire expulsat a l'exterior tingui un sistema mecànic ha de comptar amb un sistema de recuperació d'energia de l'aire expulsat.

La potència acústica del conjunt del sistema ha de corregir-se amb mitjans d'esmoreïment acústic que assegurin el confort nocturn i la confidencialitat.

Tots els sistemes han de permetre que l'usuari seleccioni, com a mínim, tres cabals: el cabal nominal, el cabal nominal +30%, el cabal nominal -30%.

Les unitats han de tenir un *bypass* per tal de comptar amb refrigeració natural.

El tècnic ha de justificar si és o no convenient que l'equip de ventilació tingui recuperació entàlpica per tal de mantenir les condicions de confort interior. El nivell d'humitat absoluta de l'ambient exterior en recomana la disponibilitat.

3. PROCEDIMENT DE CÀLCUL/DISENY

S'han de seguir les indicacions de les normes ISO 16798-1:2020, ISO 16798-3, ISO 16798-5,1, ISO 16798-5,2, ISO 16798-7, ISO 16798-9, ISO 16798-17 o bé les que les substitueixin.

4. PRODUCTES

4.1. CARACTERÍSTIQUES DELS PRODUCTES

De manera general, tots els materials que s'utilitzin en els sistemes de ventilació han de:

- a) Complir les condicions que s'hagin especificat en els apartats anteriors.
- b) Complir les condicions que s'especifiquin en la legislació vigent al Principat d'Andorra o, si no n'hi ha, en la de la Unió Europea.
- c) Ser capaços de funcionar eficaçment en les condicions de servei previstes.

4.2. CONTROL DE RECEPCIÓ EN OBRA DE PRODUCTES

- a) En el plec de condicions del projecte s'han d'indicar les condicions particulars de control per a la recepció de productes, i incloure-hi els assaigs necessaris per comprovar que reuneixen les característiques exigides en els apartats anteriors.
- b) S'ha de comprovar que els productes rebuts:
 - Corresponen als que estan especificats en el plec de condicions del projecte.
 - Disposen de la documentació exigida.
 - Estan caracteritzats per les propietats exigides.
 - Han estat assajats, quan així s'estableixi en el plec de condicions o ho determini el director de l'execució de l'obra amb el vistiplau del director d'obra, amb la freqüència establerta.

5. INSTAL·LACIÓ

5.1. EXECUCIÓ

Les obres de construcció de l'edifici, amb relació a aquesta secció, s'han d'executar amb subjecció al projecte, a la legislació aplicable, a les normes de la bona pràctica constructiva i a les instruccions del director d'obra i del director de l'execució de l'obra. En el plec de condicions s'han d'indicar les condicions particulars d'execució.

5.1.1. Obertures

Quan les obertures es posin directament al mur, s'ha de col·locar un passamurs, la secció interior del qual ha de tenir les dimensions mínimes de ventilació previstes, i s'han de segellar els extrems en el punt en què es trobin. Els elements de protecció de les obertures s'han de col·locar de tal manera que no permetin l'entrada d'aigua des de l'exterior.

Els elements de protecció de les obertures d'extracció s'han de col·locar amb les lames inclinades quan en tinguin, en la direcció de la circulació de l'aire.

5.1.2. Conductes d'extracció

S'ha de preveure el pas dels conductes a través dels forjats i d'altres elements de partició horitzontal, de tal manera que s'executin els elements necessaris. Els espais de pas dels forjats han de proporcionar una amplitud perimètrica de 20 mm, que s'ha d'omplir amb aïllant tèrmic.

En conductes d'extracció, s'han de col·locar vigilant l'aplomat; s'admet una desviació de la vertical de fins a 15° amb transicions suaus.

Han de fer-se les unions previstes en el sistema i posar cura en l'estanquitat de les juntes.

