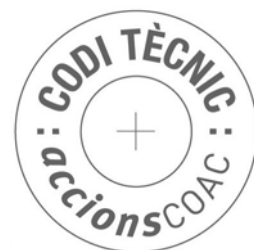




Col·legi d'Arquitectes
de Catalunya

Manual DB HE Estalvi d'energia

HE 1 Limitació de la demanda energètica



oct

Oficina Consultora Tècnica
www.coac.net/oct

Abril 2007 (Revisat Març 2010)

Avís Legal

Tots els drets sobre el treball "Manual d'aplicació del DB-HE ESTALVI D'ENERGIA- HE 1: Limitació de la demanda energètica", incloent-hi el *copyright*, pertanyen en exclusiva al Col·legi d'Arquitectes de Catalunya (COAC). El propòsit d'aquest treball és proporcionar una eina que faciliti l'exercici professional responsable als arquitectes col·legiats, així com a d'altres titulats tècnics que hagin estat expressament autoritzats pel COAC a accedir-hi i utilitzar-lo. Per tant, poden descarregar-se aquest arxiu, imprimir el seu contingut, conservar-ne una còpia al seu ordinador i emprar-lo, sota la seva pròpia responsabilitat, en els seus treballs professionals.

Aclariment (Març 2010)

El present Manual, redactat en els primers mesos d'entrada en vigor del DB-HE 1, es considera un document de consulta degut als comentaris, ajudes i exemples que incorpora, tot i que no contempla les modificacions del CTE aparegudes posteriorment*.

La successiva modificació i correcció d'errors, tant del DB-HE 1 com d'alguns documents apareguts amb posterioritat (Dades climàtiques dels municipis de Catalunya, Catàleg d'elements constructius del CTE...) queden recollides en el document anomenat "Extracte del Manual".

* La 1a modificació del CTE (BOE 23/10/2007) és la única rellevant, ja que estableix la transmitància conjunta de vidres i marcs i la consideració com a "terres" i/o "cobertes" de les particions interiors en contacte amb espais no habitables.

La 2a modificació (BOE 20/12/2007) no afecta al DB-HE1; la 3a (BOE 25/01/2008) corregeix petites errades de lèxic; la 4a (BOE 23/04/2009) incorpora una referència al Catàleg d'elements constructius del CTE i la 5a (BOE 23/09/2009) i la 6a (BOE 11/03/2010) són, respectivament, una correcció d'errades i una modificació del CTE que no afecten l'HE1.

HE 1: Limitació de la demanda energètica

Exigència Bàsica:

"Los edificios dispondrán de una envolvente de características tales que limite adecuadamente la demanda energética necesaria para alcanzar el bienestar térmico en función del clima de la localidad, del uso del edificio y del régimen de verano y de invierno, así como por sus características de aislamiento e inercia, permeabilidad al aire y exposición a la radiación solar, reduciendo el riesgo de aparición de humedades de condensación superficiales e intersticiales que puedan perjudicar sus características y tratando adecuadamente los puentes térmicos para limitar las pérdidas o ganancias de calor y evitar problemas higrotérmicos en los mismos."

Comentaris i Ajudes

L'exigència bàsica anterior resumeix tot el Document Bàsic HE-1:

L'edifici, en funció de certes Dades Prèvies (clima, ús i definició de l'envolvent tèrmica de l'edifici) ha de complir unes característiques mínimes (resistència tèrmica, protecció solar i qualitat de fusteries) per tal de limitar la seva demanda energètica, reduir el risc de condensacions i limitar la permeabilitat a l'aire.

Índex

Introducció

Relació de Taules i Figures del manual

Manual d'aplicació del DB-HE 1

I Criteris generals

1. Àmbit d'aplicació del DB-HE 1
2. Exigències el DB-HE 1
 - a) Demanda energètica. Paràmetres característics:
 - Transmissió tèrmica U
 - Transmissió tèrmica mitjana U_m
 - Factor solar modificat mitjà d'obertures i lluernaris F_m
 - b) Condensacions
 - c) Permeabilitat a l'aire
3. Opcions de verificació de les exigències
 - a) Opció simplificada
 - b) Opció General

II Dades prèvies pel càlcul:

- a) Zonificació climàtica
- b) Classificació dels espais
- c) Definició de l'envolvent tèrmica de l'edifici:
 - Components de l'envolvent tèrmica
 - Tancaments: part massissa i obertures
 - Particions interiors
 - Ponts tèrmics
 - Classificació els components de l'envolvent tèrmica

III Càlcul: Opció simplificada

1. Àmbit d'aplicació
2. Procediment d'aplicació de l'opció
 - Dades Prèvies:
 - Pas 1: Determinar la zona climàtica
 - Pas 2: Classificar els espais interiors de l'edifici
 - Pas 3: Definir l'envolvent tèrmica de l'edifici. Exigències que han de complir els seus components:
 - Tancaments
 - Particions interiors
 - Ponts tèrmics
 - Limitació de la Demanda:
 - Pas 4: Paràmetres característics de referència. Taules
 - a) $U_{m\max}$ de Tancaments i Particions interiors
 - b) U_{lim} i F_{lim} de Categories de tancaments
 - c) Control dels Ponts tèrmics

Pas 5: Càlcul dels paràmetres característics de l'envolvent tèrmica de l'edifici. Procediments de càlcul

- a) Transmissió (U) de cada tancament
- b) Factor solar modificat (F) d'obertures i lluernaris de l'edifici
- c) Paràmetres característics mitjos (U_m i F_m) de cada família de tancaments

Pas 6: Comprovació que els valors dels paràmetres característics obtinguts són inferiors als de referència

▪ Limitació de les Condensacions:

Pas 7: Limitar les condensacions superficials i intersticials. Procediments de càlcul

- a) Condicions interiors i exteriors de càlcul
- b) Condensacions superficials: càlcul del factor f_{Rsi}
- c) Condensacions intersticials: càlcul de la distribució de pressions de vapor dels tancaments

▪ Limitació de la Permeabilitat a l'aire:

Pas 8: Comprovació de la permeabilitat de les fusteries segons la zona climàtica

IV Càlcul: Opció general

1. Àmbit d'aplicació
2. Procediment d'aplicació de l'opció

V Documentació a incloure en el Projecte

Annexes del Manual d'aplicació del DB-HE 1

1. Dades climàtiques dels municipis de Catalunya
2. Característiques higrotèrmiques de materials de construcció
3. Catàleg de les solucions constructives més usuals

Apèndixs del DB-HE 1

- A. Terminologia
- B. Notacions i unitats
- C. Normes de referència
- D. Zones climàtiques
- E. Càlcul dels paràmetres característics de la demanda. (No s'adjunta, donat que s'ha incorporat a l'apartat III.2-Pas 5 d'aquest manual)
- F. Resistència tèrmica total d'un element d'edificació constituït per capes homogènies i heterogènies
- G. Condensacions. (No s'adjunta, donat que s'ha incorporat a l'apartat III.2-Pas 7 d'aquest manual)
- H. Fitxes justificatives de l'opció simplificada. (No s'adjunta, donat que s'ha incorporat a l'apartat V d'aquest manual)

INTRODUCCIÓ

El DB HE-1 suposa un canvi de procediment en la comprovació de les mesures que s'han d'aplicar als edificis per tal que redueixin la seva demanda energètica. És un document complex que, en intentar relacionar els elements constructius d'un edifici amb les diferents lleis de la termodinàmica, presenta algunes mancances i indefinicions que poden arribar a confondre als tècnics en la forma d'aplicar-lo i que aquest manual pretén aclarir.

Per aquesta raó, i també per la incorporació de nous conceptes el coneixement dels quals és imprescindible per a la seva comprensió, és important entendre tant la seva estructura com el seu fonament teòric, els quals s'expliquen i comenten de forma molt esquemàtica en el Resum i es desenvolupen en profunditat en els capítols següents.

Aquest manual reorganitza la informació continguda en el DB per tal de facilitar la seva comprensió i incorpora alguns dels seus Apèndixs en el propi text per fer-lo més àgil.

És per aquesta raó que totes les taules i figures que inclou s'han identificat amb noves sigles i s'han numerat correlativament, tot i que cadascuna d'elles indica la taula o figura del DB de la qual s'ha extret. Així, [les sigles FM i TM identifiquen les Figures i les Taules del manual](#) i es destaquen amb el color blau.

A més, quan s'ha cregut necessari, s'ha afegit un quadre de Comentaris i Ajudes que pot ajudar a entendre el fonament teòric del text, a relacionar l'apartat corresponent del DB amb altres normatives (com el Decret 21/2006 d'Ecoeficiència), o a facilitar la seva posada en pràctica en incorporar exemples d'aplicació.

També s'han incorporat tres Annexes amb dades climàtiques, característiques higrotèrmiques de materials i solucions constructives més usuals, a fi i efecte de simplificar el treball de càlcul.

El text del manual inclou alguns aclariments i criteris en els punts en els quals el redactat original del DB és ambigu o pot induir a interpretacions diferents. **Aquests criteris han estat àmpliament debatuts i són el resultat de diverses consultes no oficials (de vegades amb conclusions contradictòries i variables en el temps i que han endarrerit l'elaboració del manual) realitzades per l'Oficina Consultora Tècnica a diferents estaments amb l'objectiu d'assolir, en el futur, caràcter de Document Reconegut.**

Així doncs, el manual reflecteix els criteris d'aplicació que, a data d'avui, s'han anat verificant i que s'aniran actualitzant a mida que sorgeixin noves interpretacions.

L'extensió d'aquest Manual, condicionada per la complexitat del propi DB HE-1, ha portat a la redacció d'un document autònom que en permet la seva aplicació. Aquest document de síntesi, anomenat **Extracte del Manual**, incorpora un resum del DB amb els procediments de càlcul de Transmítancies i Factors solars modificats, així com un capítol sobre ponts tèrmics i les Taules i Figures més rellevants.

RELACIÓ DE TAULES I FIGURES DEL MANUAL

TAULES		
NÚM	CONCEPTE	TAULA DEL DB
TM-1	Zones climàtiques a Catalunya (resum)	D.1
TM-2	Classificació resum dels components de l'envolvent	---
TM-3	Transmitància tèrmica màxima de tancaments i particions interiors $U_{m\grave{a}x}$	2.1
TM-4	Paràmetres característics mitjos de tancaments i particions interiors (U i F)	2.2
TM-5	Procediments de càlcul de la Transmitància tèrmica U	---
TM-6	Resistències tèrmiques superficials de tancaments en contacte amb l'exterior R_{se} i R_{si}	E.1
TM-7	Resistències tèrmiques de cambres d'aire sense ventilar R	E.2
TM-8	Resistències tèrmiques de cambres d'aire lleugerament ventilades R	E.2
TM-9	Resistències tèrmiques superficials de particions interiors R_{si}	E.6
TM-10	Coefficient de reducció de temperatura b en particions interiors	E.7
TM-11	Grau de ventilació de l'espai no habitable	E.8
TM-12	Taxa de renovació d'aire entre l'exterior i espais no habitables	E.8
TM-13	Cabals de ventilació mínima exigits segons tipus de local no habitable	2.1 (DB-HS 3)
TM-14	Transmitància tèrmica de murs en contacte amb el terreny U_{T1}	E.5
TM-15	Transmitància tèrmica de terres en contacte amb el terreny a profunditat $> 0,5$ m U_{T3}	E.4
TM-16	Transmitància tèrmica de terres recolzats sobre el terreny a profunditat $\leq 0,5$ m U_{S1}	E.3
TM-17	Transmitància tèrmica de terres en contacte amb cambra sanitària U_{S2}	E.9
TM-18	Absortivitat de radiació solar del marc α	E.10
TM-19	Factor d'ombra F_s per a obstacles de façana. Voladissos	E.11
TM-20	Factor d'ombra F_s per a obstacles de façana. Reculades	E.12
TM-21	Factor d'ombra F_s per a obstacles de façana. Tendals	E.14
TM-22	Factor d'ombra F_s per a obstacles de façana. Lames	E.13
TM-23	Factor d'ombra F_s per a lluernaris	E.15
TM-24	Càlcul dels paràmetres característics mitjos (U_m , F_m) de cada categoria de tancaments	3.1
TM-25	Comprovació dels paràmetres mitjos (U_m , F_m) de cada categoria de tancaments	3.1
TM-26	Factor de temperatura de la superfície interior mínim $f_{Rsi,min}$	3.2
TM-27	Dades climàtiques mensuals de capitals de província, T (°C) i HR (%)	G.2
FIGURES		
NÚM	CONCEPTE	FIGURA DEL DB
FM-1	Orientació de les façanes segons els sectors angulars	3.1
FM-2	Esquema de l'envolvent tèrmica de l'edifici	3.2
FM-3	Espais habitables en contacte amb espais no habitables. Posició de l'aïllament	E.6
FM-4	Murs en contacte amb el terreny- tipus A	E.3
FM-5	Murs en contacte amb el terreny- tipus B (enterrat)	E.4
FM-6	Terres en contacte amb el terreny a profunditat $> 0,5$ m U_{T3}	E.2
FM-7	Terres recolzats sobre el terreny a profunditat $\leq 0,5$ m U_{S1}	E.1
FM-8	Terres en contacte amb espai no habitable: Cambra sanitària U_{S2}	3.8

MANUAL D'APLICACIÓ DEL DB-HE 1

I Criteris generals

1. Àmbit d'aplicació del DB-HE 1
2. Exigències el DB-HE 1
 - a) Demanda energètica. Paràmetres característics:
 - Transmissió tèrmica U
 - Transmissió tèrmica mitjana U_m
 - Factor solar modificat mitjà d'obertures i lluernaris F_m
 - b) Condensacions
 - c) Permeabilitat a l'aire
3. Opcions de verificació de les exigències
 - a) Opció simplificada
 - b) Opció General

II Dades prèvies pel càlcul:

- a) Zonificació climàtica
- b) Classificació dels espais
- c) Definició de l'envolvent tèrmica de l'edifici:
 - Components de l'envolvent tèrmica
 - Tancaments: part massissa i obertures
 - Particions interiors
 - Ponts tèrmics
 - Classificació els components de l'envolvent tèrmica

III Càlcul: Opció simplificada

1. Àmbit d'aplicació
2. Procediment d'aplicació de l'opció
 - Dades Prèvies:
 - Pas 1: Determinar la zona climàtica
 - Pas 2: Classificar els espais interiors de l'edifici
 - Pas 3: Definir l'envolvent tèrmica de l'edifici. Exigències que han de complir els seus components:
 - Tancaments
 - Particions interiors
 - Ponts tèrmics
 - Limitació de la Demanda:
 - Pas 4: Paràmetres característics de referència. Taules
 - a) $U_{m\max}$ de Tancaments i Particions interiors
 - b) U_{lim} i F_{lim} de Categories de tancaments
 - c) Control dels Ponts tèrmics
 - Pas 5: Càlcul dels paràmetres característics de l'envolvent tèrmica de l'edifici. Procediments de càlcul
 - a) Transmissió (U) de cada tancament
 - b) Factor solar modificat (F) d'obertures i lluernaris de l'edifici
 - c) Paràmetres característics mitjos (U_m i F_m) de cada família de tancaments
 - Pas 6: Comprovació que els valors dels paràmetres característics obtinguts són inferiors als de referència

- Limitació de les Condensacions:
 - Pas 7: Limitar les condensacions superficials i intersticials. Procediments de càlcul
 - a) Condicions interiors i exteriors de càlcul
 - b) Condensacions superficials: càlcul del factor f_{Rsi}
 - c) Condensacions intersticials: càlcul de la distribució de pressions de vapor dels tancaments
- Limitació de la Permeabilitat a l'aire:
 - Pas 8: Comprovació de la permeabilitat de les fusteries segons la zona climàtica

IV Càlcul: Opció general

1. Àmbit d'aplicació
2. Procediment d'aplicació de l'opció

V Documentació a incloure en el Projecte

I Criteris generals

1 Àmbit d'aplicació del DB-HE 1

- edificis de nova construcció
- rehabilitacions d'edificis existents amb Sup. Útil > 1.000 m² en els quals es renovi més del 25% del total dels tancaments

Exclosos:

- edificis que hagin d'estar oberts
- edificis i monuments protegits, si obliga a alterar el seu aspecte
- llocs de culte i per a activitats religioses
- construccions provisionals (ús previst < 2 anys)
- instal·lacions industrials, tallers i edificis agrícoles no residencials
- edificis independents amb Sup. Útil < 50 m²

Comentaris i Ajudes

- Es recorda que a l'article 2 de la Part I del CTE s'indica que:

1 El CTE s'aplicarà, amb les limitacions que en ell s'estableixen, a les obres d'edificació de nova construcció, excepte en aquelles construccions amb senzillesa tècnica i d'escassa entitat constructiva que no tinguin caràcter residencial o públic, ja sigui de forma eventual o permanent, que es desenvolupin en una sola planta i no afectin a la seguretat de les persones

2 Igualment, el CTE s'aplicarà a les obres d'ampliació, modificació, reforma o rehabilitació que es realitzin en edificis existents, sempre i quan aquestes obres siguin compatibles amb la naturalesa de la intervenció i, en el seu cas, amb el grau de protecció que puguin tenir els edificis afectats. La possible incompatibilitat d'aplicació s'haurà de justificar en el projecte i, en el seu cas, compensar-se amb mesures alternatives que siguin tècnica i econòmicament viables

3 En aquest sentit s'entendrà per obres de rehabilitació les que tinguin per objecte actuacions encaminades a assolir algun dels següents resultats:

a) l'adequació estructural

b) l'adequació funcional

c) la remodelació d'un edifici amb habitatges, amb l'objecte de modificar la superfície destinada a habitatge o modificar el seu nombre, o d'un edifici sense habitatges que tingui com a finalitat crear-les

4 Una obra és rehabilitació integral quan el seu objecte inclou totes les actuacions anteriors

5 El CTE s'ha d'aplicar quan es canvii l'ús característic en edificis existents, tot i que no sigui necessari realitzar obres

- Entenem que, en la rehabilitació d'edificis existents, el terme "tancaments" es refereix als de l'envolvent tèrmica de l'edifici. Per tant, inclouria els *tancaments exteriors* i també les *particions interiors*, tal com són enteses en el marc d'aquest DB (veure definició d'ambdós conceptes en [l'apartat II.c d'aquest manual](#))

- En les rehabilitacions d'edificis no afectades per aquest DB (superfície útil ≤ 1.000 m² o amb superfície > 1.000 m² però en els quals la superfície de tancaments a rehabilitar no superi el 25%) el projectista, d'acord amb la propietat, pot aplicar les mesures que cregui oportunes per tal de garantir un mínim de confort tèrmic i estalvi energètic en l'edifici.

2 Exigències del DB-HE 1

L'objectiu d'aquest Document Bàsic és aconseguir el benestar tèrmic en l'interior dels edificis amb la mínima despesa energètica mitjançant el disseny de la seva envoltant. Per aquesta raó desenvolupa tres àmbits d'exigència:

- Limitació de la demanda energètica dels edificis
- Limitació de les condensacions
- Limitació de la permeabilitat a l'aire de les fusteries

a) Limitació de la Demanda energètica. Paràmetres característics

- La demanda energètica d'un edifici es limita en funció de:
 - el clima de la localitat on s'ubica, i
 - la quantitat de calor generada al seu interior (càrrega interna) és a dir, del seu ús
 - El seu control es realitza limitant els paràmetres característics de la seva envoltant tèrmica, és a dir:
 - la Transmissió tèrmica (U) de cadascun dels tancaments i particions interiors que la conformen, limitat en funció de la zona climàtica on s'ubica l'edifici
 - la Transmissió tèrmica mitjana (U_m) de les diferents famílies de tancaments (cobertes, façanes, etc), limitat en funció de la zona climàtica on s'ubica l'edifici, i
 - el Factor solar modificat mitjà (F_m) d'obertures i lluernaris, limitat en funció de la zona climàtica on s'ubica l'edifici i també en funció de la seva càrrega interna.
 - Transmissió tèrmica U ($W/m^2 \text{ } ^\circ K$): és el valor indicatiu del flux de calor per unitat de superfície que travessa un tancament quan la diferència de temperatura entre els dos costats és d'1 $^\circ K$.
 - Transmissió tèrmica mitjana de cada categoria de tancaments U_m ($W/m^2 \text{ } ^\circ K$): és la mitjana aritmètica, ponderada segons la seva superfície, de les transmissió de cadascun dels tancaments i particions interiors que la formen
 - Factor solar modificat mitjà de les obertures F_m : és la mitjana aritmètica, ponderada segons la seva superfície, dels Factors solars modificats de cadascuna de les obertures
- El Factor solar modificat d'una obertura F és el percentatge de radiació solar que realment travessa una superfície translúcida respecte al 100% de la radiació que incidiria sobre ella si no estigués protegida per cap tipus d'ombra. Per conèixer-lo cal saber el Factor solar de la superfície transparent i el Factor d'ombra de l'obertura:
- Factor solar g_s : és el % de radiació solar que travessa una superfície respecte la que travessaria si aquesta superfície fos perfectament transparent. A major factor solar, entra més radiació
 - Factor d'ombra F_s : és la radiació que realment incideix sobre una obertura, és a dir, el % que no ha bloquejat cap obstacle de façana (voladís, tendall, etc.). A major factor d'ombra, incideix més radiació

Cal dir que l'Apèndix E del DB estableix set procediments diferents de càlcul de la transmissió dels tancaments en funció del seu comportament tèrmic, els quals es recullen en la [taula TM-5](#) i es desenvolupen en l'apartat III.2-Pas 5 d'aquest manual.

Comentaris i Ajudes

- Conceptualment, la Transmissió tèrmica (U) equival al coeficient de transmissió tèrmica K del Requeriment 2 de la Norma reglamentària d'edificació sobre aïllament tèrmic (NRE-AT-87), tot i que el seu valor absolut és lleugerament diferent.
- Igualment, la Transmissió tèrmica mitjana de cada categoria de tancaments (U_m): equivaldria al coeficient mitjà de transmissió tèrmica K_m del Requeriment 1 de la NRE-AT-87, tot i que amb categories de tancaments diferents.
- Cal aclarir que el Factor solar modificat del DB **no és el factor solar indicat en la NRE-AT-87** on, tot i considerar les ombres produïdes per elements protectors com persianes o cortines, no es tenia en compte les ombres produïdes per voladissos, brançals o altres obstacles. Per tant, el seu càlcul s'ha de realitzar conforme al procediment establert al propi DB i no es poden utilitzar els factors solars indicats a l'AT-87.

b) Limitació de les Condensacions

- Es limiten les condensacions **superficials** en els tancaments de l'envolvent tèrmica per evitar la formació de fongs en la seva cara interior
- Les condensacions **intersticials** que es puguin produir en els tancaments de l'envolvent tèrmica no han de provocar una disminució significativa de les seves prestacions tèrmiques ni suposar un risc de degradació del material.

Més informació a [l'apartat III.2-Pas 7 d'aquest manual](#)

c) Limitació de la Permeabilitat a l'aire

- Es limiten les pèrdues tèrmiques per infiltració d'aire establint la permeabilitat màxima de les fusteries d'obertures i lluernaris en funció de la zona climàtica. Aquesta permeabilitat a l'aire ha de ser inferior a:
 - Per a les zones climàtiques A i B:
 $50 \text{ m}^3/\text{h m}^2$ és a dir, han de ser de classe 1, 2, 3 ó 4 (segons UNE EN 12.207:2000)
 - Per a les zones climàtiques C, D i E:
 $27 \text{ m}^3/\text{h m}^2$ és a dir, han de ser de classe 2, 3 ó 4 (segons UNE EN 12.207:2000)

3 Opcions de verificació de les exigències

En el projecte s'ha d'optar per un dels dos procediments alternatius següents:

a) Opció Simplificada

- Es pot aplicar en Obra nova i Rehabilitació, en ambdós casos sempre que:
 - s'utilitzin solucions constructives *convencionals*, i
 - la superfície d'obertures en cada *façana* sigui \leq al 60% de la superfície de la façana i la superfície de lluernaris sigui \leq al 5% de la superfície total de la coberta.

Com a excepció s'admeten percentatges d'obertures $>$ al 60% si la superfície de la façana és inferior al 10% del sumatori de les àrees de totes les façanes de l'edifici.

A més, la Transmittància mitjana d'aquesta façana (incloent-hi part massissa i obertures), ha de ser inferior a la Transmittància mitjana que s'obtindria si el percentatge d'obertures fos del 60% (més informació a l'[apartat III.2-Pas 6](#)).

Com es veurà més endavant ([apartat II-c](#)), el DB introdueix un nou concepte de "Façana", que és entesa com el conjunt de tancaments exteriors verticals amb la mateixa orientació segons els sectors angulars establerts pel propi DB.

Comentaris i Ajudes

- Entenem que els edificis amb superfície d'obertures = 60% de la superfície de la façana i amb superfície de lluernaris = 5% de la superfície de coberta, poden optar a l'Opció simplificada, seguint el criteri que es desprèn d'alguns apartats del DB, com les Taules 2.2, tot i que el redactat de l'article 3.2.1.2 del DB és ambigu.

- La **demanda energètica** de l'edifici es limita de forma indirecta, verificant que els paràmetres característics de l'envolvent tèrmica de l'edifici (Transmittàncies i Factors solars modificats) no superen els valors límit establerts per a cada zona climàtica
- Les **condensacions superficials** s'eviten fixant un valor mínim de Factor de temperatura de la superfície interior (f_{Rsi}) de cada tancament, mentre que les **condensacions intersticials** es controlen comprovant que la pressió de vapor en la superfície de cada capa del tancament és inferior a la pressió de saturació

Factor de temperatura de la superfície interior (f_{Rsi}): és un valor adimensional que relaciona les temperatures de l'ambient exterior a l'hivern i la de disseny de l'ambient interior (establerta en 20 °C), amb la de la superfície interior del tancament, de forma que es garanteixi que aquesta és superior a la de rosada i no es produiran condensacions. El f_{Rsi} augmenta a mesura que ho fa el grau d'aïllament del tancament.

El seu càlcul s'indica a l'Apèndix G del DB i, a l'[apartat III.2-Pas 7 d'aquest manual](#).
- La **permeabilitat a l'aire** màxima de les fusteries s'estableix en funció de cada clima

Més informació sobre l'Opció Simplificada al [Capítol III](#).

b) Opció General

- Es pot aplicar en tots els edificis
- La **demanda energètica** de l'edifici es limita de forma directa, calculant-la mitjançant programa informàtic oficial gratuït (www.codigotecnico.org) anomenat LIDER, o bé programa autoritzat. El programa informàtic compara internament el resultat final d'aquest càlcul amb la demanda que tindria un *edifici de referència* formalment idèntic al projectat (anomenat *edifici objecte*) que compleix estrictament els valors límit de l'opció simplificada.

Comentaris i Ajudes

- Aquest mètode és més permissiu que l'opció simplificada ja que, tot i haver de complir uns mínims d'aïllament en tots els tancaments, permet que alguns d'ells compensin d'altres menys aïllats, sempre que no es superi la demanda energètica que tindria l'edifici si s'apliqués l'opció simplificada.

- Les **condensacions superficials i intersticials** les calcula internament el programa
- La **permeabilitat a l'aire** màxima de les fusteries s'estableix en funció de cada clima i és una dada a introduir en el programa

Més informació sobre l'Opció General al [Capítol IV](#).

I Criteris generals

1. Àmbit d'aplicació del DB-HE 1
2. Exigències el DB-HE 1
 - a) Demanda energètica. Paràmetres característics:
 - Transmissió tèrmica U
 - Transmissió tèrmica mitjana U_m
 - Factor solar modificat mitjà d'obertures i lluernaris F_m
 - b) Condensacions
 - c) Permeabilitat a l'aire
3. Opcions de verificació de les exigències
 - a) Opció simplificada
 - b) Opció General

II Dades prèvies pel càlcul:

- a) Zonificació climàtica
- b) Classificació dels espais
- c) Definició de l'envolvent tèrmica de l'edifici:
 - Components de l'envolvent tèrmica
 - Tancaments: part massissa i obertures
 - Particions interiors
 - Ponts tèrmics
 - Classificació els components de l'envolvent tèrmica

III Càlcul: Opció simplificada

1. Àmbit d'aplicació
2. Procediment d'aplicació de l'opció
 - Dades Prèvies:
 - Pas 1: Determinar la zona climàtica
 - Pas 2: Classificar els espais interiors de l'edifici
 - Pas 3: Definir l'envolvent tèrmica de l'edifici. Exigències que han de complir els seus components:
 - Tancaments
 - Particions interiors
 - Ponts tèrmics
 - Limitació de la Demanda:
 - Pas 4: Paràmetres característics de referència. Taules
 - a) $U_{m\max}$ de Tancaments i Particions interiors
 - b) U_{lim} i F_{lim} de Categories de tancaments
 - c) Control dels Ponts tèrmics
 - Pas 5: Càlcul dels paràmetres característics de l'envolvent tèrmica de l'edifici. Procediments de càlcul
 - a) Transmissió (U) de cada tancament
 - b) Factor solar modificat (F) d'obertures i lluernaris de l'edifici
 - c) Paràmetres característics mitjos (U_m i F_m) de cada família de tancaments
 - Pas 6: Comprovació que els valors dels paràmetres característics obtinguts són inferiors als de referència

- Limitació de les Condensacions:
 - Pas 7: Limitar les condensacions superficials i intersticials. Procediments de càlcul
 - a) Condicions interiors i exteriors de càlcul
 - b) Condensacions superficials: càlcul del factor f_{Rsi}
 - c) Condensacions intersticials: càlcul de la distribució de pressions de vapor dels tancaments
- Limitació de la Permeabilitat a l'aire:
 - Pas 8: Comprovació de la permeabilitat de les fusteries segons la zona climàtica

IV Càlcul: Opció general

1. Àmbit d'aplicació
2. Procediment d'aplicació de l'opció

V Documentació a incloure en el Projecte

II Dades prèvies pel càlcul

Com a dades prèvies al càlcul i per a qualsevol de les dues opcions de verificació de les exigències (simplificada o general) és necessari:

- conèixer la zona climàtica on s'ubica l'edifici,
- classificar els seus espais interiors, i
- definir la seva envoltant tèrmica

a) Zonificació climàtica

- S'estableixen 12 zones climàtiques identificades mitjançant una lletra i un número:
A, B, C, D, E: indica la severitat climàtica d'hivern (de menys fred a més)
1, 2, 3, 4: indica la severitat climàtica d'estiu (de menys calor a més)
- La zona climàtica en la qual s'ubica un edifici es pot determinar segons valors tabulats, o bé a partir de registres climàtics contrastats
 - Determinació de la zona climàtica a partir de valors tabulats:
 - La zona climàtica de qualsevol localitat s'obté de la taula D.1 de l'Apèndix D del DB, en funció de la diferència d'altura entre aquesta i la de la capital de província, que és la de referència.
 - Si la diferència d'altura és menor de 200 m o la localitat es troba a una altura inferior a la de referència, s'agafarà, per a la localitat, la mateixa zona climàtica que correspon a la capital de província.

TM-1 Zones climàtiques a Catalunya (extret de la Taula D.1 del DB)

Província	Capital	Altura de referència (m)	Desnivell entre la localitat i la capital de província (m)				
			≥200 <400	≥400 <600	≥600 <800	≥800 <1000	≥1000
Barcelona	C2	1	C1	D1	D1	E1	E1
Girona	C2	143	D1	D1	E1	E1	E1
Lleida	D3	131	D2	E1	E1	E1	E1
Tarragona	B3	1	C2	C1	D1	D1	E1

Les zones climàtiques de tots els municipis de Catalunya, calculades a partir de la diferència d'altura amb la seva capital de província, es troben a l'Annex 1 d'aquest manual.

- Determinació de la zona climàtica a partir de registres climàtics contrastats
 - La zonificació climàtica de localitats que disposin de registres climàtics contrastats també es pot obtenir a partir del càlcul de les corresponents severitats climàtiques d'hivern i d'estiu, segons procediment descrit a l'Apèndix D del DB.

Comentaris i Ajudes

- Tot i que a l'apartat 3.1.1 del DB s'indica que, *en localitats que no siguin capitals de província* i que disposin de registres climàtics contrastats es podran emprar, prèvia justificació, zones climàtiques específiques, entenem que també es poden utilitzar en les *capitals de província*, donat que l'Apèndix D del DB, on s'explica el procediment de càlcul, no fa aquesta restricció.

II Dades prèvies pel càlcul. b) Classificació d'espais

b) Classificació dels espais

- Els espais interiors dels edificis es classifiquen en
 - espais habitables, i
 - espais no habitables

Segons l'Apèndix A del DB es defineix com:

→ **Espai habitable:** espai format per un o més recintes habitables contigus amb el mateix ús i condicions tèrmiques equivalents, agrupats a efectes de càlcul de demanda energètica

Recinte habitable: recinte interior destinat a l'ús de persones amb una densitat d'ocupació i un temps d'estada que exigeixen unes condicions acústiques, tèrmiques i de salubritat adequades. Es consideren recintes habitables els següents:

- a) habitacions i estances (dormitoris, menjadors, biblioteques, sales, etc) en edificis residencials
- b) aules, biblioteques, despatxos, en edificis d'ús docent
- c) quiròfans, habitacions, sales d'espera, en edificis d'ús sanitari
- d) oficines, despatxos, sales de reunió, en edificis d'ús administratiu
- e) cuines, banys, cambres sanitàries, passadissos i distribuïdors, en edificis de qualsevol ús
- f) zones comuns de circulació en l'interior dels edificis
- g) qualsevol altre amb un ús assimilable als anteriors

→ **Espai no habitable:** espai format per un o més recintes no habitables contigus amb el mateix ús i condicions tèrmiques equivalents, agrupats a efectes de càlcul de demanda energètica

Recinte no habitable: recinte interior no destinat a l'ús permanent de persones o amb una ocupació que, per ser ocasional o excepcional i per ser baix el temps d'estada, només exigeix unes condicions de salubritat adequades. En aquesta categoria s'inclouen explícitament com no habitables:

- a) garatges
- b) trasters
- c) cambres tècniques i golfes no condicionades i les seves zones comuns

Comentaris i Ajudes

- Cal destacar que, en general, es considera recintes habitables les zones comuns de circulació en l'interior dels edificis.
- Els **aparcaments** ubicats en els edificis poden considerar-se, a judici del projectista, com espai no habitable o espai exterior, en funció del seu grau d'exposició i/o de ventilació.

En edificis d'habitatge:

- Són habitables tots els espais que requereixin unes condicions acústiques, tèrmiques i de salubritat adequades (habitats, oficines, etc.)
- Tots els espais habitables es consideren de baixa càrrega interna i amb higrometria 3.
- Les **caixes d'escala** tenen normalment consideració d'espais habitables. Però el projectista, d'acord amb la propietat, té la potestat de qualificar-les com a espai no habitable o fins i tot com a espai exterior, en funció del seu grau d'exposició i/o de ventilació.
- Igualment el projectista, d'acord amb la propietat, pot considerar els espais destinats a **locals comercials** com habitables, no habitables o fins i tot com a espai exterior, ja que poden restar sense ocupació llargs períodes de temps i disposar de ventilació permanent per motius de salubritat.

En aquests dos últims casos (**consideració del local comercial com espai no habitable o exterior**), en restar *fóra* de l'envolvent tèrmica de l'edifici, les obertures i superfícies semitransparents (aparadors) d'aquests locals **no computarien a efectes del càlcul del 60% de superfície d'obertura de la façana per tal d'optar a l'opció simplificada ni tampoc pel càlcul de la Transmissància mitjana dels murs de façana U_{M1} .**

Tot i quedar *fóra* de l'envolvent tèrmica de l'edifici i per tant no ser normatiu, és aconsellable que el projectista adopti les mesures que cregui oportunes per garantir un mínim de confort, un cop el local entri en funcionament.

- Al mateix temps, i en funció del seu ús, els espais habitables es classifiquen en:
 - A efectes del càlcul de la demanda energètica:
 - d) **Espais amb baixa càrrega interna:** espais en els quals es genera poca calor.
Són els destinats principalment a l'ús residencial (eventual o permanent): tots els espais dels edificis d'habitatge, habitacions, sales i zones de circulació d'hotels, hospitals, etc.
 - e) **Espais amb alta càrrega interna:** espais en els quals es genera gran quantitat de calor, per causa de l'ocupació, la il·luminació o els equips existents.
Són tots els espais no inclosos en la definició d'espais amb baixa càrrega interna.
 - A efectes de comprovació de la limitació de condensacions:
 - a) Espais amb higrometria 5:
en els quals es preveu una gran quantitat d'humitat, com ara bugaderies i piscines.
 - b) Espais amb higrometria 4:
en els quals es preveu una quantitat d'humitat alta: restaurants, cuines industrials, pavellons esportius, dutxes col·lectives, etc.
 - c) Espais amb higrometria 3 o inferior:
en els quals no es preveu una quantitat d'humitat alta: tots els espais d'edificis residencials i la resta d'espais no indicats anteriorment.

Comentaris i Ajudes

- En aquest punt el DB no especifica quines humitats relatives es corresponen amb les diferents higrometries però si que s'indiquen a l'Apèndix G (apartat G.1.2.2) on s'estableix que pel càlcul de condensacions intersticials i en absència de dades més precises, s'agafarà una temperatura de l'ambient interior igual a 20°C i una humitat relativa en funció de la higrometria de l'espai:

Higrometria 5: 70%

Higrometria 4: 62%

Higrometria 3: 55%

II Dades prèvies pel càlcul. c) Definició de l'envolvent

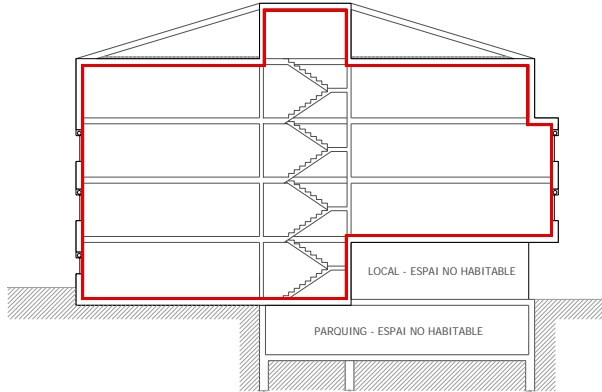
c) Definició de l'envolvent tèrmica de l'edifici

• Elements que conformen l'envolvent tèrmica de l'edifici:

L'envolvent tèrmica està formada pels següents elements:

- tots els **tancaments** que limiten els espais habitables amb l'ambient exterior (aire, terreny o altre edifici)
- totes les **particions interiors** que limiten els espais habitables amb els espais no habitables que estiguin en contacte amb l'exterior
- els **punts tèrmics**

La superfície de l'envolvent tèrmica s'ha de mesurar des de l'interior de l'edifici



Tancaments i Particions interiors

→ Els tancaments i les particions interiors es classifiquen per famílies segons la seva situació però també segons el seu comportament tèrmic, segons si es troben en contacte amb l'aire, amb un espai no habitable o amb el terreny.

D'aquesta forma s'estableixen les següents categories:

- **cobertes:** tancaments superiors en contacte amb l'aire i inclinats $\leq 60^\circ$

Comentaris i Ajudes

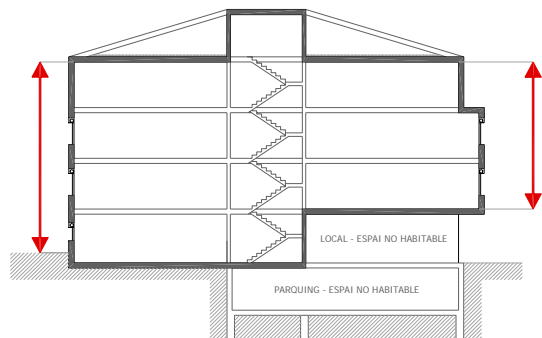
- Ja que el redactat de l'article 3.1.3 del DB no deixa clar si els tancaments que formen 60° amb l'horitzontal han de ser considerats cobertes o façanes, s'ha seguit el criteri de les Taules E.1 i E.6 del DB (TM-6 i TM-9) sobre fluxos de calor, on s'inclouen en el mateix grup els tancaments horitzontals i els tancaments amb pendent $\leq 60^\circ$.

Cal advertir que això suposa un canvi de concepte respecte a la NRE-AT 87, on els tancaments amb un pendent = 60° es consideraven com a façanes.

- **terres (suelos):** tancaments inferiors horitzontals o lleugerament inclinats en contacte amb l'aire, terreny o espai no habitable

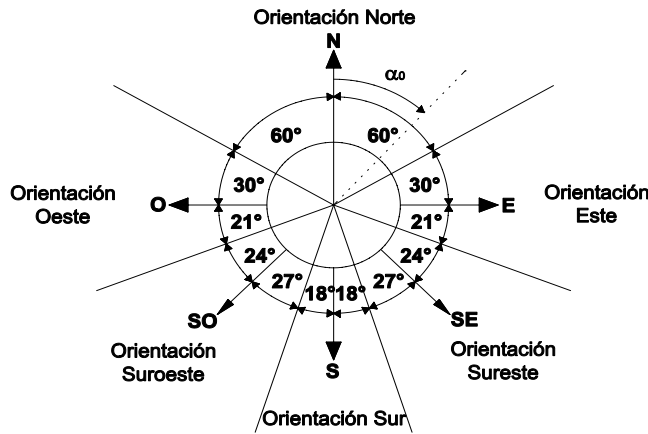
- **façanes:** tancaments exteriors en contacte amb l'aire exterior i inclinats $> 60^\circ$. Hi ha sis orientacions possibles, segons l'angle α_0 que és el format pel Nord i la perpendicular a la façana, mesurat en sentit horari.

A efectes d'aquest DB s'entén que **una façana** està conformada pel conjunt d'aquests tancaments que tenen la mateixa orientació segons els sectors angulars següents:



Les façanes es mesuren per l'interior de l'edifici, des del nivell del terra de la planta més baixa fins al nivell inferior del sostre de l'última planta

FM-1 Orientació de les façanes segons els sectors angulars
(extret de la Figura 3.1 del DB)



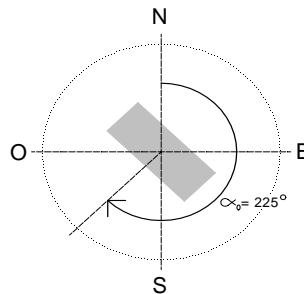
Nord	$\alpha < 60; \alpha_0 \geq 300$
Est	$60 \leq \alpha_0 < 111$
Sud-est	$111 \leq \alpha_0 < 162$
Sud	$162 \leq \alpha_0 < 198$
Sud-oest	$198 \leq \alpha_0 < 249$
Oest	$249 \leq \alpha_0 < 300$

És a dir: els edificis tenen un **màxim de 6 façanes** (una per a cada orientació).

Comentaris i Ajudes

- Aquesta definició de *Façana* suposa un canvi de concepte ja que, de considerar com a tal a cadascun dels tancaments exteriors, s'ha passat a englobar el conjunt de tancaments en contacte amb l'exterior i amb la mateixa orientació. Aquesta definició inclou, a tots els efectes, els tancaments dels patis, ja que aquests es consideren com a espai exterior, i també les mitgeres quan l'edifici veí no està ni construït ni en construcció.

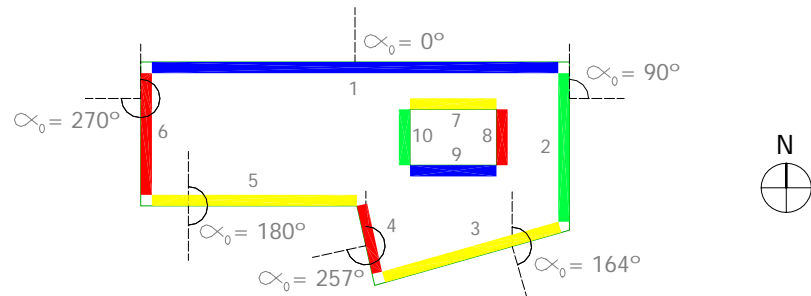
- Exemple d'orientació de façana:



En aquest cas, donat que l'angle α_0 format pel Nord i la perpendicular a la façana i mesurat en sentit horari és de 225° , el tancament té una orientació Sud-oest.

Tots els tancaments exteriors en contacte amb l'aire i inclinats $> 60^\circ$ amb un α_0 comprès entre 198 i 249° conformarien la façana Sud-oest de l'edifici

- Exemple d'orientació de façanes d'un edifici:



- █ Façana Nord ($\alpha < 60; \alpha_0 \geq 300$) → 1 + 9
- █ Façana Est ($60 \leq \alpha_0 < 111$) → 2 + 10
- █ Façana Sud ($162 \leq \alpha_0 < 198$) → 3 + 5 + 7
- █ Façana Oest ($249 \leq \alpha_0 < 300$) → 4 + 6 + 8

II Dades prèvies pel càlcul. c) Definició de l'envolvent

- **mitgeres:** tancaments que llisten amb altres edificis construïts o en construcció *i que conformen una divisió comú* (si l'edifici veïni tan sols està en construcció, a efectes d'aquest DB, es considera façana, fins i tot per comptabilitzar el % d'obertures)

Comentaris i Ajudes

- La descripció de mitgeres pot confondre. Entenem que es pot considerar mitgera qualsevol tancament que llisti amb el tancament d'altre edifici, tot i que no conformi una *divisió comú estructural*.

- **particions interiors:** elements constructius horitzontals o verticals que separen l'interior de l'edifici en diferents recintes

Comentaris i Ajudes

- Hem de recordar que **només formen part de l'envolvent les particions interiors que separen els espais habitables dels no habitables** (cambres sanitàries, golfes, trasters, etc.).

- **tancaments en contacte amb el terreny:** tancaments diferents als anteriors i que estan en contacte amb el terreny

→ Tot i que el text no ho indica, a més de classificar els tancaments i particions interiors que conformen l'envolvent tèrmica segons la seva situació i el seu comportament tèrmic, en els tancaments en contacte amb l'aire exterior (façanes i cobertes) existeix una tercera classificació que obliga a distingir entre:

→ **part massissa**

→ **part semitransparent:** Obertures en Façanes ($H = \text{huecos}$), i
Lluernaris en Cobertes ($L = \text{lucernarios}$)

L'Apèndix A del DB (Terminologia) identifica com a obertura (*hueco*) qualsevol element semitransparent de l'envolvent tèrmica de l'edifici (portes i finestres vidrades). Aquesta definició compren totes les obertures, siguin practicables o no, tot i que, a judici del projectista, també pot incloure, malgrat no ser una obertura, els panys de parets formats per *materials semitransparents* (vidre, pavès, policarbonat, etc.) que pugui haver-hi tant en façanes com en cobertes.

En tot cas, cal tenir en compte que:

→ si aquests tipus de materials es consideren com a obertura:

computaran a efectes del càlcul del 60% de superfície d'obertura de la façana per tal d'optar a l'opció simplificada. La Transmittància màxima de les superfícies semitransparents és més permissiva que la de les parts massisses però també cal advertir que han de garantir un Factor solar modificat màxim

→ si aquests tipus de materials es consideren com a tancament massís:

la transmittància màxima permesa és més restrictiva que la indicada per a superfícies semitransparents (obertures i lluernaris) però no cal que incorporin protecció solar

Les **portes** dels tancaments exteriors amb una superfície transparent > 50% es consideraran obertures a tots els efectes.

Les portes dels tancaments exteriors amb una superfície transparent < 50% no es tindran en compte a efectes de transmittància ni de permeabilitat a l'aire. No obstant, s'haurà de comptabilitzar el pont tèrmic que conforma el seu perímetre (P_{F1} : Contorn d'obertures).

Comentaris i Ajudes

- S'entén que, en aquest punt, el concepte de porta es refereix a les d'accés i no inclou les portes de sortida a balcons i terrasses les quals normalment seran considerades com a obertures

→ Per evitar confusions de nomenclatura cal distingir entre el concepte de Façana, explicat anteriorment, i el de Mur, terme genèric utilitzat en el DB i que també inclou les particions interiors.

Ponts tèrmics

L'Apèndix A del DB qualifica de pont tèrmic les zones de l'envolvent de l'edifici en les quals s'evidencia una variació de la uniformitat de la construcció, per un canvi del gruix del tancament, dels materials emprats, per penetració d'elements constructius amb conductivitat diferent, etc., ocasionant una minoració de la resistència tèrmica respecte a la resta dels tancaments. Per tant, són parts sensibles dels edificis en les quals augmenta la possibilitat de condensacions superficials a l'hivern.

En la majoria dels ponts tèrmics (caixes de persiana, brancals, cantonades, fronts de forjat en façanes...) els fluxos tèrmics es produeixen en tres dimensions, de forma que el seu estudi resulta força complex.

No obstant, els ponts tèrmics en els quals el flux es produeix linealment (és a dir, els que tenen una secció transversal uniforme al llarg d'un dels tres eixos ortogonals com ara els pilar en façana), es poden representar per aquesta secció transversal. Això simplifica l'estudi del seu comportament tèrmic ja que el flux tèrmic i , per tant, la seva transmitància tèrmica, és unidireccional.

Les normes UNE EN ISO 10.211-1:1995 i UNE EN ISO 10.211-2:2002 desenvolupen mètodes de càlcul de transmitàncies i condensacions per a ponts tèrmics de qualsevol tipus.

El DB classifica els ponts tèrmics en :

- a) Ponts tèrmics integrats en els tancaments
 - pilars integrats en façanes (P_{F2})
 - contorn d'obertures i lluernaris (P_{F1})
 - caixes de persiana (P_{F3})
 - altres ponts tèrmics integrats
- b) Ponts tèrmics formats per trobades de tancaments
 - fronts de forjat en façanes
 - unions de cobertes amb façanes
 - unions de façanes amb tancaments en contacte amb el terreny (lloses, soleres, murs enterrats, pantalles...)
 - cantonades o trobades de façanes
- c) Trobades de voladissos amb façanes
- d) Trobades d'envans i murs interiors amb façanes

Aquesta classificació de ponts tèrmics és força important ja que, com es veurà més endavant en l'Opció Simplificada, el DB obliga a realitzar comprovacions en els diferents àmbits d'exigència en funció del grup al qual pertanyen (veure [apartat III.2: Procediment d'aplicació de l'Opció simplificada- Pas 3: Definir l'envolvent tèrmica de l'edifici i Pas 4: Paràmetres característics de referència en funció de la zona climàtica](#))

• **Classificació dels components de l'envolvent tèrmica:**

L'envolvent tèrmica de l'edifici **presenta alguns problemes de classificació dels seus components**. El DB estableix diverses, seguint de vegades criteris de comportament energètic i de vegades criteris arquitectònics que, un cop superposats, provoquen incerteses en el moment de situar un element arquitectònic en una categoria determinada.

És necessari identificar correctament cadascun dels elements que conformen **l'envolvent tèrmica de l'edifici**, donat que els paràmetres a complir i també els mètodes de càlcul per obtenir-los, varien en funció del grup al qual pertanyen (veure [apartat III.2- Pas5a: Càlcul de la transmitància tèrmica](#)).

II Dades prèvies pel càlcul. c) Definició de l'envolvent

Comentaris i Ajudes

Les diferents classificacions que indica el DB són les següents:

→ A l'apartat 3.1.3 del DB s'estableixen dues classificacions:

- La primera, basada en la situació de l'element constructiu, distingeix entre les següents categories:
 - Cobertes
 - Terres (*suelos*)
 - Façanes
 - Mitgeres
 - Tancaments en contacte amb el terreny
 - Particions interiors
- La segona, basada en criteris de comportament energètic de l'element constructiu, distingeix entre:
 - Tancaments en contacte amb l'aire exterior,
 - Tancaments en contacte amb el terreny, i
 - Tancaments en contacte amb altres espais no habitables (anomenats particions interiors)

→ A la Taula 2.1 el DB estableix una tercera classificació:

- Façanes, particions interiors, 1er metre de terres recolzats sobre el terreny i 1er metre de murs en contacte amb el terreny
- Terres (*suelos*)
- Cobertes
- Vidres i fusteries
- Mitgeres

→ A la Taula 2.2 el DB estableix una quarta classificació:

- Façanes
- Tancaments en contacte amb el terreny
- Terres (*suelos*)
- Cobertes
- Lluernaris
- Obertures

S'ha de fer notar que en aquesta classificació, molt semblant a la primera, les mitgeres no apareixen i les particions interiors s'incorporen al grup de Façanes

→ Finalment, a l'Apèndix H del DB, les Fitxes justificatives de l'acompliment del DB també estableixen quatre grans grups, tot i que diferents als anteriors:

- Murs (malgrat que el títol no ho diu, també inclou els tancaments amb el terreny identificats amb les sigles C-TER)
- Terres (*suelos*)
- Cobertes i lluernaris
- Obertures en façanes (*huecos*)

És a dir, **el DB classifica de forma complexa i no immediata els components de l'envolvent tèrmica**, donant lloc a subdivisions i a **canvis conceptuals i de nomenclatura** que poden sorprendre en alguns casos, com ara el situar les cobertes enterrades en el grup de Tancaments en contacte amb el terreny i no en el de Cobertes o el d'incorporar dins del grup de Façanes els murs en contacte amb espai no habitable, els quals, conceptualment, són particions interiors.

Pot confondre especialment el fet que les classificacions de les taules 2.1 i 2.2 no siguin coincidents, ja que són on figuren els valors màxims i límit de Transmittàncies i Factors solars modificats que han de complir els edificis.

Amb l'objecte d'unificar criteris i establir una única classificació dels components de l'envolvent tèrmica, **aquest manual incorpora una classificació- resum de totes les indicades al DB (TM-2)**. Aquesta classificació es manté en tots els capítols d'aquest manual i segueix la nomenclatura específica establerta en el DB per a cada tipus de tancament.

Cal recordar que l'envolvent tèrmica delimita tots els espais habitables de l'edifici i per tant, és de gran importància la correcta classificació d'aquests, sobre tot en edificis amb diferents usos, zones comuns, locals comercials, garatges, etc. (més informació a [l'apartat II-b: Classificació dels espais](#) d'aquest manual).

TM-2 Classificació resum dels components de l'envolvent tèrmica

Categoria	Elements de l'envolvent	Components i descripció	
MURS per a cada orientació:	Façanes	Murs en contacte amb l'aire exterior (1)	M ₁
	Ponts tèrmics en façanes	Pont tèrmic contorn d'obertures > 0,5 m ² (2)	P _{F1}
		Pont tèrmic pilars en façana > 0,5 m ² (2)	P _{F2}
		Pont tèrmic caixes de persiana > 0,5 m ² (2)	P _{F3}
	Mitgeres	Mitgeres amb edifici construït o en construcció (3)	MD
Particions verticals interiors	Murs en contacte amb espai no habitable (1)	M ₂	
OBERTURES a cada orientació	Obertures en façanes	Obertures (<i>huecos</i>) (4)	H
TANCAMENTS EN CONTACTE AMB EL TERRENY	Tancaments verticals	Murs en contacte amb el terreny	T ₁
	Tancaments horitzontals	Cobertes enterrades (5)	T ₂
		Terres (<i>suelos</i>) a profunditat > 0,5 m	T ₃
TERRES (<i>suelos</i>)	Terres (<i>suelos</i>)	Terres (<i>suelos</i>) recolzats sobre el terreny a profunditat ≤ 0,5 m (6)	S ₁
		Terres (<i>suelos</i>) en contacte amb l'aire exterior	S ₃
	Particions horitzontals interiors	Terres (<i>suelos</i>) en contacte amb espais no habitables (7)	S ₂
COBERTES I LLUERNARIS	Cobertes	Cobertes en contacte amb l'aire exterior (8)	C ₁
		Cobertes en contacte amb espai no habitable (8)	C ₂
	Ponts tèrmics en cobertes	Ponts tèrmics contorn de lluernaris > 0,5 m ² (2)	P _C
	Obertures en cobertes	Lluernaris (4)	L

Notes:

- (1) El DB considera totes les **façanes** com a murs (d'un full o més) en contacte amb l'exterior, M₁, i estableix un procediment de càlcul de la seva transmitància.

Les façanes ventilades es podrien calcular de dues formes diferents, a judici del projectista:

- Considerant-la com a mur en contacte amb l'exterior, amb el mateix procediment que l'establert per a M₁, (veure [apartat III.2-Pas 5a- Procediment 1 d'aquest manual](#)) tot considerant que en el càlcul no s'han de tenir en compte els elements situats entre la cambra d'aire i l'ambient exterior.
- Com a partició vertical interior M₂, assimilant la cambra ventilada a un "espai no habitable" molt ventilat (veure [apartat III.2-Pas 5a- Procediment 2 d'aquest manual](#)). En aquest cas, el mètode de càlcul de la transmitància indicat en el DB és més favorable, ja que les transmitàncies surten més baixes.

El suggeriment de possibilitar el càlcul de la transmitància de façanes ventilades amb el procediment 2 té l'objectiu de fomentar el seu ús, donat el seu bon comportament tèrmic a l'estiu en climes càlids, tot i que aquest bon funcionament no és a causa de la transmitància del tancament sinó a causa de l'ombra produïda per la pell exterior sobre la interior.

- (2) A efectes de limitació de la demanda energètica, únicament s'han de considerar els **ponts tèrmics integrats** en els tancaments i que tinguin una superfície > 0,5 m².

Aquesta superfície s'ha de comptabilitzar mesurant, per a la coberta i per a cada façana per separat, els ponts tèrmics similars que puguin haver-hi. És a dir:

- P_{F1}: Contorn d'obertures i lluernaris
per una banda el sumatori de la superfície de tots els brancals, per altra la superfície de tots els ampits, i per altra la superfície de totes les llindes, han de ser, per separat, > 0,5 m² en cada façana i en la coberta
- P_{F2}: Pilars integrats en façanes
el sumatori de la superfície dels pilars de cada façana ha de ser > 0,5 m², comptabilitzats per l'interior de l'edifici i incloent-hi els forjats

II Dades prèvies pel càlcul. c) Definició de l'envolvent

- P_{F3} : Caixes de persiana
el sumatori de les superfícies de caixa de persiana de cada façana ha de ser $> 0,5 \text{ m}^2$

Més informació sobre ponts tèrmics a l'apartat III.2: Procediment d'aplicació de l'Opció simplificada- Pas 3: Definir l'envolvent tèrmica i Pas 4: Paràmetres característics de referència en funció de la zona climàtica

- (3) Si l'edifici veï no està construït o en construcció les **mitgeres** s'han de considerar com a façanes a tots els efectes. Tot i que el DB no les incorpora, s'ha cregut oportú identificar les mitgeres amb sigles pròpies (MD)
- (4) L'Apèndix A del DB (Terminologia) identifica com a **obertura** (*hueco*) qualsevol element semitransparent de l'envolvent tèrmica de l'edifici (portes i finestres vidrades). Aquesta definició compren totes les obertures, siguin practicables o no i, a judici del projectista, també pot incloure, malgrat no ser una obertura, els panys de parets formats per *materials semitransparents* (vidre, pavès, policarbonat, etc.) que pugui haver-hi tant en façanes com en cobertes. En tot cas, cal tenir en compte que:
- si aquests tipus de materials es considera com a obertura: computaran a efectes del càlcul del 60% de superfície d'obertura de la façana per tal d'optar a l'opció simplificada. La Transmitància màxima de les superfícies semitransparents és més permissiva que la de les parts massisses però també cal advertir que han de garantir un Factor solar modificat màxim
 - si aquests tipus de materials es considera tancaments massís: la transmitància màxima permesa és més restrictiva que la indicada per a superfícies semitransparents (obertures i lluernaris) però no cal que incorporin protecció solar

Les **portes** dels tancaments exteriors amb una superfície transparent $> 50\%$ es consideraran obertures a tots els efectes.

Les portes dels tancaments exteriors amb una superfície transparent $< 50\%$ no es tindran en compte a efectes de transmitància ni de permeabilitat a l'aire. No obstant, s'haurà de comptabilitzar el pont tèrmic que conforma el seu perímetre (P_{F1} : Contorn d'obertures).

- (5) Cal remarcar que les cobertes enterrades no pertanyen a la família de cobertes sinó a la de tancaments en contacte amb el terreny
- (6) En no especificar-lo el DB, aquest manual assimila els Terres recolzats sobre el Terreny a una profunditat = 0,50 m als Terres recolzats sobre el terreny a una profunditat $< 0,50 \text{ m}$ (S_1).

