



SustainCo
Sustainable Energy for Rural Communities

Intelligent Energy Europe Programme

Project N°: IEE/11/847/SI 2.615935

D2.1 Guia Tècnica nZEB

Soci coordinador: **North-West Croatia Regional Energy Agency (REGEA)**
Document desenvolupat i redactat per Eva Crespo Sánchez



Co-funded by the Intelligent Energy Europe
Programme of the European Union

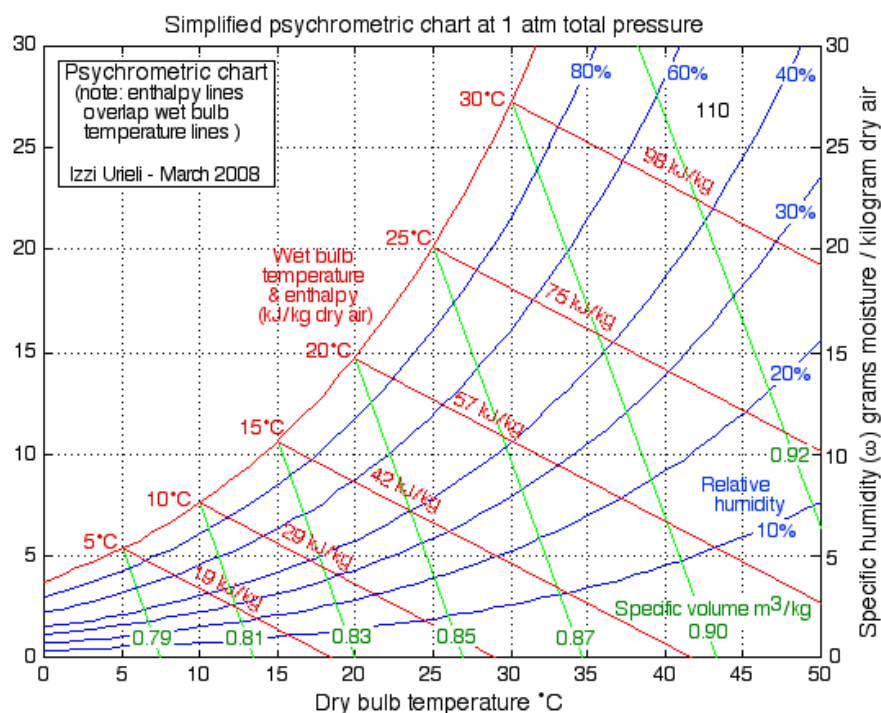
2.2.4.4 Control de la humitat

El control de la humitat en construccions te moltes formes i exerceix una millor contribució al confort dels usuaris dels edificis, la qualitat de l'ambient interior i el creixement descontrolat de floridures. Per contrarestar aquest fenomen una solució és ventilar, amb el consegüent cost energètic, per això cal garantir una bona solució constructiva que permeti controlar humitats no derivades de la ventilació.

La humitat pot entrar per 4 camins bàsics :

1. Com vapor : invisible a l'ull, a través de la difusió de vapor, que pot ocórrer per sota o per sobre del sòl.
2. Com a petites gotes d'aigua : transportades per l'aire
3. Com a llargues gotes d'aigua : penetració de l'aigua de pluja
4. A través d'accions de capil·laritat : normalment a través del contacte amb el terreny.

L'estudi d'aquest moviment és anomenat psicrometria i analitza la relació entre el contingut d'humitat, la temperatura de l'aire i la humitat relativa. Aquesta relació queda expressada en format taula i s'anomena Àbac psicromètric.



Font : [Ohio University](http://ohio.edu)

L'àbac es fa servir per determinar la temperatura del punt de rosada :

- i) Calcula la humitat relativa
- ii) Identifica la temperatura de l'aire al llarg de l'eix horitzontal.
- iii) Desplaçant directament en l'eix vertical a partir d'una temperatura creuem amb una curva blava que determina la humitat relativa, o amb una interpolació si és necessari.

- iv) En aquesta intersecció, moure's horitzontalment cap a l'esquerra i quan creua amb la última corba de l'esquerra és quan determinarem la temperatura del punt de rosada, al traçar la línia altre cop verticalment fins l'eix horitzontal inferior.