Les obertures d'extracció que estan connectades a conductes d'extracció s'han de tapar adequadament per evitar l'entrada de runa o d'altres objectes en els conductes fins que es col·loquin els elements de protecció corresponents.

La part del conducte d'extracció d'entre el recuperador de calor i l'exterior, i el conducte d'aire de renovació d'entre l'exterior i el recuperador, en cas que estiguin a l'interior de l'envolupant tèrmica, s'han de reduir a la mínima longitud possible, si és possible a menys de 2 m cadascuna, i han de tenir un aïllament exterior de 100 mm amb barrera de vapor.

5.1.3. Sistemes de ventilació mecànics

L'aspirador s'ha d'apllomar i col·locar de manera subjecta al conducte d'extracció o al revestiment.

El sistema de ventilació mecànica s'ha de col·locar sobre el suport de manera estable i utilitzant elements antivibratoris.

Els enllaços i les connexions han de ser estancs i estar protegits per evitar l'entrada o la sortida d'aire en aquests punts.

5.2. CONTROL D'EXECUCIÓ EN OBRA

Es recomana controlar l'execució de les obres d'acord amb les especificacions del projecte, els annexos i les modificacions autoritzats pel director d'obra i les instruccions del director de l'execució de l'obra.

S'ha de comprovar que l'execució de l'obra es porti a terme d'acord amb els controls i amb la freqüència establerts en el plec de condicions del projecte.

Qualsevol modificació que es faci durant l'execució de l'obra ha de quedar plasmada en la documentació de l'obra executada, sense que en cap cas deixin de complir-se les condicions mínimes assenyalades en aquesta guia.

6. TERMINOLOGIA

Acumulat anual de CO₂: magnitud que representa la relació entre les concentracions de CO₂ aconseguides per sobre d'un determinat valor (valor base) i el temps que s'han mantingut al llarg d'un any. Pot calcular-se com el sumatori de les àrees (mesures en ppm·hora) contingudes entre la representació de les concentracions de CO₂ en funció del temps i el valor base.

Admissió: entrada d'aire exterior en un local perquè es ventili i, en alguns casos, també perquè es ventilin altres locals.

AEX: aire d'expulsió. Flux d'aire que surt del sistema de tractament d'aire d'extracció i es descarrega a l'atmosfera.

Airejador: element que es posa a les obertures d'admissió per dirigir adequadament el flux d'aire i impedir l'entrada d'aigua i d'insectes o ocells. Pot ser regulable o d'obertura

fixa i pot comptar amb elements addicionals per obtenir una atenuació acústica adequada. Es pot situar tant als tancaments com al mur del tancament.

Àrea efectiva (d'una obertura): àrea de la secció perpendicular a la direcció del moviment de l'aire que està lliure d'obstacles.

Aspirador híbrid: dispositiu de ventilació híbrida que es col·loca a la boca d'expulsió, que permet l'extracció de l'aire per tiratge natural quan la pressió i la temperatura ambientals són favorables per garantir el cabal necessari i que, mitjançant un ventilador, extreu automàticament l'aire quan aquestes magnituds són desfavorables.

Aspirador mecànic: dispositiu de ventilació mecànica que es col·loca a la boca d'expulsió que té un ventilador per extreure automàticament l'aire de manera contínua.

Boca de captació: extrem exterior d'un conducte d'admissió pel qual entra l'aire exterior, que està dotat d'elements de protecció per impedir l'entrada d'aigua i d'insectes.

Boca d'expulsió: extrem exterior d'un conducte d'extracció pel qual surt l'aire viciat, que està dotat d'elements de protecció per impedir l'entrada d'aigua i d'ocells.

Cabal de ventilació: volum d'aire que, en condicions normals, s'aporta a un local per unitat de temps.

Càrrega interna: conjunt de sol·licitacions generades a l'interior de l'edifici, principalment a causa de les aportacions energètiques dels ocupants, l'equipament elèctric i la il·luminació.