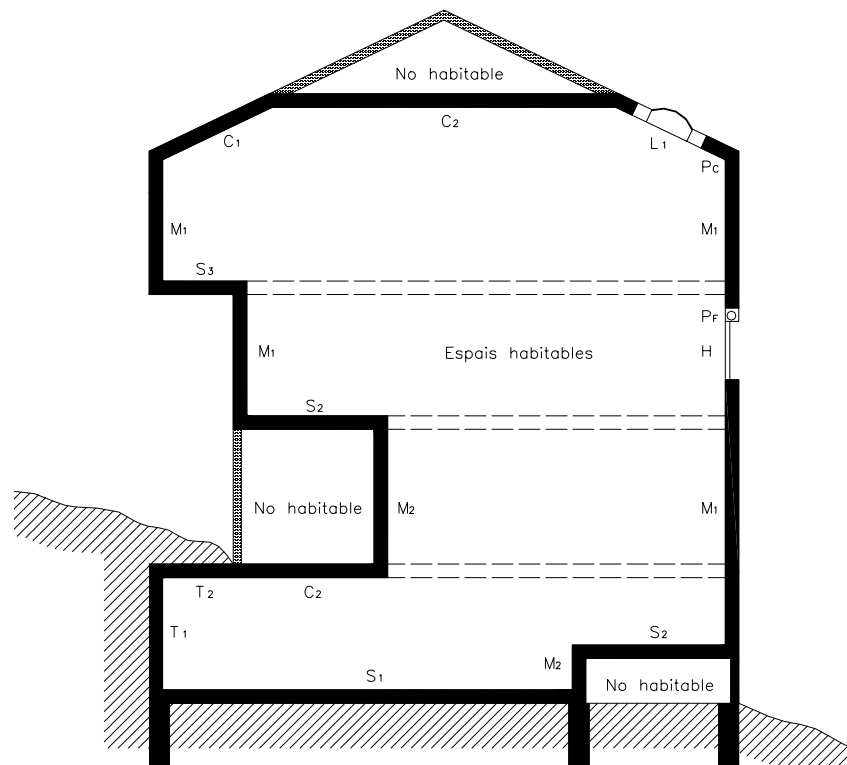
És important remarcar la diferència entre els terres recolzats sobre el terreny a una profunditat $\leq 0,50 \text{ m}$ (consideració de Terra, S_1) i els terres a profunditat $> 0,50 \text{ m}$ (consideració de Tancament en contacte amb el terreny, T_3), donat que el coeficient de transmissió tèrmica en aquest últim cas és més permissiu.

Sembla que és per aquesta raó, assegurar al màxim el seu aïllament, que en l'esquema d'envolvent tèrmica representat en la Figura 3.2 del DB (FM-2 d'aquest manual), la solera s'indica com a S_1 (Terra recolzat sobre el terreny) i no com a T_3 (Tancament en contacte amb el terreny), tot i estar, en part, a més de 0,50 m de profunditat.

- (7) Cal diferenciar si l'espai no habitable és una **cambra sanitària** o no, ja que el càlcul de la transmitància és diferent (veure apartat III.2-Pas 5a).
- (8) El DB distingeix entre dos tipus de **coberta**:
- Coberta en contacte amb l'ambient exterior, C_1 , (plana, inclinada, amb cambra d'aire o sense)
La coberta ventilada es podria incloure en aquest grup, tot considerant que en el càlcul de la seva transmitància el DB no té en compte els elements situats entre la cambra d'aire i l'ambient exterior (veure apartat III.2-Pas 5a- Procediment 1).
 - Coberta en contacte amb espai no habitable, C_2 , quan existeix un espai no habitable entre l'aire exterior i l'espai habitable (com ara unes golfes).
En aquest cas es considera que el tancament de "coberta" inclou l'espai de les golfes i el seu forjat; per tant, la seva transmitància dependrà de la composició d'aquests elements i del grau de ventilació de les golfes.
La coberta ventilada també es podria incloure en aquest grup, si assimilem la seva cambra d'aire a un espai no habitable molt ventilat. En aquest cas, el mètode de càlcul de la transmitància indicat en el DB és més favorable, ja que les transmitàncies surten més baixes en aplicar un coeficient reductor (veure apartat III.2-Pas 5a- Procediment 2).
- El suggeriment de possibilitar el càlcul de la transmitància de cobertes ventilades amb el procediment 2 té l'objectiu de fomentar el seu ús, donat el seu bon comportament tèrmic a l'estiu en climes càlids, tot i que aquest bon funcionament no és a causa de la transmitància del tancament sinó a causa de l'ombra produïda per la pell exterior sobre la interior.

En la figura següent es representa esquemàticament l'envolvent tèrmica d'un edifici, indicant-se la família a la qual pertany cadascun dels tancaments i particions interiors (M, H, T, S, C, L) i ponts tèrmics (P):

FM-2 Esquema d'envolvent tèrmica d'un edifici
(extret de la Figura 3.2 del DB)



M Murs

- M₁ amb l'aire exterior
- M₂ amb espai no habitable
- MD mitgera
- P_{F1} pont tèr. façana: contorn obert.
- P_{F2} pont tèrmic façana: pilars
- P_{F3} pont tèr. façana: caixa persiana

H Obertures en façanes

T Tancaments amb el terreny

- T₁ murs
- T₂ cobertes enterrades
- T₃ terres a profunditat > 0,5 m

S Terres (suelos)

- S₁ sobre terreny a prof. ≤ 0,5 m
- S₂ amb espai no habitable
- S₃ amb l'aire exterior

C Cobertes

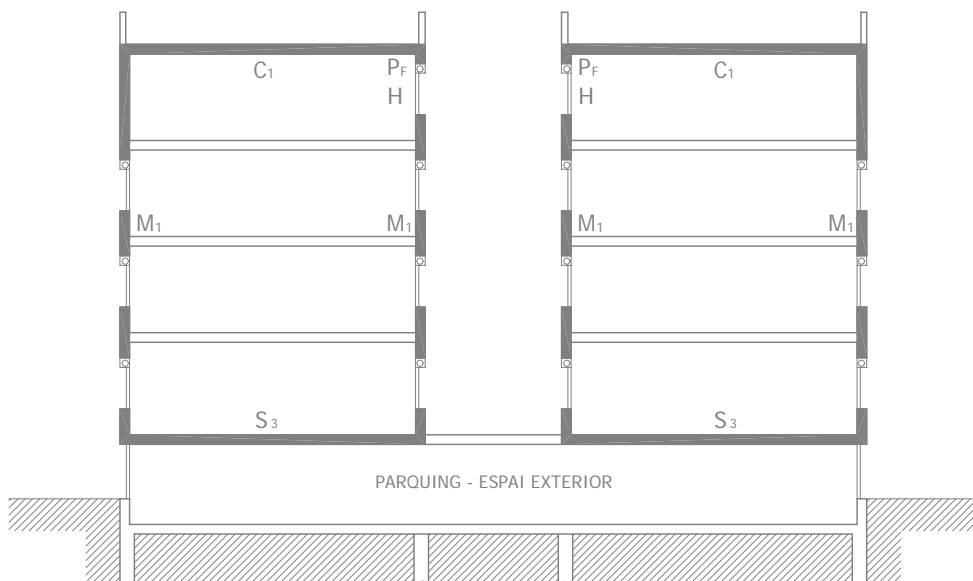
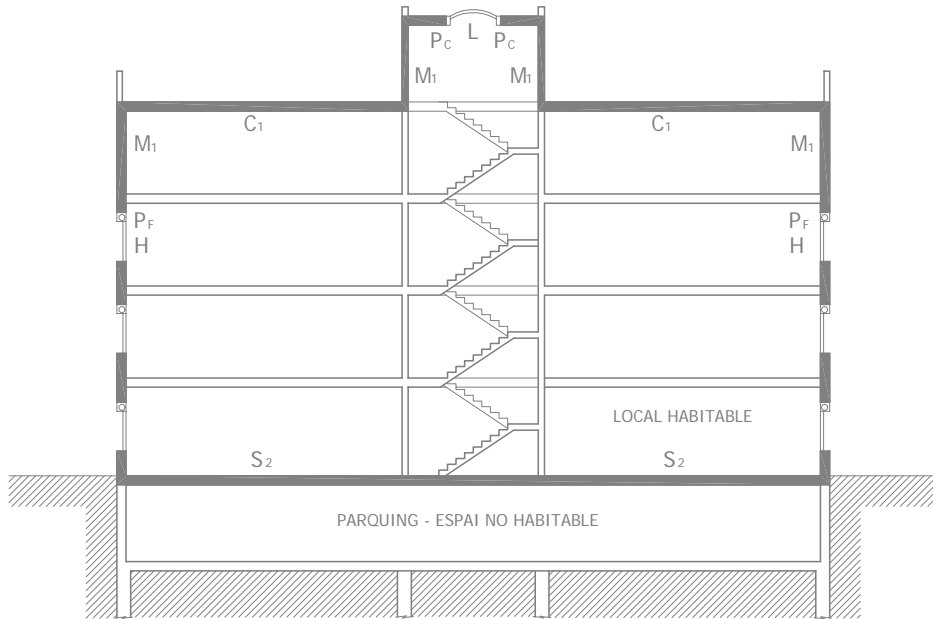
- C₁ amb l'aire exterior
- C₂ amb espai no habitable
- P_c pont tèr. cob.: contorn lluernari

L Lluernaris

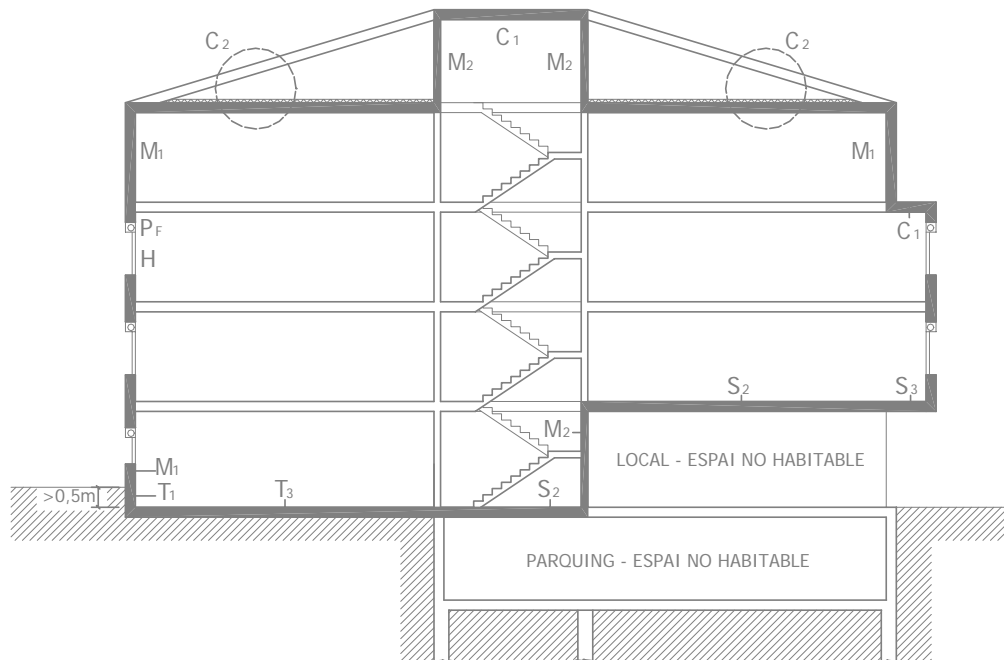
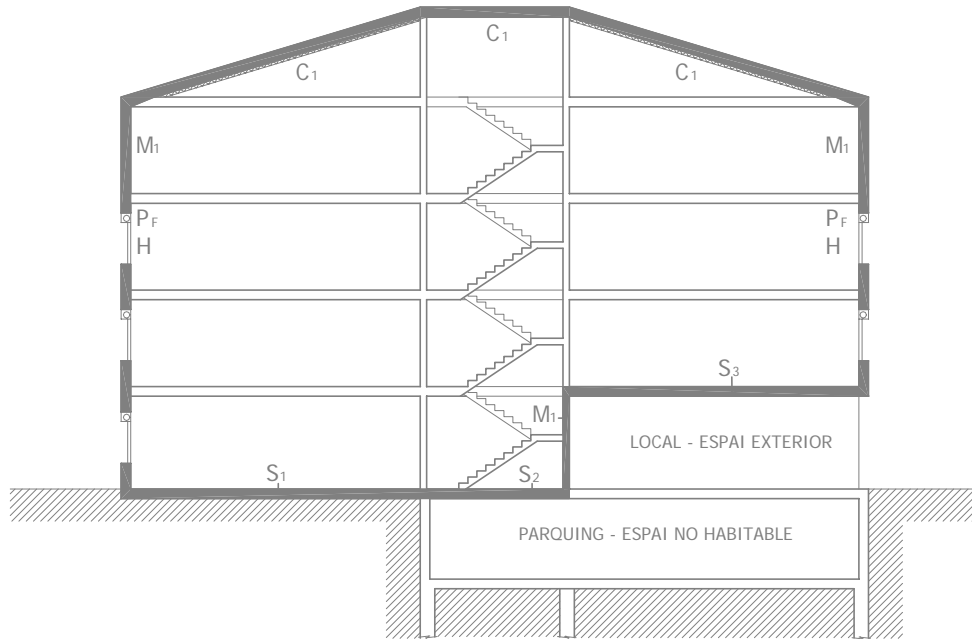
II Dades prèvies pel càlcul. c) Definició de l'envolvent

Comentaris i Ajudes

Exemples de definició d'envolvent tèrmica en diferents tipus d'edificis:



II Dades prèvies pel càlcul. c) Definició de l'envolvent



I Criteris generals

1. Àmbit d'aplicació del DB-HE 1
2. Exigències el DB-HE 1
 - a) Demanda energètica. Paràmetres característics:
 - Transmissió tèrmica U
 - Transmissió tèrmica mitjana U_m
 - Factor solar modificat mitjà d'obertures i lluernaris F_m
 - e) Condensacions
 - f) Permeabilitat a l'aire
3. Opcions de verificació de les exigències
 - a) Opció simplificada
 - b) Opció General

II Dades prèvies pel càlcul:

- a) Zonificació climàtica
- b) Classificació dels espais
- c) Definició de l'envolvent tèrmica de l'edifici:
 - Components de l'envolvent tèrmica
 - Tancaments: part massissa i obertures
 - Particions interiors
 - Ponts tèrmics
 - Classificació els components de l'envolvent tèrmica

III Càlcul: Opció simplificada

1. Àmbit d'aplicació
2. Procediment d'aplicació de l'opció
 - Dades Prèvies:
 - Pas 1: Determinar la zona climàtica
 - Pas 2: Classificar els espais interiors de l'edifici
 - Pas 3: Definir l'envolvent tèrmica de l'edifici. Exigències que han de complir els seus components:
 - Tancaments
 - Particions interiors
 - Ponts tèrmics
 - Limitació de la Demanda:
 - Pas 4: Paràmetres característics de referència. Taules
 - a) $U_{m\max}$ de Tancaments i Particions interiors
 - b) U_{lim} i F_{lim} de Categories de tancaments
 - c) Control dels Ponts tèrmics
 - Pas 5: Càlcul dels paràmetres característics de l'envolvent tèrmica de l'edifici. Procediments de càlcul
 - a) Transmissió (U) de cada tancament
 - b) Factor solar modificat (F) d'obertures i lluernaris de l'edifici
 - c) Paràmetres característics mitjos (U_m i F_m) de cada família de tancaments
 - Pas 6: Comprovació que els valors dels paràmetres característics obtinguts són inferiors als de referència

- Limitació de les Condensacions:
 - Pas 7: Limitar les condensacions superficials i intersticials. Procediments de càlcul
 - a) Condicions interiors i exteriors de càlcul
 - b) Condensacions superficials: càlcul del factor f_{Rsi}
 - c) Condensacions intersticials: càlcul de la distribució de pressions de vapor dels tancaments
- Limitació de la Permeabilitat a l'aire:
 - Pas 8: Comprovació de la permeabilitat de les fusteries segons la zona climàtica

IV Càlcul: Opció general

1. Àmbit d'aplicació
2. Procediment d'aplicació de l'opció

V Documentació a incloure en el Projecte

III Càlcul: Opció simplificada

1 Àmbit d'aplicació

→ L'Opció Simplificada es pot utilitzar en Obra nova i Rehabilitació, sempre que es compleixin simultàniament les condicions següents:

- a) Que la superfície d'obertures en cada façana sigui \leq al 60% de la superfície de la façana.
Com a excepció s'admeten percentatges d'obertures $>$ al 60% si la superfície de la façana és inferior al 10% del sumatori de les àrees de totes les façanes de l'edifici.
A més, la transmitància mitjana d'aquesta façana (incloent-hi part massissa i obertures) ha de ser inferior a la transmitància mitjana que s'obtingria si el percentatge d'obertures fos del 60%. (veure procediment de càlcul en l'[apartat III.2-Pas 6.3](#))

Es recorda que, a efectes d'aquest DB, **una façana** està formada pel conjunt de tancaments exteriors en contacte amb l'aire exterior i inclinats $> 60^\circ$, que tenen la mateixa orientació segons els sectors angulars indicats a l'[apartat 3.1.3](#) del DB. Hi ha sis orientacions possibles; per tant, els edificis tenen un màxim de 6 façanes, una per a cada orientació (més informació a l'[apartat II-c](#)).

- b) Que la superfície de lluernaris sigui \leq al 5% de la superfície total de coberta
- c) Que s'utilitzin solucions constructives habituals. No es pot emprar, per exemple, en edificis amb hivernacles adossats, murs Trombe, etc.

Comentaris i Ajudes

- Entenem que l'opció simplificada també es pot aplicar quan la superfície d'obertures en cada façana sigui $=$ al 60% de la superfície de la façana i la superfície de lluernaris $=$ al 5% de la superfície total de coberta
 - Es recorda que les obertures i superfícies semitransparents (aparadors) dels locals comercials en edificis amb altre ús, (per exemple, en edificis d'habitatge) no computen a efectes del càlcul del 60% de superfície d'obertura de la façana per tal d'optar a l'opció simplificada si, en la definició de l'envolvent, aquests locals s'han considerat espai exterior o espai no habitable (veure [apartat II-c](#)).
-

III Càlcul: Opció simplificada/ 2: Procediment

2 Procediment d'aplicació de l'opció

- Com ja s'ha explicat al [Capítol I](#) d'aquest manual, el DB-HE 1 estableix tres àmbits d'exigència:
 - a) Limitació de la demanda energètica
 - b) Limitació de condensacions
 - c) Limitació de la Permeabilitat a l'aire de les fusteries
- El procediment a seguir per donar compliment a aquestes exigències mitjançant l'opció simplificada contempla els següents passos:
 - Dades Prèvies:
 - Pas 1: Determinar la zona climàtica on s'ubica l'edifici
 - Pas 2: Classificar els espais interiors de l'edifici
 - Pas 3: Definir l'envolvent tèrmica de l'edifici. Exigències que han de complir els seus components:
 - Tancaments
 - Particions interiors
 - Ponts tèrmics
 - Limitació de la Demanda Energètica:
 - Pas 4: Paràmetres característics de referència. Taules
 - a) $U_{m\grave{a}x}$ de Tancaments i Particions interiors
 - b) U_{lim} i F_{lim} de Categories de tancaments
 - c) Control dels Ponts tèrmics
 - Pas 5: Càlcul dels paràmetres característics dels components de l'envolvent tèrmica de l'edifici. Procediments de càlcul
 - a) Transmissió (U) de cada tancament
 - b) Factor solar modificat (F) d'obertures i lluernaris
 - c) Paràmetres característics mitjos (U_m i F_m) de cada família de tancaments
 - Pas 6: Comprovació que els valors dels paràmetres característics obtinguts són inferiors als de referència
 - Limitació de les Condensacions:
 - Pas 7: Limitar les condensacions superficials i intersticials. Procediments de càlcul
 - a) Condicions interiors i exteriors de càlcul
 - b) Condensacions superficials: càlcul del factor f_{Rsi}
 - c) Condensacions intersticials: càlcul de la distribució de pressions de vapor dels tancaments
 - Limitació de la permeabilitat a l'aire:
 - Pas 8: Comprovació de la permeabilitat de les fusteries segons la zona climàtica
- L'acompliment de l'Opció Simplificada s'ha de justificar amb les Fitxes incloses a l'Apèndix H del DB (veure [Capítol V](#) d'aquest manual)

Pas 1: Dades prèvies: Determinar la zona climàtica on s'ubica l'edifici

El procediment per determinar la zona climàtica en la qual s'ubica un edifici s'indica en l'Apèndix D del DB i, de forma més resumida, en el [Capítol II-a](#) d'aquest manual. Com a recordatori:

TM-1 Zones climàtiques a Catalunya (extret de la Taula D.1 del DB)

Província	Capital	Altura de referència (m)	Desnivell entre la localitat i la capital de província (m)				
			≥200 <400	≥400 <600	≥600 <800	≥800 <1000	≥1000
Barcelona	C2	1	C1	D1	D1	E1	E1
Girona	C2	143	D1	D1	E1	E1	E1
Lleida	D3	131	D2	E1	E1	E1	E1
Tarragona	B3	1	C2	C1	D1	D1	E1

Les zones climàtiques de tots els municipis de Catalunya, calculades a partir de la diferència d'altura amb la seva capital de província, es troben a l'[Annex 1 d'aquest manual](#).

Pas 2: Dades prèvies: Classificar els espais interiors de l'edifici

La classificació dels espais interiors de l'edifici s'explica en l'apartat 3.1.2 del DB i en el [Capítol II-b](#) d'aquest manual. Com a recordatori:

- Els espais interiors del edificis es classifiquen en:
 - Habitables
 - No habitables
- A més, en funció del seu ús, els espais habitables es classifiquen en:

A efectes del càlcul de demanda energètica:	A efectes de limitació de condensacions:
<ul style="list-style-type: none">→ de baixa càrrega interna→ de alta càrrega interna	<ul style="list-style-type: none">→ d'higrometria 5: es preveu gran humitat (bugaderies, piscines, etc)→ d'higrometria 4: es preveu humitat alta (restaurants, cuines industrials, pavellons esportius, dutxes col·lectives, etc)→ d'higrometria 3: no es preveu humitat alta (espais d'edificis residencials)

Pas 3: Dades prèvies: Definir l'envolvent tèrmica de l'edifici. Exigències que han de complir els seus components

- L'envolvent tèrmica de l'edifici s'explica amb detall a l'[apartat II-c](#). Com a recordatori:

TM-2 Classificació resum dels components de l'envolvent tèrmica

Categoria	Elements de l'envolvent	Components i descripció	
MURS per a cada orientació	Façanes	Murs en contacte amb l'aire exterior (1)	M ₁
	Ponts tèrmics en façanes	Pont tèrmic contorn d'obertures > 0,5 m ² (2)	P _{F1}
		Pont tèrmic pilars en façana > 0,5 m ² (2)	P _{F2}
		Pont tèrmic caixes de persiana > 0,5 m ² (2)	P _{F3}
	Mitgeres	Mitgeres amb edifici construït o en construcció (3)	MD
Particions verticals interiors	Murs en contacte amb espai no habitable (1)	M ₂	
OBERTURES a cada orientació	Obertures en façanes	Obertures (<i>huecos</i>) (4)	H
TANCAMENTS EN CONTACTE AMB EL TERRENY	Tancaments verticals	Murs en contacte amb el terreny	T ₁
	Tancaments horitzontals	Cobertes enterrades (5)	T ₂
		Terres (<i>suelos</i>) a profunditat > 0,5 m	T ₃
TERRES (<i>suelos</i>)	Terres (<i>suelos</i>)	Terres (<i>suelos</i>) recolzats sobre el terreny a profunditat ≤ 0,5 m (6)	S ₁
		Terres (<i>suelos</i>) en contacte amb l'aire exterior	S ₃
	Particions horitzontals interiors	Terres (<i>suelos</i>) en contacte amb espais no habitables (7)	S ₂
COBERTES I LLUERNARIS	Cobertes	Cobertes en contacte amb l'aire exterior (8)	C ₁
		Cobertes en contacte amb espai no habitable (8)	C ₂
	Ponts tèrmics en cobertes	Ponts tèrmics contorn de lluernaris > 0,5 m ² (2)	P _C
	Obertures en cobertes	Lluernaris (4)	L

Cal recordar que les superfícies dels tancaments i particions interiors es mesuraran des de l'interior de l'edifici i que si l'edifici veï no està construït o en construcció, les mitgeres es consideren façanes a tots els efectes.

- En l'Opció Simplificada, les exigències que han de complir els seus components, són les següents:
 - **Tancaments** que limiten els espais habitables amb l'ambient exterior (aire, terreny o altre edifici)
 - Limitar la seva demanda energètica mitjançant (més informació i càlculs a l'[apartat III.2-Pas 5](#)):
 - Transmissibilitats: de les parts massisses i de les obertures de façanes i cobertes
 - Factor solar modificat: de les obertures de façanes i cobertes
 - Limitar les condensacions (més informació i càlculs a l'[apartat III.2-Pas 7](#)):
 - Superficials: només en els espais d'higrometria 5, excepte en tancaments en contacte amb el terreny
 - Intersticials: en tots, excepte en els tancaments en contacte amb el terreny i els tancaments amb barrera de vapor
 - Limitar la permeabilitat a l'aire de les fusteries (veure [apartat III.2-Pas 8](#))

- Les **particions interiors** que limiten els espais habitables amb els espais no habitables
- Limitar la seva demanda energètica mitjançant (més informació i càlculs a l'[apartat III.2-Pas 5](#)):
 - Transmittàncies: de les parts massisses
 - Limitar les condensacions (més informació i càlculs a l'[apartat III.2-Pas 7](#)):
 - Superficials: només en els espais d'higrometria 5, excepte les particions interiors que limiten amb locals amb baixa producció de vapor d'aigua
 - Intersticials: en totes, excepte en les particions interiors amb barrera de vapor
 - NO cal limitar la permeabilitat a l'aire de les fusteries
- Els **punts tèrmics**
- Limitar la seva demanda energètica mitjançant (més informació i càlculs a l'[apartat III.2-Pas 5](#)):
 - Transmittàncies: de punts tèrmics integrats en façanes o cobertes i superfície $> 0,50 \text{ m}^2$ (pilars, contorn d'obertures i caixes de persiana)
Si la superfície de pont tèrmic és $\leq 0,5 \text{ m}^2$, la seva transmittància es pot assimilar a la del tancament contigu.
Els punts tèrmics es mesuraran per separat per a la coberta i per a cada façana, per comprovar que són $> 0,5 \text{ m}^2$:
 - P_{F1}/P_C : contorn d'obertures i lluernaris, mesurats per separat per a cada tipologia constructiva de pont tèrmic. És a dir, per una banda el sumatori de la superfície dels brancals, per l'altra la superfície de l'ampit, i per l'altra la superfície de la llinda han de ser, per separat, $> 0,5 \text{ m}^2$
 - P_{F2} : pilars integrats en façanes, mesurats per l'interior, des del nivell del terra de la planta més baixa fins el nivell inferior del sostre de l'última planta
 - P_{F3} : caixes de persiana
 - Limitar les condensacions (més informació i càlculs a l'[apartat III.2-Pas 7](#)):
 - Superficials: en qualsevol tipus de pont tèrmic.
Cal advertir que el procediment de càlcul de condensacions superficials dels punts tèrmics integrats en els tancaments (P_{F1}/P_C : contorn d'obertures de façanes i cobertes, P_{F2} : pilars de façana i P_{F3} : caixes de persiana) és diferent al procediment de càlcul de condensacions superficials dels punts tèrmics formats per trobades entre tancaments (fronts de forjats, cantonades, etc)
 - Intersticials: No cal comprovar-les en els punts tèrmics

Pas 4: Limitació de la demanda. Paràmetres característics de referència. Taules

- El control de la demanda energètica d'un edifici es realitza limitant els paràmetres característics de la seva envoltant tèrmica amb uns valors anomenats "de referència", en funció de la zona climàtica on s'ubica, els quals no es poden sobrepassar.

Com a recordatori (més informació a l'apartat 1.2-a) els paràmetres característics de l'envoltant tèrmica són:

- Transmissió tèrmica (**U**): és el valor indicatiu del flux de calor per unitat de superfície que travessa un tancament quan la diferència de temperatura entre els dos costats és d'1 °K (W/m² °K).
- Transmissió tèrmica mitjana de cada categoria de tancaments (**U_m**): és la mitjana aritmètica, ponderada segons la seva superfície, de cadascun dels tancaments i particions interiors que la formen
- Factor solar modificat mitjà de les obertures (**F_m**): és la mitjana aritmètica, ponderada segons la seva superfície, dels Factors solars modificats de cadascuna de les obertures

Factor solar modificat d'una obertura (**F**): és el % de radiació solar que realment travessa una superfície translúcida respecte al 100% de la radiació que incidiria sobre ella si no estigués protegida per cap tipus d'ombra. Per conèixer-lo cal saber el Factor solar de la superfície transparent i el Factor d'ombra de l'obertura:

- Factor solar (**g_L**): és el % de radiació solar que travessa una superfície respecte la que travessaria si aquesta superfície fos perfectament transparent. A major factor solar, entra més radiació
- Factor d'ombra (**F_s**): és la radiació que realment incideix sobre una obertura, és a dir, el % que no ha estat bloquejat per cap obstacle de façana (voladissos, tendalls, etc.). A major factor d'ombra, incideix més radiació

- La limitació de la demanda energètica s'ha de fer en dos nivells complementaris:
 - 1) Amb l'objecte de garantir un mínim d'aïllament en tots els tancaments, la Transmissió tèrmica **U** de cadascun dels tancaments, individualment, no pot superar els valors màxims **U_{màx}** establerts per a cada zona climàtica en la **Taula 2.1** del DB (**TM-3**).
 - 2) Per tal de limitar les pèrdues energètiques totals de cada família de tancaments: façanes, cobertes, etc., la Transmissió tèrmica mitjana de cada família de tancaments **U_m** i el Factor solar modificat mitjà de les obertures per a cada orientació **F_m** no poden superar els valors límit **U_{lim}** i **F_{lim}** establerts per a cada zona climàtica en les **Taules 2.2** del DB (**TM-4**).

Pel càlcul de la **U_m**, les superfícies de l'envoltant s'han de mesurar des de l'interior de l'edifici.

1) Taula 2.1 del DB (TM-3)

Transmissió màxima (**U_{màx}**) de cada tancament i partició interior

- La Transmissió tèrmica **U** de cadascun dels tancaments, per separat, no pot superar els valors màxims de referència **U_{màx}** establerts per a cada zona climàtica en la Taula 2.1 del DB. Els procediments de càlcul d'**U** s'expliquen a l'apartat III.2-Pas 5a.
- A més, en edificis d'habitatge:
 - les particions interiors que limiten unitats d'ús amb sistema de calefacció previst en projecte amb zones comuns de l'edifici no calefactades, tindran una $U_{màx} \leq 1,2 \text{ W/m}^2\text{°K}$.
- Els punts tèrmics no han de complir la Taula 2.1

Quan un punt tèrmic compleix la Taula 2.1:

- si és un punt tèrmic integrat en façana o en coberta (contorn d'obertures i lluernaris, pilars integrats en façanes, caixes de persiana):
 - en espais amb higrometria ≤ 4 queda garantida l'exigència de limitació de condensacions superficials.
Com es veurà més endavant (apartat III.2- Pas 7), en els punts tèrmics integrats en els tancaments les condensacions superficials es comproven mitjançant el *factor de temperatura de la superfície interior* (f_{rsi}), el qual està en funció de la seva transmissió. L'acompliment de la Taula 2.1 garanteix que el valor del f_{rsi} és superior al mínim exigít

- si és un punt tèrmic format per un encontre entre tancaments s'ha de fer la comprovació del f_{rsi} ja que el seu càlcul no és directe

Més informació sobre condensacions a l'apartat III.2- Pas 7

→ Els valors indicats en la Taula 2.1 del DB s'han traspassat a la Taula de classificació de components de l'envolvent d'aquest manual (TM-2), a la qual també s'ha incorporat el requeriment per als edificis d'habitatge, resultant la següent Taula:

TM-3 Transmissió tèrmica màxima de tancaments i particions interiors de l'envolvent tèrmica $U_{m\acute{a}x}$ ($W/m^2\text{°K}$)
(extreta de la Taula 2.1 del DB)

Categoria	Elements	Components i descripció	Paràm. Caract.	Zona climàtica					
				A	B	C	D	E	
MURS	Façanes	Murs en contacte amb l'aire exterior	M_1	U_{M1}	1,22	1,07	0,95	0,86	0,74
	Ponts tèrm. façanes	Pont tèrm. contorn d'obertures > 0,5 m ²	P_{F1}	U_{PF1}	---	---	---	---	---
		Pont tèrm. pilars en façana > 0,5 m ²	P_{F2}	U_{PF2}	---	---	---	---	---
		Pont tèrm. caixes de persiana > 0,5 m ²	P_{F3}	U_{PF3}	---	---	---	---	---
	Mitgeres	Mitgeres amb edifici construït/en construcció	MD	U_{MD}	1,22	1,07	1,00	1,00	1,00
	Particions vert. Int.	Murs en contacte amb espai no habitable	M_2	U_{M2}	1,22	1,07	0,95	0,86	0,74
OBERTURES (HUECOS)	Obertures façanes	Obertures (<i>huecos</i>) (en aquesta taula, les U de vidres i marcs s'han de comparar per separat)	H	$U_{H-VIDRE}$	5,70	5,70	4,40	3,50	3,10
				U_{H-MARC}	5,70	5,70	4,40	3,50	3,10
TANCAMENTS EN CONTACTE AMB EL TERRENY	Tancaments vert.	Murs en contacte amb el terreny (només el 1er metre)	T_1	U_{T1}	1,22	1,07	0,95	0,86	0,74
	Tancaments horitz.	Cobertes enterrades	T_2	U_{T2}	---	---	---	---	---
		Terres (<i>suelos</i>) a profunditat > 0,5 m	T_3	U_{T3}	---	---	---	---	---
TERRES (SUELOS)	Terres (<i>suelos</i>)	Terres recolzats sobre terreny a prof. ≤ 0,5 m (només el 1er metre)	S_1	U_{S1}	1,22	1,07	0,95	0,86	0,74
		Terres en contacte amb l'aire exterior	S_3	U_{S3}	0,69	0,68	0,65	0,64	0,62
	Particions horit. Int.	Terres en contacte amb espai no habitable	S_2	U_{S2}	1,22	1,07	0,95	0,86	0,74
COBERTES I LLUERNARIS	Cobertes	Cobertes en contacte amb l'aire exterior	C_1	U_{C1}	0,65	0,59	0,53	0,49	0,46
		Cobertes en contacte amb espai no habitable	C_2	U_{C2}	1,22	1,07	0,95	0,86	0,74
	Ponts tèrm. cobertes	Ponts tèrmics contorn de lluernaris > 0,5 m ²	P_C	U_{PC}	---	---	---	---	---
	Obertures cobertes	Lluernaris (en aquesta taula, les U de vidres i marcs s'han de comparar per separat)	L	$U_{L-VIDRE}$	5,70	5,70	4,40	3,50	3,10
U_{L-MARC}				5,70	5,70	4,40	3,50	3,10	
En edificis d'habitatge	Particions interiors que limiten unitats d'ús amb sistema de calefacció previst, amb zones comuns no calefactades	ZC (1)	U_{ZC}	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	

(1) Tot i que el DB no ho indica s'ha cregut oportú identificar aquest tipus de partició en edificis d'habitatge amb sigles pròpies

Comentaris i Ajudes

- Es fa notar que el DB limita de forma individual per a cada tancament la transmissió tèrmica U, però no el Factor solar modificat F de les obertures.

- Es reproduïx la **Taula 2.1 del DB** a partir de la qual s'ha extret la Taula interpretativa d'aquest manual (U en $W/m^2\text{°K}$):

Cerramientos y particiones interiores

	ZONAS A	ZONAS B	ZONAS C	ZONAS D	ZONAS E
Muros de fachada, <i>particiones interiores</i> en contacto con <i>espacios no habitables</i> , primer metro del perímetro de suelos apoyados sobre el terreno ⁽¹⁾ y primer metro de muros en contacto con el terreno	1,22	1,07	0,95	0,86	0,74
Suelos	0,69	0,68	0,65	0,64	0,62
Cubiertas	0,65	0,59	0,53	0,49	0,46
Vidrios y marcos ⁽²⁾	5,70	5,70	4,40	3,50	3,10
Medianerías	1,22	1,07	1,00	1,00	1,00

(1) Se incluyen las losas o soleras enterradas a una profundidad no mayor de 0,5 m

(2) Las transmittancias térmicas de vidrios y marcos se compararán por separado.

2) Taules 2.2 del DB (TM-4)

Transmitància mitjana límit, U_{lim} , de cada categoria de tancaments i

Factor solar modificat mitjà límit, F_{lim} , de les obertures i dels lluernaris

→ La Transmitància tèrmica mitjana U_m de cada categoria de tancaments (façanes, cobertes, terres, etc.) no pot superar els valors límit U_{lim} establerts per a cada zona climàtica en les Taules 2.2 del DB (TM-4). Hi ha una taula per a cadascuna de les zones climàtiques.

- La U_m és la mitjana aritmètica, ponderada segons la seva superfície, de cadascun dels tancaments i particions interiors que formen cada família, incloent-hi els punts tèrmics integrats en façanes i cobertes que tinguin una superfície $> 0,50 \text{ m}^2$.

El procediment de càlcul d' U_m s'explica a l'apartat III.2-Pas 5c.

Dintre de cada categoria, la Transmitància dels tancaments i particions interiors la superfície dels quals, puntualment, sigui $\leq 0,5 \text{ m}^2$ es pot assimilar a la del tancament contigu. Aquest punt no és aplicable a vidres i marcs d'obertures i lluernaris.

Més informació sobre punts tèrmics i forma de mesurar-los als apartats II-c i III.2-Pas 3.

Es recorda que les superfícies de l'envolvent tèrmica s'han de mesurar per l'interior.

Comentaris i Ajudes

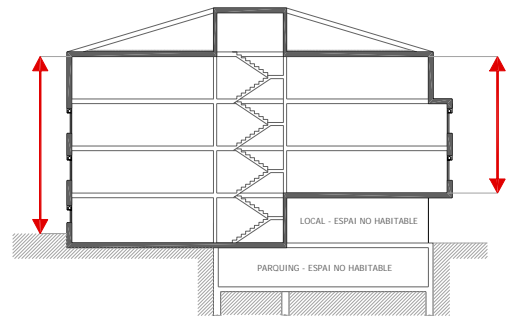
- La U_m tracta de limitar les pèrdues energètiques totals de cada família de tancaments: façanes, cobertes, terres, etc. de forma que, dintre de cada família, uns elements puguin compensar d'altres, sempre que tots ells compleixin individualment els valors màxims de transmitància indicats en l'anterior taula 2.1 el DB, més permissiva que les taules 2.2.

→ A més, en el cas d'una façana amb un percentatge d'obertures $>$ al 60% de la seva superfície, i sempre que l'àrea d'aquesta façana sigui inferior al 10% del sumatori de les àrees de totes les façanes de l'edifici:

- la Transmitància mitjana d'aquesta façana (incloent-hi part massissa i obertures), ha de ser inferior a la Transmitància mitjana que s'obté si el percentatge fos del 60% (apartat 3.2.2.2-3 del DB)

Es recorda que la superfície de façana s'ha de mesurar per l'interior.

El procediment de comprovació d'aquest punt s'explica a l'apartat III.2-Pas 6.



Comentaris i Ajudes

- Es recorda que, a efectes d'aquest DB, una façana està conformada pel conjunt de tancaments en contacte amb l'exterior i inclinats $> 60^\circ$, que tenen la mateixa orientació segons els sectors angulars establerts pel propi DB.

Més informació sobre el concepte de façana a l'apartat II-c: Definició d'envolvent tèrmica.

→ El Factor solar modificat mitjà F_m d'obertures i de lluernaris no pot superar els valors límit F_{lim} establerts en les Taules 2.2 del DB (TM-4).

- els valors límit per als lluernaris s'obtenen de la Taula 2.2 corresponent a la seva zona climàtica
- els valors límit de les obertures s'obtenen de la Taula 2.2 corresponent a la seva zona climàtica i en funció de:
 - la seva orientació, i
 - el tipus d'espai al qual serveixen (alta o baixa càrrega interna)

Els procediments de càlcul d' F i F_m s'expliquen als apartats III.2-Pas 5b i 5c respectivament.

Comentaris i Ajudes

- S'ha de remarcar que el Factor solar modificat es refereix a la mitjana dels Factors solars modificats de tots els lluernaris i als de totes les obertures d'un edifici amb la mateixa orientació i càrrega interna, sense fixar un límit individual per a cadascun d'ells.

- Per tant, les taules 2.2 del DB (una para cadascuna de les zones climàtiques) estableixen els valors límit dels següents paràmetres mitjos:
- **U_{Mlim}** Transmissió mitjana límit de murs, incloent-hi en el promig els ponts tèrmics > 0,5 m² integrats en la façana (contorn d'obertures, pilars en façana i caixes de persiana)
 - **U_{Hlim}** Transmissió mitjana límit de les obertures de façana, per a cada orientació i en funció del % d'obertures en cadascuna d'elles
 - **F_{Hlim}** Factor solar modificat mitjà límit de les obertures de façana, per a cada tipus d'espai (alta o baixa càrrega interna) i en funció de l'orientació de la façana i del % d'obertures en cadascuna d'elles
 - **U_{Tlim}** Transmissió mitjana límit dels tancaments en contacte amb el terreny
 - **U_{Slim}** Transmissió mitjana límit de terres (*suelos*)
 - **U_{Clim}** Transmissió mitjana límit de cobertes, incloent-hi en el promig la transmissió dels lluernaris i els ponts tèrmics > 0,5 m² integrats en la coberta (contorn de lluernaris)
 - **F_{Llim}** Factor solar modificat mitjà límit de lluernaris

Comentaris i Ajudes

- Tot i que les Taules 2.2 del DB no les indica, s'ha cregut oportú identificar la Transmissió mitjana límit dels tancaments en contacte amb el terreny amb sigles pròpies: **U_{Tlim}**
- A destacar que en les taules 2.2 el factor solar modificat mitjà dels lluernaris no es limita en funció de la seva orientació, com succeeix amb les obertures de façana.
- Cal recordar que a Catalunya, el **Decret 21/2006 d'adopció de criteris ambientals i d'ecoeficiència en els edificis** pot establir en alguns casos paràmetres de Transmissió més restrictius que el DB. Com a recordatori, i segons el seu art.4:
 - Parts massisses de tots els tancaments verticals exteriors, incloent-hi els ponts tèrmics integrats (contorns d'obertures, pilars de façana i caixes de persiana): coeficient mitjà de transmissió tèrmica $K_m \leq 0,70 \text{ W/m}^2\text{K}$. Segons els criteris d'aplicació del Departament de Medi Ambient i Habitatge, **la K_m s'assimilarà a la U_{Mm}**, és a dir, a la Transmissió mitjana dels murs de l'edifici (**Taules 2.2**).
 - Obertures de façanes i cobertes dels espais habitables: coeficient mitjà de transmissió tèrmica de la totalitat de l'obertura $K_m \leq 3,30 \text{ W/m}^2\text{K}$. S'ha de fer la mitjana ponderada entre el vidre i el marc i no es consideraran les proteccions mòbils en el càlcul (persianes, porticons, etc.). Segons els criteris d'aplicació del Departament de Medi Ambient i Habitatge, **la K_m s'assimilarà a la U_{Hm}**, és a dir, a la Transmissió mitjana de les obertures (**Taules 2.2**).
 - Obertures de façanes i cobertes orientades a sud-oest ± 90°: han de disposar d'un element o tractament protector situat a l'exterior o entre dos vidres, de manera que el factor solar de la part vidrada S ≤ 35%. Segons els criteris d'aplicació del Departament de Medi Ambient i Habitatge, el Factor solar indicat al Decret s'assimilarà al Factor solar modificat de l'HE 1, de forma que es tindrà en compte tant el factor solar del vidre com el factor d'ombra de l'obertura. Cal remarcar que l'exigència de protecció solar del Decret és per a cadascuna de les obertures mentre que l'HE 1 estableix un Factor solar modificat mitjà per a totes les obertures amb una mateixa orientació (Taules 2.2) i que l'orientació sud-oest ± 90° no coincideix amb cap de les sis orientacions estipulades pel DBMés informació sobre factor solar a l'[apartat I.2](#) i sobre orientació de façanes a l'[apartat II-c](#)

- Amb correspondència amb la classificació resum dels components de l'envolvent tèrmica establerta per aquest manual (TM-2), i per tal de facilitar l'aplicació dels valors límit fixats a les Taules 2.2 del DB, s'ha realitzat la següent Taula interpretativa:

TM-4 (interpretació de les Taules 2.2 del DB)

Paràmetres característics mitjos de tancaments i particions interiors de l'envolvent tèrmica (U i F)

Categoria	Elements	Components i descripció	Paràm. Caract.	Paràmetres Característics Mitjos	
				Transmitàncies	Factors Solars Modificats
MURS per a cada orientació	Façanes	Murs en contacte amb l'aire exterior	M ₁	U _{M1}	U_{Mm} Les mitgeres no entren en el càlcul
	Ponts tèrm. façanes	Pont tèrm. contorn d'obertures > 0,5 m ²	P _{F1}	U _{PF1}	
		Pont tèrm. pilars en façana > 0,5 m ²	P _{F2}	U _{PF2}	
		Pont tèrm. caixes de persiana > 0,5 m ²	P _{F3}	U _{PF3}	
	Mitgeres	Mitgeres amb edifici construït/en construcció	MD	U _{MD}	
	Particions vert. Int.	Murs en contacte amb espai no habitable	M ₂	U _{M2}	
OBERTURES a cada orientació	Obertures façanes	Obertures (<i>huecos</i>) (en aquesta taula, les U de les obertures són la mitjana de vidres i fusteries)	H	U _H /F _H	U_{Hm} per a cada orientació F_{Hm} per a cada orientació i tipus de càrrega interna
TANCAMENTS EN CONTACTE AMB EL TERRENY	Tancaments vert.	Murs en contacte amb el terreny	T ₁	U _{T1}	U_{Tm}
	Tancaments horitz.	Cobertes enterrades	T ₂	U _{T2}	
		Terres (<i>suelos</i>) a profunditat > 0,5 m	T ₃	U _{T3}	
TERRES (<i>SUELOS</i>)	Terres (<i>suelos</i>)	Terres recolzats sobre terreny a prof. ≤ 0,5m	S ₁	U _{S1}	U_{Sm}
		Terres en contacte amb l'aire exterior	S ₃	U _{S3}	
	Particions horit. Int.	Terres en contacte amb espai no habitable	S ₂	U _{S2}	
COBERTES I LLUERNARIS	Cobertes	Cobertes en contacte amb l'aire exterior	C ₁	U _{C1}	U_{Cm}
		Cobertes en contacte amb espai no habitable	C ₂	U _{C2}	
	Ponts tèrm. cobertes	Ponts tèrmics contorn de lluernaris > 0,5 m ²	P _C	U _{PC}	
	Obertures cobertes	Lluernaris (en aquesta taula, les U dels lluernaris són la mitjana de vidres i fusteries)	L	U _L /F _L	

- Es reproduïxen a continuació les **Taules 2.2 del DB** (una para cadascuna de les zones climàtiques) on s'estableixen els valors límit dels paràmetres mitjos (**U_{Mlim}**, **U_{Hlim}**, **F_{Hlim}**, **U_{Slim}**, **U_{Clim}**, **F_{Llim}**) i a les quals s'han incorporat les sigles identificatives de la Transmitància mitjana límit dels tancaments en contacte amb el terreny (**U_{Tlim}**) i alguns aclariments (en color blau).

Totes les taules inclouen, entre parèntesi i per a determinades orientacions, valors límit de Transmitància d'obertures de façana, **U_{Hlim}**, més permissius si són compensats amb valors de Transmitància mitjana de murs de façana, **U_{Mm}**, més exigents.

Tablas 2.2 Valores límite de los parámetros característicos medios

ZONA CLIMÁTICA A3

Transmitancia límite de muros (per a cada orientació) U_{Mlim} : 0,94 W/m²K
 Transmitancia límite de cerramientos en contacto con el terreno U_{Tlim} : 0,94 W/m²K
 Transmitancia límite de suelos U_{Slim} : 0,53 W/m²K
 Transmitancia límite de cubiertas (inclosos lluernaris) U_{Clim} : 0,50 W/m²K
 Factor solar modificado límite de lucernarios F_{Llim} : 0,29

% de huecos	Transmitancia límite de huecos ⁽¹⁾ U_{Hlim} W/m ² K				Factor solar modificado límite de huecos F_{Hlim}					
	N	E/O	S	SE/SO	Baja carga interna			Alta carga interna		
					E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	5,7	5,7	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	4,7 (5,6)	5,7	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	4,1 (4,6)	5,5 (5,7)	5,7	5,7	-	-	-	0,60	-	-
de 31 a 40	3,8 (4,1)	5,2 (5,5)	5,7	5,7	-	-	-	0,48	-	0,51
de 41 a 50	3,5 (3,8)	5,0 (5,2)	5,7	5,7	0,57	-	0,60	0,41	0,57	0,44
de 51 a 60	3,4 (3,6)	4,8 (4,9)	5,7	5,7	0,50	-	0,54	0,36	0,51	0,39

⁽¹⁾ En los casos en que U_{Mm} , sea < a 0,67 se podrá tomar el valor de U_{Hlim} indicado entre paréntesis

ZONA CLIMÁTICA A4

Transmitancia límite de muros (per a cada orientació) U_{Mlim} : 0,94 W/m²K
 Transmitancia límite de cerramientos en contacto con el terreno U_{Tlim} : 0,94 W/m²K
 Transmitancia límite de suelos U_{Slim} : 0,53 W/m²K
 Transmitancia límite de cubiertas (inclosos lluernaris) U_{Clim} : 0,50 W/m²K
 Factor solar modificado límite de lucernarios F_{Llim} : 0,29

% de huecos	Transmitancia límite de huecos ⁽¹⁾ U_{Hlim} W/m ² K				Factor solar modificado límite de huecos F_{Hlim}					
	N	E/O	S	SE/SO	Baja carga interna			Alta carga interna		
					E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	5,7	5,7	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	4,7 (5,6)	5,7	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	4,1 (4,6)	5,5 (5,7)	5,7	5,7	-	-	-	0,56	-	0,57
de 31 a 40	3,8 (4,1)	5,2 (5,5)	5,7	5,7	0,57	-	0,58	0,43	0,59	0,44
de 41 a 50	3,5 (3,8)	5,0 (5,2)	5,7	5,7	0,47	-	0,48	0,35	0,49	0,37
de 51 a 60	3,4 (3,6)	4,8 (4,9)	5,7	5,7	0,40	0,55	0,42	0,30	0,42	0,32

⁽¹⁾ En los casos en que U_{Mm} , sea < a 0,67 se podrá tomar el valor de U_{Hlim} indicado entre paréntesis

Tablas 2.2 Valores límite de los parámetros característicos medios

ZONA CLIMÁTICA B3

Transmitancia límite de muros (per a cada orientació)	$U_{Mlim}: 0,82 \text{ W/m}^2\text{K}$
Transmitancia límite de cerramientos en contacto con el terreno	$U_{Tlim}: 0,82 \text{ W/m}^2\text{K}$
Transmitancia límite de suelos	$U_{Slim}: 0,52 \text{ W/m}^2\text{K}$
Transmitancia límite de cubiertas (inclosos lluernaris)	$U_{Clim}: 0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$
Factor solar modificado límite de lucernarios	$F_{Llim}: 0,30$

% de huecos	Transmitancia límite de huecos ⁽¹⁾ U_{Hlim} W/m ² K				Factor solar modificado límite de huecos F_{Hlim}					
	N	E/O	S	SE/SO	Baja carga interna			Alta carga interna		
	N	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	5,4 (5,7)	5,7	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,8 (4,7)	4,9 (5,7)	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	3,3 (3,8)	4,3 (4,7)	5,7	5,7	-	-	-	0,57	-	-
de 31 a 40	3,0 (3,3)	4,0 (4,2)	5,6 (5,7)	5,6 (5,7)	-	-	-	0,45	-	0,50
de 41 a 50	2,8 (3,0)	3,7 (3,9)	5,4 (5,5)	5,4 (5,5)	0,53	-	0,59	0,38	0,57	0,43
de 51 a 60	2,7 (2,8)	3,6 (3,7)	5,2 (5,3)	5,2 (5,3)	0,46	-	0,52	0,33	0,51	0,38

⁽¹⁾ En los casos en que U_{Mm} , sea < a 0,58 se podrá tomar el valor de U_{Hlim} indicado entre paréntesis

ZONA CLIMÁTICA B4

Transmitancia límite de muros (per a cada orientació)	$U_{Mlim}: 0,82 \text{ W/m}^2\text{K}$
Transmitancia límite de cerramientos en contacto con el terreno	$U_{Tlim}: 0,82 \text{ W/m}^2\text{K}$
Transmitancia límite de suelos	$U_{Slim}: 0,52 \text{ W/m}^2\text{K}$
Transmitancia límite de cubiertas (inclosos lluernaris)	$U_{Clim}: 0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$
Factor solar modificado límite de lucernarios	$F_{Llim}: 0,28$

% de huecos	Transmitancia límite de huecos ⁽¹⁾ U_{Hlim} W/m ² K				Factor solar modificado límite de huecos F_{Hlim}					
	N	E/O	S	SE/SO	Baja carga interna			Alta carga interna		
	N	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	5,4 (5,7)	5,7	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,8 (4,7)	4,9 (5,7)	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	3,3 (3,8)	4,3 (4,7)	5,7	5,7	-	-	-	0,55	-	0,57
de 31 a 40	3,0 (3,3)	4,0 (4,2)	5,6 (5,7)	5,6 (5,7)	0,55	-	0,58	0,42	0,59	0,44
de 41 a 50	2,8 (3,0)	3,7 (3,9)	5,4 (5,5)	5,4 (5,5)	0,45	-	0,48	0,34	0,49	0,36
de 51 a 60	2,7 (2,8)	3,6 (3,7)	5,2 (5,3)	5,2 (5,3)	0,39	0,55	0,41	0,29	0,42	0,31

⁽¹⁾ En los casos en que U_{Mm} , sea < a 0,58 se podrá tomar el valor de U_{Hlim} indicado entre paréntesis

Tablas 2.2 Valores límite de los parámetros característicos medios

ZONA CLIMÁTICA C1

Transmitancia límite de muros (per a cada orientació)	$U_{Mlim}: 0,73 \text{ W/m}^2\text{K}$
Transmitancia límite de cerramientos en contacto con el terreno	$U_{Tim}: 0,73 \text{ W/m}^2\text{K}$
Transmitancia límite de suelos	$U_{Sim}: 0,50 \text{ W/m}^2\text{K}$
Transmitancia límite de cubiertas (inclosos lluernaris)	$U_{Clim}: 0,41 \text{ W/m}^2\text{K}$
Factor solar modificado límite de lucernarios	$F_{Lim}: 0,37$

% de huecos	Transmitancia límite de huecos ⁽¹⁾ U_{Hlim}				Factor solar modificado límite de huecos F_{Hlim}					
	W/m ² K				Baja carga interna			Alta carga interna		
	N	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	4,4	4,4	4,4	4,4	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,4 (4,2)	3,9 (4,4)	4,4	4,4	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	2,9 (3,3)	3,3 (3,8)	4,3 (4,4)	4,3 (4,4)	-	-	-	-	-	-
de 31 a 40	2,6 (2,9)	3,0 (3,3)	3,9 (4,1)	3,9 (4,1)	-	-	-	0,56	-	0,60
de 41 a 50	2,4 (2,6)	2,8 (3,0)	3,6 (3,8)	3,6 (3,8)	-	-	-	0,47	-	0,52
de 51 a 60	2,2 (2,4)	2,7 (2,8)	3,5 (3,6)	3,5 (3,6)	-	-	-	0,42	-	0,46

⁽¹⁾ En los casos en que U_{Mm} , sea < a 0,52 se podrá tomar el valor de U_{Hlim} indicado entre paréntesis

ZONA CLIMÁTICA C2

Transmitancia límite de muros (per a cada orientació)	$U_{Mlim}: 0,73 \text{ W/m}^2\text{K}$
Transmitancia límite de cerramientos en contacto con el terreno	$U_{Tim}: 0,73 \text{ W/m}^2\text{K}$
Transmitancia límite de suelos	$U_{Sim}: 0,50 \text{ W/m}^2\text{K}$
Transmitancia límite de cubiertas (inclosos lluernaris)	$U_{Clim}: 0,41 \text{ W/m}^2\text{K}$
Factor solar modificado límite de lucernarios	$F_{Lim}: 0,32$

% de huecos	Transmitancia límite de huecos ⁽¹⁾ U_{Hlim}				Factor solar modificado límite de huecos F_{Hlim}					
	W/m ² K				Baja carga interna			Alta carga interna		
	N	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	4,4	4,4	4,4	4,4	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,4 (4,2)	3,9 (4,4)	4,4	4,4	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	2,9 (3,3)	3,3 (3,8)	4,3 (4,4)	4,3 (4,4)	-	-	-	0,60	-	-
de 31 a 40	2,6 (2,9)	3,0 (3,3)	3,9 (4,1)	3,9 (4,1)	-	-	-	0,47	-	0,51
de 41 a 50	2,4 (2,6)	2,8 (3,0)	3,6 (3,8)	3,6 (3,8)	0,59	-	-	0,40	0,58	0,43
de 51 a 60	2,2 (2,4)	2,7 (2,8)	3,5 (3,6)	3,5 (3,6)	0,51	-	0,55	0,35	0,52	0,38

⁽¹⁾ En los casos en que U_{Mm} , sea < a 0,52 se podrá tomar el valor de U_{Hlim} indicado entre paréntesis

Tablas 2.2 Valores límite de los parámetros característicos medios

ZONA CLIMÁTICA C3

Transmitancia límite de muros (per a cada orientació)	$U_{Mlim}: 0,73 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
Transmitancia límite de cerramientos en contacto con el terreno	$U_{Tlim}: 0,73 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
Transmitancia límite de suelos	$U_{Slim}: 0,50 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
Transmitancia límite de cubiertas (inclosos lluernaris)	$U_{Clim}: 0,41 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
Factor solar modificado límite de lucernarios	$F_{Llim}: 0,28$

% de huecos	Transmitancia límite de huecos ⁽¹⁾ U_{Hlim}				Factor solar modificado límite de huecos F_{Hlim}					
	W/m ² K				Baja carga interna			Alta carga interna		
	N	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	4,4	4,4	4,4	4,4	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,4 (4,2)	3,9 (4,4)	4,4	4,4	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	2,9 (3,3)	3,3 (3,8)	4,3 (4,4)	4,3 (4,4)	-	-	-	0,55	-	0,59
de 31 a 40	2,6 (2,9)	3,0 (3,3)	3,9 (4,1)	3,9 (4,1)	-	-	-	0,43	-	0,46
de 41 a 50	2,4 (2,6)	2,8 (3,0)	3,6 (3,8)	3,6 (3,8)	0,51	-	0,54	0,35	0,52	0,39
de 51 a 60	2,2 (2,4)	2,7 (2,8)	3,5 (3,6)	3,5 (3,6)	0,43	-	0,47	0,31	0,46	0,34

⁽¹⁾ En los casos en que U_{Mm} , sea < a 0,52 se podrá tomar el valor de U_{Hlim} indicado entre paréntesis

ZONA CLIMÁTICA C4

Transmitancia límite de muros (per a cada orientació)	$U_{Mlim}: 0,73 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
Transmitancia límite de cerramientos en contacto con el terreno	$U_{Tlim}: 0,73 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
Transmitancia límite de suelos	$U_{Slim}: 0,50 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
Transmitancia límite de cubiertas (inclosos lluernaris)	$U_{Clim}: 0,41 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
Factor solar modificado límite de lucernarios	$F_{Llim}: 0,27$

% de huecos	Transmitancia límite de huecos ⁽¹⁾ U_{Hlim}				Factor solar modificado límite de huecos F_{Hlim}					
	W/m ² K				Baja carga interna			Alta carga interna		
	N	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	4,4	4,4	4,4	4,4	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,4 (4,2)	3,9 (4,4)	4,4	4,4	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	2,9 (3,3)	3,3 (3,8)	4,3 (4,4)	4,3 (4,4)	-	-	-	0,54	-	0,56
de 31 a 40	2,6 (2,9)	3,0 (3,3)	3,9 (4,1)	3,9 (4,1)	0,54	-	0,56	0,41	0,57	0,43
de 41 a 50	2,4 (2,6)	2,8 (3,0)	3,6 (3,8)	3,6 (3,8)	0,47	-	0,46	0,34	0,47	0,35
de 51 a 60	2,2 (2,4)	2,7 (2,8)	3,5 (3,6)	3,5 (3,6)	0,38	0,53	0,39	0,29	0,40	0,30

⁽¹⁾ En los casos en que U_{Mm} , sea < a 0,52 se podrá tomar el valor de U_{Hlim} indicado entre paréntesis

Tablas 2.2 Valores límite de los parámetros característicos medios

ZONA CLIMÁTICA D1

Transmitancia límite de muros (per a cada orientació) U_{Mlim} : 0,66 W/m² K
 Transmitancia límite de cerramientos en contacto con el terreno U_{Tlim} : 0,66 W/m² K
 Transmitancia límite de suelos U_{Slim} : 0,49 W/m² K
 Transmitancia límite de cubiertas (inclosos lluernaris) U_{Clim} : 0,38 W/m² K
 Factor solar modificado límite de lucernarios F_{Llim} : 0,36

% de huecos	Transmitancia límite de huecos ⁽¹⁾ U_{Hlim} W/m ² K				Factor solar modificado límite de huecos F_{Hlim}					
	N	E/O	S	SE/SO	Baja carga interna			Alta carga interna		
					E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	3,5	3,5	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,0 (3,5)	3,5	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	2,5 (2,9)	2,9 (3,3)	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-
de 31 a 40	2,2 (2,5)	2,6 (2,9)	3,4 (3,5)	3,4 (3,5)	-	-	-	0,54	-	0,58
de 41 a 50	2,1 (2,2)	2,5 (2,6)	3,2 (3,4)	3,2 (3,4)	-	-	-	0,45	-	0,49
de 51 a 60	1,9 (2,1)	2,3 (2,4)	3,0 (3,1)	3,0 (3,1)	-	-	-	0,40	0,57	0,44

⁽¹⁾ En los casos en que U_{Mm} , sea < a 0,47 se podrá tomar el valor de U_{Hlim} indicado entre paréntesis

ZONA CLIMÁTICA D2

Transmitancia límite de muros (per a cada orientació) U_{Mlim} : 0,66 W/m² K
 Transmitancia límite de cerramientos en contacto con el terreno U_{Tlim} : 0,66 W/m² K
 Transmitancia límite de suelos U_{Slim} : 0,49 W/m² K
 Transmitancia límite de cubiertas (inclosos lluernaris) U_{Clim} : 0,38 W/m² K
 Factor solar modificado límite de lucernarios F_{Llim} : 0,31

% de huecos	Transmitancia límite de huecos ⁽¹⁾ U_{Hlim} W/m ² K				Factor solar modificado límite de huecos F_{Hlim}					
	N	E/O	S	SE/SO	Baja carga interna			Alta carga interna		
					E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	3,5	3,5	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,0 (3,5)	3,5	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	2,5 (2,9)	2,9 (3,3)	3,5	3,5	-	-	-	0,58	-	0,61
de 31 a 40	2,2 (2,5)	2,6 (2,9)	3,4 (3,5)	3,4 (3,5)	-	-	-	0,46	-	0,49
de 41 a 50	2,1 (2,2)	2,5 (2,6)	3,2 (3,4)	3,2 (3,4)	-	-	0,61	0,38	0,54	0,41
de 51 a 60	1,9 (2,1)	2,3 (2,4)	3,0 (3,1)	3,0 (3,1)	0,49	-	0,53	0,33	0,48	0,36

⁽¹⁾ En los casos en que U_{Mm} , sea < a 0,47 se podrá tomar el valor de U_{Hlim} indicado entre paréntesis

ZONA CLIMÁTICA D3

Transmitancia límite de muros (per a cada orientació) U_{Mlim} : 0,66 W/m² K
 Transmitancia límite de cerramientos en contacto con el terreno U_{Tlim} : 0,66 W/m² K
 Transmitancia límite de suelos U_{Slim} : 0,49 W/m² K
 Transmitancia límite de cubiertas (inclosos lluernaris) U_{Clim} : 0,38 W/m² K
 Factor solar modificado límite de lucernarios F_{Llim} : 0,28

% de huecos	Transmitancia límite de huecos ⁽¹⁾ U_{Hlim} W/m ² K				Factor solar modificado límite de huecos F_{Hlim}					
	N	E/O	S	SE/SO	Baja carga interna			Alta carga interna		
					E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	3,5	3,5	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,0 (3,5)	3,5	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	2,5 (2,9)	2,9 (3,3)	3,5	3,5	-	-	-	0,54	-	0,57
de 31 a 40	2,2 (2,5)	2,6 (2,9)	3,4 (3,5)	3,4 (3,5)	-	-	-	0,42	0,58	0,45
de 41 a 50	2,1 (2,2)	2,5 (2,6)	3,2 (3,4)	3,2 (3,4)	0,50	-	0,53	0,35	0,49	0,37
de 51 a 60	1,9 (2,1)	2,3 (2,4)	3,0 (3,1)	3,0 (3,1)	0,42	0,61	0,46	0,30	0,43	0,32

⁽¹⁾ En los casos en que U_{Mm} , sea < a 0,47 se podrá tomar el valor de U_{Hlim} indicado entre paréntesis

Tablas 2.2 Valores límite de los parámetros característicos medios

ZONA CLIMÁTICA E1

Transmitancia límite de muros (per a cada orientació)	U_{Mlim} : 0,57 W/m ² K
Transmitancia límite de cerramientos en contacto con el terreno	U_{Tlim} : 0,57 W/m ² K
Transmitancia límite de suelos	U_{Slim} : 0,48 W/m ² K
Transmitancia límite de cubiertas (inclosos lluernaris)	U_{Clim} : 0,35 W/m ² K
Factor solar modificado límite de lucernarios	F_{Llim} : 0,36

% de huecos	Transmitancia límite de huecos ⁽¹⁾ U_{Hlim} W/m ² K				Factor solar modificado límite de huecos F_{Hlim}					
	N	E/O	S	SE/SO	Baja carga interna			Alta carga interna		
					E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	3,1	3,1	3,1	3,1	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,1	3,1	3,1	3,1	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	2,6 (2,9)	3,0 (3,1)	3,1	3,1	-	-	-	-	-	-
de 31 a 40	2,2 (2,4)	2,7 (2,8)	3,1	3,1	-	-	-	0,54	-	0,56
de 41 a 50	2,0 (2,2)	2,4 (2,6)	3,1	3,1	-	-	-	0,45	0,60	0,49
de 51 a 60	1,9 (2,0)	2,3 (2,4)	3,0 (3,1)	3,0 (3,1)	-	-	-	0,40	0,54	0,43

⁽¹⁾ En los casos en que U_{Mm} , sea < a 0,43 se podrá tomar el valor de U_{Hlim} indicado entre paréntesis

Pas 5: Calcular els paràmetres característics de l'envolvent tèrmica de l'edifici

L'Apèndix E del DB estableix els procediments de càlcul dels següents paràmetres característics:

- Transmitàncies (U) de cada tancament
- Factors solars modificats (F) d'obertures i de lluernaris
- Paràmetres característics mitjos de cada categoria de tancaments: Transmitàncies mitjanes (U_m) i Factors solars modificats mitjans (F_m)

El DB no indica el procediment de càlcul dels ponts tèrmics. Per tant, **aquest manual assumeix que el Procediment 1 és vàlid pel càlcul dels ponts tèrmics integrats en façanes i cobertes**, necessaris per obtenir la U_m (Taula 2.2). Més informació sobre ponts tèrmics als apartats II-c i III.2-Pas 3 i Pas 4.

a) Càlcul de la transmissió tèrmica (U) dels tancaments

El DB estableix set procediments de càlcul, en funció de si és un tancament o una partició interior i de si està en contacte amb l'aire exterior, el terreny o amb altre espai no habitable.