Control del comportament de la humitat

Hi ha un seguit de raons per controlar el pas de la humitat en un edifici, a través de la seva envolupant, com :

Qualitat de l'aire i confort : alts o baixos nivells d'humitat en l'aire poden causar una sensació de no confort degut als graus d'humitat relativa, i fer que sigui un ambient molt desagradable per als usuaris.

Baixos nivells d'humitat relativa poden donar als usuaris sensacions de picor i sequedat, en la seva pell o membranes nasals. Per desgràcia, no hi ha un acord sobre el nivell mínim acceptable d'humitat relativa, varia en funció d'experiències mèdiques o opinions sobre el confort per part dels usuaris. El RITE (Reglament d'instal·lacions tèrmiques als edificis) ha establert un valor d'humitat relativa mínima de 45% a l'estiu i de 40% al hivern.

Alts nivells d'humitat relativa poden generar als usuaris d'un edifici sensacions de calor i estar enganxós a l'estiu, i sensació de fred al hivern. Cada vegada hi ha més acord entre els usuaris en que el 70% d'humitat relativa resulta el valor límit superior de quantitat d'humitat relativa per estar en confort. Valors per sobre del 70% comencen a generar problemes de floridures i de salut.

Condensació – Poden sorgir quan es combina una incorrecta ventilació amb una barreja de temperatura d'aire i humitat. La humitat està sempre present en l'aire a través d'activitats com el rentat, cuina i la respiració, si no es fa una adequada ventilació i aïllament acabarà comportant la formació de condensacions.

Hi ha 3 tipus de condensacions :

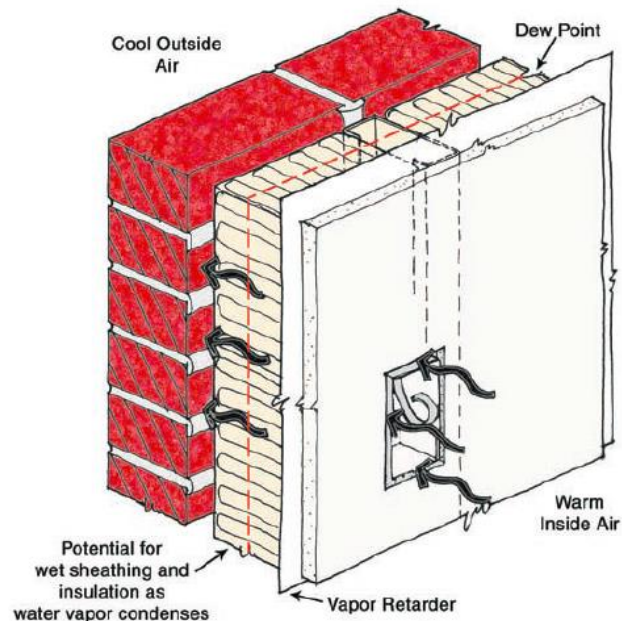
Condensacions intersticials : causades quan l'aire calent interior té un elevat grau de vapor, té una pressió de vapor més alta que l'aire fred extern, això comporta que l'aire intenti sortir de l'edifici per sobrepressió i es produiran 'exfiltracions'. Si l'edifici te una baix grau d'hermeticitat, l'aire interior passarà a través de l'envolupant i en aquell punt de pa es produirà la condensació en la cara interior de l'envolupant, ja que la temperatura de l'aire caurà fins arribar al punt de rosada al intentar travessar l'envolupant.

Condensacions d'un front calent – és un cas molt comú a les Illes Britàniques, on durant els mesos d'hivern (de novembre a febrer) i que es dona amb l'arribada de fronts d'aire calents procedents de l'Oceà Atlàntic. Normalment afecta a les construccions amb gran inèrcia tèrmica, edificis de maó o formigó, on la condensació corre a través de les parets internes fredes, com per exemple en castells o murs de contenció de soterranis.

Condensacions per ponts tèrmics – està associat a una solució d'aïllament deficient. La causa és la baixada de temperatura de l'aire ambient (calent i humit) al entrar en contacte amb una superfície amb una temperatura més baixa de lo convencional. Aquesta baixa temperatura superficial en algun punt interior de l'envolupant de l'edifici es dona quan l'aïllament és discontinu, llavors en la zona menys protegida (més freda) es produeix el punt de rosada.