Conducte d'admissió: conducte que serveix per introduir l'aire exterior a l'interior d'un local, quan cap dels elements constructius que el conformen està en contacte amb un espai exterior apte perquè s'hi pugui disposar l'obertura d'entrada de l'aire de ventilació.

Conducte d'extracció: conducte que serveix per treure l'aire viciat a l'exterior.

Consum energètic: és l'energia necessària per satisfer la demanda energètica de calefacció, refrigeració, d'ACC i, en edificis per a ús diferent de residencial privat, d'il·luminació de l'edifici, tenint en compte l'eficàcia dels sistemes utilitzats. En el context d'aquest document, s'expressa en termes d'energia primària i en unitats kWh/m² any, considerant la superfície útil dels espais habitables de l'edifici.

Contaminants (de l'aire): substàncies que, durant l'ús d'un local, s'incorporen a l'aire interior i en deterioren la qualitat fins al punt de produir molèsties inacceptables o malalties en els ocupants del local.

Demanda energètica: energia útil necessària que els sistemes tècnics haurien d'aportar per mantenir a l'interior de l'edifici les condicions definides per la normativa. Es pot dividir en demanda energètica de calefacció, refrigeració, d'aigua calenta corrent (ACC) i il·luminació, i s'expressa en kW-h/m² any, considerant la superfície útil dels espais habitables de l'edifici.

Depressió: valor absolut de la diferència de pressió entre un punt qualsevol del sistema de ventilació i un altre amb més pressió que es pren com a referència.

Dispositiu de microventilació: obertura fixa d'una fusteria que permet una ventilació molt petita suficient per garantir els cabals exigits.

Energia final: energia que s'utilitza en els punts de consum. És la que els consumidors compren en forma d'electricitat, de combustible o d'altres combustibles utilitzats directament.

Energia primària: energia que se subministra a un edifici a partir de fonts renovables i no renovables, que no ha patit cap procés de conversió o transformació prèvia. És l'energia que contenen els carburants i altres fonts d'energia i inclou l'energia necessària per generar l'energia final consumida, incloent-hi la que perd pel transport a l'edifici, per l'emmagatzematge, etc.

Energia procedent de fonts renovables: energia procedent de fonts renovables no fòssils, és a dir, energia eòlica, solar, aerotèrmica, geotèrmica, hidrotermal i oceànica, hidràulica, biomassa, gasos d'abocador, gas procedent de depuradores i biogàs.

Equilibrat de cabals: procediment pel qual, un cop fixada una hipòtesi de flux, en el cas que els cabals d'admissió i extracció determinats d'acord amb la taula 2.1 no coincideixin, s'augmenten els cabals menors fins que s'igualin a la gent gran. Amb els cabals equilibrats es fa el dimensionament de sistema de ventilació.

Escenari d'ocupació: simulació teòrica i aproximada del comportament estàndard que podrien dur a terme els ocupants d'un habitatge pel que fa a la seva localització temporal. Usualment, és una taula que recull en quin local de l'habitatge es troba cada ocupant en funció de cada hora del dia, per a tot un dia o una setmana.

Espai habitable: espai compost per un o més recintes habitables contigus amb el mateix ús i condicions tèrmiques equivalents agrupades per determinar el càlcul de la demanda energètica. Partint de la densitat de fonts internes, els espais habitables es classifiquen en espais habitables de càrrega interna molt alta, alta, mitjana o baixa.

Espai (habitable) condicionat: espai habitable que té un sistema de calefacció o refrigeració. En residencial privada s'utilitzen tots els espais d'estar amb aire condicionat.

En residencial privada es consideren condicionats tots els espais habitables només amb la finalitat de calcular la demanda. Pot haver-hi algunes zones que no s'incloguin en els sistemes de condicionament pràctic, com sol ser el cas d'escaleres i de zones comunes.