Amb correspondència amb la classificació resum dels components de l'envolvent tèrmica establerta per aquest manual (TM-2) la Taula següent recull tots aquests procediments, els quals s'han numerat per tal de facilitar la seva consulta en el manual i s'expliquen tot seguit:

TM-5 Procediments de càlcul de la Transmissió tèrmica (U)

Categoria	Elements	Components i descripció	U	Procediment de càlcul			
				En el manual	DB ⁽¹⁾		
MURS	Façanes	Murs en contacte amb l'aire exterior	M_1	U_{M1}	E.1.1		
	Ponts tèrm. façanes	Pont tèrm. contorn d'obertures > 0,5 m ²	P_{F1}	U_{PF1}			
		Pont tèrm. pilars en façana > 0,5 m ²	P_{F2}	U_{PF2}			
		Pont tèrm. caixes de persiana > 0,5 m ²	P_{F3}	U_{PF3}			
	Mitgeres	Mitgeres amb edifici construït/en construcció	MD	U_{MD}		1	
	Particions vert. Int.	Murs en contacte amb espai no habitable	M_2	U_{M2}	2	E.1.3.1	
OBERTURES (HUECOS)	Obertures façanes	Obertures (<i>huecos</i>) (les U són la mitjana de vidres i marcs)	H	U_H	7	E.1.4.1	
TANCAMENTS EN CONTACTE AMB EL TERRENY	Tancaments vert.	Murs en contacte amb el terreny	T_1	U_{T1}	3	E.1.2.2	
	Tancaments horitz.	Cobertes enterrades	T_2	U_{T2}	1	E.1.2.3	
		Terres (<i>suelos</i>) a profunditat > 0,5 m	T_3	U_{T3}	4	E.1.2.1-caso 2	
TERRES (SUELOS)	Terres (<i>suelos</i>)	Terres recolzats sobre terreny a prof. ≤ 0,5m	S_1	U_{S1}	5	E.1.2.1-caso 1	
		Terres en contacte amb l'aire exterior	S_3	U_{S3}	1	E.1.1	
	Particions horit. Int.	Terres en contacte amb espai no habitable	S_2	U_{S2}	Tots menys Cambra sanit.	2	E.1.3.1
					Cambra sanitària	6 ⁽²⁾	E.1.3.2
COBERTES I LLUERNARIS	Cobertes	Cobertes en contacte amb l'aire exterior	C_1	U_{C1}	1	E.1.1	
		Cobertes en contacte amb espai no habitable	C_2	U_{C2}	2	E.1.3.1	
	Ponts tèrm. cobertes	Ponts tèrmics contorn de lluernaris > 0,5 m ²	P_C	U_{PC}	1	E.1.1	
	Obertures cobertes	Lluernaris (les U són la mitjana de vidres i marcs)	L	U_L	7	E.1.4.1	
En edificis d'habitatge	Particions interiors que limiten unitats d'ús amb sistema de calefacció previst, amb zones comuns no calefactades	ZC	U_{ZC}	1	E.1.1		

(1) S'indica la correspondència amb els procediments especificats en el DB

(2) En alguns casos s'ha d'utilitzar la metodologia dels procediments 1 ó 2 (veure explicació en procediment 6)

Procediment 1 (apèndix E.1.1 i E.1.2.3 del DB)

→ Càlcul aplicable a:

- murs de façana U_{M1} (E.1.1)
- mitgeres U_{MD} (E.1.1)
- cobertes en contacte amb l'aire exterior U_{C1} (E.1.1)
- cobertes enterrades U_{T2} (E.1.2.3)
- terres en contacte amb l'aire exterior U_{S3} (E.1.1)
- Ponts tèrmics integrats en aquests tipus de tancaments (U_{PF1} , U_{PF2} i U_{PF3} en façana i U_{PC} , en cobertes) (E.1.1)
- en edificis d'habitatge, particions interiors que limiten unitats d'ús amb sistema de calefacció previst, amb zones comuns no calefactades **ZC**

→ La Transmitància tèrmica U (W/m^2K) ve donada per la següent expressió:

$$U = \frac{1}{R_T} \quad (W/m^2K)$$

On:

R_T = resistència tèrmica total de l'element constructiu (m^2K/W)

$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se}$

R_1, R_2, \dots, R_n = resistències tèrmiques de cada capa

R_{si} i R_{se} = resistències tèrmiques superficials de l'aire interior i de l'aire exterior (en **TM-6**)

- Quan hi hagi capes homogènies i heterogènies la R_T s'ha de calcular segons procediment descrit a l'Apèndix F del DB
- Quan les capes són tèrmicament homogènies:

$$R = \frac{e}{\lambda}$$

On:




e = gruix de la capa (m). Si la capa té gruix variable es considerarà el gruix mitjà

λ = conductivitat tèrmica del material (W/mK), calculada segons UNE EN ISO 10 456:2001 o procedent de Document Reconegut

- La Transmitància tèrmica de les **mitgeres** U_{MD} (W/m^2K) es calcularà considerant les dues resistències superficials com a interiors.
- La Transmitància tèrmica de les **cobertes enterrades** U_{T2} (W/m^2K) es calcularà:
 - considerant la resistència superficial interior i la resistència superficial exterior, i
 - considerant que el terreny conforma altra capa tèrmicament homogènia i amb una conductivitat $\lambda = 2 W/mK$.
- El càlcul de la Transmitància tèrmica dels **ponts tèrmics** integrats en façanes i cobertes pot arribar a ser bastant complex, per la qual cosa és recomanable evitar-los en la mesura de lo possible, per exemple donant-li continuïtat a l'aïllament.
El càlcul de la transmitància del pont tèrmic ocasionat per les **caixes de persiana** (P_{F3}) es realitzarà igual que en el cas de les cambres ventilades:
 - la seva resistència tèrmica és la suma de les resistències de totes les capes situades entre l'interior i el caixó on s'allotja el bombo de la persiana
 - es consideraran les dues resistències superficials com a interiors.
- La Transmitància tèrmica de les **particions interiors que, en edificis d'habitatge, limiten unitats d'ús amb sistema de calefacció previst**, amb zones comuns no calefactades U_{ZC} (W/m^2K) també es calcularà considerant les dues resistències superficials com a interiors.

→ Resistències tèrmiques superficials de l'aire interior i de l'aire exterior:

TM-6 Resistències tèrmiques superficials de tancaments en contacte amb l'aire exterior (m² K/W)
(extret de la Taula E.1 del DB)

Posició del tancament i sentit del flux de calor		R _{se}	R _{si}
Tancaments verticals o amb pendent > 60° sobre l'horitzontal i flux horitzontal		0,04	0,13
Tancaments horitzontals o amb pendent ≤ 60° sobre l'horitzontal i flux ascendent		0,04	0,10
Tancaments horitzontals i flux descendent		0,04	0,17

→ Resistència tèrmica de les cambres d'aire, en funció del seu grau de ventilació:

Cambra d'aire sense ventilar

- S'entén que una cambra d'aire no ventila quan:
 - No disposa de cap sistema específic per al pas d'aire, o
 - Disposa de petites obertures, la superfície de les quals és:
 - en cambres verticals: ≤ 500 mm² / metre de longitud mesurat horitzontalment
 - en cambres horitzontals: ≤ 500 mm² / m² de superfície
- La resistència tèrmica s'obté en la taula següent, en funció del seu gruix sempre que:
 - Estigui delimitada per dues superfícies paral·leles entre si i perpendiculars al flux de calor i les seves emissivitats siguin > a 0,8 (és a dir, els vidres no)
 - El gruix sigui < al 10% de cadascuna de les altres dues dimensions i ≤ 30 cm
 - No tingui intercanvi d'aire amb l'ambient exterior

TM-7 Resistències tèrmiques de cambres d'aire sense ventilar R (m² K/W)
(extret de la Taula E.2)

Gruix de la cambra, e (cm)	Horitzontal	Vertical
1	0,15	0,15
2	0,16	0,17
≥ 5	0,16	0,18

Els valors intermedis s'obtenen per interpolació lineal
Per a càlculs més detallats és vàlid el procediment descrit en la UNE EN ISO 6946:1997

Cambra d'aire lleugerament ventilada

- S'entén que una cambra d'aire està lleugerament ventilada quan:
 - No existeix un dispositiu per a flux d'aire limitat a través d'ella des de l'ambient exterior però disposa d'obertures que compleixen:
 - en cambres verticals: 500 mm² < S_{obertures} ≤ 1500 mm² / metre de longitud mesurat horitzontalment
 - en cambres horitzontals: 500 mm² < S_{obertures} ≤ 1500 mm² / m² de superfície
 - La resistència tèrmica és la meitat dels valors de la taula anterior, és a dir:

TM-8 Resistències tèrmiques de cambres d'aire lleugerament ventilada R (m² K/W)
(extret de la Taula E.2)

Gruix de la cambra, e (cm)	horitzontal	vertical
1	0,075	0,075
2	0,08	0,085
≥ 5	0,08	0,09

Els valors intermedis s'obtenen per interpolació lineal.

Per a càlculs més detallats és vàlid el procediment descrit en la UNE EN ISO 6946:1997

Cambra d'aire molt ventilada

- S'entén que una cambra d'aire està molt ventilada quan:
 - Disposa d'obertures, la superfície de les quals és:
 - en cambres verticals: > 1.500 mm² / metre de longitud mesurat horitzontalment
 - en cambres horitzontals: > 1.500 mm² / m² de superfície
- La resistència tèrmica d'una cambra d'aire molt ventilada no s'ha de considerar en el càlcul de la del tancament, ni tampoc la de tots els elements situats entre la cambra d'aire i l'ambient exterior. Per tant

La resistència tèrmica d'un tancament amb cambra d'aire molt ventilada és la suma de les resistències de totes les capes situades entre l'interior i la cambra i considerant la resistència tèrmica superficial de l'aire exterior igual a la de l'aire interior. És a dir:

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se}$$

- Les **façanes i cobertes ventilades** entrarien en aquesta casuística, tot considerant que en el càlcul de la seva transmitància no s'han de tenir en compte els elements situats entre la cambra d'aire i l'ambient exterior.

No obstant, es podria arribar a assimilar la cambra ventilada a un "espai no habitable" molt ventilat i calcular la transmitància del tancament amb el **procediment 2**. En aquest cas, el mètode de càlcul de la transmitància indicat en el DB és més favorable, ja que les transmitàncies surten més baixes.

El suggeriment de possibilitar el càlcul de la transmitància de façanes i cobertes ventilades amb el procediment 2 té l'objectiu de fomentar el seu ús, donat el seu bon comportament tèrmic a l'estiu en climes càlids, tot i que aquest bon funcionament no és a causa de la transmitància del tancament sinó a causa de l'ombra produïda per la pell exterior sobre la interior.

Comentaris i Ajudes

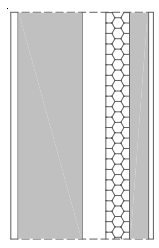
- Cal dir que a la NRE-AT-87 es donen valors de Resistències superficials i de Resistències de cambres d'aire diferents als indicats en el DB.

- EXEMPLES DE CÀLCUL DEL PROCEDIMENT 1:

Aquests exemples són una interpretació dels procediments de càlcul de Transmítàncies inclosos al DB, a l'espera del Catàleg d'Elements Constructius que el *Ministerio de la Vivienda* publicarà en el futur a través del *Instituto Eduardo Torroja*.

- 1) murs de façana U_{M1}
- 2) mitgeres U_{MD}
- 3) cobertes en contacte amb l'aire exterior U_{C1}
- 4) cobertes enterrades U_{T2}
- 5) terres en contacte amb l'aire exterior U_{S3}
- 6) pont tèrmic U_{PF1} : contorn d'obertures
- 7) pont tèrmic U_{PF2} : pilars en façana
- 8) pont tèrmic U_{PF3} : caixa de persiana

EXEMPLE 1: MURS DE FAÇANA U_{M1}



Capas	Conductivitat λ (W/mK)	Resistència tèrmica R (mK/W)	Gruix e (m)
1 Arrebossat de morter de ciment	0,7		0,02
2 Fàbrica de maó calat	0,694		0,135
3 Cambra d'aire no ventilada		0,18*	0,05
4 Aïllament: Polièstiré expandit EPS	0,0375		0,03
5 Fàbrica de maó foradat	0,444		0,04
6 Enguixat	0,57		0,015

* La resistència tèrmica de la cambra així com les resistències tèrmiques superficials interior i exterior ($1/h_i$ i $1/h_e$) es treuen respectivament de les taules del DB E.2 (TM-7) i E.1 (TM-6).

$$R_{se} = 0,04 \quad R_{si} = 0,13$$

$$R_T = R_{se} + \frac{e_1}{\lambda_1} + \frac{e_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{e_n}{\lambda_n} + R_{si}$$

$$R_T = 0,04 + \frac{0,02}{0,7} + \frac{0,135}{0,694} + 0,18 + \frac{0,03}{0,0375} + \frac{0,04}{0,444} + \frac{0,015}{0,57} + 0,13 = 1,490 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U_{M1} = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{1,490 \text{ m}^2\text{K/W}} = 0,67 \text{ W/m}^2\text{K}$$

El Document Bàsic HS1 "Protecció enfront de la humitat" defineix les condicions exigides a cada solució constructiva en funció de la zona pluviomètrica on s'ubiqui i el grau d'exposició del vent de la façana. En base a això aquesta façana compleix les condicions següents: R1 + B2 + C1

EXEMPLE 2: MITGERES U_{MD}



Capas	Conductivitat λ (W/mK)	Gruix e (m)
1 Aïllament: Polièstiré expandit EPS	0,0375	0,02
2 Fàbrica de maó calat	0,694	0,135
3 Enguixat	0,57	0,015

Mur construït o en construcció

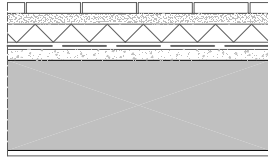
D'acord amb el DB (E.1.1-8) les resistències tèrmiques superficials a considerar en el cas de les mitgeres seran $R_{si} = 0,13$ en ambdós costats del mur a calcular. Així doncs:

$$R_T = R_{si} + \frac{e_1}{\lambda_1} + \frac{e_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{e_n}{\lambda_n} + R_{si}$$

$$R_T = 0,13 + \frac{0,02}{0,0375} + \frac{0,135}{0,694} + \frac{0,015}{0,57} + 0,13 = 1,014 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U_{MD} = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{1,014 \text{ m}^2\text{K/W}} = 0,98 \text{ W/m}^2\text{K}$$

EXEMPLE 3: COBERTES EN CONTACTE AMB L'AIRE EXTERIOR U_{c1}



Capas	Conductivitat λ (W/mK)	Gruix e (m)
1 Rajola ceràmica	1	0,008
2 Morter de ciment	0,7	0,03
3 Aïllament: Poliestiré extruït XPS	0,025	0,05
4 Làmina impermeabilitzant	0,23	0,003
5 Formigó amb àrids lleugers	1,35	0,05
6 Forjat uni. revoltó ceràmic	0,89	0,25
7 Enguixat	0,57	0,015

D'acord amb la taula E.1 del DB (TM-6), per a un tancament horitzontal en contacte amb l'exterior amb flux ascendent:

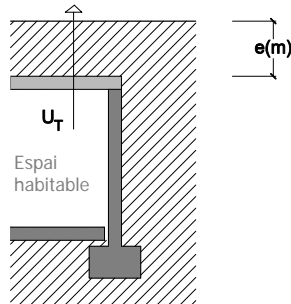
$$R_{se} = 0,04 \quad R_{si} = 0,10$$

$$R_T = R_{se} + \frac{e_1}{\lambda_1} + \frac{e_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{e_n}{\lambda_n} + R_{si}$$

$$R_T = 0,04 + \frac{0,008}{1} + \frac{0,03}{0,7} + \frac{0,05}{0,025} + \frac{0,003}{0,23} + \frac{0,05}{1,35} + \frac{0,25}{0,89} + \frac{0,015}{0,57} + 0,10 = 2,551 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U_{c1} = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{2,551 \text{ m}^2\text{K/W}} = 0,39 \text{ W/m}^2\text{K}$$

EXEMPLE 4: COBERTES ENTERRADES U_{T2}



Capas	Conductivitat λ (W/mK)	Gruix e (m)
1 Terreny	2	1
2 Geotextil polipropilè	0,25	0,003
3 Làmina impermeable. LBM	0,23	0,003
4 Formigó de pendents	1,35	0,05
5 Forjat uni. revoltó ceràmic	0,89	0,25
6 Enguixat	0,57	0,015

Dades de l'exemple: Gruix del terreny e = 1m

D'acord amb la taula E.1 del DB (TM-6), per a un tancament horitzontal en contacte amb l'exterior amb flux ascendent:

$$R_{se} = 0,04 \quad R_{si} = 0,10$$

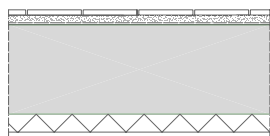
$$R_T = R_{se} + \frac{e_1}{\lambda_1} + \frac{e_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{e_n}{\lambda_n} + R_{si}$$

$$R_T = 0,04 + \frac{1}{2} + \frac{0,003}{0,25} + \frac{0,003}{0,23} + \frac{0,05}{1,35} + \frac{0,25}{0,89} + \frac{0,015}{0,57} + 0,10 = 1,009 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U_{T2} = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{1,009 \text{ W/m}^2\text{K}} = 0,991 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Es recorda que les cobertes enterrades no han de complir la Taula 2.1 del DB (TM-3)

EXEMPLE 5: TERRES EN CONTACTE AMB L'AIRE EXTERIOR U_{S3}



Capas	Conductivitat λ (W/mK)	Gruix e (m)
1 Rajola ceràmica	1	0,008
2 Morter de ciment	0,7	0,02
3 Barrera de vapor	---	---
4 Forjat uni. revoltó ceràmic	0,89	0,25
5 Aïllament: Poliestiré extruït XPS	0,025	0,03
6 Lames alumini	160	0,001

D'acord amb la taula E.1 del DB (TM-6), per a un tancament horitzontal en contacte amb l'exterior amb flux descendent:

$$R_{se} = 0,04 \quad R_{si} = 0,17$$

$$R_T = R_{se} + \frac{e_1}{\lambda_1} + \frac{e_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{e_n}{\lambda_n} + R_{si}$$

$$R_T = 0,04 + \frac{0,008}{1} + \frac{0,02}{0,7} + \frac{0,25}{0,89} + \frac{0,03}{0,025} + \frac{0,001}{160} + 0,17 = 1,727 \text{ m}^2\text{K/W}$$

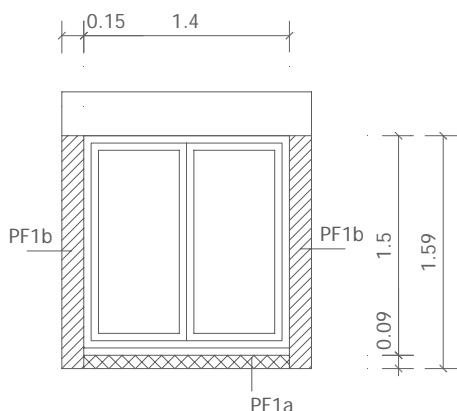
$$U_{S3} = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{1,727 \text{ m}^2\text{K/W}} = 0,57 \text{ W/m}^2\text{K}$$

EXEMPLE 6: PONT TÈRMIC CONTORN D'OBERTURES U_{PF1}

En el contorn de les obertures existeixen tres tipus de pont tèrmic que es poden classificar com a PF1:

- brancals (PF1b)
- ampits (PF1a) i
- llindes (PF1l). Aquest últim podria ser substituït pel PF3 (caixa de persiana).

Aquestes tres tipologies de pont tèrmic s'han de calcular i mesurar per separat.



Brancals:

U_{PF1b} = Transmissió Tèrmica dels brancals

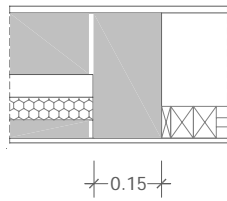
S_{PF1b} = Superfície del brançal = $2 \times (0,15 \times 1,59) = 0,47 \text{ m}^2$

Ampit:

U_{PF1a} = Transmissió Tèrmica de l'ampit

S_{PF1a} = Superfície de l'ampit = $0,09 \times 1,4 = 0,126 \text{ m}^2$

6.1 Càlcul de la Transmitància tèrmica del brancal U_{PF1b} :



Capas	Conductivitat λ (W/mK)	Gruix e (m)
1 Arrebossat de morter de ciment	0,7	0,015
2 Fàbrica de maó calat	0,694	0,28
3 Enguixat	0,57	0,015

Les resistències tèrmiques superficials interior i exterior (R_{si} i R_{se}) es treuen de la taula E.1. del DB (TM-6)

$$R_{se} = 0,04 \quad R_{si} = 0,13$$

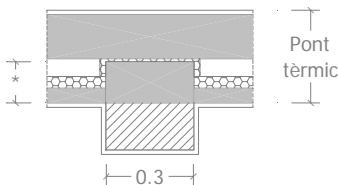
$$R_T = R_{se} + \frac{e_1}{\lambda_1} + \frac{e_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{e_n}{\lambda_n} + R_{si} = 0,04 + \frac{0,015}{0,7} + \frac{0,28}{0,694} + \frac{0,015}{0,57} + 0,13 = 0,621 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U_{PF1b} = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{0,621 \text{ m}^2\text{K/W}} = 1,61 \text{ W/m}^2\text{K}$$

6.2. Càlcul de la Transmitància tèrmica de l'ampit U_{PF1a}

EN ESTUDI

EXEMPLE 7: PONT TÈRMIC PILARS EN FAÇANA U_{PF2}



Capas	Conductivitat λ (W/mK)	Gruix e (m)
1 Arrebossat de morter de ciment	0,7	0,02
2 Fàbrica de maó calat	0,694	0,135
3 Aïllament: Polièstirè expandit EPS	0,0375	0,02
4 Formigó armat	2,3	0,15(*)

* Gruix del pilar que intervé en el càlcul de la transmitància del pont tèrmic (trama en color gris)

Segons la taula E.1. del DB (TM-6), per a un tancament vertical en contacte amb l'exterior i flux horitzontal:

$$R_{se} = 0,04 \quad R_{si} = 0,13$$

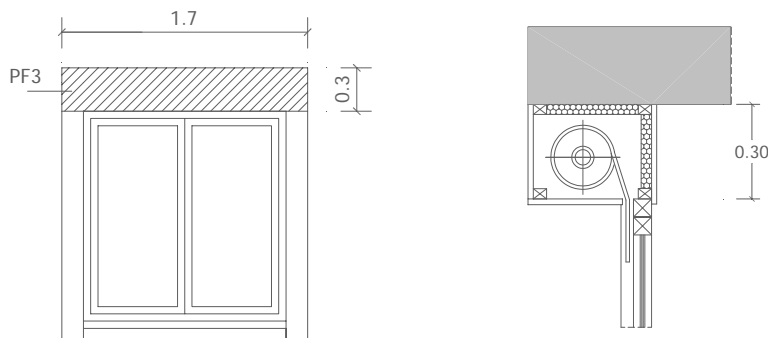
$$R_T = R_{se} + \frac{e_1}{\lambda_1} + \frac{e_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{e_n}{\lambda_n} + R_{si} = 0,04 + \frac{0,02}{0,7} + \frac{0,135}{0,694} + \frac{0,01}{0,0375} + \frac{0,15}{2,3} + 0,13 = 0,992 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U_{PF2} = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{0,992 \text{ m}^2\text{K/W}} = 1,00 \text{ W/m}^2\text{K}$$

- $U_{PF2} = 1,00$ és inferior a la U_{max} de la Taula 2.1 del DB (TM-3) per a les zones climàtiques A i B. Per tant, en espais d'higrometria ≤ 4 i climes A i B, es garanteix que el factor de temperatura de la superfície interior (f_{rsi}) és superior al mínim exigint per limitar les condensacions superficials. Per a la resta de zones climàtiques (C, D i E) s'haurà de comprovar l'absència de condensacions superficials.
- Amb 3 cm del mateix aïllament, la transmitància U seria $0,79 \text{ W/m}^2\text{K}$; en aquest cas compliria la Taula 2.1 pels climes A, B, C i D però no pel clima E. Per tant, en la zona E, s'haurà de comprovar l'absència de condensacions superficials.

Més informació sobre ponts tèrmics a l'apartat II-c: Definició de l'envolvent i a l'apartat III.2: Procediment d'aplicació de l'Opció simplificada- Pas 3 i Pas 4. i sobre condensacions a l'apartat III.2- Pas 7.

EXEMPLE 8: PONT TÈRMIC CAIXA DE PERSIANA U_{PF3}



Caixa de persiana:

U_{PF3} = Transmissió Tèrmica de la caixa de persiana

S_{PF3} = Superfície de la caixa de persiana
= $0,30 \times 1,70 = 0,51 \text{m}^2$

Capes	Conductivitat λ (W/mK)	Gruix e (m)
1 Alumini anoditzat	160	0,001
2 Aïllament: llana mineral MW	0,031	0,02

Donat que la caixa de persiana és un espai ventilat, calculem la transmissió com si es tractés d'una cambra ventilada, és a dir $R_{se} = R_{si}$ i menyspreant els materials que queden a l'exterior d'ella.

D'acord amb la taula E.1. del DB (TM-6), per a un tancament vertical en contacte amb l'exterior amb flux horitzontal:

$$R_{si} = 0,13$$

$$R_T = R_{si} + \frac{e_1}{\lambda_1} + \frac{e_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{e_n}{\lambda_n} + R_{se} = 0,13 + \frac{0,001}{160} + \frac{0,02}{0,031} + 0,13 = 0,905 \text{ m}^2 \text{K} / \text{W}$$

$$U_{PF3} = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{0,905 \text{ m}^2 \text{K} / \text{W}} = 1,10 \text{ W/m}^2 \text{K}$$

- Amb 3 cm del mateix aïllament, la transmissió $U = 0,81 \text{ W/m}^2 \text{K}$.

Procediment 2 (apèndix E.1.3.1 del DB)

- Càlcul aplicable a (particions interiors):
 - murs en contacte amb espai no habitable U_{M2}
 - terres en contacte amb espai no habitable (menys cambra sanitària) U_{S2}
 - cobertes en contacte amb espai no habitable U_{C2}
- La Transmitància tèrmica U (W/m^2K) pot calcular-se amb la metodologia descrita en la UNE EN ISO 13.789:2001 o bé mitjançant la següent expressió:

$$U = U_p \cdot b \text{ (W/m}^2\text{K)}, \quad \text{on: } U_p = \text{transmitància de la partició interior calculada segons Procediment 1 d'aquest manual i considerant les dues resistències superficials com a interiors (m}^2\text{K/W)}$$

$b =$ coeficient de reducció de temperatura

- $U_p = \frac{1}{R_T} \text{ (W/m}^2\text{K)},$

on:

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se}$$

$$R = \frac{e}{\lambda}$$

TM-9 Valor de R_{si} (m^2K/W)
(extret de la Taula E.6 del DB)

Posició del tancament i sentit del flux de calor		R_{si}
Tancaments verticals o amb pendent $> 60^\circ$ sobre l'horitzontal i flux horitzontal		0,13
Tancaments horitzontals o amb pendent $\leq 60^\circ$ sobre l'horitzontal i flux ascendent		0,10
Tancaments horitzontals i flux descendent		0,17

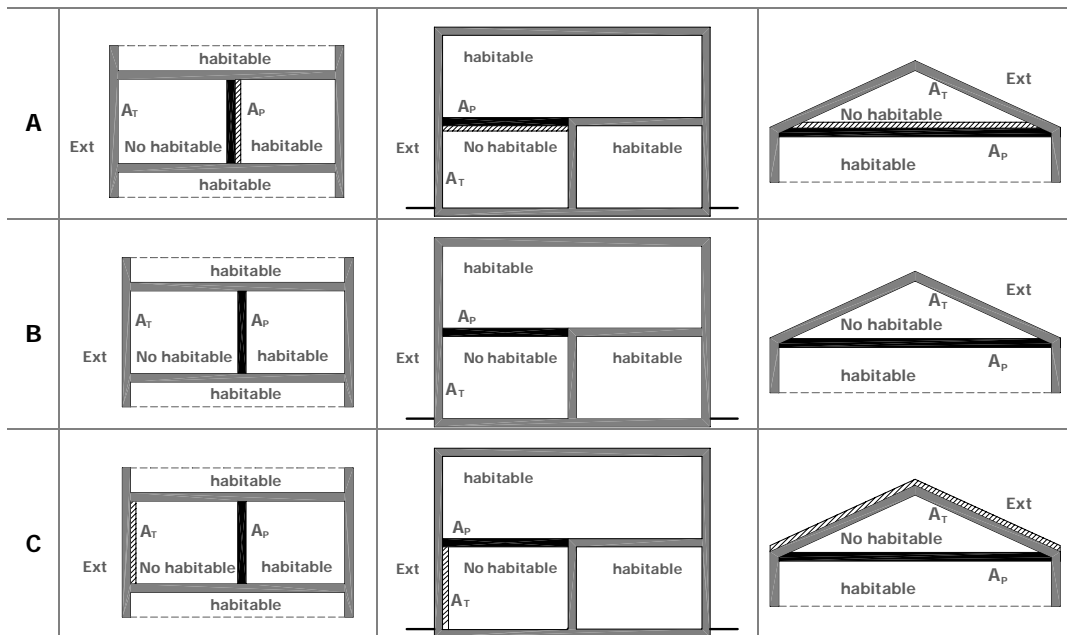
- $b =$ coeficient de reducció de temperatura. Es pot determinar de dues formes:
 - **Determinació del coeficient b mitjançant valors tabulats.** En funció de:
 - 1) la posició de l'aïllament tèrmic: A, B ó C
 - 2) el grau de ventilació de l'espai no habitable: Cas 1 ó Cas 2, i
 - 3) la relació entre l'àrea de la partició interior (A_p) i la del tancament que dóna a l'exterior (A_T): A_p/A_T

TM-10 Coeficient de reducció de temperatura b
(extret de la Taula E.7 del DB)

Relació entre àrees A_p/A_T	Posició de l'aïllament i grau de ventilació					
	A aïllament en part. int.		B sense aïllament		C aïllament en tancament	
	CAS 1 (- vent.)	CAS 2 (+ vent.)	CAS 1 (- vent.)	CAS 2 (+ vent.)	CAS 1 (- vent.)	CAS 2 (+ vent.)
$<0,25$	0,99	1,00	0,94	0,97	0,91	0,96
$0,25 \leq 0,50$	0,97	0,99	0,85	0,92	0,77	0,90
$0,50 \leq 0,75$	0,96	0,98	0,77	0,87	0,67	0,84
$0,75 \leq 1,00$	0,94	0,97	0,70	0,83	0,59	0,79
$1,00 \leq 1,25$	0,92	0,96	0,65	0,79	0,53	0,74
$1,25 \leq 2,00$	0,89	0,95	0,56	0,73	0,44	0,67
$2,00 \leq 2,50$	0,86	0,93	0,48	0,66	0,36	0,59
$2,50 \leq 3,00$	0,83	0,91	0,43	0,61	0,32	0,54
$>3,00$	0,81	0,90	0,39	0,57	0,28	0,50

- 1) Posició de l'aïllament tèrmic:
 A → en la Partició interior (P)
 B → sense aïllament
 C → en el Tancament exterior (T)

FM-3 Espais habitables en contacte amb espais no habitables. Posició de l'aïllament tèrmic
(extret de la Figura E.6 del DB i completat)(*)



(*) La figura E.6 del DB s'ha completat amb la columna intermèdia (forjats en contacte amb local no habitable)

- 2) Grau de ventilació de l'espai no habitable: Cas 1 ó Cas 2, en funció del seu nivell d'estanqueïtat

TM-11 Grau de ventilació de l'espai no habitable
(extret de la Taula E.8 del DB)

Grau de ventilació	Nivell d'estanqueïtat	Descripció
CAS 1 estanc/poc ventilat	1	Sense portes ni finestres ni obertures de ventilació
	2	Tots els components segellats, sense obertures de ventilació
	3	Tots els components ben segellats, petites obertures de ventilació
CAS 2 bastant ventilat	4	Poc estanc, per causa de junts oberts o presència d'obertures de ventilació permanents
	5	Poc estanc, amb nombrosos junts oberts o obertures de ventilació permanent grans o nombrosos

Comentaris i Ajudes

- Es recorda que a l'apartat 2.4.3.4 del DB HS-1 (Salubritat: Protecció de la Humitat) s'indica que **les cambres d'aire de les cobertes s'han de situar en la part exterior de l'aïllant tèrmic i s'han de ventilar** mitjançant obertures de forma que es compleixi que:

$$30 > S_s/A_c > 3$$

sent:

S_s = àrea efectiva total de les obertures, en cm^2

A_c = superfície de la coberta, en m^2

- 3) Relació entre l'àrea de la Partició interior entre l'espai habitable i l'espai no habitable (P) i l'àrea del Tancament entre l'espai no habitable i l'exterior (T):

$$A_P/A_T$$

Cal advertir que, per simplificar el lèxic, en aquest manual s'ha canviat la nomenclatura emprada pel DB de forma que:

- àrea de la Partició interior: A_{iu} en el DB = A_P en el manual
- àrea del Tancament exterior: A_{ue} en el DB = A_T en el manual

Comentaris i Ajudes

- Quan l'espai no habitable no tingui cap tancament en contacte amb l'aire exterior i, per tant, $A_T = 0$ (per exemple, pàrking enterrat), el coeficient b s'obindrà de la Taula TM-10 considerant que la relació entre àrees A_P/A_T és $>3,00$

➤ Determinació del coeficient b mitjançant càlcul:

Per un càlcul més detallat del coeficient b de reducció de temperatura es pot emprar la següent expressió:

$$b = \frac{H_T}{H_P + H_T} \quad \text{on:} \quad \begin{array}{l} H_T = \text{coeficient de pèrdua del tancament} \\ H_P = \text{coeficient de pèrdua de la partició interior} \end{array}$$

Els coeficients H_T i H_P reflecteixen les pèrdues per transmissió i per renovació d'aire del tancament exterior i de la partició interior respectivament i es determinen mitjançant les següents fórmules:

$$H_T = \sum U_T A_T + 0,34 Q_T$$

$$H_P = \sum U_P A_P + 0,34 Q_P$$

on: U_T = Transmitància del tancament exterior (W/m^2K)
 Calculada amb el procediment que pertoqui (1, 3, 4 ó 5) en funció de si està en contacte amb l'aire o el terreny
 U_P = Transmitància de la partició interior (W/m^2K)
 Calculada amb el procediment 1 d'aquest manual
 A_T = Àrea del tancament exterior (m^2)
 A_P = Àrea de la partició interior (m^2)
 Q_T = Cabal d'aire entre l'exterior i l'espai no habitable (m^3/h)
 Q_P = Cabal d'aire entre l'espai no habitable i l'habitable (m^3/h)

◇ Càlcul de Q_T = Cabal d'aire entre l'exterior i l'espai no habitable (m^3/h):

Si no hi ha dades, es poden utilitzar els valors de renovacions/hora (h^{-1}) de la següent Taula, multiplicats pel volum de l'espai no habitable:

$$Q_T = h^{-1} \times \text{Volum de l'espai no habitable (m}^3\text{)}$$

TM-12 Taxa de Renovació d'aire entre l'exterior i espais no habitables
(extret de la Taula E.8 del DB)

Nivell d'estanqueïtat	Descripció	Renovacions/hora h^{-1}
1	Sense portes ni finestres ni obertures de ventilació	0
2	Tots els components segellats, sense obertures de ventilació	0,5
3	Tots els components ben segellats, petites obertures de ventilació	1
4	Poc estanc, per causa de junts oberts o presència d'obertures de ventilació permanents	5
5	Poc estanc, amb nombrosos junts oberts o obertures de ventilació permanent grans o nombrosos	10

◇ **Càlcul de Q_p** = Cabal d'aire entre l'espai no habitable i l'espai habitable (m^3/h)

S'han d'utilitzar els valors de renovacions/hora (h^{-1}) de la Taula 2.1 del DB HS-3 (Salubritat: Qualitat de l'aire interior), multiplicats pel nombre d'ocupants del local habitable o per la seva superfície útil, etc. segons el paràmetre escollit de la taula.

En la taula següent s'indiquen els cabals exigits en el DB-HE 3 (en l/s) i s'ha afegit la seva correspondència en m^3/h que són les unitats necessàries pel càlcul que ens ocupa en aquest DB ($1m^3/h = 1 l/s \times 3,6$)

TM-13 Cabals de ventilació mínima exigits segons tipus de local habitable
(extret de la Taula 2.1 del DB-HE 3)

	Per persona		Per m^2 útil		En funció d'altres paràmetres	
	l/s	m^3/h	l/s	m^3/h	l/s	m^3/h
Dormitoris d'habitatges	5	18				
Sales d'estar i menjadors d'habitatges	3	10,8				
Cambres de bany d'habitatges					15/ local	54
Cuines d'habitatges			2 ⁽¹⁾	7,2		
					50/ local ⁽²⁾	180/ local ⁽²⁾
Trasters i zones comuns d'habitatges			0,7	2,5		
Garatges i aparcaments					120/ plaça	432
Magatzems de residus en habitatges			10	36		

⁽¹⁾ En les cuines amb sistema de cocció per combustió o amb calderes no estanques, aquest cabal s'incrementarà en 8 l/s.

⁽²⁾ Aquest és el cabal corresponent a la campana d'extracció de la cuina

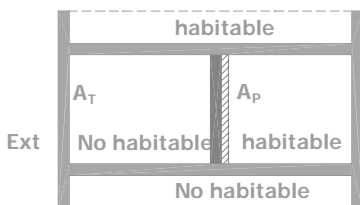
Comentaris i Ajudes

- EXEMPLES DE CàLCUL DEL PROCEDIMENT 2:

Aquests exemples són una interpretació dels procediments de càlcul de Transmissió inclosos al DB, a l'espera del Catàleg d'Elements Constructius que el *Ministerio de la Vivienda* publicarà en el futur a través del *Instituto Eduardo Torroja*.

- 1) murs en contacte amb espai no habitable U_{M2}
- 2) terres en contacte amb espai no habitable (menys amb cambra sanitària) U_{S2}
- 3) cobertes en contacte amb espai no habitable U_{C2}

EXEMPLE 1: MURS EN CONTACTE AMB ESPAI NO HABITABLE U_{M2}



- Dades de l'exemple:

- . Partició de separació entre un habitatge i un traster, aïllada per la part de l'habitatge
- . Traster lleugerament ventilat
- . Àrea de la partició interior (A_p) = 15 m^2
- . Àrea del tancament exterior de l'espai no habitable (A_T) = 15 m^2

- Dades prèvies a calcular:

- U_p = Transmissió tèrmica de la partició interior
- b = Coeficient de reducció de temperatura

Pas 1: Càlcul de la Transmitància tèrmica de la partició interior (U_p):

Composició de la partició interior:

Capas	Conductivitat λ (W/mK)	Gruix e (m)
1 Arrebossat	0,7	0,01
2 Fàbrica de maó calat	0,6944	0,135
3 Aïllament llana mineral	0,0405	0,04
4 Placa cartró guix	0,25	0,0135

Segons la taula E.6 del DB (TM-9) per una partició interior vertical i considerant que $R_{se} = R_{si}$

$$R_{si} = 0,13 \quad R_{se} = 0,13$$

$$R_T = R_{si} + \frac{e_1}{\lambda_1} + \frac{e_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{e_n}{\lambda_n} + R_{se} = 0,13 + \frac{0,01}{0,7} + \frac{0,135}{0,69} + \frac{0,04}{0,04} + \frac{0,0135}{0,25} + 0,13 = 1,48 = 1,510 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U_p = \frac{1}{1,510} = 0,66 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Pas 2: Càlcul del coeficient b:

$$A_p/A_T = 15 \text{ m}^2/15 \text{ m}^2 = 1,00$$

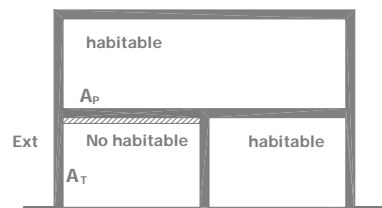
Amb A_p/A_T , el nivell de ventilació del traster que es correspon al cas 1 (espai lleugerament ventilat), i la situació de l'aïllament en la partició interior, entrem a la taula E.7 el DB (TM-10) i obtenim el coeficient b:

TM-10 Coeficient de reducció de temperatura b (extret de la Taula E.7 del DB)						
Relació entre àrees A_p/A_T	Posició de l'aïllament i grau de ventilació					
	A aïllament en part interior		B sense aïllament		C aïllament en tancament	
	CAS 1 (- vent.)	CAS 2 (+ vent.)	CAS 1 (- vent.)	CAS 2 (+ vent.)	CAS 1 (- vent.)	CAS 2 (+ vent.)
<0,25	0,99	1,00	0,94	0,97	0,91	0,96
0,25 ≤ 0,50	0,97	0,99	0,85	0,92	0,77	0,90
0,50 ≤ 0,75	0,96	0,98	0,77	0,87	0,67	0,84
0,75 ≤ 1,00	0,94	0,97	0,70	0,83	0,59	0,79
1,00 ≤ 1,25	0,92	0,96	0,65	0,79	0,53	0,74
1,25 ≤ 2,00	0,89	0,95	0,56	0,73	0,44	0,67
2,00 ≤ 2,50	0,86	0,93	0,48	0,66	0,36	0,59
2,50 ≤ 3,00	0,83	0,91	0,43	0,61	0,32	0,54
>3,00	0,81	0,90	0,39	0,57	0,28	0,50

Pas 3: Càlcul de la Transmitància tèrmica real de la partició interior (U):

$$U_{M2} = U_p \cdot b = 0,662 \cdot 0,92 = 0,609 \text{ W/m}^2\text{K}$$

EXEMPLE 2: TERRES EN CONTACTE AMB ESPAI NO HABITABLE U_{s2} (excepte amb cambra sanitària)



- Dades de l'exemple:

- Terra de separació entre un habitatge i un traster, aïllat per la part de l'habitatge
- Traster lleugerament ventilat
- Àrea del terra (partició interior) (A_p) = 70 m²
- Àrea del tancament exterior de l'espai no habitable (A_T) = 42 m²

- Dades prèvies a calcular:

- U_p = Transmitància tèrmica de la partició interior
- b = Coeficient de reducció de temperatura

Pas 1: Càlcul de la Transmissió tèrmica de la partició interior (U_p):

Composició de la partició interior:

Capes	Conductivitat λ (W/mK)	Gruix e (m)
1 rajola ceràmica	1	0,008
2 morter de ciment	0,7	0,015
3 Forjat unidireccional entrebigat ceràmic	0,89	0,25
4 Aïllament llana mineral	0,0405	0,05
5 Plaques de guix laminat	0,25	0,015

Segons la taula E.6 del DB (TM-9) per una partició interior horitzontal i flux de calor descendent i considerant que $R_{se} = R_{si}$

$$R_{si} = 0,17 \quad R_{se} = 0,17$$

$$R_T = R_{si} + \frac{e_1}{\lambda_1} + \frac{e_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{e_n}{\lambda_n} + R_{se} = 0,17 + \frac{0,008}{1} + \frac{0,015}{0,7} + \frac{0,25}{0,89} + \frac{0,05}{0,0405} + \frac{0,015}{0,25} + 0,17 = 2,0124 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U_p = \frac{1}{2,0124} = 0,4969 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Pas 2: Càlcul del coeficient b:

$$A_p/A_T = 70 \text{ m}^2/42 \text{ m}^2 = 1,66$$

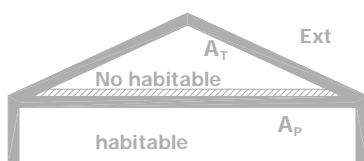
Amb A_p/A_T , el nivell de ventilació del local que es correspon al cas 1 (espai lleugerament ventilat) i la situació de l'aïllament en la partició interior, entrem a la taula E.7 del DB (TM-10) i obtenim el coeficient b:

TM-10 Coeficient de reducció de temperatura b (extret de la Taula E.7 del DB)						
Relació entre àrees A_p/A_T	Posició de l'aïllament i grau de ventilació					
	A aïllament en part interior		B sense aïllament		C aïllament en tancament	
	CAS 1 (- vent.)	CAS 2 (+ vent.)	CAS 1 (- vent.)	CAS 2 (+ vent.)	CAS 1 (- vent.)	CAS 2 (+ vent.)
<0,25	0,99	1,00	0,94	0,97	0,91	0,96
0,25 ≤ 0,50	0,97	0,99	0,85	0,92	0,77	0,90
0,50 ≤ 0,75	0,96	0,98	0,77	0,87	0,67	0,84
0,75 ≤ 1,00	0,94	0,97	0,70	0,83	0,59	0,79
1,00 ≤ 1,25	0,92	0,96	0,65	0,79	0,53	0,74
1,25 ≤ 2,00	0,89	0,95	0,56	0,73	0,44	0,67
2,00 ≤ 2,50	0,86	0,93	0,48	0,66	0,36	0,59
2,50 ≤ 3,00	0,83	0,91	0,43	0,61	0,32	0,54
>3,00	0,81	0,90	0,39	0,57	0,28	0,50

Pas 3: Càlcul de la Transmissió tèrmica real de la partició interior (U)

$$U_{S2} = U_p \cdot b = 0,4969 \cdot 0,89 = 0,44 \text{ W/m}^2\text{K}$$

EXEMPLE 3: COBERTES EN CONTACTE AMB ESPAI NO HABITABLE U_{c2}



- Dades de l'exemple:

- Partició interior horitzontal superior (coberta) que separa un habitatge d'unes golfes no habitables, aïllada per la part de l'habitatge
- Golfes molt ventilades
- Àrea de la partició interior (A_p) = 50 m²
- Àrea del tancament exterior de l'espai no habitable (A_T) = 60 m²

- Dades prèvies a calcular:

U_p = Transmissió tèrmica de la partició interior
 b = Coeficient de reducció de temperatura

Pas 1: Càlcul de la Transmissió tèrmica de la partició interior (U_p):

Composició de la partició interior:

Capes	Conductivitat λ (W/mK)	Gruix e (m)
1 Aïllament llana mineral	0,0405	0,05
2 Forjat unidireccional entrebigat ceràmic	0,89	0,25
3 Enguixat	0,57	0,015

Segons la taula E.6 del DB (TM-9) per una partició interior horitzontal i flux de calor ascendent i considerant que $R_{se} = R_{si}$

$$R_{si} = 0,10 \quad R_{se} = 0,10$$

$$R_T = R_{si} + \frac{e_1}{\lambda_1} + \frac{e_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{e_n}{\lambda_n} + R_{se} = 0,10 + \frac{0,05}{0,0405} + \frac{0,25}{0,89} + \frac{0,015}{0,57} + 0,10 = 1,742 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U_p = \frac{1}{1,742} = 0,57 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Pas 2: Càlcul del coeficient b:

$$A_p/A_T = 50 \text{ m}^2/60 \text{ m}^2 = 0,83$$

Amb A_p/A_T , el nivell de ventilació del traster que es correspon al cas 2 (espai molt ventilat) i la situació de l'aïllament en la partició interior, entrem a la taula E.7 del DB (TM-10) i obtenim el coeficient b

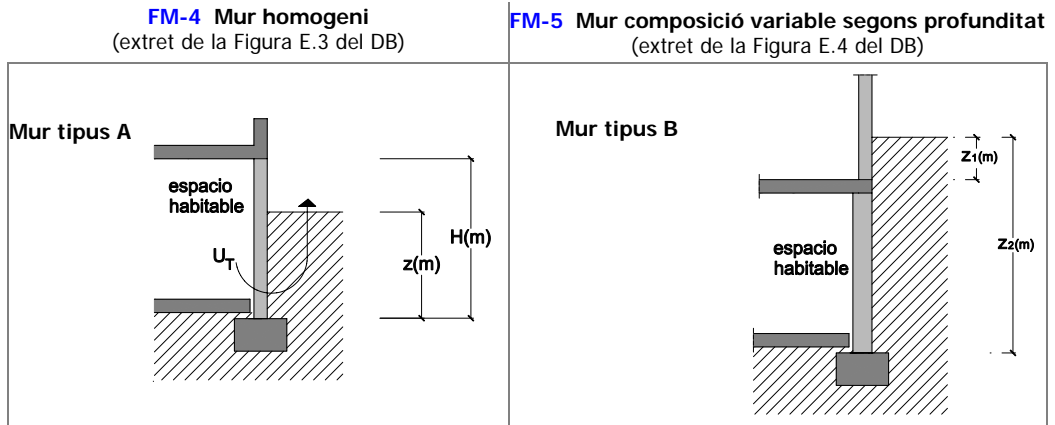
TM-10 Coeficient de reducció de temperatura b (extret de la Taula E.7 del DB)						
Relació entre àrees A_p/A_T	Posició de l'aïllament i grau de ventilació					
	A aïllament en part interior		B sense aïllament		C aïllament en tancament	
	CAS 1 (- vent.)	CAS 2 (+ vent.)	CAS 1 (- vent.)	CAS 2 (+ vent.)	CAS 1 (- vent.)	CAS 2 (+ vent.)
<0,25	0,99	1,00	0,94	0,97	0,91	0,96
0,25 ≤ 0,50	0,97	0,99	0,85	0,92	0,77	0,90
0,50 ≤ 0,75	0,96	0,98	0,77	0,87	0,67	0,84
0,75 ≤ 1,00	0,94	0,97	0,70	0,83	0,59	0,79
1,00 ≤ 1,25	0,92	0,96	0,65	0,79	0,53	0,74
1,25 ≤ 2,00	0,89	0,95	0,56	0,73	0,44	0,67
2,00 ≤ 2,50	0,86	0,93	0,48	0,66	0,36	0,59
2,50 ≤ 3,00	0,83	0,91	0,43	0,61	0,32	0,54
>3,00	0,81	0,90	0,39	0,57	0,28	0,50

Pas 3: Càlcul de la Transmissió tèrmica real de la partició interior (U_{c2}):

$$U_{c2} = U_p \cdot b = 0,574 \cdot 0,97 = 0,557 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Procediment 3 (apèndix E.1.2.2 del DB)

- Càlcul aplicable a:
- murs en contacte amb el terreny U_{T1}



→ La Transmissió U (W/m^2K) d'un **mur homogeni (tipus A)** pot calcular-se amb la metodologia descrita en la UNE EN ISO 13.370:1999 o bé obtenir-la de la Taula següent, en funció de:

- la profunditat Z, i
- la Resistència tèrmica del mur R_m , la qual s'ha de calcular segons el [Procediment 1](#) d'aquest manual i menyspreant les resistències tèrmiques superficials

TM-14 Transmissió tèrmica de murs en contacte amb el terreny U_{T1} (W/m^2K)
(extret de la Taula E.5 del DB i completat)

R_m ($m^2 K/W$)	Profunditat Z de la part enterrada del mur (m)											
	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
0,00	3,05	2,20	1,84	1,48	1,31	1,15	1,05	0,95	0,89	0,83	0,77	0,71
0,10	2,67	1,96	1,65	1,34	1,19	1,05	0,96	0,87	0,82	0,76	0,71	0,66
0,20	2,30	1,72	1,45	1,2	1,07	0,95	0,87	0,79	0,74	0,70	0,65	0,60
0,30	1,92	1,47	1,26	1,05	0,95	0,84	0,78	0,71	0,67	0,63	0,59	0,55
0,40	1,55	1,23	1,07	0,91	0,83	0,74	0,69	0,63	0,59	0,56	0,53	0,49
0,50	1,17	0,99	0,88	0,77	0,70	0,64	0,59	0,55	0,52	0,49	0,47	0,44
0,60	1,08	0,92	0,82	0,72	0,66	0,61	0,56	0,52	0,50	0,47	0,44	0,42
0,70	1,00	0,85	0,77	0,68	0,62	0,57	0,53	0,50	0,47	0,45	0,42	0,40
0,80	0,91	0,79	0,71	0,63	0,58	0,54	0,50	0,47	0,45	0,43	0,40	0,38
0,90	0,83	0,72	0,66	0,59	0,54	0,50	0,47	0,45	0,42	0,40	0,38	0,36
1,00	0,74	0,65	0,60	0,54	0,50	0,47	0,44	0,42	0,40	0,38	0,36	0,34
1,10	0,70	0,62	0,57	0,52	0,48	0,45	0,43	0,40	0,38	0,37	0,35	0,33
1,20	0,66	0,59	0,54	0,49	0,46	0,43	0,41	0,39	0,37	0,35	0,33	0,32
1,30	0,62	0,55	0,51	0,47	0,44	0,41	0,39	0,37	0,35	0,34	0,32	0,30
1,40	0,58	0,52	0,48	0,44	0,42	0,39	0,37	0,36	0,34	0,32	0,31	0,29
1,50	0,54	0,49	0,45	0,42	0,39	0,37	0,35	0,34	0,32	0,31	0,29	0,28
1,60	0,52	0,47	0,44	0,41	0,38	0,36	0,34	0,33	0,31	0,30	0,29	0,27
1,70	0,49	0,45	0,42	0,39	0,37	0,35	0,33	0,32	0,30	0,29	0,28	0,26
1,80	0,47	0,43	0,40	0,38	0,36	0,33	0,32	0,30	0,29	0,28	0,27	0,26
1,90	0,44	0,41	0,39	0,36	0,34	0,32	0,31	0,29	0,28	0,27	0,26	0,25
2,00	0,42	0,39	0,37	0,35	0,33	0,31	0,29	0,28	0,27	0,26	0,25	0,24

NOTA: Els valors en negreta s'han extret directament de la Taula E.5 del DB.
Els valors intermedis s'han obtingut per interpolació lineal, segons procediment indicat en el propi DB.