Aquest fenomen no és tant habitual en la part exterior del parament, al llarg del nivell de sòcol dels edificis, on sovint es confonen amb DPC, on l'aïllament sota del pis no s'està dissenyat per trobar-se amb l'aïllament de la cambra.

La següent figura mostra que la falta d'estanquitat permet el moviment del vapor d'aigua al voltant de l'envolupant.



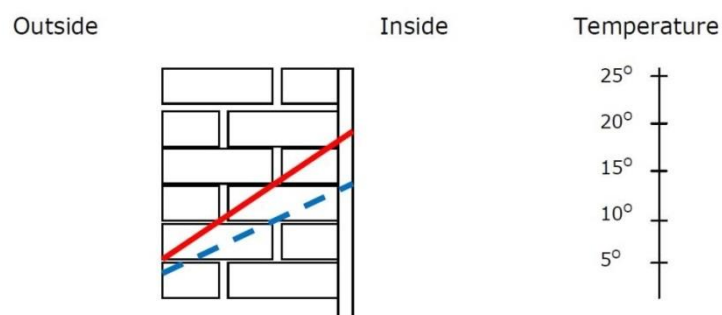
Font : [RCI](#)

Punt de rosada – és un punt variable dins l'envolupant de l'edifici, en funció d'un seguit de variables com per exemple el valor de transmitància de les diferents parts dels tancaments en relació amb la humitat relativa de l'aire, la diferència de temperatura interior i exterior, els grams de vapor d'aigua, etc. És el punt on es produeix condensació intersticial en un punt de l'envolupant.

És possible que no es produeixi punt de rosada, si el nivell de pèrdues de calor a l'edifici és generalitzat i significat. Donat que no es produeix un punt crític a l'envolupant sinó que tota l'envolupant funciona com un conjunt.

La **línia vermella** és el gradient de temperatura.

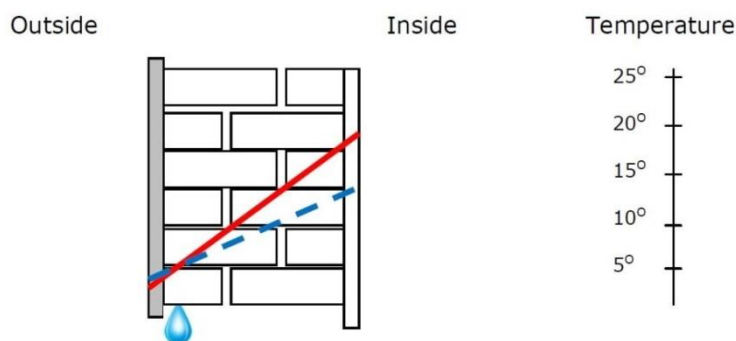
La **línia blava** és el punt de rosada.



Font : [Insulation Express](#)

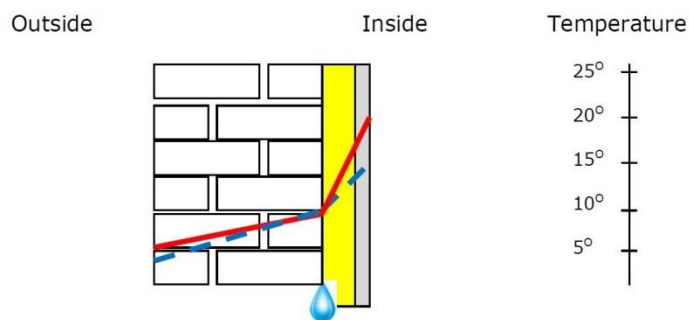
Quan la gent redueix l'exigència de calor, i redueix la temperatura de l'aire de la sala, només redueix temperatura seca i no grams de vapor d'aigua, per aquest motiu quan es baixa molt la temperatura es pot córrer el risc d'arribar al punt de rosada i, per tant, començaran a aparèixer condensacions a la cara interior de l'estança de les plaques de guix o revestiment que hi hagi.

Per millorar les propietats tèrmiques d'una paret, la millor opció és mantenir-la seca i a vegades es pot aconseguir a través d'una barrera de vapor, o algun sistema patentat d'aïllament aplicat per la cara exterior del tancament. Aquesta última solució genera una barrera de vapor, i permet que la condensació intersticial es formi a prop de la part exterior del tancament, on la temperatura arribarà al punt de rosada.