Espai (habitable) de baixa càrrega interna: espai habitable on es dissipa poca calor. Comprèn els espais destinats principalment a residir-hi, amb caràcter eventual o permanent. Aquesta categoria inclou tots els espais d'edificis residencials i de les zones o els espais d'edificis que siguin similars en ús i grandària, com ara habitacions d'hotel, habitacions hospitalàries i sales d'estar, així com les àrees de circulació vinculades. Correspon a una densitat de fonts internes inferior a 6 W/m^2 .

Espai (habitable) de càrrega interna mitjana: espai habitable intermedi entre els espais definits amb alta i baixa càrrega interna on es genera una quantitat de calor. Correspon a una densitat de fonts internes d'entre 6 W/m^2 i 9 W/m^2 .

Espai (habitable) d'alta càrrega interna: espai habitable on es genera molta calor per l'ocupació, la il·luminació o els equips que hi ha. Correspon a espais amb una densitat de fonts internes d'entre 9 W/m^2 i 12 W/m^2 .

Espai (habitable) de càrrega interna molt alta: espai habitable on es genera molta calor per l'ocupació, la il·luminació o l'equipament que hi ha. Correspon a espais amb una densitat de font interna superior a 12 W/m².

Espai (habitable) no condicionat: espai habitable que no té un sistema de calefacció o refrigeració, però que, com que és habitable, té fonts internes (il·luminació, ocupació i equipament). S'aplica a usos diferents del residencial privat, ja que en aquest tipus d'edifici es consideren condicionats tots els espais habitables.

Espai no habitable: espai format per un o més recintes no habitables contigus amb el mateix ús i condicions tèrmiques equivalents, agrupats a l'efecte de calcular la demanda energètica. Atès que no es tracta d'un espai habitable, no es tenen en compte les fonts internes (il·luminació, ocupació i equipament).

Expulsió: sortida a l'exterior de l'aire viciat.

Extracció: evacuació cap a l'exterior de l'aire viciat d'un local. Aquest aire pot haver-se contaminat al mateix local o en altres locals comunicats amb aquest.

Extractor: ventilador que serveix per extreure de manera localitzada els contaminants.

Filtre: element d'un sistema de ventilació que serveix per retenir la brutícia de l'aire i la contaminació de l'aire exterior amb la finalitat d'evitar que s'embrutin els dispositius i aparells pels quals passa.

Junta d'obertura: línia de discontinuïtat que hi ha entre el marc i la fulla i entre dos fulles d'una finestra o porta exterior.

Obertura d'admissió: obertura de ventilació que serveix per a l'admissió, que comunica el local amb l'exterior, directament o a través d'un conducte d'admissió.

Obertura d'extracció: obertura de ventilació que serveix per a l'extracció, que comunica el local amb l'exterior, directament o a través d'un conducte d'extracció.

Obertura de pas: obertura de ventilació que serveix per permetre el pas d'aire d'un local a un altre de contigu.

Obertura de ventilació: forat fet en un dels elements constructius que delimiten un local per permetre la transferència d'aire entre aquest i un altre local contigu o l'espai exterior.

Obertura fixa (d'una fusteria): obertura estable que s'aconsegueix amb la mateixa configuració de la fusteria o mitjançant un dispositiu especial que manté les fulles en una posició que permeti l'obertura.

Obertura mixta: obertura de ventilació que comunica el local directament amb l'exterior i que en certes circumstàncies funciona com a obertura d'admissió i en altres com a obertura d'extracció.

Perfil d'ús: descripció, hora per hora per a un any tipus, de càrregues internes (càrrega sensible per ocupació, càrrega latent per ocupació, equipament, il·luminació i ventilació) i temperatures de consigna (alta i baixa) d'un espai habitable. Es determina per l'ús, el nivell de càrregues internes i el període d'ús de l'espai habitable.

Període d'ús: temps propi d'ús d'un espai habitable o de l'edifici. A l'efecte de definir els perfils d'ús, s'estableixen períodes d'ús tipus de 8 h, 12 h, 16 h i 24 h.