- Càlcul de la Resistència tèrmica del mur R_m , segons [procediment 1](#) d'aquest manual:

$$R_m = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

On: R_m = resistència tèrmica total del mur (m^2K/W)
 R_1, R_2, \dots, R_n = resistències tèrmiques de cada capa
 (en aquest cas, les resistències tèrmiques superficials s'han de menysprear)

$$R = \frac{e}{\lambda}$$

On: e = gruix de la capa (m). Si la capa té gruix variable es considerarà el gruix mitjà
 λ = conductivitat tèrmica del material (W/mK), calculada segons UNE EN ISO 10 456:2001 o procedent de Document Reconegut

Quan hi hagi capes homogènies i heterogènies la R_T s'ha de calcular segons procediment descrit a l'Apèndix F del DB

- La Transmissió tèrmica U (W/m^2K) d'un **mur** la composició del qual sigui variable segons la seva profunditat (**tipus B**) s'obté de la següent expressió:

$$U_T = \frac{U_1 \cdot z_1 + U_2 \cdot z_2 - U_{12} \cdot z_{12}}{z_2}$$

On: Z_1 = profunditat del primer tram

Z_2 = profunditat del segon tram

U_1 = transmissió tèrmica obtinguda de la Taula E.5 (TM-14) per a una profunditat $Z = Z_1$ i resistència tèrmica $R_m = R_1$ (W/m^2K)

U_2 = transmissió tèrmica obtinguda de la Taula E.5 (TM-14) d'un mur hipotètic de profunditat $Z = Z_2$ i resistència tèrmica $R_m = R_2$ (W/m^2K)

U_{12} = transmissió tèrmica obtinguda de la Taula E.5 (TM-14) d'un mur hipotètic de profunditat $Z = Z_1$ i resistència tèrmica $R_m = R_2$ (W/m^2K)

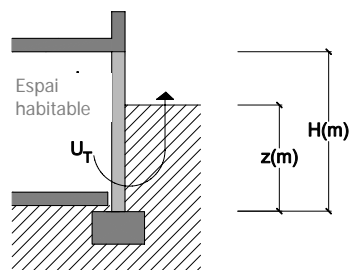
Comentaris i Ajudes

- EXEMPLES DE CÀLCUL DEL PROCEDIMENT 3:

Aquests exemples són una interpretació dels procediments de càlcul de Transmissió inclosos al DB, a l'espera del Catàleg d'Elements Constructius que el *Ministerio de la Vivienda* publicarà en el futur a través del *Instituto Eduardo Torroja*.

- 1) murs en contacte amb el terreny U_{T1} Tipus A
- 2) murs en contacte amb el terreny U_{T1} Tipus B

EXEMPLE 1: MUR EN CONTACTE AMB EL TERRENY U_{T1} Tipus A (mur homogeni)



- Dades de l'exemple:

$z = 2$ m
 $H = 3$ m

- Dades prèvies a calcular

R_m = Resistència tèrmica del mur

Pas 1: Càlcul de la resistència tèrmica del mur (R_m):

Composició del mur:

Capas	Conductivitat (W/mK)	Gruix e (m)
1 Enguixat	0,57	0,015
2 Formigó armat	2,3	0,3
3 Làmina impermeabilitzant	0,23	0,003

$$R_{si} = 0 \quad R_{se} = 0$$

$$R_m = R_{si} + \frac{e_1}{\lambda_1} + \frac{e_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{e_n}{\lambda_n} + R_{se} = 0 + \frac{0,015}{0,57} + \frac{0,3}{2,3} + \frac{0,003}{0,23} + 0 = 1,169 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Pas 2: Càlcul de la transmitància tèrmica del mur (U_{mur}):

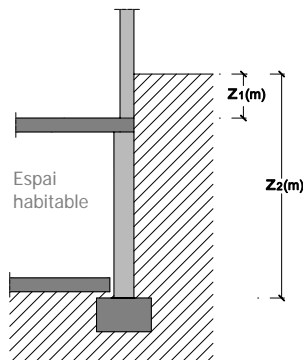
Amb els factors z i R_m entrem a la taula E.5 del DB (TM-14) i obtenim la transmitància tèrmica del mur.

R_m (m ² K/W)	Profunditat Z de la part enterrada del mur (m)											
	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
0,00	3,05	2,20	1,84	1,48	1,31	1,15	1,05	0,95	0,89	0,83	0,77	0,71
0,10	2,67	1,96	1,65	1,34	1,19	1,05	0,96	0,87	0,82	0,76	0,71	0,66
0,20	2,30	1,72	1,45	1,2	1,07	0,95	0,87	0,79	0,74	0,70	0,65	0,60
0,30	1,92	1,47	1,26	1,05	0,95	0,84	0,78	0,71	0,67	0,63	0,59	0,55
0,40	1,55	1,23	1,07	0,91	0,83	0,74	0,69	0,63	0,59	0,56	0,53	0,49
0,50	1,17	0,99	0,88	0,77	0,70	0,64	0,59	0,55	0,52	0,49	0,47	0,44
0,60	1,08	0,92	0,82	0,72	0,66	0,61	0,56	0,52	0,50	0,47	0,44	0,42
0,70	1,00	0,85	0,77	0,68	0,62	0,57	0,53	0,50	0,47	0,45	0,42	0,40

$$U_{T1} = \text{interpolació entre } 1,34 \text{ i } 1,2 \rightarrow 1,298 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Per donar compliment a la Transmitància màxima permesa al primer metre del mur en contacte amb el terreny (Taula 2.1), s'hauria de repetir el càlcul prenent $z = 1\text{m}$.

EXEMPLE 2: MUR EN CONTACTE AMB EL TERRENY U_{T1} Tipus B (mur de composició variable segons la profunditat)



- Dades de l'exemple:

Profunditat del 1r tram del mur $z_1 = 0,5 \text{ m}$
Profunditat del 2n tram del mur $z_2 = 3,0 \text{ m}$

- Dades prèvies a calcular:

U_1 Correspon al 1r tram del mur amb $z=z_1$ i $R_m=R_1$
 U_2 Correspon al 2n tram del mur amb $z=z_2$ i $R=R_2$
 U_{12} Correspon a un mur hipotètic de profunditat $z=z_1$ i $R_m = R_2$

Pas 1: Càlcul de U_1 (primer tram de mur):

R_1 = Resistència tèrmica del primer tram de mur en contacte amb el terreny

Composició del mur:

Capas	Conductivitat (W/m K)	Resistència Tèrmica R (mK/W)	Gruix e (m)
1 Làmina impermeabilitzant	0,23		0,003
2 Fàbrica de maó calat	0,6944		0,135
3 Cambra d'aire		0,18	0,05
4 Aïllament	0,0375		0,02
5 Maó foradat	0,4444		0,04
6 Enguixat	0,57		0,015

$$R_1 = R_{si} + \frac{e_1}{\lambda_1} + \frac{e_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{e_n}{\lambda_n} + R_{se} = 0 + \frac{0,003}{0,23} + \frac{0,135}{0,6944} + 0,18 + \frac{0,02}{0,0375} + \frac{0,04}{0,444} + \frac{0,015}{0,57} + 0 = 1,03 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_1 = 1,03 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Amb z_1 i R_1 , entrem a la taula E.5 del DB (TM-14) i obtenim la U del primer tram de mur:

R_m (m ² K/W)	Profunditat Z de la part enterrada del mur (m)												
	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	
...													
1,00	0,74	0,65	0,60	0,54	0,50	0,47	0,44	0,42	0,40	0,38	0,36	0,34	
1,10	0,70	0,62	0,57	0,52	0,48	0,45	0,43	0,40	0,38	0,37	0,35	0,33	
1,20	0,66	0,59	0,54	0,49	0,46	0,43	0,41	0,39	0,37	0,35	0,33	0,32	
1,30	0,62	0,55	0,51	0,47	0,44	0,41	0,39	0,37	0,35	0,34	0,32	0,30	
1,40	0,58	0,52	0,48	0,44	0,42	0,39	0,37	0,36	0,34	0,32	0,31	0,29	
1,50	0,54	0,49	0,45	0,42	0,39	0,37	0,35	0,34	0,32	0,31	0,29	0,28	
...													

$$U_1 = 0,74 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Pas 2: Càlcul de U_2 (segon tram de mur):

R_2 = Resistència tèrmica del segon tram de mur en contacte amb el terreny

Composició del mur:

Capas	Conductivitat (W/mK)	Gruix e (m)
1 Placa guix laminat	0,25	0,013
2 Aïllament llana mineral	0,0405	0,02
3 Formigó armat	2,3	0,3
4 Làmina impermeabilitzant	0,23	0,003

$$R_2 = R_{si} + \frac{e_1}{\lambda_1} + \frac{e_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{e_n}{\lambda_n} + R_e = 0 + \frac{0,013}{0,25} + \frac{0,02}{0,0405} + \frac{0,3}{2,3} + \frac{0,003}{0,23} + 0 = 1,86 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_2 = 1,86 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Amb els Z_2 i R_2 , tornem a entrar a la taula E.5 del DB (TM-14) i obtenim la transmitància tèrmica del segon tram de mur:

R_m (m ² K/W)	Profunditat Z de la part enterrada del mur (m)											
	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
1,50	0,54	0,49	0,45	0,42	0,39	0,37	0,35	0,34	0,32	0,31	0,29	0,28
1,60	0,52	0,47	0,44	0,41	0,38	0,36	0,34	0,33	0,31	0,30	0,29	0,27
1,70	0,49	0,45	0,42	0,39	0,37	0,35	0,33	0,32	0,30	0,29	0,28	0,26
1,80	0,47	0,43	0,40	0,38	0,36	0,33	0,32	0,30	0,29	0,28	0,27	0,26
1,90	0,44	0,41	0,39	0,36	0,34	0,32	0,31	0,29	0,28	0,27	0,26	0,25
2,00	0,42	0,39	0,37	0,35	0,33	0,31	0,29	0,28	0,27	0,26	0,25	0,24

Prenem el valor de U més desfavorable corresponent al valor de R_m més pròxim a 1,86 (1,80÷1,90), tot i que també es podria interpolar:

$$U_2 = 0,33 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Pas 3: Càlcul de U_{12} (mur hipotètic):

Agafem els valors $z = z_1 \rightarrow z_1 = 0,5 \text{ m}$

$$R = R_2 \rightarrow R_2 = 1,86 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Amb els Z_1 i R_2 , entrem a la taula E.5 del DB (TM-14) i obtenim la transmitància tèrmica U_{12} :

R_m (m ² K/W)	Profunditat Z de la part enterrada del mur (m)											
	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
1,50	0,54	0,49	0,45	0,42	0,39	0,37	0,35	0,34	0,32	0,31	0,29	0,28
1,60	0,52	0,47	0,44	0,41	0,38	0,36	0,34	0,33	0,31	0,30	0,29	0,27
1,70	0,49	0,45	0,42	0,39	0,37	0,35	0,33	0,32	0,30	0,29	0,28	0,26
1,80	0,47	0,43	0,40	0,38	0,36	0,33	0,32	0,30	0,29	0,28	0,27	0,26
1,90	0,44	0,41	0,39	0,36	0,34	0,32	0,31	0,29	0,28	0,27	0,26	0,25
2,00	0,42	0,39	0,37	0,35	0,33	0,31	0,29	0,28	0,27	0,26	0,25	0,24

$$U_{12} = 0,47 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Pas 4: Càlcul de la transmitància tèrmica final del mur (U_{T1})

$$U_T = \frac{U_1 \cdot Z_1 + U_2 \cdot Z_2 - U_{12} \cdot Z_1}{Z_2} = \frac{1,74 \cdot 0,5 + 0,33 \cdot 3 - 0,47 \cdot 0,5}{3} = \frac{0,87 + 0,99 - 0,23}{3} = \frac{1,63}{3} = 0,54 \text{ W/m}^2\text{K}$$

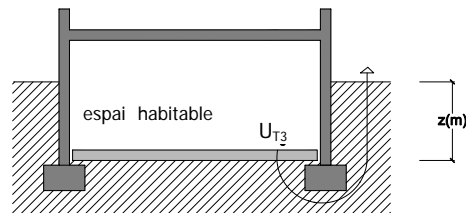
$$U_{T1} = 0,54 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Procediment 4 (apèndix E.1.2.1-caso 2 del DB)

→ Càlcul aplicable a:

- terres (*suelos*) en contacte amb el terreny a profunditat > 0,5 m U_{T3}

FM-6 Terres en contacte amb el terreny a profunditat > 0,5 m U_{T3}
(extret de la Figura E.2 del DB)



Comentaris i Ajudes

- En aquest apartat, el DB identifica erròniament els terres en contacte amb el terreny a profunditat > 0,5m amb les sigles U_s . Aquest manual corregeix aquesta errada, identificant-les amb les sigles correctes: U_{T3}

→ La Transmitància U (W/m^2K) pot calcular-se amb la metodologia descrita en la UNE EN ISO 13.370:1999 o bé obtenir-la de la Taula següent, en funció de:

- la profunditat Z,
- la Resistència tèrmica del terra R_f , la qual s'ha de calcular segons el [Procediment 1](#) d'aquest manual i menyspreant les resistències tèrmiques superficials, i
- la longitud característica B' del terra

TM-15 Transmissió tèrmica de terres en contacte amb el terreny a profunditat > 0,5m U_{T3} ($W/m^2 K$)
(Extret de la Taula E.4 del DB i completat)

Long. Caract.	Profunditat Z i Resistència tèrmica R_f , del terra															
	0.5 m < z ≤ 1.0 m				1.0 m < z ≤ 2.0 m				2.0 m < z ≤ 3.0 m				z > 3.0 m			
	R_f ($m^2 K/W$)				R_f ($m^2 K/W$)				R_f ($m^2 K/W$)				R_f ($m^2 K/W$)			
B'	0,00	0,50	1,00	1,50	0,00	0,50	1,00	1,50	0,00	0,50	1,00	1,50	0,00	0,50	1,00	1,50
1	1,51	1,07	0,84	0,69	1,14	0,88	0,72	0,61	0,78	0,65	0,56	0,49	0,59	0,51	0,46	0,41
2	1,09	0,82	0,67	0,57	0,87	0,70	0,59	0,51	0,63	0,54	0,47	0,42	0,50	0,44	0,40	0,36
3	0,87	0,68	0,57	0,49	0,71	0,59	0,50	0,44	0,53	0,47	0,41	0,37	0,43	0,39	0,35	0,32
4	0,74	0,59	0,49	0,43	0,61	0,51	0,44	0,39	0,47	0,41	0,37	0,34	0,39	0,35	0,32	0,29
5	0,64	0,52	0,44	0,39	0,54	0,45	0,40	0,36	0,42	0,37	0,34	0,31	0,35	0,32	0,29	0,27
6	0,57	0,46	0,40	0,35	0,48	0,41	0,36	0,33	0,38	0,34	0,31	0,28	0,32	0,29	0,27	0,25
7	0,52	0,42	0,37	0,33	0,44	0,38	0,33	0,30	0,35	0,31	0,29	0,26	0,30	0,27	0,25	0,24
8	0,47	0,39	0,34	0,30	0,40	0,35	0,31	0,28	0,33	0,29	0,27	0,25	0,28	0,26	0,24	0,22
9	0,43	0,36	0,32	0,28	0,37	0,32	0,29	0,26	0,30	0,27	0,25	0,23	0,26	0,24	0,22	0,21
10	0,40	0,34	0,30	0,27	0,35	0,30	0,27	0,25	0,29	0,26	0,24	0,22	0,25	0,23	0,21	0,20
12	0,36	0,30	0,27	0,24	0,31	0,27	0,24	0,22	0,26	0,23	0,21	0,20	0,22	0,21	0,19	0,18
14	0,32	0,27	0,24	0,22	0,28	0,25	0,22	0,20	0,23	0,21	0,20	0,18	0,20	0,19	0,18	0,17
16	0,29	0,25	0,22	0,20	0,25	0,23	0,20	0,19	0,21	0,20	0,18	0,17	0,19	0,17	0,16	0,16
18	0,26	0,23	0,20	0,19	0,23	0,21	0,19	0,18	0,20	0,18	0,17	0,16	0,17	0,16	0,15	0,15
≥20	0,24	0,21	0,19	0,17	0,22	0,19	0,18	0,16	0,18	0,17	0,16	0,15	0,16	0,15	0,14	0,14

NOTA: Els valors en negre s'han extret directament de la Taula E.4 del DB.

Els valors en gris han estat proporcionats per l'equip redactor del DB.

Els valors intermedis es poden obtenir per interpolació lineal, segons s'indica en el propi DB, o bé assimilar-los al valor de transmissió immediatament superior (Ex: per a $B' = 8,7$, $z = 1m$ i $R_f = 0,50$, s'obté un valor de $U_{T3} = 0,39$)

- Càlcul de la Resistència tèrmica del terra R_f segons **Procediment 1** d'aquest manual:

$$R_f = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

On: R_f = resistència tèrmica total del terra (m^2K/W)
 R_1, R_2, \dots, R_n = resistències tèrmiques de cada capa
 (les resistències tèrmiques superficials s'han de menysprear)

$$R = \frac{e}{\lambda}$$

On: e = gruix de la capa (m). Si la capa té gruix variable es considerarà el gruix mitjà
 λ = conductivitat tèrmica del material (W/mK), calculada segons UNE EN ISO 10 456:2001 o procedent de Document Reconegut

- Càlcul de la longitud característica B'

La longitud característica B' és el quocient entre la superfície del terra i la meitat de la longitud del seu perímetre, segons l'expressió:

$$B' = \frac{A}{0,5 P}$$

On: A = àrea del terra (m^2)
 P = longitud del perímetre del terra (m)

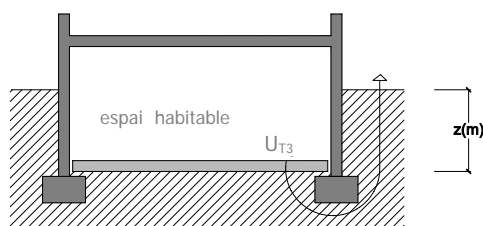
Comentaris i Ajudes

- EXEMPLES DE CàLCUL DEL PROCEDIMENT 4:

Aquests exemples són una interpretació dels procediments de càlcul de Transmissió inclosos al DB, a l'espera del Catàleg d'Elements Constructius que el *Ministerio de la Vivienda* publicarà en el futur a través del *Instituto Eduardo Torroja*.

- 1) terres (*suelos*) en contacte amb el terreny a profunditat $> 0,5$ m U_{T3}

EXEMPLE 1: SOLERA A PROFUNDITAT $> 0,5$ m, U_{T3}



- Dades de l'exemple:

Solera de 10 x 10 m
 $z = 1,9$ m

- Dades prèvies a calcular:

R_f = Resistència tèrmica de la solera
 B' = Coeficient en funció de l'àrea i el perímetre de la solera

Pas 1: Càlcul de la Resistència tèrmica de la solera (R_f):

Composició de la solera:

Capas	Conductivitat λ (W/mK)	Gruix e (m)
1 Rajola ceràmica	1	0,008
2 Morter de ciment	0,7	0,03
3 Formigó armat	2,3	0,2
4 Aïllament: Polièstiré extrusionat (XPS)	0,038	0,02
5 Làmina impermeabilitzant	0,23	0,003
$R_{si} = 0$ $R_{se} = 0$		

$$R_f = R_{si} + \frac{e_1}{\lambda_1} + \frac{e_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{e_n}{\lambda_n} + R_{se} = 0 + \frac{0,008}{1} + \frac{0,03}{0,7} + \frac{0,2}{2,3} + \frac{0,02}{0,038} + \frac{0,03}{0,23} + 0 = 0,794 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

Pas 2: Càlcul del coeficient B':

Àrea solera (A) = 10 x 10 = 100 m²
Perímetre solera (P) = 40 m

$$B' = \frac{A}{0,5 P} = \frac{100}{20} \quad B' = 5$$

Pas 3: Càlcul de la Transmitància tèrmica de la solera (U_{T3}):

Amb z, R_f i B' entrem a la taula E.4 del DB (TM-15) i obtenim la Transmitància de la solera.

TM-15 Transmitància tèrmica U _{T3} en W/ m ² K (extret de la Taula E.4 del DB)																
B'	0,5 m < z ≤ 1,0 m				1,0 m < z ≤ 2,0 m				2,0 m < z ≤ 3,0 m				z > 3,0 m			
	R _f (m ² K/W)				R _f (m ² K/W)				R _f (m ² K/W)				R _f (m ² K/W)			
	0,00	0,50	1,00	1,50	0,00	0,50	1,00	1,50	0,00	0,50	1,00	1,50	0,00	0,50	1,00	1,50
5	0,64	0,52	0,44	0,39	0,54	0,45	0,40	0,36	0,42	0,37	0,34	0,31	0,35	0,32	0,29	0,27
6	0,57	0,46	0,40	0,35	0,48	0,41	0,36	0,33	0,38	0,34	0,31	0,28	0,32	0,29	0,27	0,25

U_{T3} = 0,45 W/m²K si no s'interpola

U_{T3} = 0,42 W/m²K si s'interpola

Procediment 5 (apèndix E.1.2.1-caso 1 del DB)

- Càlcul aplicable a:
 - terres (*sueños*) recolzats sobre el terreny a profunditat $\leq 0,5$ m U_{S1}
- La Transmissió U (W/m^2K) pot calcular-se amb la metodologia descrita en la UNE EN ISO 13.370:1999 o bé obtenir-la de la Taula següent, en funció de:
 - l'amplada de la franja d'aïllament del perímetre del terra, D (vertical o horitzontal)
 - la Resistència tèrmica de l'aïllament R_a , la qual s'ha de calcular segons el **Procediment 1** d'aquest manual, i°
 - la longitud característica B' del terra

TM-16 Transmissió tèrmica de terres recolzats sobre el terreny a profunditat $\leq 0,5m U_{S1}$ ($W/m^2 K$)
(Extret de la Taula E.3 del DB i completat)

Long. Caract.	Amplada D i Resistència tèrmica R_a de l'aïllament																
	D = 0		D = 0,5 m					D = 1,0 m					D $\geq 1,5$ m				
	R_a		R_a ($m^2 K/W$)					R_a ($m^2 K/W$)					R_a ($m^2 K/W$)				
B'	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	
1	2,35	1,57	1,30	1,16	1,07	1,01	1,39	1,01	0,80	0,66	0,57	1,39	1,01	0,80	0,66	0,57	
2	1,56	1,17	1,04	0,97	0,92	0,89	1,08	0,89	0,79	0,72	0,67	1,04	0,83	0,70	0,61	0,55	
3	1,20	0,94	0,85	0,80	0,78	0,76	0,88	0,76	0,69	0,64	0,61	0,85	0,71	0,63	0,57	0,53	
4	0,99	0,79	0,73	0,69	0,67	0,65	0,75	0,65	0,60	0,57	0,54	0,73	0,62	0,56	0,51	0,48	
5	0,85	0,69	0,64	0,61	0,59	0,58	0,65	0,58	0,54	0,51	0,49	0,64	0,55	0,50	0,47	0,44	
6	0,74	0,61	0,57	0,54	0,53	0,52	0,58	0,52	0,48	0,46	0,44	0,57	0,50	0,45	0,43	0,41	
7	0,66	0,55	0,51	0,49	0,48	0,47	0,53	0,47	0,44	0,42	0,41	0,51	0,45	0,42	0,39	0,37	
8	0,60	0,50	0,47	0,45	0,44	0,43	0,48	0,43	0,41	0,39	0,38	0,47	0,42	0,38	0,36	0,35	
9	0,55	0,46	0,43	0,42	0,41	0,40	0,44	0,40	0,38	0,36	0,35	0,43	0,39	0,36	0,34	0,33	
10	0,51	0,43	0,40	0,39	0,38	0,37	0,41	0,37	0,35	0,34	0,33	0,40	0,36	0,34	0,32	0,31	
12	0,44	0,38	0,36	0,34	0,34	0,33	0,36	0,33	0,31	0,30	0,29	0,36	0,32	0,30	0,28	0,27	
14	0,39	0,34	0,32	0,31	0,30	0,30	0,32	0,30	0,28	0,27	0,27	0,32	0,29	0,27	0,26	0,25	
16	0,35	0,31	0,29	0,28	0,27	0,27	0,29	0,27	0,26	0,25	0,24	0,29	0,26	0,25	0,24	0,23	
18	0,32	0,28	0,27	0,26	0,25	0,25	0,27	0,25	0,24	0,23	0,22	0,27	0,24	0,23	0,22	0,21	
≥ 20	0,30	0,26	0,25	0,24	0,23	0,23	0,25	0,23	0,22	0,21	0,21	0,25	0,22	0,21	0,20	0,20	

NOTA: Els valors en negre s'han extret directament de la Taula E.3 del DB.
Els valors en gris han estat proporcionats per l'equip redactor del DB.
Els valors intermedis es poden obtenir per interpolació lineal, segons s'indica en el propi DB, o bé assimilar-los al valor de transmissió immediatament superior (Ex: per a $B' = 8,7$, $D = 1m$ i $R_a = 0,50$, s'obtidria un valor de $U_{S1} = 0,48$)

- **En terres sense aïllament tèrmic** la Transmissió del terra U_{S1} es prendrà de
 - la columna $R_a = 0$, i
 - en funció de la longitud característica B' del terra
- **En terres aïllades en tota la seva superfície** la Transmissió del terra U_{S1} es prendrà de
 - la columna $D \geq 1,5$ m
 - en funció de la R_a de l'aïllament, i
 - en funció de la longitud característica B' del terra

- La Transmitància del **1er metre del terra** U_{S1} (per complir de la Taula 2.1/TM-3) es prendrà de
- la fila $B' = 1$
 - en funció de l'amplada D de l'aïllament, i
 - en funció de la R_a de l'aïllament

Per tant, per determinar la Transmitància del terra, U_{S1} , i en funció del tipus d'aïllament previst al terra, es prendran les següents columnes de la taula:

FM-7 Terres recolzats sobre el terreny a prof. $\leq 0,5$ m, U_{S1}
(extret de la Figura E.1 del DB i completat)

Amb/Sense aïllament perimetral	
	<p>en la TM-16:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ $R_a = 0$ ▪ en funció de: <ul style="list-style-type: none"> → B'
	<p>en la TM-16:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ en funció de: <ul style="list-style-type: none"> → D → R_a → B'
	<p>en la TM-16:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ en funció de: <ul style="list-style-type: none"> → D → R_a → B'
Amb aïllament en tota la seva superfície	
	<p>en la TM-16:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ $D \geq 1,5$ m ▪ en funció de: <ul style="list-style-type: none"> → R_a → B'
	<p>en la TM-16:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ $D \geq 1,5$ m ▪ en funció de: <ul style="list-style-type: none"> → R_a → B'

III Càlcul: Opció simplificada/ 2: Procediment- Pas 5a: Càlcul de la Transmissió U- Procediment 5

- Càlcul de la Resistència tèrmica de l'aïllament R_a segons **Procediment 1** d'aquest manual:

$$R = \frac{e}{\lambda}$$

On: R_a = resistència tèrmica de l'aïllament (m^2K/W)

e = gruix de l'aïllament (m).

λ = conductivitat tèrmica de l'aïllament (W/mK), calculada segons UNE EN ISO 10 456:2001 o procedent de Document Reconegut

- Càlcul de la longitud característica B'

La longitud característica B' és el quocient entre la superfície del terra i la meitat de la longitud del seu perímetre, segons l'expressió:

$$B' = \frac{A}{0,5 P}$$

On: A = àrea del terra (m^2)

P = longitud del perímetre del terra (m)

Comentaris i Ajudes

- En aquest apartat, el DB identifica erròniament els terres en contacte amb el terreny a profunditat $\leq 0,5m$ amb les sigles U_s . Aquest manual corregeix aquesta errada, identificant-les amb les sigles correctes: U_{s1}

- Tot i que el DB identifica com a *Terres recolzats sobre el terreny* les que es troben a profunditat $< 0,5 m$, aquest manual inclou en el mateix grup els terres que es troben a profunditat $\leq 0,5 m$. (Es recorda que els terres que es troben a profunditat $> 0,5 m$ són *Tancaments en contacte amb el terreny* U_{t3}).

- Cal remarcar que el DB adopta com a **transmissió de tota la solera** la calculada segons la resistència tèrmica i l'amplada de la banda d'aïllament perimetral, (en funció de la relació entre la superfície de la solera i el seu perímetre), sense considerar en cap moment la resistència tèrmica de la solució constructiva de la pròpia solera. És a dir, només es té en compte el material d'aïllament que s'hi incorpora.

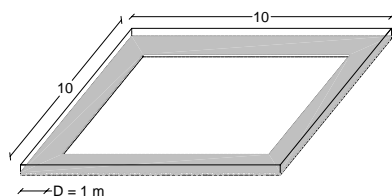
- L'encontre entre el cantell de la solera i el mur de tancament conforma un **pont tèrmic** similar al format pels cantells dels forjats en arribar als tancaments exteriors. Com s'ha explicat a l'**apartat III.2-Pas 3** (Definició de l'envolvent) i també es veurà més endavant (**apartat III.2-Pas 5c**) aquests tipus de ponts tèrmics no entren en el càlcul de les Transmissió mitjanes U_m (Taula 2.2/TM-4) ni tampoc han de complir la Taula 2.1 (TM-3).

- EXEMPLES DE CÀLCUL DEL PROCEDIMENT 5:

Aquests exemples són una interpretació dels procediments de càlcul de Transmissió inclosos al DB, a l'espera del Catàleg d'Elements Constructius que el *Ministerio de la Vivienda* publicarà en el futur a través del *Instituto Eduardo Torroja*.

- 1) terres (*suelos*) recolzats sobre el terreny a profunditat $\leq 0,5 m$ U_{s1}

EXEMPLE 1: SOLERA RECOLZADA SOBRE EL TERRENY A PROFUNDITAT $< 0,5 m$, U_{s1}



- Dades de l'exemple:

Solera 10 x 10m

Banda d'aïllament perimetral (D) = 1m,

Aïllament polièstirè extrusionat ($\lambda = 0,038 W/mK$) gruix 7,5cm

- Dades prèvies a calcular:

R_a = Resistència tèrmica de l'aïllament

B' = coeficient en funció de l'àrea i el perímetre de la solera

Pas 1: Càlcul de la Resistència tèrmica de l'aïllament (R_a):

$$R_a = \frac{e}{\lambda} = \frac{0,075}{0,038} = 2 m^2 K / W$$

Pas 2: Càlcul del coeficient B'

Àrea solera (A) = 10 x 10 = 100 m²
Perímetre solera (P) = 40 m

$$B' = \frac{A}{0,5 P} = \frac{100}{20} = 5$$

Pas 3: Càlcul de la transmitància tèrmica de la solera (U_s):

Amb D, R_a i B' entrem a la taula E.3 del DB del DB (TM-16) i obtenim la transmitància de la solera

TM-16 Transmitància tèrmica U _s en W/m ² K (extret de la Taula E.3 del DB)																
B'	D = 0	D = 0,5 m					D = 1,0 m					D ≥ 1,5 m				
	R _a	R _a (m ² K/W)					R _a (m ² K/W)					R _a (m ² K/W)				
	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50
1	2,35	1,57	1,30	1,16	1,07	1,01	1,39	1,01	0,80	0,66	0,57	-	-	-	-	-
5	0,85	0,69	0,64	0,61	0,59	0,58	0,65	0,58	0,54	0,51	0,49	0,64	0,55	0,50	0,47	0,44
6	0,74	0,61	0,57	0,54	0,53	0,52	0,58	0,52	0,48	0,46	0,44	0,57	0,50	0,45	0,43	0,41
Etc...																

U_s = 0,51 W/m²K

Procediment 6 (apèndix E.1.3.2 del DB)

→ Càlcul aplicable a:

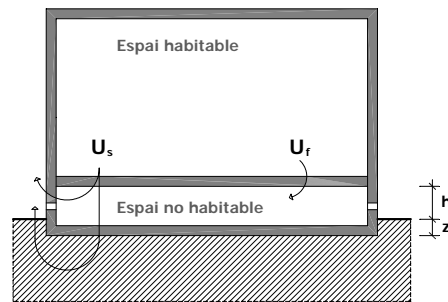
- terres (*suelos*) en contacte amb espai no habitable: Cambra sanitària U_{S2}
(es recorda que els terres en contacte amb espai no habitable que no siguin cambra sanitària també s'identifiquen amb les sigles U_{S2} però es calculen amb el [Procediment 2](#))

⇒ Aquest procediment és **aplicable a les cambres d'aire ventilades que compleixin simultàniament** les següents condicions:

- que tinguin una altura $h \leq 1$ m, mesurada des del nivell del terreny, i
- que tinguin una profunditat $Z \leq 0,5$ m, respecte al nivell del terreny

Si només es compleix una de les dues condicions el procediment de càlcul serà diferent, segons el següent quadre:

FM-8 Cambra sanitària U_{S2}
(extret de la Figura 3.8 del DB)



Si:
 $h \leq 1$ m → [Procediment 6](#)
 $Z \leq 0,5$ m (cambra sanitària)

Si:
 $h \leq 1$ m → [Procediment 2](#)
 $Z > 0,5$ m (partició amb espai no habitable)

Si:
 $h > 1$ m → [Procediment 1](#)
 $Z \leq 0,5$ m (tancament amb l'exterior)

Comentaris i Ajudes

- En aquest apartat, el DB identifica erròniament els terres en contacte amb cambra sanitària amb les sigles U_s . Aquest manual corregeix aquesta errada, identificant-les amb les sigles correctes: U_{S2}

- Es recorda que el **DB-HS 1** (Salubritat: Protecció front a la humitat), en el seu apartat 2.2.2-2, estableix la **superfície mínima de ventilació de la cambra** estipulant que:

- L'espai existent entre el terra elevat i el terreny s'ha de ventilar cap a l'exterior mitjançant obertures de ventilació repartides al 50% entre dues parets enfrontades, disposades regularment i a portell (*al tresbolillo*).
- La relació entre l'àrea efectiva total de obertures, S_s , en cm^2 i la superfície del terra elevat, A_s , en m^2 , ha d'acomplir la següent condició:
$$30 > S_s (\text{cm}^2)/A_s (\text{m}^2) > 10$$
 (és a dir: $10 \div 30 \text{ cm}^2 / \text{m}^2$ de superfície de terra)
- A més, la distància entre obertures de ventilació contigües ha de ser ≤ 5 m

→ La Transmissió U ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$) pot calcular-se amb la metodologia descrita en l'apartat 10 de la UNE EN ISO 13.370:1999 o bé obtenir-la de la Taula següent, en funció de:

- la Resistència tèrmica del terra en contacte amb la cambra sanitària R_f , la qual s'ha de calcular segons el Procediment 1 d'aquest manual, menyspreant les resistències tèrmiques superficials, i
- la longitud característica B' del terra en contacte amb la cambra sanitària

TM-17 Transmissió tèrmica de terres en contacte amb cambra sanitària U_{s2} en $W/m^2 K$
(Extret de la Taula E.9 del DB i completat)

Long. Caract. B'	Resistència tèrmica del terra en contacte amb la cambra sanitària R_f (m^2K/W)					
	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
1	9,38	1,65	0,90	0,62	0,47	0,38
2	5,35	1,46	0,84	0,59	0,46	0,37
3	3,88	1,32	0,80	0,57	0,44	0,36
4	3,11	1,22	0,76	0,55	0,43	0,35
5	2,63	1,14	0,72	0,53	0,42	0,35
6	2,30	1,07	0,70	0,52	0,41	0,34
7	2,06	1,01	0,67	0,50	0,40	0,33
8	1,87	0,97	0,65	0,49	0,39	0,33
9	1,73	0,93	0,63	0,48	0,39	0,32
10	1,61	0,89	0,62	0,47	0,38	0,32
12	1,43	0,83	0,59	0,45	0,37	0,31
14	1,30	0,79	0,57	0,44	0,36	0,31
16	1,20	0,75	0,55	0,43	0,35	0,30
18	1,12	0,72	0,53	0,42	0,35	0,29
20	1,06	0,69	0,51	0,41	0,34	0,29
22	1,00	0,67	0,50	0,40	0,33	0,29
24	0,96	0,65	0,49	0,39	0,33	0,28
26	0,92	0,63	0,48	0,39	0,32	0,28
28	0,89	0,61	0,47	0,38	0,32	0,28
30	0,86	0,60	0,46	0,38	0,32	0,27
32	0,83	0,59	0,45	0,37	0,31	0,27
34	0,81	0,58	0,45	0,37	0,31	0,27
≥36	0,79	0,57	0,44	0,36	0,31	0,27

NOTA: Els valors en negre s'han extret directament de la Taula E.9 del DB.

Els valors en gris han estat proporcionats per l'equip redactor del DB.

Els valors intermedis es poden obtenir per interpolació lineal, segons s'indica en el propi DB, o bé assimilar-los al valor de transmissió immediatament superior (Ex: per a $B' = 8,7$ i $R_f = 0,50$, s'obté un valor de $U_{s2} = 0,97$)

- Càlcul de la Resistència tèrmica del terra R_f segons **Procediment 1** d'aquest manual:

$$R_f = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

On: R_f = resistència tèrmica total del terra (m^2K/W)

R_1, R_2, \dots, R_n = resistències tèrmiques de cada capa

(les resistències tèrmiques superficials s'han de menysprear)

$$R = \frac{e}{\lambda}$$

On: e = gruix de la capa (m). Si la capa té gruix variable es considerarà el gruix mitjà

λ = conductivitat tèrmica del material (W/mK), calculada segons UNE EN ISO 10 456:2001 o procedent de Document Reconegut

- Càlcul de la longitud característica B'

La longitud característica B' és el quocient entre la superfície del terra i la meitat de la longitud del seu perímetre, segons l'expressió:

$$B' = \frac{A}{0,5 P}$$

On: A = àrea del terra (m^2)

P = longitud del perímetre del terra (m)

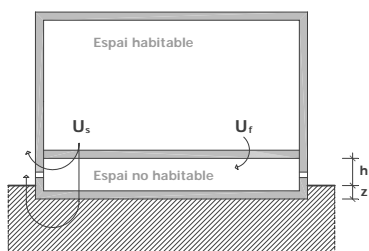
Comentaris i Ajudes

- EXEMPLES DE CÀLCUL DEL PROCEDIMENT 6:

Aquests exemples són una interpretació dels procediments de càlcul de Transmitàncies inclosos al DB, a l'espera del Catàleg d'Elements Constructius que el *Ministerio de la Vivienda* publicarà en el futur a través del *Instituto Eduardo Torroja*.

- 1) terres (*suelos*) en contacte amb espai no habitable: Cambra sanitària U_{s2}

EXEMPLE 1: TERRA (SUELO) EN CONTACTE AMB CAMBRA SANITÀRIA U_{s2}



- Dades de l'exemple:

Solera 10 x 10 m
 $h \leq 1m$ $Z \leq 0,5m$

- Dades prèvies a calcular:

R_f = Resistència tèrmica del terra
 B' = Coeficient en funció de l'àrea i el perímetre de la solera

Pas 1: Càlcul de la Resistència tèrmica del terra (R_f):

Composició del terra:

Capas	Conductivitat λ (W/mK)	Guix e (m)
1 Rajola ceràmica	1	0,008
2 Morter de ciment	0,7	0,03
3 Aïllament: Polièstiré extrusionat (XPS)	0,025	0,02
4 Forjat unidireccional entrebigat ceràmic	0,8929	0,25

$$R_{si} = 0 \quad R_{se} = 0$$

$$R_f = R_{si} + \frac{e_1}{\lambda_1} + \frac{e_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{e_n}{\lambda_n} + R_{se} = 0 + \frac{0,008}{1} + \frac{0,03}{0,7} + \frac{0,02}{0,025} + \frac{0,25}{0,8929} + 0 \quad R_f = 1,131m^2 K/W$$

Pas 2: Càlcul del coeficient B'

Àrea solera (A) = 10 x 10 = 100 m²
Perímetre solera (P) = 40 m

$$B' = \frac{A}{0,5 P} = \frac{100}{20} \quad B' = 5$$

Pas 3: Càlcul de la Transmitància tèrmica del terra U_{s2} :

Amb R_f i B' entrem a la taula E.9 del DB (TM-17) i obtenim la transmitància tèrmica del terra U_{s2} .

TM-17 Transmissió tèrmica U_{s2} en W/m² K
(extret de la Taula E.9 del DB)

B'	R_f (m ² K/W)					
	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
5	2,63	1,14	0,72	0,53	0,42	0,35
6	2,30	1,07	0,70	0,52	0,41	0,34
...						

$$U_{s2} = 0,72 W/m^2K$$

Procediment 7 (apèndix E.1.4.1 del DB)

→ Càlcul aplicable a:

- Obertures (*huecos*) en façanes U_H
- Lluernaris en cobertes U_L

→ La Transmitància tèrmica U (W/m²K) ve donada per la següent expressió:

$$U = (1-FM) \cdot U_V + FM \cdot U_M$$

On: FM = fracció de forat ocupada pel marc

U_V = transmitància tèrmica de la part semitransparent (W/m²K)

U_M = transmitància tèrmica del marc (W/m²K)

- La transmitància tèrmica de la part semitransparent, U_V , l'ha de facilitar el fabricant. En absència de dades, es pot determinar segons la UNE EN ISO 10 077-1:2001
- La transmitància tèrmica del marc, U_M , l'ha de facilitar el fabricant.

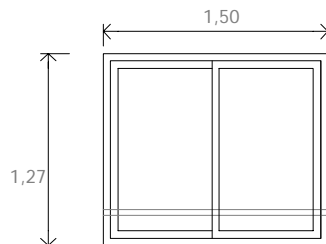
Comentaris i Ajudes

Aquests exemples són una interpretació dels procediments de càlcul de Transmitàncies inclosos al DB, a l'espera del Catàleg d'Elements Constructius que el *Ministerio de la Vivienda* publicarà en el futur a través del *Instituto Eduardo Torroja*.

- EXEMPLES DE CÀLCUL DEL PROCEDIMENT 6:

- 1) Obertures (*huecos*) en façanes U_H

EXEMPLE 1: OBERTURA AMB FUSTERIA D'ALUMINI U_H



$$S_{\text{forat}} = (1,50 \times 1,27) = 1,90 \text{ m}^2$$

$$S_{\text{Vidres}} = 2 \times (0,625 \times 1,07) = 1,33 \text{ m}^2$$

FM (Fracció de forat ocupada pel marc)

$$FM = \frac{S_{\text{forat}} - S_{\text{vidre}}}{S_{\text{forat}}} = \frac{1,90 - 1,33}{1,90} = 0,3$$

Exemples de marcs d'alumini:

- 1) U marc sense trencament PT = 5,9 W/m² K (No compleix la taula 2.1 - per a cap clima)
- 2) U marc amb trencament PT = 4,0 W/m² K
- 3) U marc amb trencament PT = 3,2 W/m² K (Trencament de pont tèrmic > 12mm)

Exemples de vidres:

- 1) U vidre 4-9-4 = 3,0 W/m² K
- 2) U vidre 4-12-6 = 2,0 W/m² K (1 vidre normal + 1 vidre baix emissiu $0,1 < \epsilon \leq 0,2$)
- 3) U vidre 4-12-6 = 1,6 w/m² K (1 vidre normal + 1 vidre baix emissiu $\epsilon \leq 0,03$)

- L'emissivitat és una característica dels cossos. Quant més baixa és, menor és la transferència de calor per radiació.

- L'emissivitat normal ϵ del vidre és de 0,89. Alguns vidres poden estar recoberts d'una capa de baixa emissivitat, amb la qual cosa pot ser que $\epsilon < 0,10$.

Càlcul de la transmitància de l'obertura (U_H):

$$U_H = (1-FM) U_{H,V} + FM U_{H,M}$$

Opcions	U marc $U_{H,M}$ W/m ² K	U vidre $U_{H,V}$ W/m ² K	U obertura U_H W/m ² K
Alumini amb trencament PT (2) i vidre normal 4+9+4 (1)	4	3	3,3
Alumini amb trencament PT (2) i 1 vidre 4 normal +12 ca +6 baix emissiu (2)	4	2	2,6
Alumini amb trencament PT (2) i 1 vidre 4 normal +12 ca +6 baix emissiu (3)	4	1,6	2,3
Alumini amb trencament PT (3) i 1 vidre 4 normal +12 ca +6 baix emissiu (3)	3,2	1,6	2,08

b) Càlcul del factor solar modificat (F) d'obertures i lluernaris

- El Factor solar modificat d'una obertura F_H o d'un lluernari F_L és el percentatge de radiació solar que realment travessa una superfície translúcida, respecte al 100% de la radiació que incidiria sobre ella si no estigués protegida per cap tipus d'ombra (veure apartat 1.2-a).

El DB no estableix un F màxim per a cadascuna de les obertures i lluernaris, considerats individualment (Taula 2.1/TM-3), però si exigeix un F límit per al conjunt de lluernaris i pel conjunt d'obertures amb una mateixa orientació (Taules 2.2/TM-4). Més informació als apartats III.2-Pas 4 i Pas 5c.

- El Factor solar modificat d'una obertura (F_H) o d'un lluernari (F_L) es determinarà utilitzant la següent expressió:

$$F = F_S \cdot [(1 - FM) \cdot g_{\perp} + FM \cdot 0,04 \cdot U_m \cdot \alpha]$$

On:

FM = Fracció del forat ocupada pel marc en el cas de finestres o Fracció de part massissa en el cas de portes

g_{\perp} = Factor solar de la part semitransparent de l'obertura o lluernari quan la radiació incideix perpendicularment.

L'ha de facilitar el fabricant. En absència de dades es pot obtenir amb el mètode descrit a la norma UNE EN 410:1998

Factor solar (g_{\perp}): és el percentatge de radiació solar que travessa una superfície respecte la que travessaria si aquesta superfície fos perfectament transparent.

A major factor solar, entra més radiació

U_m = Transmissió tèrmica del marc de l'obertura o lluernari (W/m^2K).

L'ha de facilitar el fabricant

α = Absortivitat de radiació solar del marc

S'obté de la Taula següent, en funció del color del marc:

TM-18 Absortivitat de radiació solar del marc α
(extret de la Taula E.10 del DB)

Color	Clar	Medi	Obscur
Blanc	0,20	0,30	---
Groc	0,30	0,50	0,70
Beige	0,35	0,55	0,75
Marró	0,50	0,75	0,92
Vermell	0,65	0,80	0,90
Verd	0,40	0,70	0,88
Blau	0,50	0,80	0,95
Gris	0,40	0,65	---
Negre	---	0,96	---

F_S = Factor d'ombra de l'obertura o lluernari

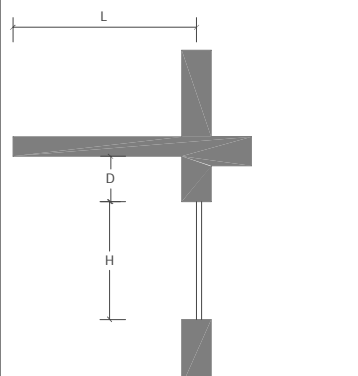
- S'obté de les Taules següents, segons el tipus d'obstacle que proporciona l'ombra
- Si no es justifica adequadament, el valor de F_S s'ha de considerar = 1
- Si s'utilitzen varies taules, F_S serà el resultat de multiplicar els valors obtinguts en cadascuna d'elles
- Les persianes enrrotllables només proporcionen Factor d'ombra si les seves lames són orientables

Factor d'ombra (F_S): és la radiació que realment incideix sobre una obertura, és a dir, el percentatge que no ha estat bloquejat per cap obstacle de façana (voladissos, tendalls, etc.).

A major factor d'ombra, incideix més radiació

Factor d'ombra F_s per a obstacles de façana

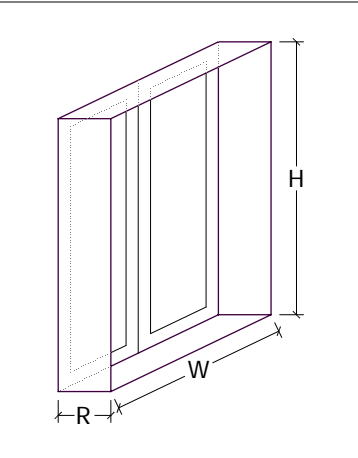
TM-19 Voladissos (extret de la Taula E.11 del DB)



NOTA:
Si hi ha una reculada, la longitud L es mesurarà des del centre de l'envidrament

ORIENTACIÓ DE LA FAÇANA		$0,2 < L/H \leq 0,5$				$0,5 < L/H \leq 1$				$1 < L/H \leq 2$				$L/H > 2$				
		S		SE/SO		E/O		S		SE/SO		E/O		S		SE/SO		E/O
S	D/H	$0 < D/H \leq 0,2$	0,82		0,50		0,28		0,16		0,28		0,16		0,22		0,16	
		$0,2 < D/H \leq 0,5$	0,87		0,64		0,39		0,22		0,39		0,22		0,22		0,22	
		$D/H > 0,5$	0,93		0,82		0,60		0,39		0,60		0,39		0,39		0,39	
SE/SO	D/H	$0 < D/H \leq 0,2$	0,90		0,71		0,43		0,16		0,43		0,16		0,27		0,16	
		$0,2 < D/H \leq 0,5$	0,94		0,82		0,60		0,27		0,60		0,27		0,27		0,27	
		$D/H > 0,5$	0,98		0,93		0,84		0,65		0,84		0,65		0,65		0,65	
E/O	D/H	$0 < D/H \leq 0,2$	0,92		0,77		0,55		0,22		0,55		0,22		0,43		0,22	
		$0,2 < D/H \leq 0,5$	0,96		0,86		0,70		0,43		0,70		0,43		0,43		0,43	
		$D/H > 0,5$	0,99		0,96		0,89		0,75		0,89		0,75		0,75		0,75	

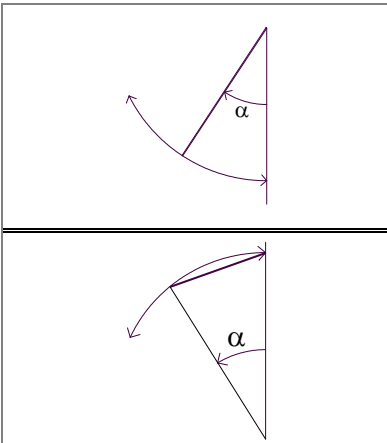
TM-20 Reculades (extret de la Taula E.12 del DB)



ORIENTACIÓ DE LA FAÇANA		$0,05 < R/W \leq 0,1$				$0,1 < R/W \leq 0,2$				$0,2 < R/W \leq 0,5$				$R/W > 0,5$				
		S		SE/SO		E/O		S		SE/SO		E/O		S		SE/SO		E/O
S	R/H	$0,05 < R/H \leq 0,1$	0,82		0,74		0,62		0,39		0,62		0,39		0,39		0,39	
		$0,1 < R/H \leq 0,2$	0,76		0,67		0,56		0,35		0,56		0,35		0,35		0,35	
		$0,2 < R/H \leq 0,5$	0,56		0,51		0,39		0,27		0,39		0,27		0,27		0,27	
		$R/H > 0,5$	0,35		0,32		0,27		0,17		0,27		0,17		0,17		0,17	
SE/SO	R/H	$0,05 < R/H \leq 0,1$	0,86		0,81		0,72		0,51		0,72		0,51		0,51		0,51	
		$0,1 < R/H \leq 0,2$	0,79		0,74		0,66		0,47		0,66		0,47		0,47		0,47	
		$0,2 < R/H \leq 0,5$	0,59		0,56		0,47		0,36		0,59		0,36		0,36		0,36	
		$R/H > 0,5$	0,38		0,36		0,32		0,23		0,38		0,23		0,23		0,23	
E/O	R/H	$0,05 < R/H \leq 0,1$	0,91		0,87		0,81		0,65		0,81		0,65		0,65		0,65	
		$0,1 < R/H \leq 0,2$	0,86		0,82		0,76		0,61		0,76		0,61		0,61		0,61	
		$0,2 < R/H \leq 0,5$	0,71		0,68		0,61		0,51		0,71		0,51		0,51		0,51	
		$R/H > 0,5$	0,53		0,51		0,48		0,39		0,53		0,39		0,39		0,39	

Entenem que si la fusteria està en el pla de façana, $R=0$ i, per tant, el Factor d'ombra F_s és = 1

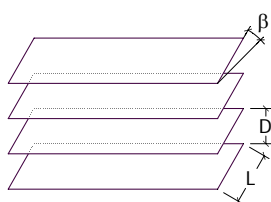
TM-21 Tendals (extret de la Taula E.14 del DB)

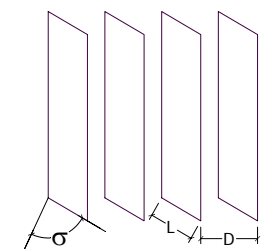


CAS A	Teixits opacs $\tau=0$			Teixits translúcids $\tau=0,2$			
	α	SE/S/SO	E/O	SE/S/SO	E/O		
	30	0,02	0,04	0,22	0,24		
	45	0,05	0,08	0,25	0,28		
	60	0,22	0,28	0,42	0,48		
CAS B	Teixits opacs $\tau=0$			Teixits translúcids $\tau=0,2$			
	α	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	E/O
	30	0,43	0,61	0,67	0,63	0,81	0,87
	45	0,20	0,30	0,40	0,40	0,50	0,60
	60	0,14	0,39	0,28	0,34	0,42	0,48

τ = Transmittància del teixit. Adimensional (segons Apèndix B del DB: Notacions i unitats)

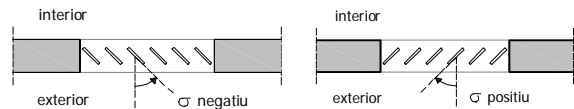
TM-22 Lames (extret de la Taula E.13 del DB)

LAMES HORIZONTALS		Angle d'inclinació de les lames (β)		
	Orientació de la façana	0	30	60
	SUD	0,49	0,42	0,26
	SUDEST/ SUDOEST	0,54	0,44	0,26
	EST/ OEST	0,57	0,45	0,27

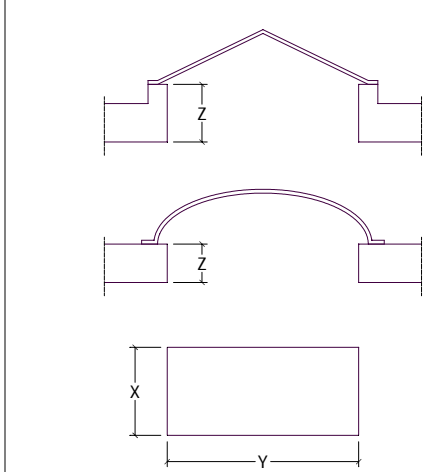
LAMES VERTICALS		Angle d'inclinació de les lames (σ)						
	Orientació de la façana	-60	-45	-30	0	30	45	60
	SUD	0,37	0,44	0,49	0,53	0,47	0,41	0,32
	SUDEST	0,46	0,53	0,56	0,56	0,47	0,40	0,30
	EST	0,39	0,47	0,54	0,63	0,55	0,45	0,32
	OEST	0,44	0,52	0,58	0,63	0,50	0,41	0,29
	SUDOEST	0,38	0,44	0,50	0,56	0,53	0,48	0,38

NOTES:

- Els valors de Factor d'ombra F_s indicats estan calculats per a una relació $D/L \leq 1$
- L'angle σ s'ha de mesurar des de la perpendicular a la façana cap el pla de les lames, considerant-se positiu quan l'amidament es realitza en direcció horària.



TM-23 Factor d'ombra F_s per a lluernaris
(extret de la Taula E.15 del DB)

	X / Z	Y / Z					
		0,1	0,5	1,0	2,0	5,0	10,0
0,1	0,42	0,43	0,43	0,43	0,44	0,44	
0,5	0,43	0,46	0,48	0,50	0,51	0,52	
1,0	0,43	0,48	0,52	0,55	0,58	0,59	
2,0	0,43	0,50	0,55	0,60	0,66	0,68	
5,0	0,44	0,51	0,58	0,66	0,75	0,79	
10,0	0,44	0,52	0,59	0,68	0,79	0,85	

- NOTES: Els valors de Factor d'ombra F_s indicats estan calculats per a lluernaris sensiblement horitzontals. En cas de lluernaris amb planta el·líptica o circular es podrà prendre com a dimensions característiques equivalents els eixos major i menor o bé el diàmetre.

III Càlcul: Opció simplificada/ 2: Procediment- Pas 5b: Càlcul del Factor solar modificat F

Comentaris i Ajudes

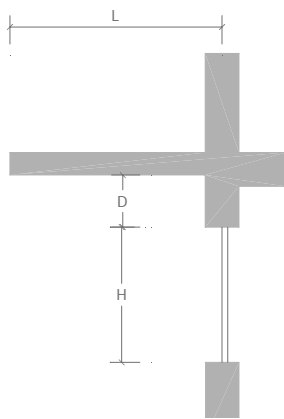
- Cal recordar que a Catalunya el **D. 21/2006 d'Ecoeficiència** obliga a que la part vidrada de **totes** les obertures de **cobertes i façanes orientades a sud-oest ($\pm 90^\circ$) tinguin un Factor solar $\leq 35\%$** . Segons criteris d'aplicació del D. de Medi Ambient i Habitatge, el **Factor solar indicat al Decret s'assimilarà al Factor solar modificat del DB**.

- EXEMPLES DE CÀLCUL DEL FACTOR SOLAR MODIFICAT F:

Aquests exemples són una interpretació dels procediments de càlcul de Transmittàncies inclosos al DB, a l'espera del Catàleg d'Elements Constructius que el *Ministerio de la Vivienda* publicarà en el futur a través del *Instituto Eduardo Torroja*

- 1) Factor solar d'una obertura

EXEMPLE 1: FACTOR SOLAR D'UNA OBERTURA



Dades de l'exemple:

- . Orientació Sud
- . Finestra protegida per ràfec horitzontal i lames horitzontals (inclinació 0°)
- . Superfície forat = $(1,50 \times 1,20) = 1,90 \text{ m}^2$
- . $L = 0,5 \text{ m}$
- . $D = 0,3 \text{ m}$
- . $H = 1,2 \text{ m}$
- . FM (Fracció de forat ocupada pel marc) = 0,3 (en tant per 1)
- . Marc d'alumini de color gris clar
- . U_m (Transmittància del marc) = $3,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ (alumini amb trencament de pont tèrmic)
- . g_{\perp} (Factor solar del vidre) = 0,8

Pas 1: Càlcul del factor d'ombra degut al ràfec

$$\frac{L}{H} = \frac{0,5}{1,2} = 0,42 \quad ; \quad \frac{D}{H} = \frac{0,3}{1,2} = 0,25$$

Amb L/H , D/H i l'orientació de l'obertura, entrem a la Taula E.11 del DB (TM-19) i obtenim el factor d'ombra degut al ràfec

TM-19 Factor d'ombra per a obstacles de façana: Voladís
(extret de la taula E.11 del DB)

ORIENTACIONS DE FAÇANES		$0,2 < L/H \leq 0,5$	$0,5 < L/H \leq 1$	$1 < L/H \leq 2$	$L/H > 2$
S	$0 < D/H \leq 0,2$	0,82	0,50	0,28	0,16
	$0,2 < D/H \leq 0,5$	0,87	0,64	0,39	0,22
	$D/H > 0,5$	0,93	0,82	0,60	0,39
SE/SO	$0 < D/H \leq 0,2$	0,90	0,71	0,43	0,16
	...				

Factor d'ombra voladís = 0,87

Pas 2: Càlcul del factor d'ombra degut a les lames

Amb la inclinació de les lames i l'orientació de l'obertura, entrem a Taula E.13 del DB (TM-22) i obtenim el factor d'ombra degut a les lames.

TM-22 Factor d'ombra per a obstacles de façana: lames
(extret de la taula E.13 del DB)

		Angle d'inclinació (β)		
		0	30	60
ORIENTACIÓ	S	0,49	0,42	0,26
	SE / SO	0,54	0,44	0,26
	...			

Factor d'ombra lames = 0,49

Pas 3: Càlcul del factor d'ombra total de l'obertura

Factor d'ombra (F_s) = F_s ràfec x F_s lames = 0,87 x 0,49 = 0,42

Factor d'ombra de l'obertura (F_s) = **0,42**

Pas 4: Càlcul de l'absortivitat del marc:

D'acord amb la taula E.10 del DB (TM-18):

TM-18 Absortivitat de radiació solar del marc α

Color	Clar	Mig	Fosc
Blanc	0,20	0,30	---
...			
Gris	0,40	0,65	---
...			