Font : [Insulation Express](#)

L'alternativa d'incorporar aïllament a la cara interior, també dona problemes potencials. El moviment de l'aïllament a la banda calenta de l'envolupant de l'edifici, provoca un canvi de temperatura important a la part de l'aïllament que dona a l'exterior i, per tant, és aquest el punt crític on es produirà el punt de rosada quan travessi l'aire calent de l'interior.

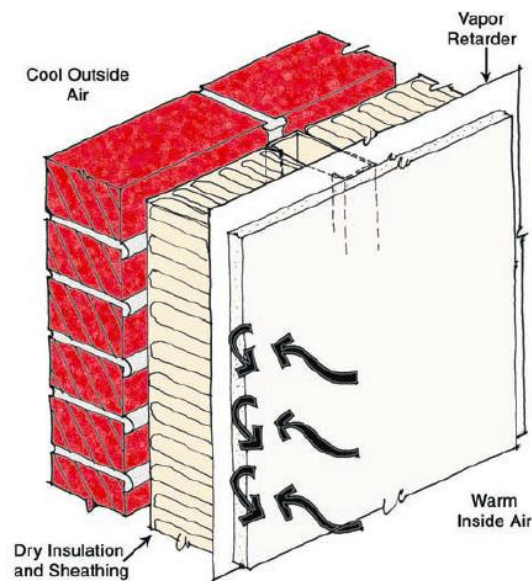


Font : [Insulation Express](#)

Com controlar el comportament de les humitats

Hi ha tres vies principals per controlar el comportament de les humitats dins un edifici :

Control de la ventilació : es pot aconseguir dissenyant un edifici hermètic amb una correcta implantació de barreres de vapor i aire. Això evitaria que l'aire portés una alta càrrega de vapor d'aigua, i a l'entrar en contacte l'aire amb la cara freda de l'envolupant no generi condensacions intersticials. Però aquesta barrera de vapor/aire s'ha de complementar amb un sistema de ventilació mecànic amb recuperació de calor (MVHR) per assegurar una ventilació de manera controlada.



Font : [RCI](#)

Control dels nivells de calor : El nivell de calefacció ha de tenir una temperatura de fons baixa, la qual cosa incrementa la temperatura interna de la envoltant, i fa que les parets estiguin més calentes que la temperatura de l'aire. Aquest sistema és especialment avantatjós en construccions històriques amb gran inèrcia tèrmica (construcció de maó) que són més propensos a les condensacions per fronts d'aire exteriors calents i no serien adequats per a construccions amb sistemes d'aïllament variable entre interior i exterior, segons el tram d'envolupant.

Aïllament : L'aplicació correcta i apropiada en la selecció i disseny de l'aïllament millora el gradient de temperatura de l'envolupant de l'edifici, i podrà triar la zona on es produirà el punt de rosada i d'aquesta manera fer que fenomen no generi danys al sistema d'envolupant de l'edifici.

El disseny i la posició de l'aïllament ha de ser suficientment detallada per poder fer front a les àrees potencials d'aparicions de ponts tèrmics, eliminant d'aquesta manera que l'aire humit i calent entri en contacte amb una superfície freda i es generin les floridures.

Qüestions a considerar

Maneres comuns d'entrada d'humitat en un edifici i els danys que pot causar al llarg del temps :

Tipus d'humitat	Aparició	ubicació	Condicions climatològiques	Camí d'accés
Fuites d'aire	normalment a la part superior de l'edifici o a prop.	Generalment discreta	desgel del hivern i pluges de la primavera	Requereix vies de sortida d'aire al voltant de l'edifici.
Difusió del vapor	En qualsevol punt de l'envolupant de l'edifici	extensa	pluges de primavera	Els defectes poc obvis es poden fer visibles
Per capil·laritat	En general en el sòcol de l'edifici o a prop	Generalitzada	Quan la temperatura de l'aigua està per sobre de la temperatura de congelació	Es produeix a través de material porós
Gravetat	Font d'aigua per sobre de la zona afectada	puntual	Quan la temperatura de l'aigua està per sobre de la temperatura de congelació	Requereix vies de fuga per sota de la font d'aigua
Pluja direccional pel vent	Vent dominant	generalment extensa	Després de fortes pluges direccionades	Requereix vies de fuga en el disseny de l'envolupant
Condensació superficial	En qualsevol superfície freda	Normalment puntual	En la època més freda de l'any	La condensació pot ser absorbida per superfícies poroses

Font : [ORNL](#)

La següent taula mostra la diferència entre la permeabilitat de vapor i el control de la humitat.