Per a edificis d'ús residencial privat s'estableix un període d'ús de 24 h/7 dies.

Permeabilitat a l'aire: propietat d'una finestra o porta per deixar passar l'aire quan estigui sotmès a pressió diferencial. La permeabilitat de l'aire es caracteritza per la capacitat de pas aeri, expressat en m^3/h , en funció de la diferència de pressió.

QAE: qualitat de l'aire exterior. Qualitat de l'aire que entra a través del sistema o d'una obertura des de l'exterior, abans de qualsevol tractament de l'aire.

QAI: qualitat de l'aire interior. Qualitat de l'aire en el local o la zona tractada.

Qualificació energètica: lletra que indica la classe d'eficiència energètica d'un indicador donat (per exemple, el consum energètic). L'escala de grau energètic es construeix a partir del valor indicador de l'edifici de referència, el valor indicador de l'edifici d'objectes, i la dispersió d'indicadors per a la població de referència. En els nous edificis l'escala comprèn, per ordre de major a menor eficiència, qualificacions o classes A, B, C, D i E, que s'estenen a les qualificacions F i G dels edificis.

Secció nominal (d'un conducte): valor teòric aproximat al valor real de l'àrea lliure de la secció recta d'un conducte que s'agafa com a representatiu d'aquest.

Sistema de detecció de monòxid de carboni: sistema automàtic de vigilància de la concentració de monòxid de carboni que hi ha en un local. S'utilitza per posar en funcionament els aspiradors mecànics del sistema de ventilació quan s'assoleixen valors de concentració considerats inadequats o perillosos.

SUP: aire d'impulsió. Flux d'aire que entra en el local tractat, o aire que entra en el sistema després de qualsevol tractament.

Temperatura de rosada: temperatura a la qual s'ha de refredar l'aire contingut en un local perquè s'iniciï la condensació del vapor d'aigua i s'assoleixi la saturació.

Tiratge: moviment ascendent de l'aire entre dos punts produït per la diferència de temperatura que hi ha entre aquests.

Ventilació: procés de renovació de l'aire dels locals per limitar el deteriorament de la seva qualitat, des del punt de vista de la composició, que es porta a terme mitjançant l'entrada d'aire exterior i l'evacuació d'aire viciat.

Ventilació de cabal constant: ventilació en què es manté el valor del cabal de ventilació en el temps, independentment de l'ocupació, ús o altres factors.

Ventilació de cabal variable: ventilació en la qual es modifica el valor del cabal de ventilació en el temps en funció de l'ocupació, ús o altres factors.

Ventilació híbrida: ventilació en la qual, quan les condicions de pressió i temperatura ambientals són favorables, la renovació de l'aire es produeix com en la ventilació natural i, quan són desfavorables, com en la ventilació amb extracció mecànica.

Ventilació mecànica: ventilació en la qual la renovació de l'aire es produeix pel funcionament d'aparells electromecànics disposats a l'efecte. Pot ser amb admissió mecànica, amb extracció mecànica o equilibrada.

Ventilació natural: ventilació en la qual la renovació de l'aire es produeix exclusivament per l'acció del vent o per un gradient de temperatures entre el punt d'entrada i el de sortida.

Ventilador: aparell electromecànic dotat d'un motor i d'un conjunt d'aspes o d'àleps accionats per aquest que s'utilitza per extreure o impulsar l'aire.

Zona tèrmica: zona geogràfica que engloba tots els punts en els quals la temperatura mitjana anual (T_m) està compresa dins del mateix interval de temperatura.

Zona climàtica: àrea per a la qual es defineixen unes sol·licitacions externes comunes a l'efecte de calcular la demanda energètica. Es pot identificar mitjançant una lletra, corresponent a la severitat climàtica de l'hivern, i un nombre, corresponent a la severitat climàtica de l'estiu.