Absortivitat del marc (α) = **0,40**

Pas 5 : Càlcul del factor solar modificat de l'obertura:

F_s (Factor d'ombra) = 0,42

FM (Fracció de forat ocupada pel marc) = 0,3

g_{\perp} (Factor solar del vidre) = 0,8

U_m (Transmitància del marc) = 3,2 W/m²K

α (Absortivitat del marc) = 0,40

$$F = F_s \cdot [(1 - FM) \cdot g_{\perp} + FM \cdot 0,04 \cdot U_m \cdot \alpha] = 0,42 \cdot [(1 - 0,3) \cdot 0,8 + 0,3 \cdot 0,04 \cdot 3,2 \cdot 0,4] = 0,24$$

Factor solar modificat (F) = 0,24

c) Càlcul dels paràmetres característics mitjos (U_m i F_m) de cada categoria de Tancaments

Transmitàncies mitjanes U_m

- La Transmitància tèrmica mitjana de cada categoria de tancaments U_m (façanes, cobertes, terres, etc.) no pot superar els **valors límit** establerts per a cada zona climàtica en les **Taules 2.2** del DB (TM-4).

La U_m és la mitjana aritmètica, ponderada segons la seva superfície, de les transmitàncies de cadascun dels tancaments i particions interiors que formen cada família, incloent-hi els ponts tèrmics integrats en façanes i cobertes que tinguin una superfície $> 0,50 \text{ m}^2$. És a dir:

$$U_m = \frac{\sum A \cdot U}{\sum A}$$

El DB entén que les pèrdues energètiques es produeixen a través de la superfície de l'envolvent de l'edifici des de l'interior cap a l'exterior. Per tant, les superfícies de l'envolvent s'han de mesurar des de l'interior de l'edifici

- S'han de calcular les transmitàncies mitjanes de les següents categories de tancaments:

⇒ U_{Mm} : Transmitància mitjana de murs de façana, considerant que:

- s'ha d'incloure en el promig els ponts tèrmics integrats en façanes:
 - contorn de les obertures de façanes P_{F1}
 - pilars de façanes P_{F2} , i
 - caixes de persiana P_{F3}
- s'ha d'incloure en el promig les Transmitàncies de les particions interiors M_2 (murs en contacte amb espai no habitable)
- les mitgeres no entren el càlcul

Tot i que les Transmitàncies límit de façanes indicades en les Taules 2.2 (TM-4) són les mateixes per a qualsevol orientació, és convenient calcular les del projecte per separat (6 orientacions) ja que les fitxes justificatives de l'acompliment del DB així ho requereixen (veure més endavant: [apartat III.3](#) d'aquest manual).

Comentaris i Ajudes

- Es recorda que, a efectes d'aquest DB, s'entén que una **façana** està conformada pel conjunt de tancaments en contacte amb l'aire exterior que tenen la mateixa orientació segons els sectors angulars establerts (més informació a [l'apartat II-c](#) d'aquest manual).

- Més informació sobre **punts tèrmics** a [l'apartat II.c](#): Definició de l'envolvent tèrmica i als [apartats III.2- Pas 3 i Pas 4](#)

⇒ U_{Hm} : Transmitància mitjana de les obertures de façana, considerant que:

- les transmitàncies mitjanes de les obertures són la mitjana de vidres i marcs
- s'ha de calcular separatament la U_{Hm} per a cadascuna de les 6 possibles orientacions de façana

⇒ U_{Tm} : Transmitància mitjana dels tancaments en contacte amb el terreny

⇒ U_{Sm} : Transmitància mitjana de terres (*suelos*)

⇒ U_{Cm} : Transmitància mitjana de cobertes, considerant que:

- s'ha d'incloure en el promig els ponts tèrmics integrats en cobertes:
 - contorn de lluernaris P_C
- s'ha d'incloure en el promig les Transmitàncies de les particions interiors C_2 (cobertes en contacte amb espai no habitable)
- s'ha d'incloure en el promig les Transmitàncies dels lluernaris U_l (mitjana de vidres i marcs)

Factors solars modificats mitjos F_m

- Els Factors solars modificats mitjans d'obertures i de lluernaris F_{Hm} i F_{Lm} no poden superar els **valors límit** establerts per a les diferents orientacions i en cada zona climàtica, en les **Taules 2.2** del DB (TM-4).

La F_m és la mitjana aritmètica, ponderada segons la seva superfície, dels factors solars modificats de les obertures i dels lluernaris. És a dir:

$$F_m = \frac{\sum A \cdot F}{\sum A}$$

- S'han de calcular els Factors solars modificats següents:
- ⇒ F_{Hm} : Factor solar modificat mitjà de les obertures de façana, considerant que:
 - s'han de calcular separatament els F_{Hm} de les obertures que pertanyen
 - a espais amb baixa càrrega interna, o
 - a espais amb alta càrrega interna
 - dintre de cadascun dels grups anteriors (alta/baixa càrrega interna), s'han de calcular separatament els F_{Hm} per a cadascuna de les següents façanes:
 - est
 - oest
 - sud
 - sud-est
 - sud-oest
 - ⇒ F_{Lm} : Factor solar modificat mitjà dels lluernaris

Comentaris i Ajudes

- És remarcable el fet que el DB limiti únicament els Factors solars modificats mitjos (valors límit en les Taules 2.2; veure [apartat III.4-b](#) d'aquest manual) però no els individuals a cadascuna de les obertures i lluernaris (en no aparèixer en la Taula 2.1 de valors màxims; veure [apartat III.4-a](#) d'aquest manual).

És a dir: en un *edifici*, obertures molt protegides de la radiació solar podrien arribar a *compensar* d'altres que no ho estiguin gens, donat que no s'exigeix una mínima protecció solar en cadascuna d'elles. En qualsevol cas, i per tal d'afavorir un mínim confort **sempre és aconsellable dotar de protecció solar a les obertures susceptibles de rebre radiació solar a l'estiu.**

Cal recordar que a Catalunya el **D. 21/2006 d'Ecoeficiència** obliga a que la part vidrada de **totes** les obertures de **cobertes i façanes orientades a sud-oest ($\pm 90^\circ$) tinguin un Factor solar $\leq 35\%$.** Segons criteris d'aplicació del D. de Medi Ambient i Habitatge, **el Factor solar indicat al Decret s'assimilarà al Factor solar modificat del DB.**

- També s'ha de remarcar que el Factor solar modificat mitjà dels lluernaris s'ha de calcular fent la mitja de *tots* els lluernaris de *totes* les cobertes, sense distingir entre zones d'alta o baixa càrrega interna, ni tampoc segons les possibles orientacions dels lluernaris. A l'igual que en les obertures de façanes, **sempre és aconsellable dotar de protecció solar als lluernaris susceptibles de rebre radiació solar a l'estiu.**

- Més informació sobre **alta i baixa càrrega interna** a l'[apartat II-b](#) i sobre el concepte de **façana** a l'[apartat II-c](#) d'aquest manual.

Taula resum dels Paràmetres característics mitjos

Amb correspondència amb la classificació resum dels components de l'envolvent tèrmica establerta per aquest manual, s'ha realitzat la següent Taula que resumeix el procediment de càlcul dels paràmetres mitjos de cada família de tancaments (U_m i F_m):

TM-24 Càlcul dels paràmetres característics mitjos (U_m , F_m) de cada categoria de tancaments (Extret de la Taula 3.1 del DB)

Categoria	Elements	Components i descripció		Paràm. Caract.	Transmitància mitjana U_m
MURS per a cada orientació	Façanes	Murs en contacte amb l'aire exterior	M_1	U_{M1}	$U_{Mm} = \frac{\sum A_M \cdot U_M + \sum A_{PF} \cdot U_{PF}}{\sum A_M + \sum A_{PF}}$ les mitgeres no entren en el càlcul
	Ponts tèrm. façanes	Pont tèrm. contorn d'obertures > 0,5 m ²	P_{F1}	U_{PF1}	
		Pont tèrm. pilars en façana > 0,5 m ²	P_{F2}	U_{PF2}	
		Pont tèrm. caixes de persiana > 0,5 m ²	P_{F3}	U_{PF3}	
	Mitgeres	Mitgeres amb edifici construït/en construcció	M_D	U_{MD}	
Particions vert. Int.	Murs en contacte amb espai no habitable	M_2	U_{M2}		
OBERTURES (HUECOS) per a cada orientació	Obertures façanes	Obertures (<i>huecos</i>) (en aquesta taula, les U de les obertures són la mitjana de vidres i marcs)	H	U_H	$U_{Hm} = \frac{\sum A_H \cdot U_H}{\sum A_H}$ calcular separatament per a cada orientació (nord, sud, est, oest, sud-est i sud-oest)
				F_H	$F_{Hm} = \frac{\sum A_H \cdot F_H}{\sum A_H}$ calcular separatament per a cada orientació (sud, est, oest, sud-est i sud-oest)
TANCAMENTS EN CONTACTE AMB EL TERRENY	Tancaments vert.	Murs en contacte amb el terreny	T_1	U_{T1}	$U_{Tm} = \frac{\sum A_T \cdot U_T}{\sum A_T}$
	Tancaments horitz.	Cobertes enterrades	T_2	U_{T2}	
		Terres (<i>suelos</i>) a profunditat > 0,5 m	T_3	U_{T3}	
TERRES (SUELOS)	Terres (<i>suelos</i>)	Terres recolzats sobre terreny a prof. ≤ 0,5 m	S_1	U_{S1}	$U_{Sm} = \frac{\sum A_S \cdot U_S}{\sum A_S}$
		Terres en contacte amb l'aire exterior	S_3	U_{S3}	
	Particions horit. Int.	Terres en contacte amb espai no habitable	S_2	U_{S2}	
COBERTES I LLUERNARIS	Cobertes	Cobertes en contacte amb l'aire exterior	C_1	U_{C1}	$U_{cm} = \frac{\sum A_C \cdot U_C + \sum A_{PC} \cdot U_{PC} + \sum A_L \cdot U_L}{\sum A_C + \sum A_{PC} + \sum A_L}$
		Cobertes en contacte amb espai no habitable	C_2	U_{C2}	
	Ponts tèrm. cobertes	Ponts tèrmics contorn de lluernaris > 0,5 m ²	P_C	U_{PC}	
	Obertures cobertes	Lluernaris (en aquesta taula, les U dels lluernaris són la mitjana de vidres i marcs)	L	U_L	
F_L					

Comentaris i Ajudes

- En la Taula 3.1 el DB identifica erròniament la transmitància mitjana de les *Terres* amb les sigles U_H . Aquest manual corregeix aquesta errada, identificant-les amb les sigles correctes: U_S
- Ja que el DB no ho especifica, en aquest manual els terres a profunditat = 0,5 m s'han incorporat a la categoria S_1 (Terres recolzats sobre terreny a profunditat < 0,5 m)
- Tot i que el DB no les indica, s'ha cregut oportú identificar la Transmitància mitjana limit dels tancaments en contacte amb el terreny amb sigles pròpies: U_{lim}
- La U_m tracta de limitar les pèrdues energètiques totals de cada família de tancaments: façanes, cobertes, terres, etc. de forma que, dintre de cada família, uns elements puguin compensar d'altres, sempre que tots ells acompleixin individualment els valors màxims de transmitància indicats en la taula 2.1 (TM-3), més permissiva que les taules 2.2 (TM-4).
- Cal remarcar que, mentre que el càlcul de la transmitància mitjana de les façanes i la de les seves obertures es limita per separat, **la transmitància mitjana de les cobertes inclou també la superfície dels lluernaris**
- Malgrat que l'apartat 3.2.2.1 del DB defineix la U_{Mm} com la Transmitància mitjana de murs de *façana* per a cada orientació, la Taula 3.1 del mateix DB també **inclou en el promig les Transmitàncies de les particions verticals interiors en contacte amb espai no habitable**. Per tant, aquestes també s'han de considerar en el càlcul.
No passa el mateix amb les **mitgeres**, les quals no s'han de considerar en el càlcul de la Transmitància mitjana limit de murs i només han de complir, individualment, la Transmitància màxima establerta en la Taula 2.1.
- En el càlcul de la superfície transparent de les façanes només s'inclouen les parts d'aquestes que conformen l'envolvent tèrmica de l'edifici. Per tant no afectaria als locals comercials ubicats en edificis amb altre ús, si aquests s'han considerat com a espais no habitables i, per tant, es troben fora de l'envolvent.
Més informació a l'apartat **II-c** d'aquest manual (Dades Prèvies).
- El factor solar dels lluernaris no es limita en funció de la seva orientació, com succeeix amb les obertures de façana.
- A efectes de demanda energètica, els **punts tèrmics** que cal considerar només són els integrats en façana: contorn d'obertures, pilars de façana i caixes de persiana. Més informació sobre punts tèrmics a l'**apartat II.c** (Definició de l'envolvent tèrmica) i als **apartats III.2- Pas 3 i Pas 4**.
- Es recorda que, a efectes d'aquest DB, s'entén que **una façana** està conformada pel conjunt d'aquests tancaments que tenen la mateixa orientació segons els sectors angulars establerts pel DB (més informació a l'**apartat II-c** d'aquest manual).

Pas 6: Limitar la demanda energètica: Comprovació que els valors dels paràmetres característics obtinguts són inferiors als de referència

Un cop calculats els paràmetres característics de l'edifici (Pas 5) s'ha de verificar que són inferiors als paràmetres característics de referència de la zona climàtica corresponent (Pas 4).

- 1) Comprovació dels paràmetres característics màxims:
 - Transmissió màxima $U_{m\grave{a}x}$ de cadascun dels tancaments i particions interiors en contacte amb espai no habitable
→ Valors màxims en la Taula 2.1 del DB (TM-3)
- 2) Comprovació dels paràmetres característics límit:
 - Transmissió límit U_{lim} de cada categoria de tancaments, i
 - Factor solar modificat límit F_{lim} en les obertures i en els lluernaris
→ Valors límit en les Taules 2.2 del DB (TM-4)

1) Comprovació de Transmissió màximes $U_{m\grave{a}x}$

TM-3 Transmissió tèrmica màxima de tancaments i particions interiors de l'envoltant tèrmica $U_{m\grave{a}x}$ (W/m²°K)
(extreta de la Taula 2.1 del DB)

Categoria	Elements	Components i descripció	Paràm. Caract.	Zona climàtica					
				A	B	C	D	E	
MURS	Façanes	Murs en contacte amb l'aire exterior	M ₁	$U_{M1} \leq$	1,22	1,07	0,95	0,86	0,74
	Ponts tèrm. façanes	Pont tèrm. contorn d'obertures > 0,5 m ²	P _{F1}	$U_{PF1} \leq$	---	---	---	---	---
		Pont tèrm. pilars en façana > 0,5 m ²	P _{F2}	$U_{PF2} \leq$	---	---	---	---	---
		Pont tèrm. caixes de persiana > 0,5 m ²	P _{F3}	$U_{PF3} \leq$	---	---	---	---	---
	Mitgeres	Mitgeres amb edifici construït/en construcció	MD	$U_{MD} \leq$	1,22	1,07	1,00	1,00	1,00
Particions vert. Int.	Murs en contacte amb espai no habitable	M ₂	$U_{M2} \leq$	1,22	1,07	0,95	0,86	0,74	
OBERTURES (HUECOS)	Obertures façanes	Obertures (<i>huecos</i>) (en aquesta taula, les U de vidres i marcs s'han de comparar per separat)	H	$U_{H-VIDRE} \leq$	5,70	5,70	4,40	3,50	3,10
				$U_{H-MARC} \leq$	5,70	5,70	4,40	3,50	3,10
TANCAMENTS EN CONTACTE AMB EL TERRENY	Tancaments vert.	Murs en contacte amb el terreny (només el 1er metre)	T ₁	$U_{T1} \leq$	1,22	1,07	0,95	0,86	0,74
	Tancaments horitz.	Cobertes enterrades	T ₂	$U_{T2} \leq$	---	---	---	---	---
		Terres (<i>suelos</i>) a profunditat > 0,5 m	T ₃	$U_{T3} \leq$	---	---	---	---	---
TERRES (SUELOS)	Terres (<i>suelos</i>)	Terres recolzats sobre terreny a prof. ≤ 0,5 m (només el 1er metre)	S ₁	$U_{S1} \leq$	1,22	1,07	0,95	0,86	0,74
		Terres en contacte amb l'aire exterior	S ₃	$U_{S3} \leq$	0,69	0,68	0,65	0,64	0,62
	Particions horit. Int.	Terres en contacte amb espai no habitable	S ₂	$U_{S2} \leq$	1,22	1,07	0,95	0,86	0,74
COBERTES I LLUERNARIS	Cobertes	Cobertes en contacte amb l'aire exterior	C ₁	$U_{C1} \leq$	0,65	0,59	0,53	0,49	0,46
		Cobertes en contacte amb espai no habitable	C ₂	$U_{C2} \leq$	1,22	1,07	0,95	0,86	0,74
	Ponts tèrm. cobertes	Ponts tèrmics contorn de lluernaris > 0,5 m ²	P _C	$U_{PC} \leq$	---	---	---	---	---
	Obertures cobertes	Lluernaris (en aquesta taula, les U de vidres i marcs s'han de comparar per separat)	L	$U_{L-VIDRE} \leq$	5,70	5,70	4,40	3,50	3,10
$U_{L-MARC} \leq$	5,70	5,70		4,40	3,50	3,10			
En edificis d'habitatge	Particions interiors que limiten unitats d'ús amb sistema de calefacció previst, amb zones comuns no calefactades	ZC	$U_{ZC} \leq$	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	

2) Comprovació de Paràmetres Límit U_{lim} i F_{lim}

TM-25 Comprovació dels Paràmetres mitjos, U_m , F_m de cada categoria de tancaments (Extret de la Taula 3.1 del DB)

Categoria	Elements	Components i descripció	Paràm. Caract.	Transmitància mitjana U_m	Comparació en Taules 2.2
MURS per a cada orientació	Façanes	Murs en contacte amb l'aire exterior	M_1 U_{M1}	$U_{Mm} = \frac{\sum A_M \cdot U_M + \sum A_{PF} \cdot U_{PF}}{\sum A_M + \sum A_{PF}}$ les mitgeres no entren en el càlcul	$U_{Mm} \leq U_{Mlim}$
	Ponts tèrm. façanes	Pont tèrm. contorn d'obertures > 0,5 m ²	P_{F1} U_{PF1}		
		Pont tèrm. pilars en façana > 0,5 m ²	P_{F2} U_{PF2}		
		Pont tèrm. caixes de persiana > 0,5 m ²	P_{F3} U_{PF3}		
	Mitgeres	Mitgeres amb edifici construït/en construcció	MD U_{MD}		
Particions vert. Int.	Murs en contacte amb espai no habitable	M_2 U_{M2}			
OBERTURES (HUECOS) per a cada orientació	Obertures façanes	Obertures (<i>huecos</i>) (en aquesta taula, les U de les obertures són la mitjana de vidres i marcs)	H U_H	$U_{Hm} = \frac{\sum A_H \cdot U_H}{\sum A_H}$ calcular separatament per a cada orientació (nord, sud, est, oest, sud-est i sud-oest)	$U_{Hm} \leq U_{Hlim}$
			F_H	$F_{Hm} = \frac{\sum A_H \cdot F_H}{\sum A_H}$ calcular separatament per a cada orientació (sud, est, oest, sud-est i sud-oest)	$F_{Hm} \leq F_{Hlim}$
TANCAMENTS EN CONTACTE AMB EL TERRENY	Tancaments vert.	Murs en contacte amb el terreny	T_1 U_{T1}	$U_{Tm} = \frac{\sum A_T \cdot U_T}{\sum A_T}$	$U_{Tm} \leq U_{Tlim}$ (1)
	Tancaments horitz.	Cobertes enterrades	T_2 U_{T2}		
		Terres (<i>suelos</i>) a profunditat > 0,5 m	T_3 U_{T3}		
TERRES (SUELOS)	Terres (<i>suelos</i>)	Terres recolzats sobre terreny a prof. ≤ 0,5 m	S_1 U_{S1}	$U_{Sm} = \frac{\sum A_S \cdot U_S}{\sum A_S}$	$U_{Sm} \leq U_{Slim}$
		Terres en contacte amb l'aire exterior	S_3 U_{S3}		
	Particions horit. Int.	Terres en contacte amb espai no habitable	S_2 U_{S2}		
COBERTES I LLUERNARIS	Cobertes	Cobertes en contacte amb l'aire exterior	C_1 U_{C1}	$U_{Cm} = \frac{\sum A_C \cdot U_C + \sum A_{PC} \cdot U_{PC} + \sum A_L \cdot U_L}{\sum A_C + \sum A_{PC} + \sum A_L}$	$U_{Cm} \leq U_{Clim}$
		Cobertes en contacte amb espai no habitable	C_2 U_{C2}		
	Ponts tèrm. cobertes	Ponts tèrmics contorn de lluernaris > 0,5 m ²	P_C U_{PC}		
	Obertures cobertes	Lluernaris (en aquesta taula, les U dels lluernaris són la mitjana de vidres i marcs)	L U_L		
F_L			$F_{Lm} = \frac{\sum A_F \cdot F_L}{\sum A_F}$ no influeix l'orientació	$F_{Lm} \leq F_{Llim}$	

(1) Tot i que el DB no les indica, aquest manual identifica la Transmissió límit dels tancaments en contacte amb el terreny amb sigles pròpies: U_{Tlim}

- **A més, en el cas d'una façana amb un percentatge d'obertures > al 60% de la seva superfície**, i sempre que l'àrea d'aquesta façana- formada per tots els tancaments amb la mateixa orientació (veure FM-1)- sigui inferior al sumatori de les àrees de totes les façanes de l'edifici:

→ la U_{M1} d'aquesta façana (incloent-hi part massissa i obertures), ha de ser ≤ a la U_{Mlim} indicada en la Taula 2.2 corresponent, per a un percentatge d'obertures del 60% (apartat 3.2.2.2-3 del DB).

En la comparativa de transmissió no es tindran en compte els ponts tèrmics.

Comentaris i Ajudes

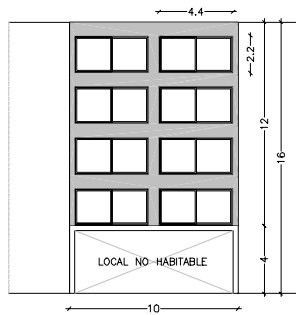
- La possibilitat de sobrepassar el límit del 60% d'obertures en façanes de poca superfície respecte a la total, no es dona en cobertes, en les quals la superfície de lluernaris ha de ser < 5% , sense excepcions.

EXEMPLE:

Façana orientada a Sud, amb el 65% d'obertures, la superfície de la qual és < al 10% de la suma de les àrees de totes les façanes de l'edifici, el qual es troba en zona climàtica C2.

Les superfícies es mesuren per l'interior:

Façana projectada
(65% d'obertures)

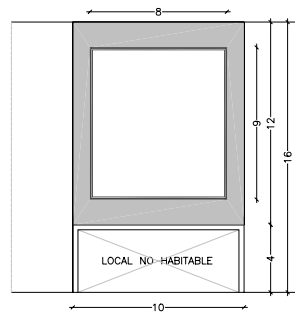


$A_{TOTAL} = 120 \text{ m}^2$
 $A_H = 77,44 \text{ m}^2$
 $A_M = 42,56 \text{ m}^2$
 $U_H^{(1)} = 3,4 \text{ W/m}^2\text{K}$
 $U_M^{(2)} = 0,67 \text{ W/m}^2\text{K}$

(1) 20% de marc d'alumini amb trencament de pont tèrmic, doble vidre 4/6/4

(2) Façana de dos fulls, amb 3 cm d'aïllament

Façana de referència
(60% d'obertures i valors límit de la Taula 2.2)



$A_{TOTAL} = 120 \text{ m}^2$
 $A_H = 60\% A_T = 72 \text{ m}^2$
 $A_M = 48 \text{ m}^2$
 $U_H = 3,5 \text{ W/m}^2\text{K}$
 (vidre i marc)
 $U_M = 0,73 \text{ W/m}^2\text{K}$

$$U_{mijtana} = \frac{U_H \cdot A_H + U_M \cdot A_M}{\sum A_H + A_M} = 2,43 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_{mitjana} = \frac{U_H \cdot A_H + U_M \cdot A_M}{\sum A_H + A_M} = 2,39 \text{ W/m}^2\text{K}$$

2,43 W/m²K > 2,39 W/m²K → **No compleix**

Recàlcul de la façana:

Opció A: millora del vidre, $U_H^{(3)} = 3,2 \text{ W/m}^2\text{K}$

(3) 20% de marc d'alumini amb trencament de pont tèrmic, doble vidre 4/9/6

2,3 W/m²K < 2,39 W/m²K → **Compleix**

Opció B: millora de l'aïllament, $U_M^{(4)} = 0,494 \text{ W/m}^2\text{K}$

(4) Façana convencional de dos fulls, amb 5 cm d'aïllament

2,37 W/m²K < 2,39 W/m²K → **Compleix**

Pas 7: Limitar la presència de condensacions superficials i intersticials

- a) Condicions interiors i exteriors de càlcul
- b) Condensacions superficials: càlcul del factor f_{Rsi}
- c) Condensacions intersticials: distribució de pressions de vapor dels tancaments

a) Condicions interiors i exteriors de càlcul

Condicions interiors per al càlcul:

→ Si no hi ha dades precises:

T interior	HR interior		usos
20°C	higrometria 5	70%	bugaderies, piscines...
	higrometria 4	62%	restaurants, cuines industrials, polisportius, dutxes col·lectives..
	higrometria ≤ 3	55%	residencial, espais no indicats anteriorment

- Si es disposa de la dada d'humitat relativa interior i aquesta es manté constant, per exemple degut a un sistema de climatització:
 - es podrà utilitzar aquesta dada en el càlcul afegint-hi 0,05 com a marge de seguretat
- Si es coneix el ritme de producció d'humitat interior G i la taxa de renovació d'aire n ,
 - es podrà calcular la humitat relativa interior ϕ_i (%) per a qualsevol mes de l'any amb el mètode descrit en l'apartat G.3.2 del DB

Condicions exteriors per al càlcul:

- La temperatura i la humitat relativa exterior de càlcul seran els valors mitjos per al mes de gener de la localitat on s'ubiqui l'edifici: T_{med} i HR_{med}
- En capitals de província, els valors es prendran de la taula G.2 del DB (TM-27)
- En localitats que no siguin capitals de província:
 - ⇒ si hi han dades climàtiques contrastades, es podran utilitzar
 - ⇒ si no hi han dades climàtiques contrastades:
 - si la localitat es troba a ménys altura que la capital de província:
 - $T_{med} = T_{med}$ de la capital
 - $HR = HR$ de la capital
 - si la localitat es troba a més altura que la capital de província:
 - $T_{med} = T_{med}$ de la capital - 1°C per cada 100m de diferència d'altura entre les dues
 - La humitat relativa HR es calcularà suposant que la humitat *absoluta* de la localitat = a la humitat *absoluta* de la capital de província, de la forma següent:
 - 1r. Calcular la pressió de saturació de la capital de província P_{sat} (en Pa) a partir de la seva temperatura exterior (°C) per al mes de càlcul (gener):

$$\text{Si la temperatura } (\theta) \text{ és } \geq 0 \quad P_{sat} = 610,5 \cdot e^{\frac{17,269 \cdot \theta}{237,3 + \theta}}$$

$$\text{Si la temperatura } (\theta) \text{ és } < 0 \quad P_{sat} = 610,5 \cdot e^{\frac{21,875 \cdot \theta}{265,5 + \theta}}$$

(e = constant de Euler = 2,71828...)

III Càlcul: Opció simplificada/ 2: Procediment- Pas 7: Condensacions

2n. Calcular la pressió de vapor de la capital de província P_e (en Pa):

$$P_e = \phi_e \cdot P_{sat}(\theta_e) \quad \text{on } \phi_e = \text{HR de la capital de província per al mes de càlcul}$$

3r. Calcular la pressió de saturació de la localitat $P_{sat,loc}$ (en Pa) a partir de la seva temperatura exterior ($^{\circ}\text{C}$) per al mes de càlcul (gener):

$$\text{Si la temperatura } (\theta) \text{ és } \geq 0 \quad P_{sat,loc} = 610,5 \cdot e^{\frac{17,269 \cdot \theta}{237,3 + \theta}}$$

$$\text{Si la temperatura } (\theta) \text{ és } < 0 \quad P_{sat,loc} = 610,5 \cdot e^{\frac{21,875 \cdot \theta}{265,5 + \theta}}$$

e = constant de Euler = 2,71828...

4t. Finalment, calcular la humitat relativa de la localitat per al mes de càlcul:

$$\phi_{e,loc} = P_e / P_{sat,loc}(\theta_{e,loc})$$

Comentaris i Ajudes

- 1 Pa = 0,0075 mmHg = 1 N/m²

b) Comprovació de la limitació de les condensacions superficials

- Les condensacions superficials en els tancaments i particions interiors que componen l'envolvent tèrmica de l'edifici, es limitaran de forma que s'eviti la formació de floridures en la seva superfície interior. Per aconseguir això, en aquelles superfícies interiors dels tancaments que puguin absorbir aigua o siguin susceptibles de degradar-se i especialment en els ponts tèrmics dels mateixos, la humitat relativa mitjana mensual en la seva superfície serà inferior al 80%.
- Les condensacions superficials es limiten **comprovant que el Factor de temperatura de la superfície interior f_{Rsi}** d'un tancament o d'un pont tèrmic, per a les condicions interiors i exteriors corresponents al **mes de gener, és superior a un valor mínim** establert per a cada zona climàtica en la Taula 3.2 del DB (TM-26).

El f_{Rsi} és un valor adimensional que relaciona les temperatures de l'ambient exterior a l'hivern i la de disseny de l'ambient interior (establerta en 20 $^{\circ}\text{C}$), amb la de la superfície interior del tancament, de forma que es garanteixi que aquesta és superior a la de rosada i no es produiran condensacions. Conseqüentment, el f_{Rsi} **augmenta a mesura que ho fa el grau d'aïllament del tancament**.

TM-26 Factor de temperatura de la superfície interior mínim $f_{Rsi, min}$
(extret de la Taula 3.2 del DB)

Categoria de l'espai	Zona A	Zona B	Zona C	Zona D	Zona E
Classe d'higrometria 5	0,80	0,80	0,80	0,90	0,90
Classe d'higrometria 4	0,66	0,66	0,69	0,75	0,78
Classe d'higrometria 3 o inferior	0,50	0,52	0,56	0,61	0,64

Comentaris i Ajudes

Espais de classe d'higrometria 5: espais en els que es prevegi una gran producció d'humitat, com per exemple bugaderies i piscines.

Espais de classe d'higrometria 4: espais en els que es prevegi una alta producció d'humitat, com per exemple cuines industrials, restaurants, pavellons esportius, dutxes col·lectives o d'altres d'ús similar.

Espais de classe d'higrometria 3: espais en els que no es prevegi una alta producció d'humitat. S'inclou en aquesta categoria tots els espais **d'edificis residencials** i la resta d'espais no indicats anteriorment

→ **Elements constructius a comprovar**

Tancaments i particions interiors

- ⇒ En espais d'higrometria 5:
 - Les condensacions superficials s'han de comprovar en tots els tancaments i particions interiors
 - Exempts de comprovació:
 - tancaments en contacte amb el terreny, i
 - particions interiors que limiten amb locals amb baixa producció de vapor d'aigua
- ⇒ En espais d'higrometria ≤ 4 :
 - Les condensacions superficials no s'han de comprovar.
En aquests espais, l'acompliment dels valors de Transmissió màxima de la Taula 2.1 del DB (TM-3) garanteix que el f_{Rsi} és superior al mínim requerit (apartat 3.2.3.1 del DB)

Ponts tèrmics:

- Les condensacions superficials s'han de comprovar en tots els ponts tèrmics de qualsevol tipus d'espai, sigui quin sigui la seva higrometria.

→ **Càlcul del factor f_{Rsi}**

El càlcul es realitza de dues formes diferents, segons el tipus d'element constructiu a comprovar:

En tancaments, particions interiors i ponts tèrmics integrats en els tancaments
(pilars de façana, caixes de persiana i contorn d'obertures de façanes i cobertes)

- $f_{Rsi} = 1 - U \times 0,25$ $U =$ Transmissió tèrmica del tancament, partició interior o pont tèrmic integrat en el tancament ($W/m^2 \cdot K$)

Tal com s'ha indicat a l'apartat anterior, en espais d'higrometria ≤ 4 l'acompliment dels valors de $U_{m\grave{a}x}$ de la Taula 2.1 del DB (TM-3) garanteix que el f_{Rsi} és superior al mínim requerit

Comentaris i Ajudes

- A l'apartat G.2.1.1 del DB s'indica aquesta expressió pel càlcul del f_{Rsi} per a tots els ponts tèrmics integrats en els tancaments, tot i el seu diferent comportament tèrmic (flux unidireccional en pilars; tridimensional en contorn d'obertures. Veure [apartat II-c](#)).

En els ponts tèrmics formats per trobades entre tancaments

(fronts de forjats, cantonades, encontres entre façanes i cobertes, soleres, murs enterrats, etc.)

- amb els procediments indicats en les normes UNE EN ISO 10211-1 i 10211-2, ó
- recórrer als Documents Reconeputs que indiquin, per a cada tipus de pont tèrmic i amb solucions constructives determinades, el factor de temperatura superficial interior corresponent.

Val a dir que els procediments de càlcul establerts en les normes UNE són molt complexes, ja que parteixen d'una distribució de temperatures tridimensional. Per tant, la forma més viable de conèixer el factor f_{Rsi} és la consulta dels Documents Reconeputs.

TM-27 Dades climàtiques mensuals de capitals de província (T en °C i HR en %)
(extret de la Taula G.2 del DB)

Localidad		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Albacete	T _{med}	5,0	6,3	8,5	10,9	15,3	20,0	24,0	23,7	20,0	14,1	8,5	5,3
	HR _{med}	78	70	62	60	54	50	44	50	58	70	77	79
Alicante	T _{med}	11,6	12,4	13,8	15,7	18,6	22,2	25,0	25,5	23,2	19,1	15,0	12,1
	HR _{med}	67	65	63	65	65	65	64	68	69	70	69	68
Almería	T _{med}	12,4	13,0	14,4	16,1	18,7	22,3	25,5	26,0	24,1	20,1	16,2	13,3
	HR _{med}	70	68	66	65	67	65	64	66	66	69	70	69
Avila	T _{med}	3,1	4,0	5,6	7,6	11,5	16,0	19,9	19,4	16,5	11,2	6,0	3,4
	HR _{med}	75	70	62	61	55	50	39	40	50	65	73	77
Badajoz	T _{med}	8,7	10,1	12,0	14,2	17,9	22,3	25,3	25,0	22,6	17,4	12,1	9,0
	HR _{med}	80	76	69	66	60	55	50	50	57	68	77	82
Barcelona	T _{med}	8,8	9,5	11,1	12,8	16,0	19,7	22,9	23,0	21,0	17,1	12,5	9,6
	HR _{med}	73	70	70	70	72	70	69	72	74	74	74	71
Bilbao	T _{med}	8,9	9,6	10,4	11,8	14,6	17,4	19,7	19,8	18,8	16,0	11,8	9,5
	HR _{med}	73	70	70	72	71	72	73	75	74	74	74	74
Burgos	T _{med}	2,6	3,9	5,7	7,6	11,2	15,0	18,4	18,3	15,8	11,1	5,8	3,2
	HR _{med}	86	80	73	72	69	67	61	62	67	76	83	86
Caceres	T _{med}	7,8	9,3	11,7	13,0	16,6	22,3	26,1	25,4	23,6	17,4	12,0	8,8
	HR _{med}	55	53	60	63	65	76	76	76	78	74	65	57
Cádiz	T _{med}	12,8	13,5	14,7	16,2	18,7	21,5	24,0	24,5	23,5	20,1	16,1	13,3
	HR _{med}	77	75	70	71	71	70	69	69	70	73	76	77
Castellón	T _{med}	10,1	11,1	12,7	14,2	17,2	21,3	24,1	24,5	22,3	18,3	13,5	11,2
	HR _{med}	68	66	64	66	67	66	66	69	71	71	73	69
Ceuta	T _{med}	11,5	11,6	12,6	13,9	16,3	18,8	21,7	22,2	20,2	17,7	14,1	12,1
	HR _{med}	87	87	88	87	87	87	87	87	89	89	88	88
Ciudad Real	T _{med}	5,7	7,2	9,6	11,9	16,0	20,8	25,0	24,7	21,0	14,8	9,1	5,9
	HR _{med}	80	74	66	65	59	54	47	48	57	68	78	82
Córdoba	T _{med}	9,5	10,9	13,1	15,2	19,2	23,1	26,9	26,7	23,7	18,4	12,9	9,7
	HR _{med}	80	75	67	65	58	53	46	49	55	67	76	80
A Coruña	T _{med}	10,2	10,5	11,3	12,1	14,1	16,4	18,4	18,9	18,1	15,7	12,7	10,9
	HR _{med}	77	76	74	76	78	79	79	79	79	79	79	78
Cuenca	T _{med}	4,2	5,2	7,4	9,6	13,6	18,2	22,4	22,1	18,6	12,9	7,6	4,8
	HR _{med}	78	73	64	62	58	54	44	46	56	68	76	79
Girona	T _{med}	6,8	7,9	9,8	11,6	15,4	19,4	22,8	22,4	19,9	15,2	10,2	7,7
	HR _{med}	77	73	71	71	70	67	62	68	72	76	77	75
Granada	T _{med}	6,5	8,4	10,5	12,4	16,3	21,1	24,3	24,1	21,1	15,4	10,6	7,4
	HR _{med}	76	71	64	61	56	49	42	42	53	62	73	77
Guadalajara	T _{med}	5,5	6,8	8,8	11,6	15,3	19,8	23,5	22,8	19,5	14,1	9,0	5,9
	HR _{med}	80	76	69	68	67	62	53	54	61	72	79	81
Huelva	T _{med}	12,2	12,8	14,4	16,5	19,2	22,2	25,3	25,7	23,7	20,0	15,4	12,5
	HR _{med}	76	72	66	63	60	59	54	54	60	67	72	75
Huesca	T _{med}	4,7	6,7	9,0	11,3	15,3	19,5	23,3	22,7	19,7	14,6	8,7	5,3
	HR _{med}	80	73	64	63	60	56	48	53	61	70	78	81
Jaén	T _{med}	8,7	9,9	12,0	14,3	18,5	23,1	27,2	27,1	23,6	17,6	12,2	8,7
	HR _{med}	77	72	67	64	59	53	44	45	55	67	75	77
León	T _{med}	3,1	4,4	6,6	8,6	12,1	16,4	19,7	19,1	16,7	11,7	6,8	3,8
	HR _{med}	81	75	66	63	60	57	52	53	60	72	78	81
Lleida	T _{med}	5,5	7,8	10,3	13,0	17,1	21,2	24,6	24,0	21,1	15,7	9,2	5,8
	HR _{med}	81	69	61	56	55	54	47	54	62	70	77	82
Logroño	T _{med}	5,8	7,3	9,4	11,5	15,1	19,0	22,2	21,8	19,2	14,4	9,1	6,3
	HR _{med}	75	68	62	61	59	56	55	56	61	69	73	76
Lugo	T _{med}	5,8	6,5	7,8	9,5	11,7	14,9	17,2	17,5	16,0	12,5	8,6	6,3
	HR _{med}	85	81	77	77	76	76	75	75	77	82	84	85

III Càlcul: Opció simplificada/ 2: Procediment- Pas 7: Condensacions

Localidad		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Madrid	T _{med}	6,2	7,4	9,9	12,2	16,0	20,7	24,4	23,9	20,5	14,7	9,4	6,4
	HR _{med}	71	66	56	55	51	46	37	39	50	63	70	73
Málaga	T _{med}	12,2	12,8	14,0	15,8	18,7	22,1	24,7	25,3	23,1	19,1	15,1	12,6
	HR _{med}	71	70	66	65	61	59	60	63	65	70	72	72
Melilla	T _{med}	13,2	13,8	14,6	15,9	18,3	21,5	24,4	25,3	23,5	20,0	16,6	14,1
	HR _{med}	72	72	71	70	69	68	67	68	72	75	74	73
Murcia	T _{med}	10,6	11,4	12,6	14,5	17,4	21,0	23,9	24,6	22,5	18,7	14,3	11,3
	HR _{med}	72	69	69	68	70	71	72	74	73	73	73	73
Ourense	T _{med}	7,4	9,3	10,7	12,4	15,3	19,3	21,9	21,7	19,8	15,0	10,6	8,2
	HR _{med}	83	75	69	70	67	64	61	62	64	73	83	84
Oviedo	T _{med}	7,5	8,5	9,5	10,3	12,8	15,8	18,0	18,3	17,4	14,0	10,4	8,7
	HR _{med}	77	75	74	77	79	80	80	80	78	78	78	76
Palencia	T _{med}	4,1	5,6	7,5	9,5	13,0	17,2	20,7	20,3	17,9	13,0	7,6	4,4
	HR _{med}	84	77	71	70	67	64	58	59	63	73	80	85
Palma de Mallorca	T _{med}	11,6	11,8	12,9	14,7	17,6	21,8	24,6	25,3	23,5	20,0	15,6	13,0
	HR _{med}	71	69	68	67	69	69	67	71	73	72	72	71
Palmas, Las	T _{med}	17,5	17,6	18,3	18,7	19,9	21,4	23,2	24,0	23,9	22,5	20,4	18,3
	HR _{med}	68	67	65	66	65	67	66	67	69	70	70	68
Pamplona	T _{med}	4,5	6,5	8,0	9,9	13,3	17,3	20,5	20,3	18,2	13,7	8,3	5,7
	HR _{med}	80	73	68	66	66	62	58	61	61	68	76	79
Pontevedra	T _{med}	9,9	10,7	11,9	13,6	15,4	18,8	20,7	20,5	19,1	16,1	12,6	10,3
	HR _{med}	74	73	69	67	68	66	65	65	69	72	73	74
S ,Sebastian	T _{med}	7,9	8,5	9,4	10,7	13,5	16,1	18,4	18,7	18,0	15,2	10,9	8,6
	HR _{med}	76	74	74	79	79	82	82	83	79	76	76	76
Salamanca	T _{med}	3,7	5,3	7,3	9,6	13,4	17,8	21,0	20,3	17,5	12,3	7,0	4,1
	HR _{med}	85	78	69	66	62	58	50	53	62	74	82	86
Santa Cruz de Tenerife	T _{med}	17,9	18,0	18,6	19,1	20,5	22,2	24,6	25,1	24,4	22,4	20,7	18,8
	HR _{med}	66	66	62	61	60	59	56	58	63	65	67	66
Santander	T _{med}	9,7	10,3	10,8	11,9	14,3	17,0	19,3	19,5	18,5	16,1	12,5	10,5
	HR _{med}	71	71	71	74	75	77	77	78	77	75	73	72
Segovia	T _{med}	4,1	5,2	7,1	9,1	13,1	17,7	21,6	21,2	17,9	12,6	7,3	4,3
	HR _{med}	75	71	65	65	61	55	47	49	55	65	73	78
Sevilla	T _{med}	10,7	11,9	14,0	16,0	19,6	23,4	26,8	26,8	24,4	19,5	14,3	11,1
	HR _{med}	79	75	68	65	59	56	51	52	58	67	76	79
Soria	T _{med}	2,9	4,0	5,8	8,0	11,8	16,1	19,9	19,5	16,5	11,3	6,1	3,4
	HR _{med}	77	73	68	67	64	60	53	54	60	70	76	78
Tarragona	T _{med}	10,0	11,3	13,1	15,3	18,4	22,2	25,3	25,3	22,7	18,4	13,5	10,7
	HR _{med}	66	63	59	59	61	60	59	62	67	70	68	66
Teruel	T _{med}	3,8	4,8	6,8	9,3	12,6	17,5	21,3	20,6	17,9	12,1	7,0	4,5
	HR _{med}	72	67	60	60	60	55	50	54	59	66	71	76
Toledo	T _{med}	6,1	8,1	10,9	12,8	16,8	22,5	26,5	25,7	22,6	16,2	10,7	7,1
	HR _{med}	78	72	59	62	55	47	43	45	54	68	77	81
Valencia	T _{med}	10,4	11,4	12,6	14,5	17,4	21,1	24,0	24,5	22,3	18,3	13,7	10,9
	HR _{med}	63	61	60	62	64	66	67	69	68	67	66	64
Valladolid	T _{med}	4,1	6,1	8,1	9,9	13,3	18,0	21,5	21,3	18,6	12,9	7,6	4,8
	HR _{med}	82	72	62	61	57	52	44	46	53	67	77	83
Vitoria	T _{med}	4,6	6,0	7,2	9,2	12,4	15,6	18,3	18,5	16,5	12,7	7,5	5,0
	HR _{med}	83	78	72	71	71	71	69	70	70	74	81	83
Zamora	T _{med}	4,3	6,3	8,3	10,5	14,0	18,5	21,8	21,3	18,7	13,4	8,1	4,9
	HR _{med}	83	75	65	63	59	54	47	50	58	70	79	83
Zaragoza	T _{med}	6,2	8,0	10,3	12,8	16,8	21,0	24,3	23,8	20,7	15,4	9,7	6,5
	HR _{med}	76	69	60	59	55	52	48	54	61	70	75	77

c) Condensacions intersticials

- Les condensacions intersticials en els tancaments i particions interiors que conformen l'envolvent tèrmica de l'edifici es limitaran de forma que no produeixin una disminució significativa de les seves prestacions tèrmiques o suposin un risc de degradació o pèrdua de la seva vida útil.
- **No s'admeten condensacions intersticials en els aïllaments**, llevat que es justifiqui adequadament en el projecte.
- **Si es produeixen condensacions en altres capes** s'haurà de comprovar que la quantitat d'aigua condensada en cada període anual és \leq a la quantitat d'aigua evaporada possible en el mateix període
- **Elements constructius a comprovar:**

Tancaments i particions interiors

- Les condensacions intersticials s'han de comprovar en tots els tancaments i particions interiors
- Exempts de comprovació:
 - tancaments en contacte amb el terreny, i
 - tancaments amb barrera de vapor en la cara calenta
En particions interiors en contacte amb espais no habitables on es preveu gran producció d'humitat la barrera de vapor s'ha de col·locar del costat de l'espai no habitable

Punts tèrmics

- Les condensacions intersticials no s'han de comprovar

→ Comprovació en Tancaments i particions interiors:

El procediment per a la comprovació de la formació de condensacions intersticials es basa en la comparació entre la pressió de vapor i la pressió de vapor de saturació que existeix en cada punt intermedi d'un tancament format per diferents capes.

Existeix condensació en els punts on la Pressió de vapor és $>$ a la Pressió de saturació

Procediment de càlcul:

- 1) Calcular la distribució de temperatures per a cada capa
- 2) Calcular les pressions de vapor de saturació per a les temperatures calculades anteriorment
- 3) Calcular la distribució de pressions de vapor
- 4) Comprovar que la pressió de vapor és inferior a la pressió de saturació en tots els punts del tancament

1) Càlcul de la distribució de temperatures per a cada capa, θ_n

L'anàlisi de temperatures d'un tancament s'ha de realitzar des de l'exterior cap a l'interior, considerant que la distribució de temperatures en cada capa és lineal.

La temperatura de cada capa n del tancament depèn de :

- les temperatures de l'aire als dos costats del tancament: exterior θ_e en el mes de gener i interior θ_i (°C)
- la temperatura de la capa més exterior en contacte amb la capa estudiada θ_{n-1} (°C)
- les resistències tèrmiques superficials: exterior R_{se} i interior R_{si} (m^2K/W), i
- les resistències tèrmiques de cada capa R_1, R_2, \dots, R_n i de la total del tancament R_T (m^2K/W)

El procés de càlcul és el següent:

1.1 Càlcul de la Resistència Tèrmica total de l'element constructiu

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se} \quad (\text{m}^2\text{K/W})$$

On:




Resistència tèrmica de cada capa:

$$R = \frac{e}{\lambda}$$

e = gruix de la capa (m).

λ = conductivitat tèrmica del material (W/mK)

Resistències superficials:

TM-6		
tancament i sentit del flux de calor	R_{se}	R_{si}
	0,04	0,13
	0,04	0,10
	0,04	0,17

1.2 Càlcul de la temperatura superficial exterior θ_{se}

$$\theta_{se} = \theta_e + \frac{R_{se}}{R_T} (\theta_i - \theta_e) \quad (^\circ\text{C})$$

1.3 Càlcul de la temperatura en cada capa

$$\theta_n = \theta_{n-1} + \frac{R_n}{R_T} (\theta_i - \theta_e) \quad (^\circ\text{C}) \quad \text{En el cas de la 1a capa: } \theta_1 = \theta_{se} + \frac{R_1}{R_T} (\theta_i - \theta_e)$$

1.4 Càlcul de la temperatura superficial interior (= la temperatura de l'última capa)

$$\theta_{si} = \theta_{n-1} + \frac{R_{si}}{R_T} (\theta_i - \theta_e) \quad (^\circ\text{C})$$

2) Càlcul de les pressions de vapor de saturació per a les temperatures calculades

Per a la temperatura de cada capa calculada anteriorment es calcularà la seva pressió de saturació de la següent manera:

$$\text{Si la temperatura } \theta \text{ és } \geq 0 \quad P_{sat} = 610,5 \cdot e^{\frac{17,269 \cdot \theta}{237,3 + \theta}} \quad (\text{Pa})$$

$$\text{Si la temperatura } \theta \text{ és } < 0 \quad P_{sat} = 610,5 \cdot e^{\frac{21,875 \cdot \theta}{265,5 + \theta}} \quad (\text{Pa})$$

on: e = constant de Euler = 2,71828...

3) Càlcul de la distribució de pressions de vapor a través del tancament

Es calcularà mitjançant les següents expressions (Pa):

$$P_1 = P_e + \frac{S_{d1}}{\sum S_{dn}} \cdot (P_i - P_e)$$

$$P_n = P_{n-1} + \frac{S_{d(n-1)}}{\sum S_{dn}} \cdot (P_i - P_e)$$

$$P_e = \phi_e \cdot P_{sat}(\theta_e)$$

$$P_i = \phi_i \cdot P_{sat}(\theta_i)$$

P_e = Pressió de vapor de l'aire exterior (Pa)

P_i = Pressió de vapor de l'aire interior (Pa)

$P_1 \dots P_{n-1}$ = Pressió de vapor en cada capa n (Pa)

$S_{d1} \dots S_{d(n-1)}$ = Gruix d'aire equivalent de cada capa enfront a la difusió del vapor d'aigua. (m)

Calculat mitjançant l'expressió: $S_{dn} = e_n \cdot \mu_n$

μ_n = Factor de resistència al vapor d'aigua (adimensional)

e_n = Gruix de la capa n (m)

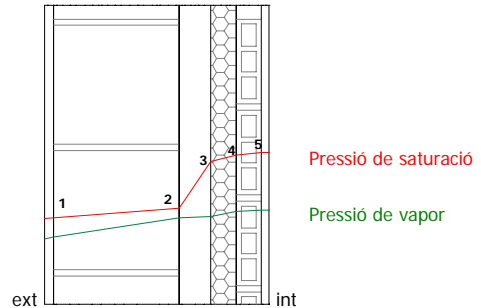
ϕ_e = Humitat relativa exterior (en tant per u)

ϕ_i = Humitat relativa interior (en tant per u)

4) Comparació de les pressions de vapor amb les pressions de saturació

S'ha de verificar que en cada punt la pressió de saturació és superior a la pressió de vapor:

Capa	Pressions saturació ($P_{sat,n}$)	Pressions de vapor (P_n)	
0	$P_{sat\ ext}$	P_{ext}	$P_{sat} > P \rightarrow OK$
1	P_{sat1}	P_1	$P_{sat} > P \rightarrow OK$
2	P_{sat2}	P_2	$P_{sat} > P \rightarrow OK$
3	P_{sat3}	P_3	$P_{sat} > P \rightarrow OK$
4	P_{sat4}	P_4	$P_{sat} > P \rightarrow OK$
5	P_{sat5}	P_5	$P_{sat} > P \rightarrow OK$
6	$P_{sat\ int}$	P_{int}	$P_{sat} > P \rightarrow OK$



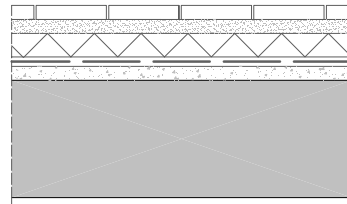
Comentaris i Ajudes

- EXEMPLE DE CÀLCUL DE CONDENSACIONS

- 1) Coberta invertida a Lleida

EXEMPLE 1: COBERTA INVERTIDA A LLEIDA

Tancament exterior de coberta invertida d'un edifici d'higrometria 3 situat a Lleida (Classificació climàtica D)



Dades higrotèrmiques del tancament (*):

Capas	Conductivitat λ (W/mK)	Factor de resist. al vapor μ	Gruix e (m)	Resistència Tèrmica R (m^2K/W) = e/λ	Gruix d'aire equivalent S_d (m) = $e \cdot \mu$
1 Rajola ceràmica	1	30	0,008	$R_1 = 0,008$	$S_{d1} = 0,24$
2 Morter de ciment	0,7	10	0,03	$R_2 = 0,042$	$S_{d2} = 0,3$
3 Aïllament: Polièstiré extruït XPS	0,025	100	0,05	$R_3 = 2$	$S_{d3} = 5$
4 Làmina impermeabilitzant LBM	0,23	50000	0,003	$R_4 = 0,013$	$S_{d4} = 150$
5 Formigó amb àrids lleugers	1,35	60	0,05	$R_5 = 0,037$	$S_{d5} = 3$
6 Forjat uni. revoltó ceràmic	0,89	10	0,25	$R_6 = 0,28$	$S_{d6} = 2,5$
7 Enguixat	0,57	6	0,015	$R_7 = 0,026$	$S_{d7} = 0,09$

(*): Aquestes dades s'han extret del programa oficial de càlcul LIDER

Condicions ambientals per al càlcul:

Prenem les dades ambientals exteriors per al mes de gener a Lleida de la taula G.2 del DB (TM-27) i les interiors de l'apartat G.1.2.2 del mateix apèndix:

T^a exterior (θ_e) :	5,5 °C	T^a interior: (θ_i)	20°C
% HR exterior:	81%	% HR interior:	55%

CÀLCUL DE CONDENSACIONS SUPERFICIALS:

En aquest cas, tancament exterior en edifici d'higrometria 3, el tancament està exempt de verificar l'absència de condensacions superficials, ja que ha de complir la taula 2.1 del DB ($U < 0,49 \text{ W/m}^2\text{K}$).

Pels tancament exteriors s'hauria de comprovar quan la higrometria fos 5.

Farem el càlcul, doncs, pel mateix tancament en el cas d'higrometria 5.

1. Càlcul de la Transmitància tèrmica del tancament (U):

D'acord amb la taula E.1 del DB (TM-6), per a un tancament horitzontal en contacte amb l'exterior amb flux ascendent:

$$R_{se} = 0,04 \quad R_{si} = 0,10$$

$$R_T = R_{se} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_6 + R_7 + R_{si}$$

$$R_T = 0,04 + \frac{0,008}{1} + \frac{0,03}{0,7} + \frac{0,05}{0,025} + \frac{0,003}{0,23} + \frac{0,05}{1,35} + \frac{0,25}{0,89} + \frac{0,015}{0,57} + 0,10 =$$

$$= 0,04 + 0,008 + 0,042 + 2 + 0,013 + 0,037 + 0,28 + 0,026 + 0,10 = 2,548 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{2,548} = 0,392 \text{ W/m}^2\text{K}$$

2. Càlcul del Factor de temperatura superficial (f_{Rsi}) del tancament:

$$f_{Rsi} = 1 - U \cdot 0,25 = 1 - 0,392 \cdot 0,25 = 0,902$$

3. Comparació del f_{Rsi} amb l' $f_{Rsi, min}$:

Per un edifici d'higrometria 5 situat en una zona de classificació climàtica D $f_{Rsi, min} = 0,90$

$$f_{Rsi} = 0,902 \quad \rightarrow \quad f_{Rsi} = 0,90 \geq f_{Rsi, min} = 0,90 \quad \rightarrow \text{Compleix}$$

CÀLCUL DE CONDENSACIONS INTERSTICIALS:

1. Càlcul de la distribució de temperatures per a cada capa:

1.1. Càlcul de la Resistència Tèrmica del tancament:

D'acord amb la taula E.1 del DB (TM-6), per a un tancament horitzontal en contacte amb l'exterior amb flux ascendent:

$$R_{se} = 0,04 \quad R_{si} = 0,10$$

$$R_T = R_{se} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_6 + R_7 + R_{si}$$

$$R_T = 0,04 + \frac{0,008}{1} + \frac{0,03}{0,7} + \frac{0,05}{0,025} + \frac{0,003}{0,23} + \frac{0,05}{1,35} + \frac{0,25}{0,89} + \frac{0,015}{0,57} + 0,10 =$$

$$= 0,04 + 0,008 + 0,042 + 2 + 0,013 + 0,037 + 0,28 + 0,026 + 0,10 = 2,548 \text{ m}^2\text{K/W}$$

1.2. Càlcul de la temperatura superficial exterior θ_{se} :

$$\theta_{se} = \theta_e + \frac{R_{se}}{R_T} (\theta_i - \theta_e) = 5,5 + \frac{0,04}{2,548} (20 - 5,5) = 5,73 \text{ }^\circ\text{C}$$

1.3 Càlcul de la temperatura en cada capa

$$\theta_1 = \theta_{se} + \frac{R_1}{R_T} (\theta_i - \theta_e) = 5,73 + \frac{0,008}{2,548} (20 - 5,5) = 5,77 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\theta_2 = \theta_1 + \frac{R_2}{R_T} (\theta_i - \theta_e) = 5,77 + \frac{0,0429}{2,548} (20 - 5,5) = 6,02 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\theta_3 = \theta_2 + \frac{R_3}{R_T} (\theta_i - \theta_e) = 6,02 + \frac{2}{2,548} (20 - 5,5) = 17,40 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\theta_4 = \theta_3 + \frac{R_4}{R_T} (\theta_i - \theta_e) = 17,40 + \frac{0,013}{2,548} (20 - 5,5) = 17,47 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\theta_5 = \theta_4 + \frac{R_5}{R_T} (\theta_i - \theta_e) = 17,47 + \frac{0,37}{2,548} (20 - 5,5) = 17,68 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\theta_6 = \theta_5 + \frac{R_6}{R_T} (\theta_i - \theta_e) = 17,68 + \frac{0,28}{2,548} (20 - 5,5) = 19,27 \text{ } ^\circ\text{C}$$

1.4. Càlcul de la temperatura superficial interior

$$\theta_{si} = \theta_{n-1} + \frac{R_{si}}{R_T} (\theta_i - \theta_e) = 19,27 + \frac{0,10}{2,548} (20 - 5,5) = 19,84 \text{ } ^\circ\text{C}$$

2. Càlcul de les pressions de saturació per a les temperatures calculades anteriorment:

Per a la temperatura de cada capa calculada anteriorment es calcularà la seva pressió de saturació de la forma següent:

Com que la temperatura (θ) és ≥ 0 :

$$P_{sat(\theta_e)} = 610,5 \cdot e^{\frac{17,269-5,5}{237,3+5,5}} = 902,77 \text{ Pa}$$

$$P_{sat(\theta_1)} = 610,5 \cdot e^{\frac{17,269-5,77}{237,3+5,77}} = 919,85 \text{ Pa}$$

$$P_{sat(\theta_2)} = 610,5 \cdot e^{\frac{17,269-6,02}{237,3+6,02}} = 935,92 \text{ Pa}$$

$$P_{sat(\theta_3)} = 610,5 \cdot e^{\frac{17,269-17,40}{237,3+17,40}} = 1986,29 \text{ Pa}$$

$$P_{sat(\theta_4)} = 610,5 \cdot e^{\frac{17,269-17,47}{237,3+17,47}} = 1995,09 \text{ Pa}$$

$$P_{sat(\theta_5)} = 610,5 \cdot e^{\frac{17,269-17,68}{237,3+17,68}} = 2021,69 \text{ Pa}$$

$$P_{sat(\theta_6)} = 610,5 \cdot e^{\frac{17,269-19,27}{237,3+19,27}} = 2233,42 \text{ Pa}$$

$$P_{sat(\theta_i)} = 610,5 \cdot e^{\frac{17,269-20}{237,3+20}} = 2336,95 \text{ Pa}$$

on:
e = constant de Euler = 2,71828...