Control de la humitat de la difusió de vapors	Control de la humitat de l'aire
No requereix una diferència de pressió d'aire, només requereix una pressió de vapor o diferència de temperatura.	Es mou a través de l'envolupant a causa del diferencial de pressió.
ES pot donar en la direcció oposada a la circulació de l'aire. P.e. en aires condicionats durant l'estiu en un clima humit, l'aire es mou de l'interior cap a l'exterior. No obstant això, a causa de l'alta humitat i alta temperatura externa, la difusió del vapor es produeix des de l'exterior a l'interior de l'edifici.	Es pot donar en direcció oposada a la difusió del vapor. Es mou a través de l'envolupant de l'edifici en direcció a la diferència de pressió
Reduït per les propietats de la barrera de vapor, no depèn tant de segellat hermètic i juntes.	Es redueixen amb el segellat de l'envolupant amb un cobriment continu, molt dependent de l'hermeticitat del segellat i les juntes.
Afecta la permeabilitat del material.	Afectat pel sistema de ventilació mecànica i de recolzament i les propietats de les barreres d'aire.
Més flexible en projectes de renovació i rehabilitació.	En la rehabilitació i renovació és fàcil perdre la continuïtat de la barrera d'aire i per tant es perden les seves propietats.
Mou petites quantitats d'humitat (10-30% de la quantitat total).	Moviment de grans volums d'aire (70-90% de la quantitat total).

Font : [WR Meadows](#)

Organització	Descripció	Enllaç a web base	Enllaç al Document / Secció de la web
GENCAT	Guia de la renovació energètica d'edificis d'habitatges. Envolupant tèrmica i instal·lacions	http://www20.gencat.cat	http://www20.gencat.cat/docs/habitatge/Home/Secretaria%20dhabitatge/publicacions2/20%20Guia%20renovacio%20energetica/Guia%20RE_CTPb.pdf
National Institute of Building Sciences	Whole Building Design Guide: Mould & Moisture Dynamics	www.wbdg.org	http://www.wbdg.org/resources/moisturedynamics.php
WR Meadows	Controlling Moisture Movement in Buildings	www.wrmeadows.com	http://www.wrmeadows.com/data/cat-mm03.pdf
RCI: Institute of Building Envelope Consultants	The Great Moisture Movement	www.rci-online.org	http://www.rci-online.org/interface/2005-08-crissinger.pdf
Oak Ridge National Laboratory: ORNL	Case Studies of Moisture Problems in Buildings	www.ornl.gov	http://www.ornl.gov/sci/buildings/2010/Session%20PDFs/124_New.pdf
Dew Point Calculator	Dew Point Calculator	www.dpcalc.org	http://www.dpcalc.org/
Texas Bureau Lathing & Plastering	How to Avoid Moisture Damage to Walls from Condensation	www.tlpc.org	http://www.tlpc.org/images/articles_condensation.pdf
Building Conservation	Article on Condensation	www.ausmotic.com.au	http://www.ausmotic.com.au/files/pdf/condensation/Condensation_TimHutton.pdf
Building Science	Relative Humidity	www.buildingscience.com	http://www.buildingscience.com/documents/reports/rr-0203-relative-humidity
Northern Arizona University	Thermal Comfort (Relative Humidity & Air Temperature)	www4.nau.edu	http://www4.nau.edu/eeop/air_quality/docs/AkIAQ_Thermal Comfort.pdf
Level: The Authority on Sustainable Building	Passive Design: Humidity & Condensation	www.level.org.nz	http://www.level.org.nz/passive-design/controlling-indoor-air-quality/humidity-and-condensation/
Insulation Express	Interstitial Condensation, Breathability & Solid Wall Insulation	www.insulationexpress.co.uk	http://www.insulationexpress.co.uk/documents/InterstitialCondensationIssues.pdf
Cement Concrete & Aggregate Australia	Condensation Design Strategies	www.concrete.net.au	http://www.concrete.net.au/publications/pdf/Condensation.pdf