3. Càlcul de la distribució de pressions de vapor (pressions de vapor en cada capa):

La distribució de pressió de vapor a través del tancament es calcularà mitjançant les següents expressions:

$$P_1 = P_e + \frac{S_{d1}}{\sum S_{dn}} \cdot (P_i - P_e)$$

$$P_n = P_{n-1} + \frac{S_{d(n-1)}}{\sum S_{dn}} \cdot (P_i - P_e)$$

$$P_e = \phi_e \cdot P_{sat(\theta_e)}$$

$$P_i = \phi_i \cdot P_{sat(\theta_i)}$$

P_e	Pressió de vapor de l'aire exterior (Pa)
P_i	Pressió de vapor de l'aire interior (Pa)
$P_1 \dots P_{n-1}$	Pressió de vapor en cada capa n (Pa)
$S_{d1} \dots S_{d(n-1)}$	Gruix d'aire equivalent de cada capa enfront a la difusió del vapor d'aigua. (m)
	Calculat mitjançant l'expressió: $S_{dn} = e_n \cdot \mu_n$
	μ_n = Factor de resistència al vapor d'aigua (adimensional)
	e_n = Gruix de la capa n (m)
ϕ_e	Humitat relativa exterior (en tant per u)
ϕ_i	Humitat relativa interior (en tant per u)

3.1. Càlcul del gruix d'aire equivalent total del tancament:

$$S_d = S_{d1} + S_{d2} + S_{d3} + S_{d4} + S_{d5} + S_{d6} + S_{d7} + S_{d8} =$$

$$= (0,008 \cdot 30) + (0,03 \cdot 10) + (0,05 \cdot 100) + (0,003 \cdot 50000) + (0,05 \cdot 60) + (0,25 \cdot 10) + (0,015 \cdot 6) =$$

$$= 0,24 + 0,3 + 5 + 150 + 3 + 2,5 + 0,09 = 161,13 \text{ m}$$

3.2. Càlcul de la distribució de pressions de vapor en cada capa:

$$P_e = \phi_e \cdot P_{\text{sat}}(\theta_e) = 0,81 \cdot 902,77 = 731,24 \text{ Pa}$$

$$P_1 = P_e + \frac{S_{d1}}{\sum S_{dn}} \cdot (P_i - P_e) = 731,24 + \frac{0,24}{161,13} \cdot (1285,32 - 731,24) = 732,06 \text{ Pa}$$

$$P_2 = P_1 + \frac{S_{d2}}{\sum S_{dn}} \cdot (P_i - P_e) = 732,06 + \frac{0,3}{161,13} \cdot (1285,32 - 731,24) = 733,09 \text{ Pa}$$

$$P_3 = P_2 + \frac{S_{d3}}{\sum S_{dn}} \cdot (P_i - P_e) = 733,09 + \frac{5}{161,13} \cdot (1285,32 - 731,24) = 750,28 \text{ Pa}$$

$$P_4 = P_3 + \frac{S_{d4}}{\sum S_{dn}} \cdot (P_i - P_e) = 750,28 + \frac{150}{161,13} \cdot (1285,32 - 731,24) = 1266,09 \text{ Pa}$$

$$P_5 = P_4 + \frac{S_{d5}}{\sum S_{dn}} \cdot (P_i - P_e) = 1266,09 + \frac{3}{161,13} \cdot (1285,32 - 731,24) = 1276,41 \text{ Pa}$$

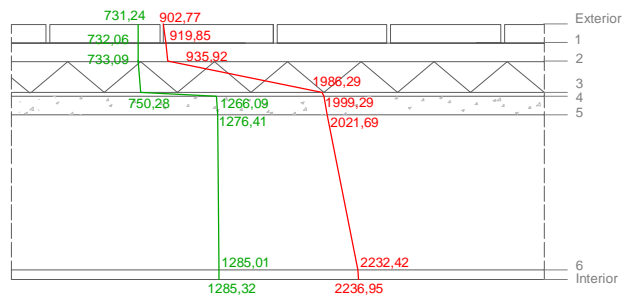
$$P_6 = P_5 + \frac{S_{d6}}{\sum S_{dn}} \cdot (P_i - P_e) = 1276,41 + \frac{2,5}{161,13} \cdot (1285,32 - 731,24) = 1285,01 \text{ Pa}$$

$$P_i = \phi_i \cdot P_{\text{sat}}(\theta_i) = 0,55 \cdot 2336,95 = 1285,32 \text{ Pa}$$

4. Comparació de les pressions de saturació i les pressions de vapor en cada punt:

S'ha de verificar que la pressió de saturació és superior a la pressió de vapor en cada capa.

Capa	T °C	Pressions saturació (P _{sat,n})	Pressions de vapor (P _n)	
Ext	5,5	902,77	731,24	
1	5,77	919,85	732,06	P _{sat} > P → OK
2	6,02	935,92	733,09	P _{sat} > P → OK
3	17,40	1986,29	750,28	P _{sat} > P → OK
4	17,47	1999,09	1266,09	P _{sat} > P → OK
5	17,68	2021,69	1276,41	P _{sat} > P → OK
6	19,27	2232,42	1285,01	P _{sat} > P → OK
Int	20	2336,95	1285,32	P _{sat} > P → OK



Pas 8: Limitar les infiltracions d'aire: Comprovació de la permeabilitat de les fusteries segons la zona climàtica

Les pèrdues tèrmiques per infiltració d'aire es limiten fixant la permeabilitat a l'aire màxima de les **fusteries d'obertures i lluernaris** en funció de la zona climàtica

→ en els tancaments exteriors dels espais habitables

- la permeabilitat a l'aire de les fusteries, mesurada amb una sobrepressió de 100 Pa, ha de ser:

→ en zones climàtiques A i B: $< 50 \text{ m}^3/\text{h m}^2$ (han de ser de classe 1, 2, 3 ó 4) ^(*)

→ en zones climàtiques C, D i E: $< 27 \text{ m}^3/\text{h m}^2$ (han de ser de classe 2, 3 ó 4) ^(*)

^(*) classificació de fusteries segons UNE EN 12207:2000

- s'exclouen les portes

→ en particions interiors (separacions entre espais habitables i espais no habitables)

- no es limita la permeabilitat a l'aire de les fusteries

I Criteris generals

1. Àmbit d'aplicació del DB-HE 1
2. Exigències el DB-HE 1
 - a) Demanda energètica. Paràmetres característics:
 - Transmissió tèrmica U
 - Transmissió tèrmica mitjana U_m
 - Factor solar modificat mitjà d'obertures i lluernaris F_m
 - b) Condensacions
 - c) Permeabilitat a l'aire
3. Opcions de verificació de les exigències
 - a) Opció simplificada
 - b) Opció General

II Dades prèvies pel càlcul:

- a) Zonificació climàtica
- b) Classificació dels espais
- c) Definició de l'envolvent tèrmica de l'edifici:
 - Components de l'envolvent tèrmica
 - Tancaments: part massissa i obertures
 - Particions interiors
 - Ponts tèrmics
 - Classificació els components de l'envolvent tèrmica

III Càlcul: Opció simplificada

1. Àmbit d'aplicació
2. Procediment d'aplicació de l'opció
 - Dades Prèvies:
 - Pas 1: Determinar la zona climàtica
 - Pas 2: Classificar els espais interiors de l'edifici
 - Pas 3: Definir l'envolvent tèrmica de l'edifici. Exigències que han de complir els seus components:
 - Tancaments
 - Particions interiors
 - Ponts tèrmics
 - Limitació de la Demanda:
 - Pas 4: Paràmetres característics de referència. Taules
 1. $U_{m\max}$ de Tancaments i Particions interiors
 2. U_{lim} i F_{lim} de Categories de tancaments
 3. Control dels Ponts tèrmics
 - Pas 5: Càlcul dels paràmetres característics de l'envolvent tèrmica de l'edifici. Procediments de càlcul
 1. Transmissió (U) de cada tancament
 2. Factor solar modificat (F) d'obertures i lluernaris de l'edifici
 3. Paràmetres característics mitjos (U_m i F_m) de cada família de tancaments
 - Pas 6: Comprovació que els valors dels paràmetres característics obtinguts són inferiors als de referència

- Limitació de les Condensacions:
 - Pas 7: Limitar les condensacions superficials i intersticials. Procediments de càlcul
 - a) Condicions interiors i exteriors de càlcul
 - b) Condensacions superficials: càlcul del factor f_{Rsi}
 - c) Condensacions intersticials: càlcul de la distribució de pressions de vapor dels tancaments
- Limitació de la Permeabilitat a l'aire:
 - Pas 8: Comprovació de la permeabilitat de les fusteries segons la zona climàtica

IV Càlcul: Opció general

1. Àmbit d'aplicació
2. Procediment d'aplicació de l'opció

V Documentació a incloure en el Projecte

IV Càlcul: Opció general

1 Àmbit d'aplicació

En l'Opció general, l'anàlisi de la demanda energètica d'un edifici es realitza de forma directa, calculant-la hora a hora i en règim transitori (és a dir, dinàmic).

L'avaluació es realitza per comparació amb altre edifici fictici, idèntic a l'estudiat en quant a forma, mida, tipus d'espais i condicions d'entorn, anomenat *edifici de referència*, al qual se li ha limitat la seva demanda energètica, les condensacions i la permeabilitat a l'aire de les fusteries, en funció de la zona climàtica on s'ubica.

L'edifici de referència es calcula aplicant a la seva envoltant tèrmica els valors de transmitàncies i factors solars modificats de les taules 2.1 i 2.2 (TM-3 i TM-4) de l'Opció simplificada i obtenint les seves demandes energètiques anuals de calefacció i refrigeració en KW/hm². Aquestes demandes finals no poden ser superades per l'edifici estudiat, anomenat *edifici objecte*.

La diferència entre l'Opció simplificada i la general rau en que en aquesta última, tot i haver de complir la Taula 2.1 de Transmitància tèrmica màxima de cada tancament per tal d'evitar diferències excessives entre ells, no és estrictament necessari complir la Taula 2.2 de Transmitàncies mitges limit en cadascun dels seus apartats. És a dir, es podria arribar a aïllar molt alguns tancaments de forma que compensessin d'altres menys aïllats, mantenint el resultat final de demandes energètiques globals de calefacció i refrigeració de l'edifici. Per tant, l'Opció general és més *permissiva* que l'Opció simplificada.

En ser necessari un càlcul dinàmic, la comprovació s'ha de realitzar amb un programa informàtic que aplica automàticament a l'edifici de referència els paràmetres normatius, calcula les demandes de l'edifici objecte i de l'edifici de referència i les compara, de forma que la de l'edifici estudiat ha de ser inferior a la del de referència.

L'única limitació per a l'ús de l'Opció general és que les solucions constructives emprades s'hagin inclòs en el programa informàtic de càlcul. Per tant, el seu àmbit d'aplicació és:

- Obra nova i Rehabilitació, sempre que les solucions constructives utilitzades puguin ser introduïdes en el programa informàtic utilitzat

IV Càlcul: Opció general/ 2: Procediment

2 Procediment d'aplicació de l'opció

- Donat que el programa de càlcul ha de contemplar multitud d'aspectes que influeixen en els guanys i pèrdues energètiques de l'edifici (per transmissió, conducció, radiació solar, ombres pròpies i externes, infiltració, ventilació, càrregues internes, etc.) és imprescindible detallar al màxim la configuració geomètrica i constructiva de l'edifici a estudiar. Per tant,
 - Cal definir exhaustivament l'envolvent tèrmica de l'edifici, especificant:
 - situació, forma, dimensions, orientació i inclinació de tots els tancaments dels espais habitables i no habitables, indicant si estan en contacte amb l'aire exterior o el terreny
 - longitud dels ponts tèrmics integrats en façanes i de les trobades entre tancaments
 - forma i dimensions de portes, finestres i lluernaris i de qualsevol obstacle, propi o aliè a l'edifici, que li provoqui ombra (reculades, voladissos, tendals, edificis...)
 - identificació dels espais habitables i els no habitables, indicant si són d'alta o baixa càrrega interna i la seva higrometria
 - Cal definir exhaustivament les característiques constructives dels components de l'envolvent tèrmica, especificant:
 - en la part opaca dels tancaments:
 - gruix i propietats de cada capa: conductivitat tèrmica, densitat, calor específica i factor de resistència al vapor d'aigua
 - absortivitat de les superfícies exteriors front a la radiació solar, si el tancament està en contacte amb l'exterior
 - factor de temperatura de la superfície interior (f_{Rsi}) si el tancament no inclou aïllament
 - en els ponts tèrmics:
 - la transmitància tèrmica lineal
 - en obertures i lluernaris:
 - transmitància del vidre i del marc
 - factor solar del vidre
 - absortivitat del marc
 - corrector del factor solar i corrector de la transmitància per a persianes i cortines exteriors
 - permeabilitat a l'aire de les fusteries
- El programa de càlcul oficial s'anomena Limitació de la Demanda Energètica, **LIDER**, té la consideració de Document Reconegut del CTE i està disponible a la pàgina www.codigotecnico.org
- També es poden utilitzar altres programes alternatius de càlcul, sempre que hagin assolit la condició de Document Reconegut del CTE.
- L'acompliment de l'Opció General es justifica amb l'informe que genera el programa informàtic en arxiu pdf (veure [apartat V](#) d'aquest manual).

Comentaris i Ajudes

- És convenient especificar la versió del programa informàtic utilitzat en el càlcul així com la seva data d'actualització
 - Més informació sobre l'envolvent tèrmica de l'edifici a [l'apartat II-c](#) d'aquest manual
-

I Criteris generals

1. Àmbit d'aplicació del DB-HE 1
2. Exigències el DB-HE 1
 - a) Demanda energètica. Paràmetres característics:
 - Transmissió tèrmica U
 - Transmissió tèrmica mitjana U_m
 - Factor solar modificat mitjà d'obertures i lluernaris F_m
 - b) Condensacions
 - c) Permeabilitat a l'aire
3. Opcions de verificació de les exigències
 - a) Opció simplificada
 - b) Opció General

II Dades prèvies pel càlcul:

- a) Zonificació climàtica
- b) Classificació dels espais
- c) Definició de l'envolvent tèrmica de l'edifici:
 - Components de l'envolvent tèrmica
 - Tancaments: part massissa i obertures
 - Particions interiors
 - Ponts tèrmics
 - Classificació els components de l'envolvent tèrmica

III Càlcul: Opció simplificada

1. Àmbit d'aplicació
2. Procediment d'aplicació de l'opció
 - Dades Prèvies:
 - Pas 1: Determinar la zona climàtica
 - Pas 2: Classificar els espais interiors de l'edifici
 - Pas 3: Definir l'envolvent tèrmica de l'edifici. Exigències que han de complir els seus components:
 - Tancaments
 - Particions interiors
 - Ponts tèrmics
 - Limitació de la Demanda:
 - Pas 4: Paràmetres característics de referència. Taules
 1. $U_{m\max}$ de Tancaments i Particions interiors
 2. U_{lim} i F_{lim} de Categories de tancaments
 3. Control dels Ponts tèrmics
 - Pas 5: Càlcul dels paràmetres característics de l'envolvent tèrmica de l'edifici. Procediments de càlcul
 1. Transmissió (U) de cada tancament
 2. Factor solar modificat (F) d'obertures i lluernaris de l'edifici
 3. Paràmetres característics mitjos (U_m i F_m) de cada família de tancaments
 - Pas 6: Comprovació que els valors dels paràmetres característics obtinguts són inferiors als de referència

- Limitació de les Condensacions:
 - Pas 7: Limitar les condensacions superficials i intersticials. Procediments de càlcul
 - a) Condicions interiors i exteriors de càlcul
 - b) Condensacions superficials: càlcul del factor f_{Rsi}
 - c) Condensacions intersticials: càlcul de la distribució de pressions de vapor dels tancaments
- Limitació de la Permeabilitat a l'aire:
 - Pas 8: Comprovació de la permeabilitat de les fusteries segons la zona climàtica

IV Càlcul: Opció general

1. Àmbit d'aplicació
2. Procediment d'aplicació de l'opció

V Documentació a incloure en el Projecte

V Documentació a incloure en el Projecte

1 Projecte Bàsic

L'article 15 de la Part I del CTE estableix que per satisfer el **Requisit Bàsic "Estalvi d'energia" (HE)** els edificis es projectaran, construïran, utilitzaran i mantindran de forma que es compleixin les **Exigències Bàsiques** següents:

- Exigència Bàsica HE 1: Limitació de la demanda energètica
- Exigència Bàsica HE 2: Rendiment de les instal·lacions tèrmiques
- Exigència Bàsica HE 3: Eficiència energètica de les instal·lacions d'il·luminació
- Exigència Bàsica HE 4: Contribució solar mínima d'aigua calenta sanitària
- Exigència Bàsica HE 5: Contribució fotovoltaica mínima d'energia elèctrica

A més, en l'article 6 s'indica que en el Projecte Bàsic **es definiran les prestacions** que l'edifici projectat ha de proporcionar **per complir les exigències bàsiques**, malgrat que el seu contingut no permeti verificar totes les condicions exigibles.

Per tant, a la **Memòria** del Projecte Bàsic s'ha d'indicar:

1) que l'edifici satisfarà l'exigència bàsica HE-1:

- "Els edificis disposaran d'una envoltant amb les característiques adients per limitar adequadament la demanda energètica necessària per assolir el benestar tèrmic en funció del clima de la localitat, de l'ús de l'edifici i del règim d'estiu i hivern, així com per les seves característiques d'aïllament i inèrcia, permeabilitat a l'aire i exposició a la radiació solar, reduint el risc d'aparició d'humitats de condensació superficials i intersticials que puguin perjudicar les seves característiques i tractant adequadament els ponts tèrmics per limitar les pèrdues o guanys de calor i evitar-hi problemes higrotèrmics"

2) els paràmetres que garantiran el seu assoliment, és a dir, la **quantificació** de l'exigència

- es definirà la zona climàtica on s'ubica l'edifici (Apèndix D del DB/ [apartat II-a](#) i [Annex 1](#))

A més,

1) Per limitar la demanda energètica:

S'indicarà, per a la zona climàtica corresponent a l'edifici:

- els valors de transmitància tèrmica màxima $U_{m\grave{a}x}$ de cadascun dels tancaments i particions interiors de l'envoltant (Taula 2.1 del DB/ [TM-3](#))
- si l'edifici és d'alta o baixa càrrega interna, o mixt
- els valors límit dels paràmetres característics mitjos U_{lim} i F_{lim} de cadascuna de les categories de l'envoltant tèrmica de l'edifici (Taula 2.2 del DB/[TM-4](#))

2) Per limitar les condensacions:

- s'indicarà la higrometria dels espais habitables que conformen l'edifici ([apartat 3.1.2 del DB/apartat II-b](#))
- s'indicarà el factor de temperatura de la superfície interior mínim $f_{Rsi\ min}$ en funció de la zona climàtica de l'edifici (Taula 3.2 del DB/[TM-26](#))

3) Per limitar la permeabilitat a l'aire:

- es definirà la permeabilitat a l'aire de les fusteries en funció de la zona climàtica de l'edifici ([apartat 2.3 del DB/apartat 1.2-c d'aquest manual](#))

2 Projecte d'Execució

L'apartat 4 del DB estableix la documentació a incloure en el projecte, referent a les característiques exigibles als productes de construcció (densitat, conductivitat, etc.) així com als tancaments i particions interiors de l'envolvent tèrmica. En general, aquests valors s'han d'indicar en el Plec de Condicions i la seva justificació en la Memòria. A més, també s'han d'adjuntar les fitxes justificatives de l'Apèndix H, en el cas de l'Opció simplificada, o l'informe en pdf que genera el programa de càlcul, en el cas de l'Opció general.

Aquest manual, però, adopta el criteri d'unificar el màxim d'informació referent al compliment del DB-HE 1 en la Memòria del Projecte, de forma que se simplifica la seva lectura i comprensió.

A més, **les fitxes de l'Apèndix H del DB s'han adaptat a la classificació resum dels components de l'envolvent tèrmica establerta per aquest manual (TM-2) donant lloc a les Fitxes 1, 2 i 3 que s'adjunten.**

Per tant, la documentació a incloure en el Projecte d'Execució serà la següent:

2.1 Opció simplificada

Memòria:

→ S'han d'incorporar les fitxes justificatives de l'apèndix H del DB, que inclouen els valors màxims, límit i de projecte dels paràmetres característics de l'envolvent (U , U_{\max} ; U_m , U_{\lim} ; F_m , F_{\lim} ; f_{Rsi} , $f_{Rsi \min}$):

→ **Fitxa 1: Càlcul dels paràmetres característics mitjos**

- Càlcul de U_m i F_m de Projecte per a cada categoria de tancament
No poden superar els valors límit establerts en les Taules 2. 2 del DB (TM-4)

→ **Fitxa 2: Conformitat Demanda energètica**

- Indicar la U_{\max} de Projecte per a cada tipus d'element i verificar que és $<$ a la U_{\max} permesa
Escollir la transmitància major de cada tipus d'element del Projecte
Extreure la U_{\max} permesa segons zona climàtica, de la Taula 2.1 del DB (TM-3)
- Indicar els valors de U_m i F_m de Projecte per a cada categoria de tancament i verificar que són $<$ als U_{\lim} i F_{\lim} permesos
 U_m i F_m de Projecte segons els càlculs que s'hauran inclòs en la Fitxa 1
Extreure els U_{\lim} i F_{\lim} permesos segons zona climàtica, de les Taules 2.2 del DB (TM-4)

→ **Fitxa 3: Conformitat Condensacions**

Condensacions superficials:

- Indicar el f_{Rsi} de Projecte per a cada tipus d'element i i verificar que és $>$ al $f_{Rsi \min}$ permès
Extreure el $f_{Rsi \min}$ permès (factor de temperatura superficial interior mínim) segons zona climàtica, de la Taula 3.2 del DB (TM-26)

Condensacions intersticials:

- Per a cada element, verificar que la pressió de vapor és $<$ a la pressió de saturació de vapor en cadascuna de les capes que el conformen.

→ Si els paràmetres característics de disseny (U , F) s'han extret de Documents Reconeguts es podran prendre directament els seus valors. En cas contrari, la Memòria ha d'incloure els càlculs justificatius segons els procediments establerts per l'Apèndix E del DB (apartats III.2.5 i III.2.7).

→ S'han d'indicar les característiques higròtermiques (conductivitat tèrmica, factor de resistència al vapor d'aigua, factor solar, etc.) dels productes utilitzats en tancaments i particions interiors de l'envolvent tèrmica. (apartat 4.1 del DB).

Si les característiques higròtermiques dels productes que s'han utilitzat en el càlcul s'han extret de Documents Reconeguts es podran prendre directament els seus valors. En cas contrari, la Memòria ha d'incloure els càlculs justificatius dels valors de disseny (segons UNE EN ISO 10.456:2001), a partir dels valors declarats en el marcatge del producte

Amidaments:

- És convenient que en els Amidaments s'especifiqui les característiques dels materials utilitzats en el càlcul (conductivitat tèrmica, factor de resistència al vapor d'aigua, factor solar, etc.), a fi i efecte que a l'obra sigui subministrat el producte amb un *valor declarat* que, segons la UNE EN ISO 10.456:2001, es correspongui amb el *valor de disseny* utilitzat en el Projecte.

Comentaris i Ajudes

- Els apartats 4.1.7 i 4.1. 8 del DB estableixen que si les característiques higrotèrmiques dels productes que s'han utilitzat en el càlcul (**valors de disseny**) s'han extret de Documents Reconeputs, es podran prendre directament els seus valors. En cas contrari, els valors de disseny s'han de calcular (segons UNE EN ISO 10.456:2001) a partir dels **valors declarats de producte**.

Això és degut a que, fins ara, els valors de conductivitat i resistència tèrmica que ofereixen els fabricants d'aïllaments, és a dir, els valors declarats de producte, corresponen al seu comportament en determinades condicions d'humitat i temperatura. Aquest valor **no és el mateix** valor de disseny que defineix el comportament del material en unes condicions determinades (*) i que és el que s'ha d'utilitzar en el càlcul de Transmítancies. Normalment, aquest valor de disseny és pitjor que el valor declarat.

En qualsevol cas, és important que els valors de disseny que s'utilitzin en els càlculs corresponguin al producte que realment s'empri a l'obra, el qual vindrà etiquetat amb el valor declarat i no amb el valor de disseny. Per aquesta raó i també per tal de no fer necessaris càlculs d'equivalències de valors en la Memòria del projecte, **és convenient que als Amidaments s'especifiquin els valors de disseny emprats en els càlculs.**

(*) ambient a 10°C i amb un contingut de vapor d'aigua corresponent a l'equilibri quan l'HR = 50% i la temperatura és de 23°C.

Plec de Condicions:

- S'indicaran les condicions particulars de control de recepció dels productes que formen els tancaments i particions interiors de l'envolvent, incloent-hi els assaigs per a la comprovació de les seves característiques, si són necessaris.
- S'indicaran les condicions particulars d'execució dels tancaments i les particions interiors

V Documentació a incloure en el projecte/ P. d'Execució- O. Simplificada- Fitxes Justificatives

FITXA 1/pàg. 1		Càlcul dels paràmetres característics mitjos a comparar amb les taules 2.2 del DB (TM-4)			
ZONA CLIMÀTICA		Zona de baixa càrrega interna		Zona d'alta càrrega interna	
Murs U_{Mm}					
Tipus		A (m ²)	U (W/m ² °K)	A · U (W/°K)	Resultats U_m (W/m ² °K)
NORD	Façanes	M ₁			$U_{Mm} = \frac{\sum A_M \cdot U_M + \sum A_{PF} \cdot U_{PF}}{\sum A_M + \sum A_{PF}}$
	Ponts tèrm. contorn obert >0,5 m ²	P _{F1}			
	Ponts tèrm. pilars façana >0,5 m ²	P _{F2}			
	Ponts tèrm. caixa persiana >0,5 m ²	P _{F3}			
	Particions vert. Int.	M ₂			
Murs Nord $U_{Mm} =$					
EST	Façanes	M ₁			$U_{Mm} = \frac{\sum A_M \cdot U_M + \sum A_{PF} \cdot U_{PF}}{\sum A_M + \sum A_{PF}}$
	Ponts tèrm. contorn obert >0,5 m ²	P _{F1}			
	Ponts tèrm. pilars façana >0,5 m ²	P _{F2}			
	Ponts tèrm. caixa persiana >0,5 m ²	P _{F3}			
	Particions vert. Int.	M ₂			
Murs Est $U_{Mm} =$					
OEST	Façanes	M ₁			$U_{Mm} = \frac{\sum A_M \cdot U_M + \sum A_{PF} \cdot U_{PF}}{\sum A_M + \sum A_{PF}}$
	Ponts tèrm. contorn obert >0,5 m ²	P _{F1}			
	Ponts tèrm. pilars façana >0,5 m ²	P _{F2}			
	Ponts tèrm. caixa persiana >0,5 m ²	P _{F3}			
	Particions vert. Int.	M ₂			
Murs Oest $U_{Mm} =$					
SUD	Façanes	M ₁			$U_{Mm} = \frac{\sum A_M \cdot U_M + \sum A_{PF} \cdot U_{PF}}{\sum A_M + \sum A_{PF}}$
	Ponts tèrm. contorn obert >0,5 m ²	P _{F1}			
	Ponts tèrm. pilars façana >0,5 m ²	P _{F2}			
	Ponts tèrm. caixa persiana >0,5 m ²	P _{F3}			
	Particions vert. Int.	M ₂			
Murs Sud $U_{Mm} =$					
SUD EST	Façanes	M ₁			$U_{Mm} = \frac{\sum A_M \cdot U_M + \sum A_{PF} \cdot U_{PF}}{\sum A_M + \sum A_{PF}}$
	Ponts tèrm. contorn obert >0,5 m ²	P _{F1}			
	Ponts tèrm. pilars façana >0,5 m ²	P _{F2}			
	Ponts tèrm. caixa persiana >0,5 m ²	P _{F3}			
	Particions vert. Int.	M ₂			
Murs Sud Est $U_{Mm} =$					
SUD OEST	Façanes	M ₁			$U_{Mm} = \frac{\sum A_M \cdot U_M + \sum A_{PF} \cdot U_{PF}}{\sum A_M + \sum A_{PF}}$
	Ponts tèrm. contorn obert >0,5 m ²	P _{F1}			
	Ponts tèrm. pilars façana >0,5 m ²	P _{F2}			
	Ponts tèrm. caixa persiana >0,5 m ²	P _{F3}			
	Particions vert. Int.	M ₂			
Murs Sud Oest $U_{Mm} =$					

V Documentació a incloure en el Projecte / P. d'Execució- O. Simplificada- Fitxes Justificatives

FITXA 1/pàg. 2		Càlcul dels paràmetres característics mitjos a comparar amb les taules 2.2 del DB (TM-4)						
ZONA CLIMÀTICA		Zona de baixa càrrega interna			Zona d'alta càrrega interna			
Tancaments en contacte amb el terreny U_{Tm}								
Tipus		A (m ²)	U (W/m ² °K)	A · U (W/°K)	Resultats U_m (W/m ² °K)			
Murs en contacte amb el terreny	T ₁				$U_{Tm} = \frac{\sum A_T \cdot U_T}{\sum A_T}$			
Cobertes enterrades	T ₂							
Terres (<i>suelos</i>) a profunditat > 0,5 m	T ₃							
Terres (<i>suelos</i>) U_{Sm}								
Tipus		A (m ²)	U (W/m ² °K)	A · U (W/°K)	Resultats U_m (W/m ² °K)			
Terres recolzats en terreny a prof ≤0,5m	S ₁				$U_{Sm} = \frac{\sum A_S \cdot U_S}{\sum A_S}$			
Terres en contacte amb l'aire exterior	S ₃							
Terres en contacte amb espai no hab.	S ₂							
Cobertes i Lluernaris U_{Cm} i F_{Lm}								
Tipus		A (m ²)	U (W/m ² °K)	A · U (W/°K)	Resultats U_m (W/m ² °K)			
Cobertes en contacte amb l'aire ext.	C ₁				$U_{Cm} = \frac{\sum A_c \cdot U_c + \sum A_{pc} \cdot U_{pc} + \sum A_L \cdot U_L}{\sum A_c + \sum A_{pc} + \sum A_L}$			
Cobertes en contacte amb espai no hab	C ₂							
Ponts tèrmics contorn lluernaris > 0,5m ²	P _C							
Lluernaris	L	A (m ²)	F	A · F (m ²)	Resultats F_{Lm}			
					$F_{Lm} = \frac{\sum A_F \cdot F_L}{\sum A_F}$			
Obertures (<i>huecos</i>) U_{Hm} i F_{Hm}								
Tipus		A (m ²)	U (W/m ² °K)	A · U (W/°K)	Resultats U_m (W/m ² °K)			
NORD	Obertures Façana	H			$U_{Hm} = \frac{\sum A_H \cdot U_H}{\sum A_H}$			
					Obertures Façana Nord $U_{Hm} =$			
Tipus		A (m ²)	U (W/m ² °K)	F	A · U (W/°K)	A · F (m ²)	Resultats	
							U_m (W/m ² °K) F_{Hm}	
EST	Obertures Façana	H					$U_{Hm} = \frac{\sum A_H \cdot U_H}{\sum A_H}$	$F_{Hm} = \frac{\sum A_H \cdot F_H}{\sum A_H}$
							F. Est $U_{Hm} =$	F. Est $F_{Hm} =$
OEST	Obertures Façana	H					$U_{Hm} = \frac{\sum A_H \cdot U_H}{\sum A_H}$	$F_{Hm} = \frac{\sum A_H \cdot F_H}{\sum A_H}$
							F. Oest $U_{Hm} =$	F. Oest $F_{Hm} =$
SUD	Obertures Façana	H					$U_{Hm} = \frac{\sum A_H \cdot U_H}{\sum A_H}$	$F_{Hm} = \frac{\sum A_H \cdot F_H}{\sum A_H}$
							F. Sud $U_{Hm} =$	F. Sud $F_{Hm} =$
SUD EST	Obertures Façana	H					$U_{Hm} = \frac{\sum A_H \cdot U_H}{\sum A_H}$	$F_{Hm} = \frac{\sum A_H \cdot F_H}{\sum A_H}$
							F. Sud Est $U_{Hm} =$	F. Sud Est $F_{Hm} =$
SUD OEST	Obertures Façana	H					$U_{Hm} = \frac{\sum A_H \cdot U_H}{\sum A_H}$	$F_{Hm} = \frac{\sum A_H \cdot F_H}{\sum A_H}$
							F. Sud Oest $U_{Hm} =$	F. Sud Oest $F_{Hm} =$

FITXA 2		CONFORMITAT- DEMANDA ENERGÈTICA														
ZONA CLIMÀTICA		Edifici d'alta càrrega interna		Edifici de baixa càrrega interna		Edifici d'alta i baixa càrrega interna										
Transmitància tèrmica màxima de tancaments i particions interiors de l'envoltant U_{MAX} a comparar amb la Taula 2.1 del DB (TM-3)																
Categoria	Elements	Components i descripció	U _{màx.} de Projecte (U _{màx.} de cada element. Extreure de la Fitxa 1)			U _{màx.} segons Zona climàtica (marcar la de l'edifici)										
						A	B	C	D	E						
MURS	Façanes	Murs en contacte amb l'aire exterior	U _{M1} =		≤	1,22	1,07	0,95	0,86	0,74						
	Mitgeres	Mitgeres amb edifici construït/en construcció	U _{MD} =		≤	1,22	1,07	1,00	1,00	1,00						
	Particions Vert. Int.	Murs en contacte amb espai no habitable	U _{M2} =		≤	1,22	1,07	0,95	0,86	0,74						
OBERTURES (HUECOS)	Obertures Façanes	Obertures (<i>huecos</i>) (en aquesta taula, les U de vidres i marcs s'han de comparar per separat)	U _{H-VIDRE} =		≤	5,70	5,70	4,40	3,50	3,10						
			U _{H-MARC} =		≤	5,70	5,70	4,40	3,50	3,10						
TANCAMENTS AMB EL TERRENY	Tancaments Vert.	Murs en contacte amb el terreny (només el 1er metre)	U _{T1} =		≤	1,22	1,07	0,95	0,86	0,74						
TERRES (SUELOS)	Terres (<i>suelos</i>)	Terres recolzats sobre terreny a prof. ≤ 0,5m (només el 1er metre)	U _{S1} =		≤	1,22	1,07	0,95	0,86	0,74						
		Terres en contacte amb l'aire exterior	U _{S3} =		≤	0,69	0,68	0,65	0,64	0,62						
	Particions Horit. Int.	Terres en contacte amb espai no habitable	U _{S2} =		≤	1,22	1,07	0,95	0,86	0,74						
COBERTES I LLUERNARIS	Cobertes	Cobertes en contacte amb l'aire exterior	U _{C1} =		≤	0,65	0,59	0,53	0,49	0,46						
		Cobertes en contacte amb espai no habitable	U _{C2} =		≤	1,22	1,07	0,95	0,86	0,74						
	Obertures Cobertes	Lluernaris (en aquesta taula, les U de vidres i marcs s'han de comparar per separat)	U _{L-VIDRE} =		≤	5,70	5,70	4,40	3,50	3,10						
			U _{L-MARC} =		≤	5,70	5,70	4,40	3,50	3,10						
En edificis d'habitatge	Particions interiors que limiten unitats d'ús amb sistema de calefacció previst, amb zones comuns no calefactades		U _{ZC} =		≤	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20						
Paràmetres mitjos límit de cada categoria de tancaments U_m i F_m a comparar amb les Taules 2.2 del DB (TM-4)																
Categoria		U _m i F _m de Projecte (Extreure de la Fitxa 1)		U _{m lim} i F _{L lim} segons Zona climàtica (marcar la de l'edifici)												
				A		B		C			D			E		
				A3	A4	B3	B4	C1	C2	C3	C4	D1	D2		D3	
MURS	Nord	U _{Mm} =		≤	0,94	0,82	0,73	0,66	0,57							
	Est	U _{Mm} =		≤												
	Oest	U _{Mm} =		≤												
	Sud	U _{Mm} =		≤												
	Sud Est	U _{Mm} =		≤												
	Sud Oest	U _{Mm} =		≤												
TANCAMENTS AMB EL TERRENY		U _{Tm} =		≤	0,94	0,82	0,73	0,66	0,57							
TERRES (SUELOS)		U _{Sm} =		≤	0,53	0,52	0,50	0,49	0,48							
COBERTES I LLUERNARIS	Cobertes i Lluernaris	U _{Cm} =		≤	0,50	0,45	0,41	0,38	0,35							
	Lluernaris	F _{Lm} =		≤	0,29	0,30	0,28	0,37	0,32	0,28	0,27	0,36	0,31	0,28	0,36	
Categoria	% obertures	U				F										
		U _{Hm} de Projecte (de la Fitxa 1)		U _{Hlim} (de Taules 2.2)		Zona d'alta càrrega interna					Zona de baixa càrrega interna					
		F _{Hm} de Projecte	F _{Hlim}	F _{Hm} de Projecte	F _{Hlim}	F _{Hm} de Projecte		F _{Hlim}			F _{Hm} de Projecte		F _{Hlim}			
Obertures	Nord	U _{Hm} =		≤	U _{Hlim} =		F _{Hm} =		≤	F _{Hlim} =		F _{Hm} =		≤	F _{Hlim} =	
	Est	U _{Hm} =		≤	U _{Hlim} =		F _{Hm} =		≤	F _{Hlim} =		F _{Hm} =		≤	F _{Hlim} =	
	Oest	U _{Hm} =		≤	U _{Hlim} =		F _{Hm} =		≤	F _{Hlim} =		F _{Hm} =		≤	F _{Hlim} =	
	Sud	U _{Hm} =		≤	U _{Hlim} =		F _{Hm} =		≤	F _{Hlim} =		F _{Hm} =		≤	F _{Hlim} =	
	Sud Est	U _{Hm} =		≤	U _{Hlim} =		F _{Hm} =		≤	F _{Hlim} =		F _{Hm} =		≤	F _{Hlim} =	
	Sud Oest	U _{Hm} =		≤	U _{Hlim} =		F _{Hm} =		≤	F _{Hlim} =		F _{Hm} =		≤	F _{Hlim} =	

FITXA 3		CONFORMITAT- CONDENSACIONS										
ZONA CLIMÀTICA		Edifici d'alta càrrega interna		Edifici de baixa càrrega interna		Edifici d'alta i baixa càrrega interna						
Condensacions Superficials i Intersticials												
Tipus de tancament o Partició interior		Condensacions Superficials (*) $f_{Rsi} \geq f_{Rsi\ min}$		Condensacions Intersticials $P_{sat,n} \geq P_n$								
				Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4	Capa 5	Capa 6	Capa 7	Capa 8	
MURS	Façanes (1)	M ₁	$f_{Rsi} =$	$P_{sat,n} =$								
			$f_{Rsi\ min} =$	$P_n =$								
			$f_{Rsi} =$	$P_{sat,n} =$								
			$f_{Rsi\ min} =$	$P_n =$								
	Ponts tèrmics: contorn obertures (2)	P _{F1}	$f_{Rsi} =$									
			$f_{Rsi\ min} =$									
			$f_{Rsi} =$									
	Ponts tèrmics: pilars façana (2)	P _{F2}	$f_{Rsi} =$									
			$f_{Rsi\ min} =$									
			$f_{Rsi} =$									
	Ponts tèrmics: caixa persiana (2)	P _{F3}	$f_{Rsi} =$									
			$f_{Rsi\ min} =$									
			$f_{Rsi} =$									
	Particions Verticals Interiors (separació amb espai no habitable) (3)	M ₂	$f_{Rsi} =$	$P_{sat,n} =$								
			$f_{Rsi\ min} =$	$P_n =$								
			$f_{Rsi} =$	$P_{sat,n} =$								
$f_{Rsi\ min} =$			$P_n =$									
OBERTURES		H										
TANCAM. AMB TERRENY		T										
TERRES (sue/s)	Terres recolzats en terreny a prof. ≤ 0,5m	S ₁										
	Terres en contacte amb l'aire exterior (1)	S ₃	$f_{Rsi} =$	$P_{sat,n} =$								
			$f_{Rsi\ min} =$	$P_n =$								
			$f_{Rsi} =$	$P_{sat,n} =$								
			$f_{Rsi\ min} =$	$P_n =$								
Particions Horitzontals Interiors (Terres en contacte amb espai no habitable) (3)	S ₂	$f_{Rsi} =$	$P_{sat,n} =$									
		$f_{Rsi\ min} =$	$P_n =$									
		$f_{Rsi} =$	$P_{sat,n} =$									
		$f_{Rsi\ min} =$	$P_n =$									
COBERTES I LLUERNARIS	Cobertes en contacte amb l'aire exterior (1)	C ₁	$f_{Rsi} =$	$P_{sat,n} =$								
			$f_{Rsi\ min} =$	$P_n =$								
	Cobertes en contacte amb espai no habitable (3)	C ₂	$f_{Rsi} =$	$P_{sat,n} =$								
			$f_{Rsi\ min} =$	$P_n =$								
			$f_{Rsi} =$	$P_{sat,n} =$								
			$f_{Rsi\ min} =$	$P_n =$								
	Ponts tèrmics: contorn lluernaris (2)	P _C	$f_{Rsi} =$	$P_{sat,n} =$								
			$f_{Rsi\ min} =$	$P_n =$								
Lluernaris	L											
ALTRES	Ponts tèrmics: Trobades entre tancaments (4)	P _T	$f_{Rsi} =$									
			$f_{Rsi\ min} =$									
			$f_{Rsi} =$									
			$f_{Rsi\ min} =$									

(*) $f_{Rsi\ min}$ en Taula 3.2 del DB (TM-26) en funció de la Higrometria de l'espai i de la Zona climàtica

(1) Tancaments: C. Superficials → calcular només en espais d'higrometria 5 ($f_{Rsi} = 1 - 0,25 \cdot U$)

C. Intersticials → calcular en espais de qualsevol higrometria, quan no hi hagi barrera de vapor

(2) Ponts Tèrmics integrats en tancaments:

C. Superficials → calcular en espais de qualsevol higrometria ($f_{Rsi} = 1 - 0,25 \cdot U$ ó veure Document Reconegut)

(3) Particions interiors:

C. Superficials → calcular només en espais d'higrometria 5 en contacte amb espais no habitables on hagi gran producció d'humitat ($f_{Rsi} = 1 - 0,25 \cdot U$)

C. Intersticials → calcular en espais de qualsevol higrometria, quan no hi hagi barrera de vapor

(4) Ponts Tèrmics Trobades entre tancaments:

C. Superficials → calcular en espais de qualsevol higrometria (extreure f_{Rsi} de Document Reconegut)

2.2 Opció general

Memòria:

- S'ha d'incorporar l'informe que genera el programa informàtic utilitzat (LIDER o altre que hagi assolit la condició de Document Reconegut).
- Si les característiques higròtermiques dels productes que s'han utilitzat en el càlcul s'han extret del propi programa informàtic o d'altre Document Reconegut, es podran prendre directament els seus valors. En cas contrari, la Memòria ha d'incloure els càlculs justificatius dels valors de disseny (segons UNE EN ISO 10.456:2001), a partir dels valors declarats en el marcatge del producte.

Amidaments:

- És convenient que en els Amidaments s'especifiqui les característiques dels materials utilitzats en el càlcul (conductivitat tèrmica, factor de resistència al vapor d'aigua, factor solar, etc.), a fi i efecte que a l'obra sigui subministrat el producte amb un *valor declarat* que, segons la UNE EN ISO 10.456:2001, es correspongui amb el *valor de disseny* utilitzat en el Projecte.

Comentaris i Ajudes

- Els apartats 4.1.7 i 4.1. 8 del DB estableixen que si les característiques higròtermiques dels productes que s'han utilitzat en el càlcul (**valors de disseny**) s'han extret de Documents Reconeguts, es podran prendre directament els seus valors. En cas contrari, els valors de disseny s'han de calcular (segons UNE EN ISO 10.456:2001) a partir dels **valors declarats de producte**.

Això és degut a que, fins ara, els valors de conductivitat i resistència tèrmica que ofereixen els fabricants d'aïllaments, és a dir, els valors declarats de producte, corresponen al seu comportament en determinades condicions d'humitat i temperatura. Aquest valor **no és el mateix** valor de disseny que defineix el comportament del material en unes condicions determinades (*) i que és el que s'ha d'utilitzar en el càlcul de Transmittàncies Normalment, aquest valor de disseny és pitjor que el valor declarat.

En qualsevol cas, és important que els valors de disseny que s'utilitzin en els càlculs corresponguin al producte que realment s'empri a l'obra, el qual vindrà etiquetat amb el valor declarat i no amb el valor de disseny. Per aquesta raó i també per tal de no fer necessaris càlculs d'equivalències de valors en la Memòria del projecte, **és convenient que als Amidaments s'especifiquin els valors de disseny emprats en els càlculs.**

(*) ambient a 10°C i amb un contingut de vapor d'aigua corresponent a l'equilibri quan l'HR = 50% i la temperatura és de 23°C.

Plec de Condicions:

- s'indicaran les condicions particulars de control de recepció dels productes que formen els tancaments i particions interiors de l'envolvent, incloent-hi els assaigs per a la comprovació de les seves característiques, si són necessaris.
- s'indicaran les condicions particulars d'execució dels tancaments i les particions interiors.

Annexes

Annex 1

Part 1.

Classificació climàtica dels municipis de Catalunya

Part 2.

Dades de temperatura i humitat relativa mitjanes de les comarques de Catalunya

Annex 2

Característiques higrotèrmiques dels materials de construcció

Annex 3

Catàleg de solucions constructives habituals

Annex 1

Part 1.
Classificació climàtica dels municipis de Catalunya

Part 2.
Dades de temperatura i humitat relativa mitjanes de les comarques de Catalunya

Abril de 2007

Annex 1

Part 1. Classificació climàtica dels municipis de Catalunya

Abril de 2007

Informació facilitada pel Departament de Medi Ambient i Habitatge de la Generalitat de Catalunya.

Les dades topogràfiques de les capitals de província no coincideixen exactament amb les indicades a l'Apèndix D del Document Bàsic HE-1, la qual cosa pot portar, en alguns casos, a discrepàncies. Es pretén que aquestes dades passin a ser Document Reconegut del CTE.

PROVÍNCIA DE **BARCELONA**

Capital de Província:

Barcelona

Zona:

C2

Altitud de Referència de la Capital:

9m

MUNICIPIIS	COMARCA	ALTITUD MUNICIPI	DESNIVELL ENTRE MUNICIPI I CAPITAL DE PROVÍNCIA	<200	≥200 ≤400	≥400 <600	≥600 <800	≥800 <1000	≥1000
				C2	C1	D1	D1	E1	E1
Abrera	Baix Llobregat	105	96	96					
Aguilar de Segarra	Bages	480	471			471			
Alella	Maresme	90	81	81					
Alpens	Osona	855	846					846	
Ametlla del Vallès, l'	Vallès Oriental	281	272		272				
Arenys de Mar	Maresme	10	1	1					
Arenys de Munt	Maresme	121	112	112					
Argençola	Anoia	716	707				707		
Argentona	Maresme	88	79	79					
Artés	Bages	316	307		307				
Avià	Berguedà	677	668				668		
Avinyó	Bages	353	344		344				
Avinyonet del Penedès	Alt Penedès	280	271		271				
Aiguafreda	Vallès Oriental	404	395		395				
Badalona	Barcelonès	6	-3	-3					
Bagà	Berguedà	785	776				776		
Hostalets de Balenyà, els	Osona	587	578			578			
Badia del Vallès	Vallès Occidental	120	111	111					
Balsareny	Bages	327	318		318				
Barberà del Vallès	Vallès Occidental	146	137	137					
Begues	Baix Llobregat	399	390		390				
Bellprat	Anoia	653	644				644		
Berga	Berguedà	704	695				695		
Bigues i Riells	Vallès Oriental	307	298		298				
Borredà	Berguedà	854	845					845	
Bruc, el	Anoia	489	480			480			
Brull, el	Osona	843	834					834	
Cabanyes, les	Alt Penedès	252	243		243				
Cabrera d'Igualada	Anoia	299	290		290				
Cabrera de Mar	Maresme	104	95	95					
Cabrils	Maresme	147	138	138					
Calaf	Anoia	680	671				671		
Caldes d'Estrac	Maresme	33	24	24					
Caldes de Montbui	Vallès Oriental	203	194	194					
Calders	Bages	552	543			543			
Calella	Maresme	5	-4	-4					
Calonge de Segarra	Anoia	643	634				634		
Calldetenes	Osona	489	480			480			
Callús	Bages	260	251		251				
Campins	Vallès Oriental	321	312		312				
Canet de Mar	Maresme	15	6	6					
Canovelles	Vallès Oriental	175	166	166					
Cànoves i Samalús	Vallès Oriental	346	337		337				

Manual d'aplicació del DB-HE ESTALVI D'ENERGIA
HE-1: Limitació de la demanda energètica

MUNICIPIS	COMARCA	ALTITUD MUNICIPI	DESNIVELL ENTRE MUNICIPI I CAPITAL DE PROVÍNCIA	<200	≥200 ≤400	≥400 <600	≥600 <800	≥800 <1000	≥1000
				C2	C1	D1	D1	E1	E1
Canyelles	Garraf	142	133	133					
Capellades	Anoia	317	308		308				
Capolat	Berguedà	1279	1270						1270
Cardedeu	Vallès Oriental	193	184	184					
Cardona	Bages	507	498			498			
Carme	Anoia	351	342		342				
Casserres	Berguedà	611	602				602		
Castellar del Riu	Berguedà	920	911					911	
Castellar del Vallès	Vallès Occidental	331	322		322				
Castellar de N'Hug	Berguedà	1395	1386						1386
Castellbell i el Vilar	Bages	178	169	169					
Castellbisbal	Vallès Occidental	132	123	123					
Castellcir	Vallès Oriental	773	764				764		
Castelldefels	Baix Llobregat	3	-6	-6					
Castell de l'Areny	Berguedà	954	945					945	
Castellet i la Gornal	Alt Penedès	137	128	128					
Castellfollit del Boix	Bages	700	691				691		
Castellfollit de Riubregós	Anoia	467	458			458			
Castellgalí	Bages	266	257		257				
Castellnou de Bages	Bages	469	460			460			
Castellolí	Anoia	415	406			406			
Castellterçol	Vallès Oriental	726	717				717		
Castellví de la Marca	Alt Penedès	198	189	189					
Castellví de Rosanes	Baix Llobregat	178	169	169					
Centelles	Osona	496	487			487			
Cercs	Berguedà	650	641				641		
Cerdanyola del Vallès	Vallès Occidental	82	73	73					
Cervelló	Baix Llobregat	122	113	113					
Collbató	Baix Llobregat	388	379		379				
Collsuspina	Osona	901	892					892	
Copons	Anoia	432	423			423			
Corbera de Llobregat	Baix Llobregat	342	333		333				
Cornellà de Llobregat	Baix Llobregat	27	18	18					
Cubelles	Garraf	12	3	3					
Dosrius	Maresme	147	138	138					
Esparreguera	Baix Llobregat	187	178	178					
Esplugues de Llobregat	Baix Llobregat	110	101	101					
Espunyola, l'	Berguedà	803	794				794		
Estany, l'	Bages	870	861					861	
Figaró-Montmany	Vallès Oriental	330	321		321				
Figols	Berguedà	1154	1145						1145
Fogars de Montclús	Vallès Oriental	386	377		377				
Fogars de Tordera	Selva	45	36	36					
Folgueroles	Osona	552	543			543			
Fonollosa	Bages	525	516			516			
Font-rubí	Alt Penedès	319	310		310				
Franqueses del Vallès les	Vallès Oriental	181	172	172					

BARCELONA			DESNIVELL ENTRE MUNICIPI I CAPITAL DE PROVINCIA	<200	≥200 ≤400	≥400 <600	≥600 <800	≥800 <1000	≥1000
MUNICIPIS	COMARCA	ALTITUD MUNICIPI		C2	C1	D1	D1	E1	E1
Gallifa	Vallès Occidental	502	493			493			
Garriga, la	Vallès Oriental	252	243		243				
Gavà	Baix Llobregat	9	0	0					
Gaià	Bages	481	472			472			
Gelida	Alt Penedès	196	187	187					
Gironella	Berguedà	469	460			460			
Gisclareny	Berguedà	1340	1331						1331
Granada, la	Alt Penedès	272	263		263				
Granera	Vallès Oriental	782	773				773		
Granollers	Vallès Oriental	145	136	136					
Gualba	Vallès Oriental	177	168	168					
Guardiola de Berguedà	Berguedà	720	711				711		
Gurb	Osona	516	507			507			
Hospitalet de Llobregat, l'	Barcelonès	8	-1	-1					
Hostalets de Pierola, els	Anoia	361	352		352				
Igualada	Anoia	313	304		304				
Jorba	Anoia	380	371		371				
Llacuna, la	Anoia	615	606				606		
Llagosta, la	Vallès Oriental	45	36	36					
Llinars del Vallès	Vallès Oriental	198	189	189					
Lliçà d'Amunt	Vallès Oriental	145	136	136					
Lliçà de Vall	Vallès Oriental	125	116	116					
Lluçà	Osona	745	736				736		
Malgrat de Mar	Maresme	4	-5	-5					
Malla	Osona	580	571			571			
Manlleu	Osona	461	452			452			
Manresa	Bages	238	229		229				
Marganell	Bages	291	282		282				
Martorell	Baix Llobregat	56	47	47					
Martorelles	Vallès Oriental	96	87	87					
Masies de Roda, les	Osona	468	459			459			
Masies de Voltregà, les	Osona	533	524			524			
Masnou, el	Maresme	27	18	18					
Masquefa	Anoia	257	248		248				
Matadepera	Vallès Occidental	423	414			414			
Mataró	Maresme	28	19	19					
Mediona	Alt Penedès	430	421			421			
Moià	Bages	717	708				708		
Molins de Rei	Baix Llobregat	37	28	28					
Mollet del Vallès	Vallès Oriental	65	56	56					
Montcada i Reixac	Vallès Occidental	36	27	27					
Montgat	Maresme	20	11	11					
Monistrol de Montserrat	Bages	161	152	152					
Monistrol de Calders	Bages	447	438			438			
Montclar	Berguedà	728	719				719		
Montesquiu	Osona	577	568			568			
Montmajor	Berguedà	756	747				747		

Manual d'aplicació del DB-HE ESTALVI D'ENERGIA
HE-1: Limitació de la demanda energètica

BARCELONA			DESNIVELL ENTRE MUNICIPI I CAPITAL DE PROVÍNCIA	<200	≥200 ≤400	≥400 <600	≥600 <800	≥800 <1000	≥1000
MUNICIPIS	COMARCA	ALTITUD MUNICIPI		C2	C1	D1	D1	E1	E1
Montmaneu	Anoia	709	700				700		
Montmeló	Vallès Oriental	72	63	63					
Montornès del Vallès	Vallès Oriental	116	107	107					
Montseny	Vallès Oriental	528	519			519			
Muntanyola	Osona	807	798				798		
Mura	Bages	454	445			445			
Navarcles	Bages	269	260		260				
Navàs	Bages	370	361		361				
Nou de Berguedà, la	Berguedà	876	867					867	
Òdena	Anoia	421	412			412			
Olvan	Berguedà	553	544			544			
Olèrdola	Alt Penedès	189	180	180					
Olesa de Bonesvalls	Alt Penedès	265	256		256				
Olesa de Montserrat	Baix Llobregat	124	115	115					
Olivella	Garraf	211	202		202				
Olost	Osona	572	563			563			
Orís	Osona	576	567			567			
Oristà	Osona	468	459			459			
Orpi	Anoia	375	366		366				
Òrrius	Maresme	259	250		250				
Pacs del Penedès	Alt Penedès	201	192	192					
Palafolls	Maresme	16	7	7					
Palau de Plegamans	Vallès Occidental	130	121	121					
Pallejà	Baix Llobregat	41	32	32					
Palma de Cervelló, la	Baix Llobregat	100	91	91					
Papiol, el	Baix Llobregat	135	126	126					
Parets del Vallès	Vallès Oriental	98	89	89					
Perafita	Osona	754	745				745		
Piera	Anoia	324	315		315				
Pineda de Mar	Maresme	10	1	1					
Pla del Penedès, el	Alt Penedès	216	207		207				
Pobla de Claramunt, la	Anoia	265	256		256				
Pobla de Lillet, la	Berguedà	843	834					834	
Polinyà	Vallès Occidental	123	114	114					
Pont de Vilomara i Rocafort, el	Bages	202	193	193					
Pontons	Alt Penedès	584	575			575			
Prat de Llobregat, el	Baix Llobregat	8	-1	-1					
Prats de Rei, els	Anoia	608	599			599			
Prats de Lluçanès	Osona	707	698				698		
Premià de Dalt	Maresme	142	133	133					
Premià de Mar	Maresme	8	-1	-1					
Puigdàlber	Alt Penedès	239	230		230				
Puig-reig	Berguedà	455	446			446			
Pujalt	Anoia	770	761				761		
Quar, la	Berguedà	885	876					876	
Rajadell	Bages	361	352		352				
Rellinars	Vallès Occidental	322	313		313				
Ripollet	Vallès Occidental	79	70	70					

BARCELONA									
MUNICIPIS	COMARCA	ALTITUD MUNICIPI	DESNIVELL ENTRE MUNICIPI I CAPITAL DE PROVINCIA	<200	≥200 ≤400	≥400 <600	≥600 <800	≥800 <1000	≥1000
				C2	C1	D1	D1	E1	E1
Roca del Vallès, la	Vallès Oriental	123	114	114					
Roda de Ter	Osona	443	434			434			
Rubí	Vallès Occidental	123	114	114					
Rubió	Anoia	629	620				620		
Rupit i Pruit	Osona	822	813					813	
Sabadell	Vallès Occidental	190	181	181					
Sagàs	Berguedà	738	729				729		
Sant Pere Sallavinera	Anoia	588	579			579			
Saldes	Berguedà	1215	1206						1206
Sallent	Bages	278	269		269				
Santpedor	Bages	336	327		327				
Sant Iscle de Vallalta	Maresme	129	120	120					
Sant Adrià de Besòs	Barcelonès	14	5	5					
Sant Agustí de Lluçanès	Osona	816	807					807	
Sant Andreu de la Barca	Baix Llobregat	42	33	33					
Sant Andreu de Llavaneres	Maresme	114	105	105					
Sant Antoni de Vilamajor	Vallès Oriental	258	249		249				
Sant Bartomeu del Grau	Osona	868	859					859	
Sant Boi de Llobregat	Baix Llobregat	30	21	21					
Sant Boi de Lluçanès	Osona	813	804					804	
Sant Celoni	Vallès Oriental	152	143	143					
Sant Cebrià de Vallalta	Maresme	71	62	62					
Sant Climent de Llobregat	Baix Llobregat	87	78	78					
Sant Cugat del Vallès	Vallès Occidental	124	115	115					
Sant Cugat Sesgarrigues	Alt Penedès	266	257		257				
Sant Esteve de Palautordera	Vallès Oriental	231	222		222				
Sant Esteve Sesrovires	Baix Llobregat	183	174	174					
Sant Fost de Campsentelles	Vallès Oriental	112	103	103					
Sant Feliu de Codines	Vallès Oriental	480	471			471			
Sant Feliu de Llobregat	Baix Llobregat	25	16	16					
Sant Feliu Sasserra	Bages	617	608				608		
Sant Fruitós de Bages	Bages	247	238		238				
Sant Hipòlit de Voltregà	Osona	536	527			527			
Sant Jaume de Frontanyà	Berguedà	1072	1063						1063
Sant Joan Despí	Baix Llobregat	10	1	1					
Sant Joan de Vilatorrada	Bages	277	268		268				
Sant Julià de Cerdanyola	Berguedà	954	945					945	
Sant Julià de Vilatorrada	Osona	600	591			591			
Sant Just Desvern	Baix Llobregat	122	113	113					
Sant Llorenç d'Hortons	Alt Penedès	196	187	187					
Sant Llorenç Savall	Vallès Occidental	466	457			457			
Sant Martí de Centelles	Osona	406	397		397				

Manual d'aplicació del DB-HE ESTALVI D'ENERGIA
HE-1: Limitació de la demanda energètica

BARCELONA			DESNIVELL ENTRE MUNICIPI I CAPITAL DE PROVÍNCIA	<200	≥200 ≤400	≥400 <600	≥600 <800	≥800 <1000	≥1000
MUNICIPIS	COMARCA	ALTITUD MUNICIPI		C2	C1	D1	D1	E1	E1
Sant Martí d'Albars	Osona	629	620				620		
Sant Martí de Tous	Anoia	465	456			456			
Sant Martí Sarroca	Alt Penedès	291	282		282				
Sant Martí Sesgueioles	Anoia	646	637				637		
Sant Mateu de Bages	Bages	569	560			560			
Sant Pere de Ribes	Garraf	44	35	35					
Sant Pere de Riudebitlles	Alt Penedès	246	237		237				
Sant Pere de Torelló	Osona	621	612				612		
Sant Pere de Vilamajor	Vallès Oriental	305	296		296				
Sant Pol de Mar	Maresme	15	6	6					
Sant Quintí de Mediona	Alt Penedès	326	317		317				
Sant Quirze de Besora	Osona	587	578			578			
Sant Quirze del Vallès	Vallès Occidental	188	179	179					
Sant Quirze Safaja	Vallès Oriental	627	618				618		
Sant Sadurní d'Anoia	Alt Penedès	162	153	153					
Sant Sadurní d'Osormort	Osona	531	522			522			
Sant Salvador de Guardiola	Bages	334	325		325				
Sant Vicenç dels Horts	Baix Llobregat	22	13	13					
Sant Vicenç de Montalt	Maresme	143	134	134					
Santa Cecília de Voltregà	Osona	519	510			510			
Santa Coloma de Cervelló	Baix Llobregat	73	64	64					
Santa Coloma de Gramenet	Barcelonès	56	47	47					
Santa Eugènia de Berga	Osona	538	529			529			
Santa Eulàlia de Riuprimer	Osona	568	559			559			
Santa Eulàlia de Ronçana	Vallès Oriental	162	153	153					
Santa Fe del Penedès	Alt Penedès	240	231		231				
Santa Margarida de Montbui	Anoia	316	307		307				
Santa Margarida i els Monjos	Alt Penedès	161	152	152					
Santa Maria de Besora	Osona	866	857					857	
Santa Maria de Corcó	Osona	693	684				684		
Santa Maria de Merlès	Berguedà	532	523			523			
Santa Maria de Martorelles	Vallès Oriental	181	172	172					
Santa Maria de Miralles	Anoia	543	534			534			
Santa Maria d'Oló	Bages	542	533			533			
Santa Maria de Palautordera	Vallès Oriental	208	199	199					
Santa Perpètua de Mogoda	Vallès Occidental	74	65	65					
Santa Susanna	Maresme	10	1	1					
Sant Vicenç de Castellet	Bages	176	167	167					
Sant Vicenç de Torelló	Osona	555	546			546			
Sentmenat	Vallès Occidental	207	198	198					
Seva	Osona	663	654				654		

BARCELONA		ALTITUD MUNICIPI	DESNIVELL ENTRE MUNICIPI I CAPITAL DE PROVINCIA	<200 C2	≥200 ≤400 C1	≥400 <600 D1	≥600 <800 D1	≥800 <1000 E1	≥1000 E1
MUNICIPIS	COMARCA								
Sitges	Garraf	10	1	1					
Sobremunt	Osona	881	872					872	
Sora	Osona	716	707				707		
Subirats	Alt Penedès	243	234		234				
Súria	Bages	326	317		317				
Tavèrnoles	Osona	637	628				628		
Tagamanent	Vallès Oriental	354	345		345				
Talamanca	Bages	552	543			543			
Taradell	Osona	623	614				614		
Terrassa	Vallès Occidental	277	268		268				
Tavertet	Osona	869	860					860	
Teià	Maresme	128	119	119					
Tiana	Maresme	136	127	127					
Tona	Osona	596	587			587			
Tordera	Maresme	34	25	25					
Torelló	Osona	508	499			499			
Torre de Claramunt, la	Anoia	363	354		354				
Torrelavit	Alt Penedès	202	193	193					
Torrelles de Foix	Alt Penedès	367	358		358				
Torrelles de Llobregat	Baix Llobregat	126	117	117					
Ullastrell	Vallès Occidental	342	333		333				
Vacarisses	Vallès Occidental	382	373		373				
Vallbona d'Anoia	Anoia	289	280		280				
Vallcebre	Berguedà	1123	1114						1114
Vallgorguina	Vallès Oriental	222	213		213				
Vallirana	Baix Llobregat	177	168	168					
Vallromanes	Vallès Oriental	153	144	144					
Veciana	Anoia	564	555			555			
Vic	Osona	484	475			475			
Vilada	Berguedà	757	748				748		
Viladecavalls	Vallès Occidental	274	265		265				
Viladecans	Baix Llobregat	18	9	9					
Vilanova del Camí	Anoia	302	293		293				
Vilanova de Sau	Osona	558	549			549			
Vilobí del Penedès	Alt Penedès	286	277		277				
Vilafranca del Penedès	Alt Penedès	223	214		214				
Vilalba Sasserra	Vallès Oriental	200	191	191					
Vilanova i la Geltrú	Garraf	22	13	13					
Viver i Serrateix	Berguedà	729	720				720		
Vilanova del Vallès	Vallès Oriental	91	82	82					
Vilassar de Dalt	Maresme	142	133	133					
Vilassar de Mar	Maresme	10	1	1					

PROVÍNCIA DE GIRONA

Capital de Província:

Girona

Zona:

C2

Altitud de Referència de la Capital:

70m

GIRONA MUNICIPIIS	COMARCA	ALTITUD MUNICIPI	DESNIVELL ENTRE MUNICIPI I CAPITAL DE PROVÍNCIA	<200	≥200 ≤400	≥400 <600	≥600 <800	≥800 <1000	≥1000
				C2	D1	D1	E1	E1	E1
Agullana	Alt Empordà	166	96	96					
Aiguaviva	Gironès	169	99	99					
Albanyà	Alt Empordà	239	169	169					
Albons	Baix Empordà	25	-45	-45					
Alp	Cerdanya	1158	1088						1088
Amer	Selva	186	116	116					
Anglès	Selva	181	111	111					
Arbúcies	Selva	291	221		221				
Argelaguer	Garrotxa	183	113	113					
Armentera, l'	Alt Empordà	7	-63	-63					
Avinyonet de Puigventós	Alt Empordà	70	0	0					
Begur	Baix Empordà	200	130	130					
Banyoles	Pla de l'Estany	171	101	101					
Bàscara	Alt Empordà	66	-4	-4					
Bellcaire d'Empordà	Baix Empordà	35	-35	-35					
Besalú	Garrotxa	151	81	81					
Bescanó	Gironès	102	32	32					
Beuda	Garrotxa	338	268		268				
Bisbal d'Empordà, la	Baix Empordà	39	-31	-31					
Biure	Alt Empordà	81	11	11					
Blanes	Selva	13	-57	-57					
Bolvir	Cerdanya	1145	1075						1075
Bordils	Gironès	42	-28	-28					
Borrassà	Alt Empordà	73	3	3					
Breda	Selva	169	99	99					
Brunyola	Selva	247	177	177					
Boadella d'Empordà	Alt Empordà	82	12	12					
Cabanes	Alt Empordà	26	-44	-44					
Cabanelles	Alt Empordà	194	124	124					
Cadaqués	Alt Empordà	23	-47	-47					
Caldes de Malavella	Selva	84	14	14					
Calonge	Baix Empordà	22	-48	-48					
Camós	Pla de l'Estany	168	98	98					
Campdevàrol	Ripollès	738	668				668		
Campelles	Ripollès	1303	1233						1233
Campllong	Gironès	113	43	43					
Camprodon	Ripollès	947	877					877	
Canet d'Adri	Gironès	217	147	147					
Cantalops	Alt Empordà	200	130	130					
Capmany	Alt Empordà	107	37	37					
Cassà de la Selva	Gironès	137	67	67					
Castellfollit de la Roca	Garrotxa	296	226		226				
Castelló d'Empúries	Alt Empordà	17	-53	-53					

MUNICIPIS	COMARCA	ALTITUD MUNICIPI	DESNIVELL ENTRE MUNICIPI I CAPITAL DE PROVINCIA	<200	≥200 ≤400	≥400 <600	≥600 <800	≥800 <1000	≥1000
				C2	D1	D1	E1	E1	E1
Castell-Platja d'Aro	Baix Empordà	5	-65	-65					
Cellera de Ter, la	Selva	166	96	96					
Celrà	Gironès	71	1	1					
Cervià de Ter	Gironès	45	-25	-25					
Cistella	Alt Empordà	130	60	60					
Colera	Alt Empordà	10	-60	-60					
Colomers	Baix Empordà	41	-29	-29					
Cornellà del Terri	Pla de l'Estany	96	26	26					
Corçà	Baix Empordà	43	-27	-27					
Crespià	Pla de l'Estany	138	68	68					
Cruïlles, Monells i S. Sad.	Baix Empordà	110	40	40					
Darnius	Alt Empordà	193	123	123					
Das	Cerdanya	1219	1149						1149
Escala, l'	Alt Empordà	14	-56	-56					
Espinelves	Osona	752	682				682		
Espolla	Alt Empordà	124	54	54					
Esponellà	Pla de l'Estany	142	72	72					
Far d'Empordà, el	Alt Empordà	44	-26	-26					
Figueres	Alt Empordà	39	-31	-31					
Flaçà	Gironès	34	-36	-36					
Fogars de la Selva	Selva	45	-25	-25					
Foixà	Baix Empordà	85	15	15					
Fontanals de Cerdanya	Cerdanya	1180	1110						1110
Fontanilles	Baix Empordà	29	-41	-41					
Fontcoberta	Pla de l'Estany	207	137	137					
Forallac (Vulpellac)	Baix Empordà	51	-19	-19					
Fornells de la Selva	Gironès	102	32	32					
Fortià	Alt Empordà	8	-62	-62					
Garrigàs	Alt Empordà	101	31	31					
Garrigoles	Baix Empordà	92	22	22					
Garriguella	Alt Empordà	56	-14	-14					
Ger	Cerdanya	1135	1065						1065
Gombrèn	Ripollès	919	849					849	
Gualta	Baix Empordà	15	-55	-55					
Guils de Cerdanya	Cerdanya	1385	1315						1315
Hostalric	Selva	189	119	119					
Isòvol (All)	Cerdanya	1088	1018						1018
Jafre	Baix Empordà	44	-26	-26					
Jonquera, la	Alt Empordà	110	40	40					
Juià	Gironès	94	24	24					
Lladó	Alt Empordà	197	127	127					
Llagostera	Gironès	160	90	90					
Llambilles	Gironès	143	73	73					
Llanars	Ripollès	983	913					913	
Llançà	Alt Empordà	4	-66	-66					
Llers	Alt Empordà	142	72	72					
Llivia	Cerdanya	1224	1154						1154
Lloret de Mar	Selva	5	-65	-65					

MUNICIPIS	COMARCA	ALTITUD MUNICIPI	DESNIVELL ENTRE MUNICIPI I CAPITAL DE PROVÍNCIA	<200	≥200 ≤400	≥400 <600	≥600 <800	≥800 <1000	≥1000
				C2	D1	D1	E1	E1	E1
Llosses, les	Ripollès	1000	930					930	
Madremanya	Gironès	177	107	107					
Maià de Montcal	Garrotxa	241	171	171					
Meranges	Cerdanya	1539	1469						1469
Masarac	Alt Empordà	85	15	15					
Massanes	Selva	164	94	94					
Maçanet de Cabrenys	Alt Empordà	370	300		300				
Maçanet de la Selva	Selva	100	30	30					
Mieres	Garrotxa	286	216		216				
Mollet de Peralada	Alt Empordà	59	-11	-11					
Molló	Ripollès	1182	1112						1112
Montagut	Garrotxa	276	206		206				
Mont-ras	Baix Empordà	88	18	18					
Navata	Alt Empordà	145	75	75					
Ogassa	Ripollès	951	881					881	
Olot	Garrotxa	443	373		373				
Ordis	Alt Empordà	98	28	28					
Osor	Selva	340	270		270				
Palafrugell	Baix Empordà	64	-6	-6					
Palamós	Baix Empordà	12	-58	-58					
Palau de Santa Eulàlia	Alt Empordà	86	16	16					
Palau-saverdera	Alt Empordà	78	8	8					
Palau-sator	Baix Empordà	20	-50	-50					
Palol de Revardit	Pla de l'Estany	152	82	82					
Pals	Baix Empordà	55	-15	-15					
Pardines	Ripollès	1226	1156						1156
Parlavà	Baix Empordà	40	-30	-30					
Pau	Alt Empordà	33	-37	-37					
Pedret i Marzà	Alt Empordà	22	-48	-48					
Pera, la	Baix Empordà	93	23	23					
Peralada	Alt Empordà	32	-38	-38					
Planes d'Hostoles, les	Garrotxa	370	300		300				
Planoles	Ripollès	1136	1066						1066
Pont de Molins	Alt Empordà	43	-27	-27					
Pontós	Alt Empordà	94	24	24					
Porqueres	Pla de l'Estany	148	78	78					
Portbou	Alt Empordà	28	-42	-42					
Preses, les	Garrotxa	474	404			404			
Port de la Selva, el	Alt Empordà	12	-58	-58					
Puigcerdà	Cerdanya	1202	1132						1132
Quart	Gironès	91	21	21					
Queralbs	Ripollès	1236	1166						1166
Rabós	Alt Empordà	106	36	36					
Regencós	Baix Empordà	78	8	8					
Ribes de Freser	Ripollès	912	842					842	
Riells i Viabrea	Selva	96	26	26					
Ripoll	Ripollès	691	621				621		
Riudarenes	Selva	84	14	14					

MUNICIPIS	COMARCA	ALTITUD MUNICIPI	DESNIVELL ENTRE MUNICIPI I CAPITAL DE PROVINCIA	<200	≥200 ≤400	≥400 <600	≥600 <800	≥800 <1000	≥1000
				C2	D1	D1	E1	E1	E1
Riudaura	Garrotxa	572	502			502			
Riu de Cerdanya	Cerdanya	1173	1103						1103
Riudellots de la Selva	Selva	98	28	28					
Riumors	Alt Empordà	7	-63	-63					
Roses	Alt Empordà	5	-65	-65					
Rupià	Baix Empordà	66	-4	-4					
Sales de Llierca	Garrotxa	260	190	190					
Salt	Gironès	83	13	13					
Sant Andreu Salou	Gironès	132	62	62					
Sant Aniol de Finestres	Garrotxa	289	219		219				
Sant Climent Sescebes	Alt Empordà	86	16	16					
Sant Feliu de Buixalleu	Selva	402	332		332				
Sant Feliu de Guixols	Baix Empordà	4	-66	-66					
Sant Feliu de Pallerols	Garrotxa	473	403			403			
Sant Ferriol	Garrotxa	366	296		296				
Sant Gregori	Gironès	112	42	42					
Sant Hilari Sacalm	Selva	803	733				733		
Sant Jaume de Llierca	Garrotxa	203	133	133					
Sant Jordi Desvalls	Gironès	57	-13	-13					
Sant Joan de les Abadesses	Ripollès	773	703				703		
Sant Joan de Mollet	Gironès	54	-16	-16					
Sant Julià de Llor	Selva	160	90	90					
Sant Julià de Ramis	Gironès	128	58	58					
Sant Llorenç de la Muga	Alt Empordà	173	103	103					
Sant Martí de Llémena	Gironès	256	186	186					
Sant Martí Vell	Gironès	65	-5	-5					
Sant Miquel de Campmajor	Pla de l'Estany	217	147	147					
Sant Miquel de Fluvià	Alt Empordà	28	-42	-42					
Sant Mori	Alt Empordà	51	-19	-19					
Sant Pau de Segúries	Ripollès	867	797				797		
Sant Pere Pescador	Alt Empordà	5	-65	-65					
Santa Coloma de Farners	Selva	142	72	72					
Santa Cristina d'Aro	Baix Empordà	30	-40	-40					
Santa Llogaia d'Àlguema	Alt Empordà	42	-28	-28					
Santa Pau	Garrotxa	496	426			426			
Sant Joan les Fonts	Garrotxa	342	272		272				
Sarrià de Ter	Gironès	70	0	0					
Saus	Alt Empordà	76	6	6					
Selva de Mar, la	Alt Empordà	48	-22	-22					
Serinyà	Pla de l'Estany	188	118	118					
Serra de Daró	Baix Empordà	15	-55	-55					
Setcases	Ripollès	1265	1195						1195
Sils	Selva	76	6	6					
Siurana	Alt Empordà	33	-37	-37					
Susqueda	Selva	816	746				746		
Tallada d'Empordà, la	Baix Empordà	20	-50	-50					
Terrades	Alt Empordà	228	158	158					

GIRONA	MUNICIPIS	COMARCA	ALTITUD MUNICIPI	DESNIVELL ENTRE MUNICIPI I CAPITAL DE PROVÍNCIA	<200	≥200 ≤400	≥400 <600	≥600 <800	≥800 <1000	≥1000
					C2	D1	D1	E1	E1	E1
Torrent	Baix Empordà	44	-26	-26						
Torroella de Fluvià	Alt Empordà	9	-61	-61						
Torroella de Montgrí	Baix Empordà	31	-39	-39						
Tortellà	Garrotxa	276	206			206				
Toses	Ripollès	1444	1374							1374
Tossa de Mar	Selva	5	-65	-65						
Ultramort	Baix Empordà	30	-40	-40						
Ullà	Baix Empordà	21	-49	-49						
Ullastret	Baix Empordà	49	-21	-21						
Urús	Cerdanya	1263	1193							1193
Vall d'en Bas, la	Garrotxa	510	440				440			
Vall de Bianya, la	Garrotxa	367	297			297				
Vallfogona de Ripollès	Ripollès	956	886						886	
Vall-llobrega	Baix Empordà	49	-21	-21						
Vajol, la	Alt Empordà	546	476				476			
Ventalló	Alt Empordà	28	-42	-42						
Verges	Baix Empordà	23	-47	-47						
Vidrà	Osona	982	912						912	
Vidreres	Selva	93	23	23						
Vilabertran	Alt Empordà	19	-51	-51						
Vilablareix	Gironès	99	29	29						
Viladasens	Gironès	96	26	26						
Viladamat	Alt Empordà	13	-57	-57						
Vilademuls	Pla de l'Estany	120	50	50						
Viladrau	Osona	821	751					751		
Vilafant	Alt Empordà	54	-16	-16						
Vilaür	Alt Empordà	65	-5	-5						
Vilajuïga	Alt Empordà	31	-39	-39						
Vilallonga de Ter	Ripollès	1067	997						997	
Vilamacolum	Alt Empordà	5	-65	-65						
Vilamalla	Alt Empordà	45	-25	-25						
Vilamaniscle	Alt Empordà	169	99	99						
Vilanant	Alt Empordà	98	28	28						
Vila-sacra	Alt Empordà	16	-54	-54						
Vilopriu	Baix Empordà	82	12	12						
Vilobí d'Onyar	Selva	122	52	52						

PROVÍNCIA DE LLEIDA

Capital de Província: **Lleida**
Zona: **D3**
Altitud de Referència de la Capital: **155m**

LLEIDA			DESNIVELL ENTRE MUNICIPI I CAPITAL DE PROVÍNCIA	<200	≥200 ≤400	≥400 <600	≥600 <800	≥800 <1000	≥1000
MUNICIPIIS	COMARCA	ALTITUD MUNICIPI		D3	D2	E1	E1	E1	E1
Abella de la Conca	Pallars Jussà	956	801					801	
Àger	Noguera	642	487			487			
Agramunt	Urgell	337	182	182					
Aitona	Segrià	110	-45	-45					
Alamús, els	Segrià	212	57	57					
Alàs i Cerc	Alt Urgell	768	613				613		
Albagés, l'	Garrigues	372	217		217				
Albatàrrec	Segrià	147	-8	-8					
Albesa	Noguera	237	82	82					
Albi, l'	Garrigues	526	371		371				
Alcanó	Segrià	214	59	59					
Alcarràs	Segrià	137	-18	-18					
Alcoletge	Segrià	213	58	58					
Alfarràs	Segrià	281	126	126					
Alfés	Segrià	236	81	81					
Algerrí	Noguera	345	190	190					
Alguaire	Segrià	304	149	149					
Alins	Pallars Sobirà	1048	893					893	
Almacelles	Segrià	247	92	92					
Almatret	Segrià	462	307		307				
Almenar	Segrià	329	174	174					
Alòs de Balaguer	Noguera	297	142	142					
Alpicat	Segrià	264	109	109					
Alt Àneu (València d'Àneu)	Pallars Sobirà	1076	921					921	
Anglesola	Urgell	335	180	180					
Arbeca	Garrigues	332	177	177					
Arres (de Jos)	Val d'Aran	1224	1069						1069
Arsèguel	Alt Urgell	950	795				795		
Artesa de Lleida	Segrià	202	47	47					
Artesa de Segre	Noguera	318	163	163					
Aspa	Segrià	256	101	101					
Avellanès i Santa Linya, les	Noguera	567	412			412			
Baix Pallars	Pallars Sobirà	591	436			436			
Balaguer	Noguera	233	78	78					
Barbens	El Pla d'Urgell	283	128	128					
Baronia de Rialb, la	Noguera	388	233		233				
Bassella	Alt Urgell	423	268		268				
Bausen	Val d'Aran	931	776				776		
Belianes	Urgell	373	218		218				
Bellaguarda	Garrigues	640	485			485			
Belcaire d'Urgell	Noguera	267	112	112					
Bell-lloc d'Urgell	El Pla d'Urgell	196	41	41					

Manual d'aplicació del DB-HE ESTALVI D'ENERGIA
HE-1: Limitació de la demanda energètica

LLEIDA	MUNICIPIS	COMARCA	ALTITUD MUNICIPI	DESNIVELL ENTRE MUNICIPI I CAPITAL DE PROVÍNCIA	<200	≥200 ≤400	≥400 <600	≥600 <800	≥800 <1000	≥1000
					D3	D2	E1	E1	E1	E1
Bellmunt d'Urgell	Noguera	379	224			224				
Bellpuig	Urgell	308	153	153						
Bellver de Cerdanya	Cerdanya	1061	906						906	
Bellví	El Pla d'Urgell	207	52	52						
Benavent de Segrià	Segrià	234	79	79						
Biosca	Segarra	455	300			300				
Bovera	Garrigues	297	142	142						
Bòrdes, es	Val d'Aran	852	697					697		
Borges Blanques, les	Garrigues	304	149	149						
Bossòst	Val d'Aran	710	555				555			
Cabanabona	Noguera	421	266			266				
Cabó	Alt Urgell	768	613					613		
Camarasa	Noguera	321	166	166						
Canejan	Val d'Aran	906	751					751		
Castellar de la Ribera	Solsonès	657	502				502			
Castelldans	Garrigues	353	198	198						
Castell de Mur	Pallars Jussà	532	377			377				
Castellnou de Seana	El Pla d'Urgell	269	114	114						
Castelló de Farfanya	Noguera	358	203			203				
Castellserà	Urgell	267	112	112						
Cava (Ansovell)	Alt Urgell	1335	1180							1180
Cervera	Segarra	548	393			393				
Cervià de les Garrigues	Garrigues	444	289			289				
Ciutadilla	Urgell	519	364			364				
Clariana de Cardener	Solsonès	500	345			345				
Cogul, el	Garrigues	279	124	124						
Coma i la Pedra, la	Solsonès	1004	849						849	
Coll de Nargó	Alt Urgell	573	418				418			
Conca de Dalt	Pallars Jussà	507	352			352				
Corbins	Segrià	211	56	56						
Cubells	Noguera	499	344			344				
Espluga Calba, l'	Garrigues	434	279			279				
Espot	Pallars Sobirà	1318	1163							1163
Estaràs	Segarra	596	441				441			
Esterrí d'Àneu	Pallars Sobirà	957	802						802	
Esterrí de Cardós	Pallars Sobirà	1212	1057							1057
Estamariu	Alt Urgell	1084	929						929	
Farrera (Burc)	Pallars Sobirà	1294	1139							1139
Figs i Alinyà	Alt Urgell	602	447				447			
Floresta, la	Garrigues	316	161	161						
Fondarella	El Pla d'Urgell	243	88	88						
Foradada	Noguera	455	300			300				
Fuliola, la	Urgell	275	120	120						
Fulleda	Garrigues	581	426				426			
Gavet de la Conca	Pallars Jussà	421	266			266				
Gimenells i Pla de la Font	Segrià	258	103	103						
Golmés	El Pla d'Urgell	275	120	120						

LLEIDA	MUNICIPIS	COMARCA	ALTITUD MUNICIPI	DESNIVELL ENTRE MUNICIPI I CAPITAL DE PROVINCIA	<200	≥200 ≤400	≥400 <600	≥600 <800	≥800 <1000	≥1000
					D3	D2	E1	E1	E1	E1
Gósol	Bergadà	1423	1268							1268
Granadella, la	Garrigues	528	373			373				
Granja d'Escarp, la	Segrià	78	-77	-77						
Granyanella (Curullada)	Segarra	508	353			353				
Granyena de Segarra	Segarra	636	481				481			
Granyena de les Garrigues	Garrigues	366	211			211				
Guimerà	Urgell	555	400				400			
Guingueta d'Aneu, la	Pallars Sobirà	919	764					764		
Guissona	Segarra	484	329			329				
Guixers	Solsonès	840	685					685		
Ivars de Noguera	Noguera	314	159	159						
Ivars d'Urgell	El Pla d'Urgell	265	110	110						
Ivorra	Segarra	567	412				412			
Isona i Conca Dellà	Pallars Jussà	659	504				504			
Josa i Tuixén	Alt Urgell	1206	1051							1051
Juncosa	Garrigues	575	420				420			
Juneda	Garrigues	264	109	109						
Les	Val d'Aran	634	479				479			
Linyola	El Pla d'Urgell	248	93	93						
Lladorre	Pallars Sobirà	1052	897						897	
Lladurs	Solsonès	834	679					679		
Llardecans	Segrià	397	242			242				
Llavorsí	Pallars Sobirà	811	656					656		
Lles de Cerdanya	Cerdanya	1471	1316							1316
Llimiana	Pallars Jussà	790	635					635		
Llobera	Solsonès	855	700					700		
Maldà	Urgell	428	273			273				
Massalcoreig	Segrià	94	-61	-61						
Massoteres	Segarra	502	347			347				
Maials	Segrià	395	240			240				
Menàrguens	Noguera	205	50	50						
Miralcamp	El Pla d'Urgell	287	132	132						
Molsosa, la	Solsonès	667	512				512			
Mollerussa	El Pla d'Urgell	250	95	95						
Montgai	Noguera	286	131	131						
Montellà i Martinet	Cerdanya	967	812						812	
Montferrer i Castellbó	Alt Urgell	732	577				577			
Montoliu de Segarra	Segarra	689	534				534			
Montoliu de Lleida	Segrià	166	11	11						
Montornès de Segarra	Segarra	605	450				450			
Nalec	Urgell	487	332			332				
Naut Aran (Salardú)	Val d'Aran	1267	1112							1112
Navès	Solsonès	610	455				455			
Odèn	Solsonès	1130	975						975	
Oliana	Alt Urgell	469	314			314				
Oliola	Noguera	452	297			297				
Olius (Pi de Sant Just)	Solsonès	742	587				587			

Manual d'aplicació del DB-HE ESTALVI D'ENERGIA
HE-1: Limitació de la demanda energètica

LLEIDA	MUNICIPIS	COMARCA	ALTITUD MUNICIPI	DESNIVELL ENTRE MUNICIPI I CAPITAL DE PROVÍNCIA	<200	≥200 ≤400	≥400 <600	≥600 <800	≥800 <1000	≥1000
					D3	D2	E1	E1	E1	E1
Oluges, les	Segarra	528	373			373				
Omellons, els	Garrigues	385	230			230				
Omells de Na Gaia, els	Urgell	560	405				405			
Organyà	Alt Urgell	558	403				403			
Os de Balaguer	Noguera	463	308			308				
Ossó de Sió	Urgell	391	236			236				
Palau d'Anglesola, el	El Pla d'Urgell	250	95	95						
Penelles	Noguera	276	121	121						
Peramola	Alt Urgell	566	411				411			
Pinell de Solsonès	Solsonès	800	645					645		
Pinós	Solsonès	823	668					668		
Plans de Sió (Pallargues)	Segarra	412	257			257				
Poal, el	El Pla d'Urgell	216	61	61						
Pobla de Cérvoles, la	Garrigues	663	508				508			
Pobla de Segur, la	Pallars Jussà	524	369			369				
Pont de Bar, el	Alt Urgell	861	706					706		
Ponts	Noguera	363	208			208				
Pont de Suert, el	Alta Ribagorça	838	683					683		
Portella, la	Segrià	259	104	104						
Prats i Sansor	Cerdanya	1124	969						969	
Preixana	Urgell	328	173	173						
Preixens	Noguera	315	160	160						
Prullans	Cerdanya	1096	941						941	
Puiggròs	Garrigues	334	179	179						
Puigverd d'Agramunt	Urgell	366	211			211				
Puigverd de Lleida	Segrià	219	64	64						
Rialp	Pallars Sobirà	725	570				570			
Ribera d'Ondara	Segarra	570	415				415			
Ribera d'Urgellet (S. Tirs)	Alt Urgell	702	547				547			
Riner	Solsonès	611	456				456			
Rosselló	Segrià	252	97	97						
Salàs de Pallars	Pallars Jussà	573	418				418			
Sanaüja	Segarra	409	254			254				
Sant Guim de Freixenet	Segarra	738	583				583			
Sant Guim de la Plana	Segarra	556	401				401			
Sant Llorenç de Morunys	Solsonès	925	770					770		
Sant Martí de Riucorb	Urgell	409	254			254				
Sant Ramon	Segarra	641	486				486			
Sant Esteve de la Sarga	Pallars Jussà	875	720					720		
Sarroca de Lleida	Segrià	201	46	46						
Sarroca de Bellerà	Pallars Jussà	1002	847						847	
Senterada	Pallars Jussà	729	574				574			
Sentiu de Sió, la	Noguera	281	126	126						
Seu d'Urgell, la	Alt Urgell	691	536				536			
Seròs										
Sidamon	El Pla d'Urgell	232	77	77						

MUNICIPIS	COMARCA	ALTITUD MUNICIPI	DESNIVELL ENTRE MUNICIPI I CAPITAL DE PROVINCIA	<200	≥200 ≤400	≥400 <600	≥600 <800	≥800 <1000	≥1000
				D3	D2	E1	E1	E1	E1
Soleràs, el	Garrigues	381	226		226				
Solsona	Solsonès	664	509			509			
Soriguera	Pallars Sobirà	1192	1037						1037
Sort	Pallars Sobirà	692	537			537			
Soses	Segrià	118	-37	-37					
Sudanell	Segrià	152	-3	-3					
Sunyer	Segrià	211	56	56					
Talarn	Pallars Jussà	572	417			417			
Talavera	Segarra	791	636				636		
Tàrrega	Urgell	373	218		218				
Tarrés	Garrigues	578	423			423			
Tarroja de Segarra	Segarra	460	305		305				
Térmens	Noguera	208	53	53					
Tirvia	Pallars Sobirà	991	836					836	
Tiurana	Noguera	387	232		232				
Torà	Segarra	448	293		293				
Torms, els	Garrigues	476	321		321				
Tornabous	Urgell	289	134	134					
Torrebesses	Segrià	287	132	132					
Torre de Cabdella, la	Pallars Jussà	1075	920					920	
Torrefarrera	Segrià	214	59	59					
Torrefeta i Florejacs	Segarra	475	320		320				
Torregrossa	El Pla d'Urgell	232	77	77					
Torrelameu	Noguera	201	46	46					
Torres de Segre	Segrià	119	-36	-36					
Torre-serona	Segrià	197	42	42					
Tremp	Pallars Jussà	468	313		313				
Vallbona de les Monges	Urgell	481	326		326				
Vall de Boí (Barruera)	Alta Ribagorça	1111	956					956	
Vall de Cardós (Ribera de)	Pallars Sobirà	898	743				743		
Valls d'Aguilar (Noves Seg.)	Alt Urgell	669	514			514			
Valls del Valira, les	Alt Urgell	740	585			585			
Vallfogona de Balaguer	Noguera	235	80	80					
Vansa i Fórnols, la	Alt Urgell	989	834					834	
Verdú	Urgell	434	279		279				
Vielha e Mijaran	Val d'Aran	974	819					819	
Vilagrassa	Urgell	355	200		200				
Vilaller	Alta Ribagorça	981	826					826	
Vilamòs	Val d'Aran	1255	1100						1100
Vilanova de Bellpuig	El Pla d'Urgell	290	135	135					
Vilanova de l'Aguda	Noguera	409	254		254				
Vilanova de Meià	Noguera	533	378		378				
Vilanova de Segrià	Segrià	255	100	100					
Vila-sana	El Pla d'Urgell	249	94	94					
Vilosell, el	Garrigues	665	510			510			
Vilanova de la Barca	Segrià	195	40	40					
Vinaixa	Garrigues	479	324		324				

PROVÍNCIA DE TARRAGONA

Capital de Província:

Tarragona

Zona:

B3

Altitud de Referència de la Capital:

68m

TARRAGONA			DESNIVELL ENTRE MUNICIPI I CAPITAL DE PROVÍNCIA	<200	≥200 ≤400	≥400 <600	≥600 <800	≥800 <1000	≥1000
MUNICIPIIS	COMARCA	ALTITUD MUNICIPI		B3	C2	C1	D1	D1	E1
Albinyana	Baix Penedès	198	130	130					
L'Albiol	Baix Camp	823	755				755		
Alcanar	Montsià	72	4	4					
Aiguamúrcia (Sts. Creus)	Alt Camp	314	246		246				
Alcover	Alt Camp	243	175	175					
Aldea, l'	Baix Ebre	9	-59	-59					
Aldover	Baix Ebre	14	-54	-54					
Aleixar, l'	Baix Camp	262	194	194					
Alfara de Carles	Baix Ebre	334	266		266				
Alforja	Baix Camp	374	306		306				
Alió	Alt Camp	263	195	195					
Almóster	Baix Camp	290	222		222				
Altafulla	Tarragonès	52	-16	-16					
Ametlla de Mar, l'	Baix Ebre	19	-49	-49					
Ampolla, l'	Baix Ebre	8	-60	-60					
Amposta	Montsià	8	-60	-60					
Arbolí	Baix Camp	714	646				646		
Arboç, l'	Baix Penedès	166	98	98					
Argentera, l'	Baix Camp	344	276		276				
Arnes	Terra Alta	506	438			438			
Ascó	Ribera d'Ebre	70	2	2					
Banyeres del Penedès	Baix Penedès	173	105	105					
Barberà de la Conca	Conca Barberà	475	407			407			
Batea	Terra Alta	376	308		308				
Bellmunt del Priorat	Priorat	261	193	193					
Bellvei	Baix Penedès	108	40	40					
Benifallet	Baix Ebre	19	-49	-49					
Benissanet	Ribera d'Ebre	26	-42	-42					
Bisbal de Falset, la	Priorat	372	304		304				
Bisbal del Penedès, la	Baix Penedès	189	121	121					
Blancafort	Conca Barberà	428	360		360				
Bonastre	Baix Penedès	177	109	109					
Borges del Camp, les	Baix Camp	238	170	170					
Bot	Terra Alta	286	218		218				
Botarell	Baix Camp	196	128	128					
Bràfim	Alt Camp	236	168	168					
Cabacés	Priorat	358	290		290				
Cabra del Camp	Alt Camp	493	425			425			
Calafell	Baix Penedès	67	-1	-1					
Camarles	Baix Ebre	13	-55	-55					
Cambrils	Baix Camp	24	-44	-44					
Capafonts	Baix Camp	751	683				683		
Capçanes	Priorat	223	155	155					

MUNICIPIS	COMARCA	ALTITUD MUNICIPI	DESNIVELL ENTRE MUNICIPI I CAPITAL DE PROVÍNCIA	<200	≥200 ≤400	≥400 <600	≥600 <800	≥800 <1000	≥1000
				B3	C2	C1	D1	D1	E1
Caseres	Terra Alta	324	256		256				
Castellvell del Camp	Baix Camp	219	151	151					
Catllar, el	Tarragonès	59	-9	-9					
Colldejou	Baix Camp	431	363		363				
Conesa	Conca Barberà	705	637				637		
Constantí	Tarragonès	81	13	13					
Corbera d'Ebre	Terra Alta	337	269		269				
Cornudella de Montsant	Priorat	533	465			465			
Creixell	Tarragonès	48	-20	-20					
Cunit	Baix Penedès	10	-58	-58					
Deltebre	Baix Ebre	6	-62	-62					
Duesaigües	Baix Camp	268	200		200				
Espluga de Francolí, l'	Conca Barberà	411	343		343				
Falset	Priorat	364	296		296				
Fatarella, la	Terra Alta	487	419			419			
Febró, la	Baix Camp	754	686				686		
Figuera, la	Priorat	576	508			508			
Figuerola del Camp	Alt Camp	474	406			406			
Flix	Ribera d'Ebre	47	-21	-21					
Forès	Conca Barberà	866	798				798		
Freginals	Montsià	126	58	58					
Galera, la	Montsià	112	44	44					
Gandesa	Terra Alta	363	295		295				
Garcia	Ribera d'Ebre	73	5	5					
Garidells, els	Alt Camp	132	64	64					
Ginestar	Ribera d'Ebre	26	-42	-42					
Godall	Montsià	168	100	100					
Gratallops	Priorat	321	253		253				
Guiamets, els	Priorat	226	158	158					
Horta de Sant Joan	Terra Alta	542	474			474			
Lloar, el	Priorat	219	151	151					
Llorac	Conca Barberà	648	580			580			
Llorenç del Penedès	Baix Penedès	162	94	94					
Margalef	Priorat	379	311		311				
Marçà	Priorat	315	247		247				
Mas de Barberans	Montsià	348	280		280				
Masdenverge	Montsià	54	-14	-14					
Masllorenc	Baix Penedès	304	236		236				
Masó, la	Alt Camp	115	47	47					
Maspujols	Baix Camp	214	146	146					
Masroig, el	Priorat	192	124	124					
Milà, el	Alt Camp	166	98	98					
Miravet	Ribera d'Ebre	43	-25	-25					
Molar, el	Priorat	228	160	160					
Montblanc	Conca Barberà	350	282		282				
Montbrí del Camp	Baix Camp	132	64	64					
Montferri	Alt Camp	229	161	161					
Montmell, el (Juncosa)	Baix Penedès	429	361		361				

Manual d'aplicació del DB-HE ESTALVI D'ENERGIA
HE-1: Limitació de la demanda energètica

TARRAGONA			DESNIVELL ENTRE MUNICIPI I CAPITAL DE PROVINCIA	<200	≥200 ≤400	≥400 <600	≥600 <800	≥800 <1000	≥1000
MUNICIPIS	COMARCA	ALTITUD MUNICIPI		B3	C2	C1	D1	D1	E1
Mont-ral	Alt Camp	888	820					820	
Mont-roig del Camp	Baix Camp	120	52	52					
Móra d'Ebre	Ribera d'Ebre	38	-30	-30					
Móra la Nova	Ribera d'Ebre	31	-37	-37					
Morell, el	Tarragonès	104	36	36					
Morera de Montsant, la	Priorat	743	675				675		
Nou de Gaià, la	Tarragonès	93	25	25					
Nulles	Alt Camp	231	163	163					
Palma d'Ebre, la	Ribera d'Ebre	335	267		267				
Pallaresos, els	Tarragonès	120	52	52					
Passanant	Conca Barberà	714	646				646		
Paüls	Baix Ebre	378	310		310				
Perafort	Tarragonès	125	57	57					
Perelló, el	Baix Ebre	142	74	74					
Piles, les	Conca Barberà	676	608				608		
Pinell de Brai, el	Terra Alta	189	121	121					
Pira	Conca Barberà	385	317		317				
Pla de Santa Maria, el	Alt Camp	381	313		313				
Pobla de Mafumet, la	Tarragonès	98	30	30					
Pobla de Massaluca, la	Terra Alta	357	289		289				
Pobla de Montornès, la	Tarragonès	56	-12	-12					
Poboleda	Priorat	343	275		275				
Pont d'Armentera, el	Alt Camp	349	281		281				
Pontils	Conca Barberà	551	483			483			
Porrera	Priorat	316	248		248				
Pradell de la Teixeta	Priorat	463	395		395				
Prades	Baix Camp	950	882					882	
Prat de Comte	Terra Alta	363	295		295				
Pratdip	Baix Camp	245	177	177					
Puigpelat	Alt Camp	252	184	184					
Querol	Alt Camp	565	497			497			
Rasquera	Ribera d'Ebre	174	106	106					
Renau	Tarragonès	175	107	107					
Reus	Baix Camp	117	49	49					
Riba, la	Alt Camp	263	195	195					
Riba-roja d'Ebre	Ribera d'Ebre	76	8	8					
Riera de Gaià, la	Tarragonès	28	-40	-40					
Riudecanyes	Baix Camp	195	127	127					
Riudecols	Baix Camp	299	231		231				
Riudoms	Baix Camp	125	57	57					
Rocafort de Queralt	Conca Barberà	566	498			498			
Roda de Barà	Tarragonès	57	-11	-11					
Rodonyà	Alt Camp	312	244		244				
Roquetes	Baix Ebre	14	-54	-54					
Rourell, el	Alt Camp	114	46	46					
Salomó	Tarragonès	165	97	97					
Salou	Tarragonès	2	-66	-66					
Sant Carles de la Ràpita	Montsià	11	-57	-57					

MUNICIPIS	COMARCA	ALTITUD MUNICIPI	DESNIVELL ENTRE MUNICIPI I CAPITAL DE PROVÍNCIA	<200	≥200 ≤400	≥400 <600	≥600 <800	≥800 <1000	≥1000
				B3	C2	C1	D1	D1	E1
Sant Jaume dels Domenys	Baix Penedès	213	145	145					
Sant Jaume d'Enveja	Montsià	7	-61	-61					
Santa Bàrbara	Montsià	79	11	11					
Santa Coloma de Queralt	Conca Barberà	674	606				606		
Santa Oliva	Baix Penedès	101	33	33					
Sarral	Conca Barberà	467	399		399				
Savallà del Comtat	Conca Barberà	825	757				757		
Secuita, la	Tarragonès	169	101	101					
Selva del Camp, la	Baix Camp	246	178	178					
Senan	Conca Barberà	652	584			584			
Senia, la	Montsià	369	301		301				
Solivella	Conca Barberà	489	421			421			
Tivenys	Baix Ebre	13	-55	-55					
Tivissa	Ribera d'Ebre	309	241		241				
Torre de Fontaubella, la	Priorat	369	301		301				
Torre de l'Espanyol, la	Ribera d'Ebre	164	96	96					
Torredembarra	Tarragonès	15	-53	-53					
Torroja del Priorat	Priorat	332	264		264				
Tortosa	Baix Ebre	12	-56	-56					
Ulldecona	Montsià	133	65	65					
Ulldemolins	Priorat	650	582			582			
Vallclara	Conca Barberà	625	557			557			
Vallfogona de Riucorb	Conca Barberà	573	505			505			
Vallmoll	Alt Camp	161	93	93					
Valls	Alt Camp	215	147	147					
Vandellòs i l'Hospitalet de l'Infant	Baix Camp	281	213		213				
Vendrell, el	Baix Penedès	49	-19	-19					
Vilabella	Alt Camp	254	186	186					
Vilallonga del Camp	Tarragonès	124	56	56					
Vilanova d'Escornalbou	Baix Camp	226	158	158					
Vilanova de Prades	Conca Barberà	893	825					825	
Vilaplana	Baix Camp	366	298		298				
Vila-rodona	Alt Camp	259	191	191					
Vila-seca	Tarragonès	45	-23	-23					
Vilaverd	Conca Barberà	269	201		201				
Vilella Alta, la	Priorat	327	259		259				
Vilella Baixa, la	Priorat	218	150	150					
Vilalba dels Arcs	Terra Alta	450	382		382				
Vimbodí	Conca Barberà	496	428			428			
Vinebre	Ribera d'Ebre	34	-34	-34					
Vinyols i els Arcs	Baix Camp	95	27	27					
Xerta	Baix Ebre	12	-56	-56					

Annex 1

Part 2.

Temperatura i humitat relativa mitjanes de les comarques de Catalunya

Abril de 2007

Dades facilitades pel Departament de Medi Ambient i Habitatge de la Generalitat de Catalunya, pendents d'obtenir la qualificació de Document Reconegut del CTE.

Dades de Temperatura en °C i Humitat Relativa en % mitjanes dels municipis de Catalunya

Comarques		Gen.	Feb.	Març	Abr.	Maig	Juny	Jul.	Ag.	Set.	Oct.	Nov.	Des.
Alt Camp	T _{med}	9,8	7,5	9,9	12,3	15,8	21,7	23,0	24,5	21,4	17,6	10,3	8,6
	HR _{med}	66	79	71	72	69	66	67	68	75	72	66	76
Alt Empordà	T _{med}	8,3	8,0	8,6	12,8	15,3	22,0	23,2	23,8	20,6	17,3	10,6	9,0
	HR _{med}	73	73	68	70	75	65	65	69	71	78	70	73
Alt Penedès	T _{med}	8,9	7,0	9,1	11,7	15,3	21,2	22,4	23,9	20,6	17,3	9,9	8,5
	HR _{med}	72	82	76	76	72	70	71	72	80	74	72	76
Alt Urgell	T _{med}	4,1	3,8	6,6	9,6	13,2	21,0	22,3	22,2	18,7	13,6	5,8	4,1
	HR _{med}	74	76	65	70	71	59	58	62	66	70	70	72
Alta Ribagorça	T _{med}	1,8	2,2	0,6	2,8	6,5	18,5	14,5	14,0	12,0	6,5	2,0	-0,6
	HR _{med}	71	72	62	66	71	69	70	73	72	84	61	71
Anoia	T _{med}	7,5	6,0	8,3	11,2	14,0	20,7	22,1	23,0	19,6	16,3	7,8	6,9
	HR _{med}	72	81	74	74	71	66	65	67	75	70	72	76
Bàges	T _{med}	5,7	5,8	7,5	10,8	13,8	20,1	21,5	22,4	19,2	15,7	7,2	5,6
	HR _{med}	78	82	76	76	74	68	67	68	76	71	75	82
Baix Camp	T _{med}	9,3	7,6	9,4	11,5	14,5	20,5	21,6	23,4	20,3	17,0	9,6	8,3
	HR _{med}	71	79	72	76	76	73	73	72	78	75	72	77
Baix Ebre	T _{med}	11,7	8,9	11,1	13,5	16,5	22,8	24,1	25,7	22,6	19,1	11,5	10,1
	HR _{med}	65	75	69	70	71	70	67	67	71	70	67	70
Baix Empordà	T _{med}	7,8	7,8	9,5	12,5	15,1	21,5	22,7	23,8	20,5	17,5	9,7	8,2
	HR _{med}	82	83	77	77	79	73	73	74	78	80	79	82
Baix Llobregat	T _{med}	9,3	8,8	8,7	13,5	15,3	21,2	22,5	23,9	20,8	17,8	10,7	9,1
	HR _{med}	70	79	76	74	75	70	75	79	84	79	75	80
Baix Penedès	T _{med}	9,9	7,8	9,5	12,1	15,5	21,2	22,5	24,3	21,0	17,4	10,3	8,7
	HR _{med}	73	82	76	77	71	72	74	75	83	77	74	79
Barcelonès	T _{med}	9,6	8,6	11,7	14,5	15,6	21,6	22,0	24,4	21,3	19,0	11,6	10,0
	HR _{med}	70	77	75	73	71	68	68	70	77	69	67	71
Berguedà	T _{med}	3,5	3,6	4,9	7,3	10,9	17,7	18,9	19,2	16,3	11,8	5,5	3,6
	HR _{med}	71	74	69	75	76	70	71	70	74	72	67	70
Cerdanya	T _{med}	0,6	1,5	2,0	3,4	6,7	14,9	15,4	16,4	13,1	7,9	1,8	-1,0
	HR _{med}	64	59	64	73	73	67	63	66	63	71	55	66
Conca Berberà	T _{med}	6,8	4,9	7,1	10,0	13,6	19,8	21,0	22,8	19,4	15,5	7,2	5,9
	HR _{med}	76	81	73	75	73	67	70	66	74	71	78	83
Garraf	T _{med}	10,0	9,3	10,9	13,4	15,9	21,6	23,1	24,7	21,7	18,5	11,0	9,5
	HR _{med}	72	83	78	78	75	73	73	75	80	75	73	78
Garrigues	T _{med}	7,3	4,9	8,2	11,2	15,2	22,4	23,0	24,0	20,8	16,5	7,2	5,7
	HR _{med}	80	94	81	75	72	61	62	63	69	72	82	87
Garrotxa	T _{med}	5,0	6,2	7,1	10,6	13,5	20,1	21,3	22,0	18,4	15,2	6,9	5,1
	HR _{med}	78	81	77	75	79	74	74	72	81	75	78	82
Gironès	T _{med}	7,2	7,4	9,2	12,0	15,2	21,8	23,2	24,0	20,4	17,2	9,3	7,4
	HR _{med}	84	87	81	80	81	74	74	76	81	80	81	85
Maresme	T _{med}	9,3	8,7	13,2	12,5	15,4	21,1	22,7	24,1	21,2	18,4	11,3	9,8
	HR _{med}	74	80	78	77	77	75	74	76	80	75	73	71
Montsià	T _{med}	11,7	8,8	11,1	13,7	17,0	22,8	24,1	25,6	22,7	19,2	12,2	10,7
	HR _{med}	63	79	70	71	73	72	70	70	75	72	67	70
Noguera	T _{med}	5,3	4,3	7,5	10,6	14,9	22,2	22,9	23,6	20,2	15,9	6,1	4,8
	HR _{med}	83	90	76	79	73	61	61	61	68	70	84	87
Osona	T _{med}	4,5	4,9	6,3	9,1	12,4	19,4	20,6	21,5	18,2	14,6	6,4	4,5
	HR _{med}	81	81	77	78	80	74	73	72	80	76	80	84

Comarques		Gen.	Feb.	Març	Abr.	Maig	Juny	Jul.	Ag.	Set.	Oct.	Nov.	Des.
Pallars Jussà	T _{med}	4,4	4,6	7,7	8,3	12,0	19,8	21,1	21,2	18,5	13,0	5,7	2,9
	HR _{med}	70	73	63	72	71	56	54	56	59	69	65	76
Pallars Sobirà	T _{med}	-3,2	6,2	0,7	2,4	5,9	13,5	14,7	15,3	13,2	6,7	-0,5	-3,4
	HR _{med}	63	53	68	80	76	70	69	66	63	74	53	69
Pla de l'Estany	T _{med}	7,4	7,2	8,9	11,9	14,8	21,5	22,8	23,7	20,3	17,3	10,3	8,7
	HR _{med}	77	81	75	75	78	70	70	68	76	77	78	81
Pla de l'Urgell	T _{med}	6,0	4,6	7,9	11,4	15,7	22,2	22,6	23,3	20,2	15,6	6,6	5,4
	HR _{med}	82	88	74	75	70	63	67	69	74	75	82	86
Priorat	T _{med}	6,8	5,2	7,9	11,1	14,8	22,0	22,9	24,5	20,9	17,1	7,4	6,3
	HR _{med}	73	80	70	70	67	57	58	58	66	64	75	82
Ribera d'Ebre	T _{med}	9,4	6,8	7,4	12,9	16,5	23,7	24,6	25,9	22,7	18,2	9,5	8,0
	HR _{med}	71	81	70	70	69	60	60	60	67	71	76	83
Ripollès	T _{med}	2,1	2,9	1,2	3,1	6,3	13,2	14,3	15,2	12,8	8,7	2,9	0,7
	HR _{med}	63	62	69	78	76	73	73	72	69	73	60	68
Segarra	T _{med}	5,6	3,9	7,1	9,3	14,0	21,3	22,4	23,2	20,0	15,9	6,2	4,7
	HR _{med}	82	89	74	81	74	61	61	63	70	70	85	89
Segrià	T _{med}	7,2	5,3	8,9	12,1	16,0	23,0	23,6	24,3	21,1	16,5	7,3	6,1
	HR _{med}	81	88	76	77	74	64	66	67	74	77	82	85
La Selva	T _{med}	6,6	7,1	8,9	12,0	14,8	20,9	22,4	23,3	19,8	16,6	8,5	7,3
	HR _{med}	82	84	81	78	80	73	73	73	84	80	83	84
Solsonès	T _{med}	4,4	4,0	4,0	6,4	10,1	17,3	18,4	19,0	16,0	11,8	4,4	2,5
	HR _{med}	78	76	73	82	80	69	68	68	72	74	72	80
Tarragonès	T _{med}	11,5	9,5	11,6	14,4	16,6	22,7	23,7	25,6	22,9	18,7	11,6	10,7
	HR _{med}	65	75	71	76	77	75	73	73	76	75	70	72
Terra Alta	T _{med}	8,7	5,9	8,6	11,4	14,7	21,9	22,9	24,3	21,1	17,2	7,8	6,5
	HR _{med}	78	86	77	78	75	66	65	63	71	73	84	90
Urgell	T _{med}	5,9	4,2	7,5	10,7	14,9	21,9	22,2	23,7	20,6	16,2	6,5	5,3
	HR _{med}	78	86	72	74	68	55	58	61	66	66	80	84
Vall d'Aran	T _{med}	2,1	2,2	4,3	0,8	5,5	14,8	12,7	13,4	11,4	7,4	0,9	-1,0
	HR _{med}	77	56	75	82	80	73	72	71	67	75	71	80
Vallès Occid.	T _{med}	7,1	7,5	9,3	12,4	14,3	20,4	21,7	23,4	19,5	16,1	7,9	6,5
	HR _{med}	72	78	73	72	69	65	65	65	75	71	73	78
Vallès Oriental	T _{med}	6,8	7,3	8,5	11,6	14,3	20,5	21,9	23,1	20,1	16,6	8,2	6,7
	HR _{med}	79	83	80	79	78	72	72	75	82	78	81	84

Dades mitjanes obtingudes pel servei meteorològic de Catalunya, referides a 150 estacions meteorològiques repartides en l'àmbit comarcal de Catalunya.

Annex 2

Característiques higrotèrmiques de materials de construcció

Abril de 2007

Informació extreta de la base de dades del programa LIDER.

ACLARIMENTS SOBRE ELS CODIS I LES DESCRIPCIONS DELS MATERIALS

Els materials que es relacionen a continuació estan extrets directament del programa LIDER. Amb l'objecte d'evitar incoherències amb la seva base de dades, s'ha optat per fer una transcripció literal de la descripció dels materials, mantenint tant l'ordre com l'idioma original.

En qualsevol cas afegim alguns aclariments que poden ajudar a fer-la més entenedora:

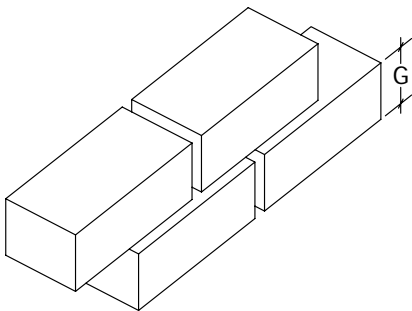
Nomenclatura d'aïllants:

XPS	Poliestirè extruït
EPS	Poliestirè expandit
MW	Llana mineral o fibra de vidre
PUR	Poliuretà

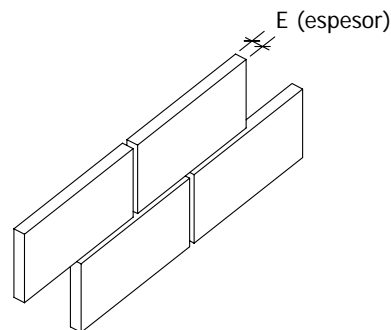
Nomenclatura de fàbriques:

LM	(<i>Ladrillo Macizo</i>) Maó ceràmic massís
LP	(<i>Ladrillo Perforado</i>) Maó ceràmic calat (Gero)
LH	(<i>Ladrillo Hueco</i>) Maó ceràmic foradat
BC	(<i>Bloque Cerámico</i>) Bloc ceràmic d'argila alleugerida
BH	(<i>Bloque Hormigón</i>) Bloc de formigó

Per fàbriques de 1 peu o 1/2 peu, de maó massís o calat, la dimensió "G" es refereix a l'alçada de la peça:



Per envans de maó ceràmic foradat (*tabique o tabicón*), la dimensió "E" es refereix al gruix de la peça:



Nomenclatura de forjats:

FR	Forjat reticular
FU	Forjat unidireccional

Nomenclatura general:

d	Densitat (en Kg/m ³)
---	----------------------------------

	Conductivitat λ (W/mK)	Factor de difusió del vapor μ (adimensional)	Densitat ρ (Kg/m ³)	Calor específica C_p (J/KgK)
Aïllants				
Arcilla Expandida [árido suelto]	0,1480	1	537,5	1000
EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/mK]	0,0290	20	30	1000
EPS Poliestireno Expandido [0.037 W/mK]	0,0375	20	30	1000
EPS Poliestireno Expandido [0.046 W/mK]	0,0460	20	30	1000
MW Lana mineral [0.031 W/mK]	0,0310	1	40	1000
MW Lana mineral [0.04 W/mK]	0,0405	1	40	1000
MW Lana mineral [0.05 W/mK]	0,0500	1	40	1000
XPS Poliestireno Extruido, expandido con dióxido de carbono CO ₂ [0,034 W/mK]	0,0340	100	37,5	1000
XPS Poliestireno Extruido, expandido con dióxido de carbono CO ₃ [0,038 W/mK]	0,0380	100	37,5	1000
XPS Poliestireno Extruido, expandido con dióxido de carbono CO ₄ [0,042 W/mK]	0,0420	100	37,5	1000
XPS Poliestireno Extruido, expandido con hidrofluorcarbonos HFC [0,025 W/mK]	0,0250	100	37,5	1000
XPS Poliestireno Extruido, expandido con hidrofluorcarbonos HFC [0,032 W/mK]	0,0320	100	37,5	1000
XPS Poliestireno Extruido, expandido con hidrofluorcarbonos HFC [0,039 W/mK]	0,0390	100	37,5	1000
Panel de perlita expandida [EPB] [>80%]	0,0620	5	190	1000
Panel de vidrio celular [CG]	0,0500	1,00E+30	125	1000
PUR Poliuretano inyección en tabiquería con dióxido de carbono CO ₂	0,0400	20	17,5	1000
PUR Poliuretano plancha con HFC o Pentano y rev. impermeable a gases [0,025 W/mK]	0,0250	1,00E+30	45	1000
PUR Poliuretano plancha con HFC o Pentano y rev. permeable gases [0,027 W/mK]	0,0270	60	45	1000
PUR Poliuretano plancha con HFC o Pentano y rev. permeable a gases [0,03 W/mK]	0,0300	60	45	1000
PUR Poliuretano proyección con Hidrofluorcarbono HFC [0,028 W/mK]	0,0280	60	45	1000
PUR Poliuretano proyección con CO ₂ celda cerrada [0,032 W/mK]	0,0320	100	50	1000
PUR Poliuretano proyección con CO ₂ celda cerrada [0,035 W/mK]	0,0350	100	50	1000
Bituminosos				
Asfalto	0,7000	50000	2100	1000
Asfalto arenoso	0,1500	50000	2100	1000
Betún fieltro o lámina	0,2300	50000	1100	1000
Betún puro	0,1700	50000	1050	1000
Cautxús				
Butilo, [isobuteno], compacto/colado en caliente	0,2400	200000	1200	1400
Caucho celular	0,0600	7000	70	1500
Caucho natural	0,1300	10000	910	1100
Caucho rígido [ebonita], sòlido	0,1700	1,00E+30	1200	1400
Etileno propileno dieno monómero [EPDM]	0,2500	6000	1150	1000
Neopreno [policloropreno]	0,2300	10000	1240	2140
Poliisobutileno	0,2000	10000	930	1100
Polisulfuro	0,4000	10000	1700	1000

	Conductivitat λ (W/mK)	Factor de difusió del vapor μ (adimensional)	Densitat ρ (Kg/m ³)	Calor específica C_p (J/KgK)
Ceràemics				
Azulejo cerámico	1,3000	1,00E+30	2300	840
Plaqueta o baldosa cerámica	1	30	2000	800
Plaqueta o baldosa de gres	2,3000	30	2500	1000
Teja cerámica-porcelana	1,3000	30	2300	840
Teja de arcilla cocida	1	30	2000	800
Enguixats				
Enlucido de yeso $d < 1000$	0,4000	6	900	1000
Enlucido de yeso $1000 < d < 1300$	0,5700	6	1150	1000
Enlucido de yeso aislante $500 < d < 600$	0,1800	6	550	1000
Enlucido de yeso aislante $600 < d < 900$	0,3000	6	750	1000
Fàbriques de bloc ceràmic amb argila alleugerida				
BC con mortero aislante espesor 140 mm	0,3182	10	1020	1000
BC con mortero aislante espesor 190 mm	0,3016	10	910	1000
BC con mortero aislante espesor 240 mm	0,2963	10	920	1000
BC con mortero aislante espesor 290 mm	0,2959	10	910	1000
BC con mortero convencional espesor 140 mm	0,4375	10	1170	1000
BC con mortero convencional espesor 190 mm	0,4318	10	1080	1000
BC con mortero convencional espesor 240 mm	0,4211	10	1090	1000
BC con mortero convencional espesor 290 mm	0,4265	10	1080	1000
Fàbriques de bloc de formigó alleugerit				
BH aligerado hueco espesor 250 mm	0,4717	6	760	1000
BH aligerado hueco espesor 300 mm	0,4545	6	1050	1000
BH aligerado hueco -muro de carga- espesor 300 mm	0,4478	6	1130	1000
BH aligerado macizo espesor 200 mm	0,2857	6	840	1000
BH aligerado macizo espesor 250 mm	0,3012	6	850	1000
BH aligerado macizo espesor 300 mm	0,3158	6	860	1000
BH aligerado macizo -muro de carga- espesor 300 mm	0,3093	6	940	1000
Fàbriques de bloc de formigó convencional				
BH convencional espesor 100 mm	0,6250	10	1210	1000
BH convencional espesor 150 mm	0,7895	10	1040	1000
BH convencional espesor 200 mm	0,9091	10	860	1000
BH convencional espesor 250 mm	1	10	685	1000
BH convencional espesor 300 mm	1,1538	10	585	1000
Fàbriques de maó				
1 pie LM métrico o catalán $40 \text{ mm} < G < 50 \text{ mm}$	1,5294	10	2140	1000
1 pie LP métrico o catalán $40 \text{ mm} < G < 60 \text{ mm}$	0,7429	10	1220	1000
1 pie LP métrico o catalán $60 \text{ mm} < G < 80 \text{ mm}$	0,6341	10	1150	1000
1 pie LP métrico o catalán $80 \text{ mm} < G < 100 \text{ mm}$	0,5532	10	1000	1000
1/2 pie LM métrico o catalán $40 \text{ mm} < G < 50 \text{ mm}$	1,0417	10	2170	1000
1/2 pie LP métrico o catalán $40 \text{ mm} < G < 60 \text{ mm}$	0,6944	10	1140	1000
1/2 pie LP métrico o catalán $60 \text{ mm} < G < 80 \text{ mm}$	0,5952	10	1020	1000
1/2 pie LP métrico o catalán $80 \text{ mm} < G < 100 \text{ mm}$	0,5435	10	900	1000
Tabicón de LH doble [$60 \text{ mm} < E < 90 \text{ mm}$]	0,3750	10	930	1000

	Conductivitat λ (W/mK)	Factor de difusió del vapor μ (adimensional)	Densitat ρ (Kg/m ³)	Calor específica C_p (J/KgK)
Tabicón de LH doble Gran Formato 60 mm < E < 90 mm	0,1818	10	630	1000
Tabicón de LH triple [100 mm < E < 110 mm]	0,4348	10	920	1000
Tabicón de LH triple Gran Formato 100 mm < E < 110 mm	0,2083	10	620	1000
Tabique de LH sencillo [40 mm < Espesor < 60 mm]	0,4444	10	1000	1000
Tabique de LH sencillo Gran Formato [40 mm < E < 60 mm]	0,2222	10	670	1000
Formigons				
Hormigón armado 2300 < d < 2500	2,3000	80	2400	1000
Hormigón armado d > 2500	2,5000	80	2600	1000
Hormigón con áridos ligeros 1600 < d < 1800	1,1500	60	1700	1000
Hormigón con áridos ligeros 1800 < d < 2000	1,3500	60	1900	1000
Hormigón en masa 2000 < d < 2300	1,6500	70	2150	1000
Hormigón en masa 2300 < d < 2600	2	80	2450	1000
Teja de hormigón	1,5000	60	2100	1000
Fustes				
Conífera, ligera d < 435	0,1300	20	430	1600
Conífera, de peso medio 435 < d < 520	0,1500	20	480	1600
Conífera, pesada 520 < d < 610	0,1800	20	570	1600
Conífera, muy pesada d > 610	0,2300	20	620	1600
Corcho Comprimido	0,1000	5	450	1560
Corcho Expandido con resinas sintéticas 100 < d < 150	0,0490	5	125	1560
Corcho Expandido con resinas sintéticas 150 < d < 250	0,0550	5	200	1560
Corcho Expandido puro 100 < d < 150	0,0490	5	125	1560
Balsa d < 200	0,0570	20	180	1600
Frondosa, muy ligera 200 < d < 435	0,1300	50	320	1600
Frondosa, ligera 435 < d < 565	0,1500	50	500	1600
Frondosa, de peso medio 565 < d < 750	0,1800	50	660	1600
Frondosa, pesada 750 < d < 870	0,2300	50	775	1600
Frondosa, muy pesada [d > 870]	0,2900	50	900	1600
Paneles de fibras con conglomerante hidráulico 250 < d < 350	0,1000	5	300	1700
Paneles de fibras con conglomerante hidráulico 350 < d < 450	0,1200	5	400	1700
Paneles de fibras con conglomerante hidráulico 450 < d < 550	0,1500	12	500	1700
Placas de corcho	0,0650	20	450	1500
Tablero contrachapado d < 250	0,0900	50	200	1600
Tablero contrachapado 350 < d < 450	0,1300	70	400	1600
Tablero contrachapado 450 < d < 500	0,1500	70	475	1600
Tablero contrachapado 500 < d < 600	0,1700	90	550	1600
Tablero contrachapado 600 < d < 750	0,2100	110	675	1600
Tablero contrachapado 700 < d < 900	0,2400	110	800	1600
Tablero de partículas 180 < d < 270	0,1000	20	225	1700
Tablero de partículas 270 < d < 450	0,1300	20	360	1700
Tablero de partículas 450 < d < 640	0,1500	20	545	1700
Tablero de partículas 640 < d < 820	0,1800	20	730	1700
Tablero de partículas con cemento d < 1200	0,2300	30	1200	1500
Tablero de virutas orientadas [OSB] d < 650	0,1300	30	600	1700
Tableros de fibras, incluyendo MDF d < 200	0,0700	2	180	1700
Tableros de fibras, incluyendo MDF 200 < d < 350	0,1000	6	275	1700
Tableros de fibras, incluyendo MDF 350 < d < 550	0,1400	12	450	1700

	Conductivitat λ (W/mK)	Factor de difusió del vapor μ (adimensional)	Densitat ρ (Kg/m ³)	Calor específica C_p (J/KgK)
Tableros de fibras, incluyendo MDF 550 < d < 750	0,1800	20	650	1700
Tableros de fibras, incluyendo MDF 750 < d < 1000	0,2000	20	875	1700
Guixos				
Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,2500	4	825	1000
Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	0,2500	4	825	1000
Placas de yeso armado con fibras minerales 800 < d < 1000	0,2500	4	900	1000
Metalls				
Acero	50	1,00E+30	7800	450
Acero Inoxidable	17	1,00E+30	7900	460
Aluminio	230	1,00E+30	2700	880
Aluminio, aleaciones de	160	1,00E+30	2800	880
Bronce	65	1,00E+30	8700	380
Cobre	380	1,00E+30	8900	380
Cromo	93,7000	1,00E+30	7160	449
Estaño	66,6000	1,00E+30	7310	227
Hierro	72	1,00E+30	7870	450
Hierro, fundición	50	1,00E+30	7500	450
Latón	120	1,00E+30	8400	380
Níquel	90,7000	1,00E+30	8900	444
Plomo	35	1,00E+30	11300	130
Titanio	21,9000	1,00E+30	4500	522
Morters				
Mortero de áridos ligeros [vermiculita, perlita]	0,4100	10	900	1000
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 500 < d < 750	0,3000	10	625	1000
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 750 < d < 1000	0,4000	10	875	1000
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	0,5500	10	1125	1000
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	0,7000	10	1350	1000
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1450 < d < 1600	0,8000	10	1525	1000
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1600 < d < 1800	1	10	1525	1000
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1800 < d < 2000	1,3000	10	1900	1000
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido d >2000	1,8000	10	2100	1000
Mortero de yeso	0,8000	6	1500	1000
Petris i terres				
Arcilla o limo [1200 < d < 1800]	1,5000	50	1500	2100
Arena y grava [1700 < d < 2200]	2	50	1450	1050
Arenisca [2200 < d < 2600]	3	50	2400	1000
Asperón [1300 < d < 1900]	0,9000	20	1600	1000
Asperón [1900 < d < 2500]	1,8000	40	2200	1000
Basalto [2700 < d < 3000]	3,5000	10000	2850	1000

	Conductivitat λ (W/mK)	Factor de difusió del vapor μ (adimensional)	Densitat ρ (Kg/m ³)	Calor específica C_p (J/KgK)
Caliza, muy blanda [d < 1590]	0,8500	20	1500	1000
Caliza, blanda [1600 < d < 1790]	1,1000	25	1695	1000
Caliza, dureza media [1800 < d < 1990]	1,4000	40	1895	1000
Caliza, dura [2000 < d < 2190]	1,7000	150	2095	1000
Caliza, muy dura [2200 < d < 2590]	2,3000	200	2395	1000
Esquisto, Pizarra [2000 < d < 2800]	2,2000	800	2400	1000
Gneis, Pórfido [2300 < d < 2900]	3,5000	10000	2600	1000
Granito [2500 < d < 2700]	2,8000	10000	2600	1000
Mármol [2600 < d < 2800]	3,5000	10000	2700	1000
Piedra artificial	1,3000	40	1700	1000
Piedra pómez natural [d < 400]	0,1200	6	390	1000
Roca natural porosa [por ejem. Lava] d < 1600	0,5500	15	1500	1000
Silex [2600 < d < 2800]	2,6000	10000	2700	1000
Tierra apisonada, adobe, bloques de tierra comprimida [1770 < d < 2000]	1,1000	1	1885	1000
Tierra vegetal [d < 2050]	0,5200	1	2000	1840
Traquita, andesita [2000 < d < 2700]	1,1000	15	2350	1000
Plàstics				
Acrílicos	0,2000	10000	1050	1500
Cloruro de polivinilo [PVC]	0,1700	50000	1390	900
Linóleo	0,1700	800	1200	1400
Poliacetato	0,3000	100000	1410	1400
Poliamida [nylon] [PA]	0,2500	50000	1150	1600
Poliamida 6.6 [PA6.6] 25%fibra vidrio	0,3000	50000	1450	1600
Policarbonatos [PC]	0,2000	5000	1200	1200
Poliestireno [PS]	0,1600	100000	1050	1300
Poliètileno alta densidad [HDPE]	0,5000	100000	980	1800
Poliètileno baja densidad [LDPE]	0,3300	100000	920	2200
Polimetilmetacrilato [PMMA]	0,1800	50000	1180	1500
Polipropileno [PP]	0,2200	10000	910	1800
Polipropileno 25%fibra vidrio	0,2500	10000	1200	1800
Politetrafluoretileno [PTFE]	0,2500	10000	2200	1000
Resina epoxi	0,2000	10000	1200	1400
Resina fenolica	0,3000	100000	1300	1700
Resina poliéster no saturado [UP]	0,1900	10000	1400	1200
Teja plástico	0,2000	10000	1000	1000
Segellants				
Cloruro de polivinilo [PVC] + 40% plastificante	0,1400	100000	1200	1000
Espuma de polietileno	0,0500	100	70	2300
Espuma de poliuretano [PU]	0,0500	60	70	1500
Espuma de silicona	0,1200	10000	750	1000
Espuma elastomérica-flexible	0,0500	10000	70	1500
Sílica gel [desecante]	0,1300	1,00E+30	720	1000
Silicona masilla	0,5000	5000	1450	1000
Silicona pura	0,3500	5000	1200	1000
Uretano o poliuretano [rotura de puente térmico]	0,2100	60	1300	1800

	Conductivitat λ (W/mK)	Factor de difusió del vapor μ (adimensional)	Densitat ρ (Kg/m ³)	Calor específica C_p (J/KgK)
Tèxtils				
Moquetas, revestiments Tèxtils	0,0600	5	200	1300
Subcapa, fieltro	0,0500	15	120	1300
Subcapa, lana	0,0600	15	200	1300
Vitris				
Cuarzo	1,4000	1,00E+30	2200	750
Sodocàlcic [inc. Vidrio flotado]	1	1,00E+30	2500	750
Vidrio prensado	1,2000	1,00E+30	2000	750

FORJATS I LLOSES

	Resistència R (m ² K/W)	Factor de difusió del vapor μ (adimensional)	Densitat ρ (Kg/m ³)	Calor específica C_p (J/KgK)
Forjats reticulars				
FR Entrevigado cerámico – Canto 250 mm	0,15	10	1660	1000
FR Entrevigado cerámico – Canto 300 mm	0,18	10	1580	1000
FR Entrevigado cerámico – Canto 350 mm	0,20	10	1520	1000
FR Entrevigado de EPS mecanizado enrasado – Canto 300 mm	0,23	60	1470	1000
FR Entrevigado de EPS mecanizado enrasado – Canto 350 mm	0,27	60	1420	1000
FR Entrevigado de EPS mecanizado enrasado – Canto 400 mm	0,30	60	1390	1000
FR Entrevigado de EPS mecanizado enrasado – Canto 450 mm	0,34	60	1360	1000
FR Entrevigado de EPS moldeado descolgado – Canto 300 mm	0,84	60	1330	1000
FR Entrevigado de EPS moldeado descolgado – Canto 350 mm	0,87	60	1310	1000
FR Entrevigado de EPS moldeado descolgado – Canto 400 mm	0,91	60	1290	1000
FR Entrevigado de EPS moldeado descolgado – Canto 450 mm	0,94	60	1280	1000
FR Entrevigado de EPS moldeado enrasado – Canto 300 mm	0,22	60	1460	1000
FR Entrevigado de EPS moldeado enrasado – Canto 350 mm	0,25	60	1420	1000
FR Entrevigado de EPS moldeado enrasado – Canto 400 mm	0,29	60	1380	1000
FR Entrevigado de EPS moldeado enrasado – Canto 450 mm	0,32	60	1360	1000
FR Entrevigado de hormigón aligerado – Canto 250 mm	0,14	6	1645	1000
FR Entrevigado de hormigón aligerado – Canto 300 mm	0,16	6	1570	1000
FR Entrevigado de hormigón aligerado – Canto 350 mm	0,19	6	1515	1000
FR Entrevigado de hormigón aligerado – Canto 400 mm	0,21	6	1480	1000
FR Entrevigado de hormigón aligerado – Canto 450 mm	0,23	6	1455	1000
FR Entrevigado de hormigón –Canto 250 mm	0,13	10	1740	1000
FR Entrevigado de hormigón –Canto 300 mm	0,15	10	1670	1000
FR Entrevigado de hormigón –Canto 350 mm	0,18	10	1610	1000
FR Entrevigado de hormigón –Canto 400 mm	0,20	10	1570	1000
FR Entrevigado de hormigón –Canto 450 mm	0,22	10	1540	1000
FR Sin Entrevigado -Canto 250 mm	0,06	80	2350	1000
FR Sin Entrevigado -Canto 300 mm	0,07	80	2350	1000
FR Sin Entrevigado -Canto 350 mm	0,08	80	2350	1000
Forjats unidireccionals				
FU Entrevigado cerámico –Canto 250 mm	0,28	10	1220	1000
FU Entrevigado cerámico –Canto 300 mm	0,32	10	1110	1000

	Resistencia R (m ² K/W)	Factor de difusió del vapor μ (adimensional)	Densitat ρ (Kg/m ³)	Calor específica C _p (J/KgK)
FU Entrevigado cerámico –Canto 350 mm	0,35	10	1030	1000
FU Entrevigado de EPS mecanizado enrasado –Canto 250 mm	0,94	60	800	1000
FU Entrevigado de EPS mecanizado enrasado –Canto 300 mm	1,17	60	750	1000
FU Entrevigado de EPS mecanizado enrasado –Canto 350 mm	1,37	60	700	1000
FU Entrevigado de EPS moldeado descolgado –Canto 250 mm	1,42	60	710	1000
FU Entrevigado de EPS moldeado descolgado –Canto 300 mm	1,50	60	670	1000
FU Entrevigado de EPS moldeado descolgado –Canto 350 mm	1,57	60	640	1000
FU Entrevigado de EPS moldeado enrasado –Canto 250 mm	0,80	60	790	1000
FU Entrevigado de EPS moldeado enrasado –Canto 300 mm	0,88	60	740	1000
FU Entrevigado de EPS moldeado enrasado –Canto 350 mm	0,95	60	690	1000
FU Entrevigado de hormigón aligerado –Canto 250 mm	0,235	6	1180	1000
FU Entrevigado de hormigón aligerado –Canto 300 mm	0,26	7	1090	1000
FU Entrevigado de hormigón aligerado –Canto 350 mm	0,29	8	1035	1000
FU Entrevigado de hormigón aligerado – Canto 400 mm	0,295	9	985	1000
FU Entrevigado de hormigón –Canto 250 mm	0,19	80	1330	1000
FU Entrevigado de hormigón – Canto 300 mm	0,21	80	1240	1000
FU Entrevigado de hormigón – Canto 350 mm	0,23	80	1180	1000
Lloses alveolars				
Con capa de compresión – Canto 200 mm	0,14	80	1810	1000
Con capa de compresión – Canto 250 mm	0,16	80	1580	1000
Con capa de compresión – Canto 300 mm	0,19	80	1530	1000
Con capa de compresión – Canto 350 mm	0,21	80	1440	1000
Con capa de compresión – Canto 400 mm	0,22	80	1320	1000
Con capa de compresión – Canto 500 mm	0,25	80	1300	1000
Sin capa de compresión – Canto 200 mm	0,14	80	1410	1000
Sin capa de compresión – Canto 250 mm	0,16	80	1380	1000
Sin capa de compresión – Canto 300 mm	0,19	80	1290	1000
Sin capa de compresión – Canto 350 mm	0,21	80	1180	1000
Sin capa de compresión – Canto 400 mm	0,22	80	1180	1000
Sin capa de compresión – Canto 500 mm	0,25	80	1120	1000

CAMBRES D'AIRE

	Resistència tèrmica (m ² K/W)
Verticals	
Càmera de aire sin ventilar vertical 1 cm	0,1500
Càmera de aire sin ventilar vertical 2 cm	0,1700
Càmera de aire sin ventilar vertical 5 cm	0,1800
Càmera de aire sin ventilar vertical 10 cm	0,1900
Càmera de aire ligerament ventilada vertical 1 cm	0,0750
Càmera de aire ligerament ventilada vertical 2 cm	0,0850
Càmera de aire ligerament ventilada vertical 5 cm	0,0900
Càmera de aire ligerament ventilada vertical 10 cm	0,0950
Horizontals	
Càmera de aire sin ventilar horizontal 1 cm	0,1500
Càmera de aire sin ventilar horizontal 2 cm	0,1600
Càmera de aire sin ventilar horizontal 5 cm	0,1600
Càmera de aire sin ventilar horizontal 10 cm	0,1800
Càmera de aire ligerament ventilada horizontal 1 cm	0,0750
Càmera de aire ligerament ventilada horizontal 2 cm	0,0800
Càmera de aire ligerament ventilada horizontal 5 cm	0,0800
Càmera de aire ligerament ventilada horizontal 10 cm	0,0900

MARCS EN POSICIÓ VERTICAL

	Densitat ρ (Kg/m ³)	Transmitància U (W/m ² K)
Metàl·lics		
Normal		5,7
Amb trencament de pont tèrmic entre 4 i 12mm		4
Amb trencament de pont tèrmic > 12mm		3,2
Fusta		
Fusta de densitat mitja - alta	700	2,2
Fusta de densitat mitja - baixa	500	2
PVC		
PVC (dues càmeres)		2,2
PVC (tres càmeres)		1,8

MARCS EN POSICIÓ HORIZONTAL

	Densitat ρ (Kg/m ³)	Transmitància U (W/m ² K)
Metàl·lics		
Normal		7,2
Amb trencament de pont tèrmic entre 4 i 12mm		4,5
Amb trencament de pont tèrmic > 12mm		3,5
Fusta		
Fusta de densitat mitja - alta	700	2,4
Fusta de densitat mitja - baixa	500	2,1
PVC		
PVC (dues càmeres)		2,4
PVC (tres càmeres)		1,9

VIDRES EN POSICIÓ VERTICAL

Vidres senzills

Composició	Vidres normals ($\epsilon = 0,89$)	
	Factor solar g	Transmitància U
4	1	5,7
6	1	5,7
33, 1	1	5,6
33, 1a	1	5,6
44, 1a	1	5,6
55, 1a	1	5,5
66, 1a	1	5,4

Vidres dobles

Composició	2 vidres normals ($\epsilon = 0,89$)		1 vidre normal i un vidre de baixa emissivitat *			
	Factor solar g	Transmitància U	Factor solar g	Transmitància		
				$0,1 < \epsilon \leq 0,2$	$0,03 < \epsilon \leq 0,1$	$\epsilon \leq 0,03$
4-6-4	0,88	3,3	0,82	2,7	2,6	2,5
4-6-6	0,88	3,3	0,82	2,7	2,6	2,5
4-6-33, 1	0,88	3,2	0,82	2,7	2,6	2,5
4-6-44, 1a	0,88	3,2	0,82	2,7	2,6	2,5
4-6-55, 1a	0,88	3,2	0,82	2,7	2,6	2,5
4-6-66, 1a	0,88	3,2	0,82	2,6	2,5	2,4
4-9-4	0,88	3,0	0,82	2,3	2,1	1,9
4-9-6	0,88	3,0	0,82	2,3	2,1	1,9
4-9-33, 1	0,88	3,0	0,82	2,3	2,1	1,9
4-9-44, 1a	0,88	3,0	0,82	2,3	2,1	1,9
4-9-55, 1a	0,88	2,9	0,82	2,2	2,1	1,9
4-9-66, 1a	0,88	2,9	0,82	2,2	2,1	1,9
4-12-4	0,88	2,8	0,82	2,0	1,8	1,6
4-12-6	0,88	2,8	0,82	2,0	1,8	1,6
4-12-33, 1	0,88	2,8	0,82	2,0	1,8	1,6
4-12-44, 1a	0,88	2,8	0,82	2,0	1,8	1,6
4-12-55, 1a	0,88	2,8	0,82	2,0	1,8	1,6
4-12-66, 1a	0,88	2,8	0,82	2,0	1,8	1,6
4-15-4	0,88	2,7	0,82	1,8	1,6	1,4
4-15-6	0,88	2,7	0,82	1,8	1,6	1,4
4-15-33, 1	0,88	2,7	0,82	1,8	1,6	1,4
4-15-44, 1a	0,88	2,7	0,82	1,8	1,6	1,4
4-15-55, 1a	0,88	2,7	0,82	1,8	1,6	1,4
4-15-66, 1a	0,88	2,7	0,82	1,8	1,6	1,4
4-20-4	0,88	2,7	0,82	1,8	1,6	1,4
4-20-6	0,88	2,7	0,82	1,8	1,6	1,4
4-20-33, 1	0,88	2,7	0,82	1,8	1,6	1,4
4-20-44, 1a	0,88	2,7	0,82	1,8	1,6	1,4
4-20-55, 1a	0,88	2,7	0,82	1,8	1,6	1,4
4-20-66, 1a	0,88	2,7	0,82	1,8	1,6	1,4

* L'emissivitat (ϵ) és una característica de la superfície dels cossos. Quant més baixa és l'emissivitat, menor és la transferència de calor per radiació. L'emissivitat normal del vidre és de 0,89.

a: indica butiral acústic en vidres laminats

Exemple: 4-6-44, 1a → vidre de 4mm, cambra de 6mm, vidre laminat 4+4mm amb 1 butiral acústic

VIDRES EN POSICIÓ HORIZONTAL

Vidres senzills

Composició	Vidres normals ($\epsilon = 0,89$)	
	Factor solar g	Transmitància U
4	1	6,9
6	1	6,8
33, 1	1	6,8
33, 1a	1	6,8
44, 1a	1	6,7
55, 1a	1	6,6
66, 1a	1	6,5

Vidres dobles

Composició	2 vidres normals ($\epsilon = 0,89$)		1 vidre normal i un vidre de baixa emissivitat *			
	Factor solar g	Transmitància U	Factor solar g	Transmitància		
				$0,1 < \epsilon \leq 0,2$	$0,03 < \epsilon \leq 0,1$	$\epsilon \leq 0,03$
4-6-4	0,88	3,6	0,82	3,0	2,8	2,6
4-6-6	0,88	3,6	0,82	2,9	2,8	2,6
4-6-33, 1	0,88	3,6	0,82	2,9	2,8	2,6
4-6-44, 1a	0,88	3,6	0,82	2,9	2,7	2,6
4-6-55, 1a	0,88	3,5	0,82	2,9	2,7	2,6
4-6-66, 1a	0,88	3,5	0,82	2,9	2,7	2,6
4-9-4	0,88	3,4	0,82	2,7	2,5	2,3
4-9-6	0,88	3,4	0,82	2,7	2,5	2,3
4-9-33, 1	0,88	3,4	0,82	2,6	2,4	2,3
4-9-44, 1a	0,88	3,4	0,82	2,6	2,4	2,3
4-9-55, 1a	0,88	3,4	0,82	2,6	2,4	2,3
4-9-66, 1a	0,88	3,3	0,82	2,6	2,4	2,3
4-12-4	0,88	3,4	0,82	2,6	2,4	2,2
4-12-6	0,88	3,4	0,82	2,6	2,4	2,2
4-12-33, 1	0,88	3,4	0,82	2,6	2,4	2,2
4-12-44, 1a	0,88	3,3	0,82	2,6	2,4	2,2
4-12-55, 1a	0,88	3,3	0,82	2,6	2,4	2,2
4-12-66, 1a	0,88	3,3	0,82	2,5	2,4	2,2
4-15-4	0,88	3,4	0,82	2,6	2,4	2,2
4-15-6	0,88	3,4	0,82	2,6	2,4	2,2
4-15-33, 1	0,88	3,3	0,82	2,5	2,3	2,2
4-15-44, 1a	0,88	3,3	0,82	2,5	2,3	2,2
4-15-55, 1a	0,88	3,3	0,82	2,5	2,3	2,2
4-15-66, 1a	0,88	3,3	0,82	2,5	2,3	2,1
4-20-4	0,88	3,3	0,82	2,5	2,3	2,1
4-20-6	0,88	3,3	0,82	2,5	2,3	2,1
4-20-33, 1	0,88	3,3	0,82	2,5	2,3	2,1
4-20-44, 1a	0,88	3,3	0,82	2,5	2,3	2,1
4-20-55, 1a	0,88	3,3	0,82	2,5	2,3	2,1
4-20-66, 1a	0,88	3,2	0,82	2,5	2,3	2,1

* L'emissivitat (ϵ) és una característica de la superfície dels cossos. Quant més baixa és l'emissivitat, menor és la transferència de calor per radiació. L'emissivitat normal del vidre és de 0,89.

a: indica butiral acústic en vidres laminats

Exemple: 4-6-44, 1a → vidre de 4mm, cambra de 6mm, vidre laminat 4+4mm amb 1 butiral acústic

Annex 3

Catàleg de Solucions Constructives Habituals



ÍNDEX

MURS		
M1 Façanes	Sense cambra d'aire	
	Amb cambra d'aire	Sense ventilar
		Molt ventilada
M2 Particions interiors verticals que separen espais habitables de no habitables *		
MD Mitgeres		
ZC Particions interiors verticals que separen habitatges de zones comuns no calefactades		
COBERTES		
C1 Cobertes en contacte amb l'aire exterior	Planes	Sense cambra d'aire
		Amb cambra d'aire molt ventilada
	Inclinades	Sense cambra d'aire
		Amb cambra d'aire molt ventilada
C2 Cobertes en contacte amb espai no habitable *		
TANCAMENTS EN CONTACTE AMB EL TERRENY		
T1 Murs en contacte amb el terreny *		
T2 Cobertes enterrades *		
T3 Terres (suelos) a profunditat > 0,5 m *		
TERRES (SUELOS)		
S1 Terres recolzats sobre el terreny a profunditat <0,5m *		
S2 Terres en contacte amb l'aire exterior *		
S3 Terres en contacte amb espais no habitables *		
PONTS TÈRMICS		
PF Integrats als tancaments *	P_{F1} Contorn de forats i lluernaris	P_{F1A} Ampits
		P_{F1B} Brancals
		P_{F1L} Llindes
	P_{F2} Pilars integrats en els tancaments de les façanes	
P_{F3} Caixes de persianes		
PT Formats per trobades de tancaments	PT-F (<i>Forjados</i>) Trobades de forjats amb façanes	
	PT-C (<i>Cubiertas</i>) Trobades de cobertes amb façanes	
	PT-E (<i>Esquinas</i>) Trobades de façanes en cantonada	
	PT-V (<i>Voladizos</i>) Trobades de voladissos amb façanes *	
	PT-T (<i>Tabiques</i>) Trobades de parets interiors amb façanes o cobertes *	

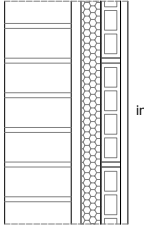
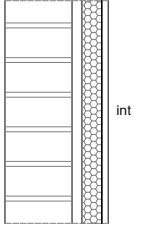
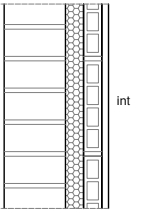
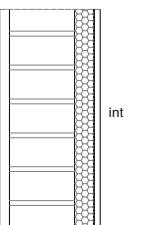
* Les transmitàncies d'aquests elements no es faciliten, perquè en el procediment de càlcul intervenen, a més de la pròpia solució constructiva, altres factors depenents de la geometria de l'edifici.



MURS

MURS

MURS

M1 FAÇANES		Aïllament	λ_a (W/mK)	e_a (m)	U W/m ² K	f_{Rsi}																								
Façanes sense revestiment																														
SENSE CAMBRA D'AIRE	M1.01 - Fàbrica de maó calat vist sense cambra d'aire i envà interior ceràmic enguixat  <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th></th> <th>λ (W/mK)</th> <th>R (m²K/W)</th> <th>e (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Maó calat</td> <td>0,694</td> <td></td> <td>0,135</td> </tr> <tr> <td>Arrebossat</td> <td>0,700</td> <td></td> <td>0,02</td> </tr> <tr> <td>Aïllament</td> <td>λ_a</td> <td></td> <td>e_a</td> </tr> <tr> <td>Maó foradat</td> <td>0,444</td> <td></td> <td>0,04</td> </tr> <tr> <td>Enguixat</td> <td>0,570</td> <td></td> <td>0,015</td> </tr> </tbody> </table>		λ (W/mK)	R (m ² K/W)	e (m)	Maó calat	0,694		0,135	Arrebossat	0,700		0,02	Aïllament	λ_a		e_a	Maó foradat	0,444		0,04	Enguixat	0,570		0,015	EPS	0,0375	0,02	0,959	0,760
			λ (W/mK)	R (m ² K/W)	e (m)																									
		Maó calat	0,694		0,135																									
		Arrebossat	0,700		0,02																									
		Aïllament	λ_a		e_a																									
		Maó foradat	0,444		0,04																									
		Enguixat	0,570		0,015																									
		EPS	0,0375	0,04	0,634	0,841																								
		XPS	0,0250	0,02	0,764	0,809																								
		XPS	0,0250	0,04	0,474	0,881																								
		PUR	0,0280	0,02	0,817	0,796																								
		PUR	0,0280	0,04	0,516	0,871																								
		MW	0,0405	0,03	0,850	0,787																								
		MW	0,0405	0,05	0,617	0,846																								
Suro	0,0650	0,05	0,782	0,804																										
Suro	0,0650	0,10	0,488	0,878																										
M1.02 - Fàbrica de maó calat vist sense cambra d'aire i envà interior amb plaques de guix laminat  <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th></th> <th>λ (W/mK)</th> <th>R (m²K/W)</th> <th>e (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Maó calat</td> <td>0,694</td> <td></td> <td>0,135</td> </tr> <tr> <td>Arrebossat</td> <td>0,700</td> <td></td> <td>0,02</td> </tr> <tr> <td>Aïllament</td> <td>λ_a</td> <td></td> <td>e_a</td> </tr> <tr> <td>Placa guix laminat</td> <td>0,25</td> <td></td> <td>0,013</td> </tr> </tbody> </table>		λ (W/mK)	R (m ² K/W)	e (m)	Maó calat	0,694		0,135	Arrebossat	0,700		0,02	Aïllament	λ_a		e_a	Placa guix laminat	0,25		0,013	EPS	0,0375	0,02	1,022	0,744					
		λ (W/mK)	R (m ² K/W)	e (m)																										
	Maó calat	0,694		0,135																										
	Arrebossat	0,700		0,02																										
	Aïllament	λ_a		e_a																										
	Placa guix laminat	0,25		0,013																										
	EPS	0,0375	0,04	0,661	0,835																									
	XPS	0,0250	0,02	0,803	0,799																									
	XPS	0,0250	0,04	0,489	0,878																									
	PUR	0,0280	0,02	0,489	0,878																									
	PUR	0,0280	0,04	0,534	0,866																									
	MW	0,0405	0,03	0,843	0,789																									
	MW	0,0405	0,05	0,595	0,851																									
	Suro	0,0650	0,05	0,823	0,794																									
Suro	0,0650	0,10	0,504	0,874																										
Façanes amb revestiment																														
M1.03 - Fàbrica de maó calat arrebossada sense cambra d'aire i envà interior ceràmic enguixat  <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th></th> <th>λ (W/mK)</th> <th>R (m²K/W)</th> <th>e (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Arrebossat</td> <td>0,700</td> <td></td> <td>0,02</td> </tr> <tr> <td>Maó calat</td> <td>0,694</td> <td></td> <td>0,135</td> </tr> <tr> <td>Aïllament</td> <td>λ_a</td> <td></td> <td>e_a</td> </tr> <tr> <td>Maó foradat</td> <td>0,444</td> <td></td> <td>0,04</td> </tr> <tr> <td>Enguixat</td> <td>0,570</td> <td></td> <td>0,015</td> </tr> </tbody> </table>		λ (W/mK)	R (m ² K/W)	e (m)	Arrebossat	0,700		0,02	Maó calat	0,694		0,135	Aïllament	λ_a		e_a	Maó foradat	0,444		0,04	Enguixat	0,570		0,015	EPS	0,0375	0,02	0,959	0,760	
		λ (W/mK)	R (m ² K/W)	e (m)																										
	Arrebossat	0,700		0,02																										
	Maó calat	0,694		0,135																										
	Aïllament	λ_a		e_a																										
	Maó foradat	0,444		0,04																										
	Enguixat	0,570		0,015																										
	EPS	0,0375	0,04	0,634	0,841																									
	XPS	0,0250	0,02	0,764	0,809																									
	XPS	0,0250	0,04	0,474	0,881																									
	PUR	0,0280	0,02	0,817	0,796																									
	PUR	0,0280	0,04	0,516	0,871																									
	MW	0,0405	0,03	0,850	0,787																									
	MW	0,0405	0,05	0,617	0,846																									
Suro	0,0650	0,05	0,782	0,804																										
Suro	0,0650	0,10	0,488	0,878																										
M1.04 - Fàbrica de maó calat arrebossada sense cambra d'aire i envà interior amb plaques de guix laminat  <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th></th> <th>λ (W/mK)</th> <th>R (m²K/W)</th> <th>e (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Arrebossat</td> <td>0,700</td> <td></td> <td>0,02</td> </tr> <tr> <td>Maó calat</td> <td>0,694</td> <td></td> <td>0,135</td> </tr> <tr> <td>Aïllament</td> <td>λ_a</td> <td></td> <td>e_a</td> </tr> <tr> <td>Placa guix laminat</td> <td>0,25</td> <td></td> <td>0,013</td> </tr> </tbody> </table>		λ (W/mK)	R (m ² K/W)	e (m)	Arrebossat	0,700		0,02	Maó calat	0,694		0,135	Aïllament	λ_a		e_a	Placa guix laminat	0,25		0,013	EPS	0,0375	0,02	1,022	0,744					
		λ (W/mK)	R (m ² K/W)	e (m)																										
	Arrebossat	0,700		0,02																										
	Maó calat	0,694		0,135																										
	Aïllament	λ_a		e_a																										
	Placa guix laminat	0,25		0,013																										
	EPS	0,0375	0,04	0,661	0,835																									
	XPS	0,0250	0,02	0,803	0,799																									
	XPS	0,0250	0,04	0,489	0,878																									
	PUR	0,0280	0,02	0,489	0,878																									
	PUR	0,0280	0,04	0,534	0,866																									
	MW	0,0405	0,03	0,843	0,789																									
	MW	0,0405	0,05	0,595	0,851																									

Valors de U calculats segons **Procediment 1** del Manual, valors de f_{Rsi} calculats segons apartat **III.2-Pas 7** del Manual

Codi dels aïllaments:

- EPS: Poliestirè expandit
- XPS: Poliestirè extruït
- PUR: Poliuretà projectat
- MW: Llana mineral

M1 FAÇANES		Aïllament	λ_a (W/mK)	e_a (m)	U W/m ² K	f_{Rsi}																												
Façanes sense revestiment																																		
M1.05 - Fàbrica de maó calat vist amb cambra d'aire no ventilada i envà interior ceràmic enguixat		EPS	0,0375	0,02	0,818	0,796																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>λ (W/mK)</th> <th>R (m²K/W)</th> <th>e (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Maó calat</td> <td>0,694</td> <td></td> <td>0,135</td> </tr> <tr> <td>Arrebossat</td> <td>0,700</td> <td></td> <td>0,02</td> </tr> <tr> <td>Cambra d'aire</td> <td></td> <td>0,18</td> <td>0,05</td> </tr> <tr> <td>Aïllament</td> <td>λ_a</td> <td></td> <td>e_a</td> </tr> <tr> <td>Maó foradat</td> <td>0,444</td> <td></td> <td>0,04</td> </tr> <tr> <td>Enguixat</td> <td>0,570</td> <td></td> <td>0,015</td> </tr> </tbody> </table>			λ (W/mK)	R (m ² K/W)	e (m)	Maó calat	0,694		0,135	Arrebossat	0,700		0,02	Cambra d'aire		0,18	0,05	Aïllament	λ_a		e_a	Maó foradat	0,444		0,04	Enguixat	0,570		0,015	EPS	0,0375	0,04	0,569	0,858
			λ (W/mK)	R (m ² K/W)	e (m)																													
		Maó calat	0,694		0,135																													
		Arrebossat	0,700		0,02																													
		Cambra d'aire		0,18	0,05																													
		Aïllament	λ_a		e_a																													
		Maó foradat	0,444		0,04																													
		Enguixat	0,570		0,015																													
		XPS	0,0250	0,02	0,671	0,832																												
		XPS	0,0250	0,04	0,437	0,891																												
PUR	0,0280	0,02	0,712	0,822																														
PUR	0,0280	0,04	0,472	0,882																														
MW	0,0405	0,03	0,699	0,825																														
MW	0,0405	0,05	0,520	0,870																														
Suro	0,0650	0,05	0,685	0,829																														
Suro	0,0650	0,10	0,449	0,888																														
M1.06 - Fàbrica de maó calat vist amb cambra d'aire no ventilada i envà interior amb plaques de guix laminat		EPS	0,0375	0,02	0,863	0,784																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>λ (W/mK)</th> <th>R (m²K/W)</th> <th>e (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Maó calat</td> <td>0,694</td> <td></td> <td>0,135</td> </tr> <tr> <td>Arrebossat</td> <td>0,700</td> <td></td> <td>0,02</td> </tr> <tr> <td>Cambra d'aire</td> <td></td> <td>0,18</td> <td>0,05</td> </tr> <tr> <td>Aïllament</td> <td>λ_a</td> <td></td> <td>e_a</td> </tr> <tr> <td>Placa guix laminat</td> <td>0,25</td> <td></td> <td>0,013</td> </tr> </tbody> </table>			λ (W/mK)	R (m ² K/W)	e (m)	Maó calat	0,694		0,135	Arrebossat	0,700		0,02	Cambra d'aire		0,18	0,05	Aïllament	λ_a		e_a	Placa guix laminat	0,25		0,013	EPS	0,0375	0,04	0,591	0,852				
			λ (W/mK)	R (m ² K/W)	e (m)																													
		Maó calat	0,694		0,135																													
		Arrebossat	0,700		0,02																													
		Cambra d'aire		0,18	0,05																													
		Aïllament	λ_a		e_a																													
		Placa guix laminat	0,25		0,013																													
		XPS	0,0250	0,02	0,702	0,824																												
		XPS	0,0250	0,04	0,449	0,888																												
		PUR	0,0280	0,02	0,747	0,813																												
PUR	0,0280	0,04	0,487	0,878																														
MW	0,0405	0,03	0,732	0,817																														
MW	0,0405	0,05	0,538	0,866																														
Façanes amb revestiment																																		
M1.07 - Fàbrica de maó calat arrebossada amb cambra d'aire no ventilada i envà interior ceràmic enguixat		EPS	0,0375	0,02	0,818	0,796																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>λ (W/mK)</th> <th>R (m²K/W)</th> <th>e (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Arrebossat</td> <td>0,700</td> <td></td> <td>0,02</td> </tr> <tr> <td>Maó calat</td> <td>0,694</td> <td></td> <td>0,135</td> </tr> <tr> <td>Cambra d'aire</td> <td></td> <td>0,18</td> <td>0,05</td> </tr> <tr> <td>Aïllament</td> <td>λ_a</td> <td></td> <td>e_a</td> </tr> <tr> <td>Maó foradat</td> <td>0,444</td> <td></td> <td>0,04</td> </tr> <tr> <td>Enguixat</td> <td>0,570</td> <td></td> <td>0,015</td> </tr> </tbody> </table>			λ (W/mK)	R (m ² K/W)	e (m)	Arrebossat	0,700		0,02	Maó calat	0,694		0,135	Cambra d'aire		0,18	0,05	Aïllament	λ_a		e_a	Maó foradat	0,444		0,04	Enguixat	0,570		0,015	EPS	0,0375	0,04	0,569	0,858
			λ (W/mK)	R (m ² K/W)	e (m)																													
		Arrebossat	0,700		0,02																													
		Maó calat	0,694		0,135																													
		Cambra d'aire		0,18	0,05																													
		Aïllament	λ_a		e_a																													
		Maó foradat	0,444		0,04																													
		Enguixat	0,570		0,015																													
		XPS	0,0250	0,02	0,671	0,832																												
		XPS	0,0250	0,04	0,437	0,891																												
PUR	0,0280	0,02	0,712	0,822																														
PUR	0,0280	0,04	0,472	0,882																														
MW	0,0405	0,03	0,699	0,825																														
MW	0,0405	0,05	0,520	0,870																														
Suro	0,0650	0,05	0,685	0,829																														
Suro	0,0650	0,10	0,449	0,888																														
M1.08 - Fàbrica de maó calat arrebossada amb cambra d'aire no ventilada i envà interior amb plaques de guix laminat		EPS	0,0375	0,02	0,863	0,784																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>λ (W/mK)</th> <th>R (m²K/W)</th> <th>e (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Arrebossat</td> <td>0,700</td> <td></td> <td>0,02</td> </tr> <tr> <td>Maó calat</td> <td>0,694</td> <td></td> <td>0,135</td> </tr> <tr> <td>Cambra d'aire</td> <td></td> <td>0,18</td> <td>0,05</td> </tr> <tr> <td>Aïllament</td> <td>λ_a</td> <td></td> <td>e_a</td> </tr> <tr> <td>Placa guix laminat</td> <td>0,25</td> <td></td> <td>0,013</td> </tr> </tbody> </table>			λ (W/mK)	R (m ² K/W)	e (m)	Arrebossat	0,700		0,02	Maó calat	0,694		0,135	Cambra d'aire		0,18	0,05	Aïllament	λ_a		e_a	Placa guix laminat	0,25		0,013	EPS	0,0375	0,04	0,591	0,852				
			λ (W/mK)	R (m ² K/W)	e (m)																													
		Arrebossat	0,700		0,02																													
		Maó calat	0,694		0,135																													
		Cambra d'aire		0,18	0,05																													
		Aïllament	λ_a		e_a																													
		Placa guix laminat	0,25		0,013																													
		XPS	0,0250	0,02	0,702	0,824																												
		XPS	0,0250	0,04	0,449	0,888																												
		PUR	0,0280	0,02	0,747	0,813																												
PUR	0,0280	0,04	0,487	0,878																														
MW	0,0405	0,03	0,732	0,817																														
MW	0,0405	0,05	0,538	0,866																														

Valors de U calculats segons [Procediment 1](#) del Manual, valors de f_{Rsi} calculats segons apartat [III.2-Pas 7](#) del Manual

Codi dels aïllaments:

- EPS: Polièstirè expandit
- XPS: Polièstirè extruït
- PUR: Poliuretà projectat
- MW: Llana mineral

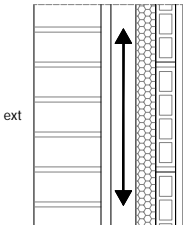
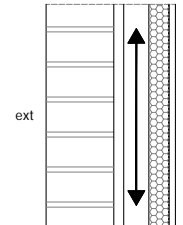
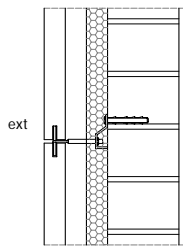
MURS

M1 FAÇANES		Aïllament	λ_a (W/mK)	e_a (m)	U W/m ² K	f_{Rsi}																													
(...) Façanes amb revestiment																																			
AMB CAMBRA D'AIRE SENSE VENTILAR	M1. 09 - Fàbrica de bloc de formigó arrebossada amb cambra d'aire no ventilada i envà interior ceràmic enguixat		EPS	0,0375	0,02	0,821	0,795																												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>λ (W/mK)</th> <th>R (m²K/W)</th> <th>e (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Arrebossat</td> <td>0,700</td> <td></td> <td>0,02</td> </tr> <tr> <td>Bloc de formigó</td> <td>0,789</td> <td></td> <td>0,15</td> </tr> <tr> <td>Cambra d'aire</td> <td></td> <td>0,18</td> <td>0,05</td> </tr> <tr> <td>Aïllament</td> <td>λ_a</td> <td></td> <td>e_a</td> </tr> <tr> <td>Maó foradat</td> <td>0,444</td> <td></td> <td>0,04</td> </tr> <tr> <td>Enguixat</td> <td>0,570</td> <td></td> <td>0,015</td> </tr> </tbody> </table>			λ (W/mK)	R (m ² K/W)	e (m)	Arrebossat	0,700		0,02	Bloc de formigó	0,789		0,15	Cambra d'aire		0,18	0,05	Aïllament	λ_a		e_a	Maó foradat	0,444		0,04	Enguixat	0,570		0,015	EPS	0,0375	0,04	0,571	0,857
				λ (W/mK)	R (m ² K/W)	e (m)																													
			Arrebossat	0,700		0,02																													
			Bloc de formigó	0,789		0,15																													
			Cambra d'aire		0,18	0,05																													
			Aïllament	λ_a		e_a																													
	Maó foradat	0,444		0,04																															
	Enguixat	0,570		0,015																															
	XPS	0,025	0,02	0,673	0,832																														
	XPS	0,025	0,04	0,438	0,891																														
	PUR	0,028	0,02	0,714	0,821																														
PUR	0,028	0,04	0,473	0,882																															
MW	0,0405	0,03	0,701	0,825																															
MW	0,0405	0,05	0,521	0,870																															
Suro	0,0650	0,05	0,688	0,828																															
Suro	0,0650	0,10	0,450	0,887																															
M1. 10 - Fàbrica de bloc de formigó arrebossada amb cambra d'aire no ventilada i envà interior amb plaques de guix laminat		EPS	0,0375	0,02	0,866	0,783																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>λ (W/mK)</th> <th>R (m²K/W)</th> <th>e (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Arrebossat</td> <td>0,700</td> <td></td> <td>0,02</td> </tr> <tr> <td>Bloc de formigó</td> <td>0,789</td> <td></td> <td>0,15</td> </tr> <tr> <td>Cambra d'aire</td> <td></td> <td>0,18</td> <td>0,05</td> </tr> <tr> <td>Aïllament</td> <td>λ_a</td> <td></td> <td>e_a</td> </tr> <tr> <td>Placa guix laminat</td> <td>0,25</td> <td></td> <td>0,013</td> </tr> </tbody> </table>			λ (W/mK)	R (m ² K/W)	e (m)	Arrebossat	0,700		0,02	Bloc de formigó	0,789		0,15	Cambra d'aire		0,18	0,05	Aïllament	λ_a		e_a	Placa guix laminat	0,25		0,013	EPS	0,0375	0,04	0,593	0,852					
			λ (W/mK)	R (m ² K/W)	e (m)																														
		Arrebossat	0,700		0,02																														
		Bloc de formigó	0,789		0,15																														
		Cambra d'aire		0,18	0,05																														
		Aïllament	λ_a		e_a																														
Placa guix laminat	0,25		0,013																																
XPS	0,025	0,02	0,704	0,824																															
XPS	0,025	0,04	0,450	0,887																															
PUR	0,028	0,02	0,749	0,813																															
PUR	0,028	0,04	0,488	0,878																															
MW	0,0405	0,03	0,734	0,816																															
MW	0,0405	0,05	0,539	0,865																															
Suro	0,0650	0,05	0,719	0,820																															
Suro	0,0650	0,10	0,463	0,884																															
M1. 11 - Fàbrica de bloc ceràmic d'argila alleugerida arrebossada amb cambra d'aire no ventilada i envà interior ceràmic enguixat		EPS	0,0375	0,02	0,741	0,815																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>λ (W/mK)</th> <th>R (m²K/W)</th> <th>e (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Arrebossat</td> <td>0,700</td> <td></td> <td>0,02</td> </tr> <tr> <td>Bloc ceràmic</td> <td>0,437</td> <td></td> <td>0,14</td> </tr> <tr> <td>Cambra d'aire</td> <td></td> <td>0,18</td> <td>0,05</td> </tr> <tr> <td>Aïllament</td> <td>λ_a</td> <td></td> <td>e_a</td> </tr> <tr> <td>Maó foradat</td> <td>0,444</td> <td></td> <td>0,04</td> </tr> <tr> <td>Enguixat</td> <td>0,570</td> <td></td> <td>0,015</td> </tr> </tbody> </table>			λ (W/mK)	R (m ² K/W)	e (m)	Arrebossat	0,700		0,02	Bloc ceràmic	0,437		0,14	Cambra d'aire		0,18	0,05	Aïllament	λ_a		e_a	Maó foradat	0,444		0,04	Enguixat	0,570		0,015	EPS	0,0375	0,04	0,531	0,867	
			λ (W/mK)	R (m ² K/W)	e (m)																														
		Arrebossat	0,700		0,02																														
		Bloc ceràmic	0,437		0,14																														
		Cambra d'aire		0,18	0,05																														
		Aïllament	λ_a		e_a																														
Maó foradat	0,444		0,04																																
Enguixat	0,570		0,015																																
XPS	0,025	0,02	0,619	0,845																															
XPS	0,025	0,04	0,414	0,896																															
PUR	0,028	0,02	0,654	0,837																															
PUR	0,028	0,04	0,446	0,888																															
MW	0,0405	0,03	0,643	0,839																															
MW	0,0405	0,05	0,488	0,878																															
Suro	0,0650	0,05	0,631	0,842																															
Suro	0,0650	0,10	0,425	0,894																															
M1. 12 - Fàbrica de bloc ceràmic d'argila alleugerida arrebossada amb cambra d'aire no ventilada i envà interior amb plaques de guix laminat		EPS	0,0375	0,02	0,779	0,805																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>λ (W/mK)</th> <th>R (m²K/W)</th> <th>e (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Arrebossat</td> <td>0,700</td> <td></td> <td>0,02</td> </tr> <tr> <td>Bloc ceràmic</td> <td>0,437</td> <td></td> <td>0,14</td> </tr> <tr> <td>Cambra d'aire</td> <td></td> <td>0,18</td> <td>0,05</td> </tr> <tr> <td>Aïllament</td> <td>λ_a</td> <td></td> <td>e_a</td> </tr> <tr> <td>Placa guix laminat</td> <td>0,25</td> <td></td> <td>0,013</td> </tr> </tbody> </table>			λ (W/mK)	R (m ² K/W)	e (m)	Arrebossat	0,700		0,02	Bloc ceràmic	0,437		0,14	Cambra d'aire		0,18	0,05	Aïllament	λ_a		e_a	Placa guix laminat	0,25		0,013	EPS	0,0375	0,04	0,550	0,862					
			λ (W/mK)	R (m ² K/W)	e (m)																														
		Arrebossat	0,700		0,02																														
		Bloc ceràmic	0,437		0,14																														
		Cambra d'aire		0,18	0,05																														
		Aïllament	λ_a		e_a																														
Placa guix laminat	0,25		0,013																																
XPS	0,025	0,02	0,645	0,839																															
XPS	0,025	0,04	0,425	0,894																															
PUR	0,028	0,02	0,682	0,829																															
PUR	0,028	0,04	0,459	0,885																															
MW	0,0405	0,03	0,670	0,832																															
MW	0,0405	0,05	0,504	0,874																															
Suro	0,0650	0,05	0,658	0,836																															
Suro	0,0650	0,10	0,437	0,891																															

Valors de U calculats segons **Procediment 1** del Manual, valors de f_{Rsi} calculats segons apartat **III.2-Pas 7** del Manual

Codi dels aïllaments:

- EPS: Poliestirè expandit
- XPS: Poliestirè extruït
- PUR: Poliuretà projectat
- MW: Llana mineral

M1 FAÇANES		Aïllament	λ_a (W/mK)	e_a (m)	U W/m ² K	f_{Rsi}																											
Facanes sense revestiment																																	
AMB CAMBRA D'AIRE VENTILADA	M1. 13 - Fàbrica de maó calat vist amb cambra d'aire molt ventilada i envà interior ceràmic enguixat 	EPS	0,0375	0,02	1,099	0,725																											
		EPS	0,0375	0,04	0,693	0,827																											
		XPS	0,0250	0,02	0,850	0,787																											
		XPS	0,0250	0,04	0,506	0,873																											
		PUR	0,0280	0,02	0,917	0,771																											
		PUR	0,0280	0,04	0,554	0,861																											
		MW	0,0405	0,03	0,895	0,776																											
		MW	0,0405	0,05	0,621	0,845																											
		Suro	0,0650	0,05	0,873	0,782																											
		Suro	0,0650	0,10	0,522	0,869																											
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>λ (W/mK)</th> <th>R (m²K/W)</th> <th>e (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Maó calat</td> <td>0,694</td> <td></td> <td>0,135</td> </tr> <tr> <td>Arrebossat</td> <td>0,700</td> <td></td> <td>0,02</td> </tr> <tr> <td>Cambra</td> <td></td> <td>0,18</td> <td>0,05</td> </tr> <tr> <td>Aïllament</td> <td>λ_a</td> <td></td> <td>e_a</td> </tr> <tr> <td>Maó foradat</td> <td>0,444</td> <td></td> <td>0,04</td> </tr> <tr> <td>Enguixat</td> <td>0,570</td> <td></td> <td>0,015</td> </tr> </tbody> </table>		λ (W/mK)	R (m ² K/W)	e (m)	Maó calat	0,694		0,135	Arrebossat	0,700		0,02	Cambra		0,18	0,05	Aïllament	λ_a		e_a	Maó foradat	0,444		0,04	Enguixat	0,570		0,015				
	λ (W/mK)	R (m ² K/W)	e (m)																														
Maó calat	0,694		0,135																														
Arrebossat	0,700		0,02																														
Cambra		0,18	0,05																														
Aïllament	λ_a		e_a																														
Maó foradat	0,444		0,04																														
Enguixat	0,570		0,015																														
M1. 14 - Fàbrica de maó calat vist amb cambra d'aire molt ventilada i envà interior amb plaques de guix laminat 	EPS	0,0375	0,02	1,183	0,704																												
	EPS	0,0375	0,04	0,725	0,819																												
	XPS	0,0250	0,02	0,899	0,775																												
	XPS	0,0250	0,04	0,523	0,869																												
	PUR	0,0280	0,02	0,974	0,756																												
	PUR	0,0280	0,04	0,574	0,856																												
	MW	0,0405	0,03	0,950	0,762																												
	MW	0,0405	0,05	0,646	0,838																												
		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>λ (W/mK)</th> <th>R (m²K/W)</th> <th>e (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Maó calat</td> <td>0,694</td> <td></td> <td>0,135</td> </tr> <tr> <td>Arrebossat</td> <td>0,700</td> <td></td> <td>0,02</td> </tr> <tr> <td>Cambra</td> <td></td> <td>0,18</td> <td>0,05</td> </tr> <tr> <td>Aïllament</td> <td>λ_a</td> <td></td> <td>e_a</td> </tr> <tr> <td>Placa guix laminat</td> <td>0,25</td> <td></td> <td>0,013</td> </tr> </tbody> </table>		λ (W/mK)	R (m ² K/W)	e (m)	Maó calat	0,694		0,135	Arrebossat	0,700		0,02	Cambra		0,18	0,05	Aïllament	λ_a		e_a	Placa guix laminat	0,25		0,013							
		λ (W/mK)	R (m ² K/W)	e (m)																													
Maó calat	0,694		0,135																														
Arrebossat	0,700		0,02																														
Cambra		0,18	0,05																														
Aïllament	λ_a		e_a																														
Placa guix laminat	0,25		0,013																														
Facanes amb revestiment																																	
M1. 15 - Façana ventilada formada per fàbrica de maó calat revestida amb pedra natural, amb cambra d'aire i aïllament a l'exterior 	EPS	0,0375	0,02	0,986	0,753																												
	EPS	0,0375	0,04	0,646	0,838																												
	XPS	0,0250	0,02	0,781	0,805																												
	XPS	0,0250	0,04	0,481	0,880																												
	PUR	0,0280	0,02	0,837	0,791																												
	PUR	0,0280	0,04	0,524	0,869																												
	MW	0,0405	0,03	0,819	0,795																												
	MW	0,0405	0,05	0,583	0,854																												
	Suro	0,0650	0,05	0,800	0,800																												
	Suro	0,0650	0,10	0,495	0,876																												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>λ (W/mK)</th> <th>R (m²K/W)</th> <th>e (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Aïllament</td> <td>λ_a</td> <td></td> <td>e_a</td> </tr> <tr> <td>Maó calat</td> <td>0,694</td> <td></td> <td>0,135</td> </tr> <tr> <td>Enguixat</td> <td>0,570</td> <td></td> <td>0,015</td> </tr> </tbody> </table>		λ (W/mK)	R (m ² K/W)	e (m)	Aïllament	λ_a		e_a	Maó calat	0,694		0,135	Enguixat	0,570		0,015																
	λ (W/mK)	R (m ² K/W)	e (m)																														
Aïllament	λ_a		e_a																														
Maó calat	0,694		0,135																														
Enguixat	0,570		0,015																														

Valors de U calculats segons [Procediment 1](#) del Manual, valors de f_{Rsi} calculats segons apartat [III.2-Pas 7](#) del Manual

Codi dels aïllaments:

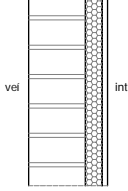
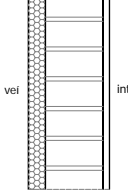
EPS: Polièstirè expandit

XPS: Polièstirè extruït

PUR: Poliuretà projectat

MW: Llana mineral

MURS

MD MITGERES		Aïllament	λ_a (W/mK)	e_a (m)	U W/m ² K	f_{Rsi}															
MD. 01 - Fàbrica de maó calat amb trasdossat de guix laminat  <table border="1" data-bbox="430 403 909 560"> <thead> <tr> <th></th> <th>λ (W/mK)</th> <th>R (m²K/W)</th> <th>e (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Maó calat</td> <td>0,694</td> <td></td> <td>0,135</td> </tr> <tr> <td>Aïllament</td> <td>λ_a</td> <td></td> <td>e_a</td> </tr> <tr> <td>Placa guix laminat</td> <td>0,25</td> <td></td> <td>0,013</td> </tr> </tbody> </table>		λ (W/mK)	R (m ² K/W)	e (m)	Maó calat	0,694		0,135	Aïllament	λ_a		e_a	Placa guix laminat	0,25		0,013	EPS	0,0375	0,02	0,962	0,760
		λ (W/mK)	R (m ² K/W)	e (m)																	
	Maó calat	0,694		0,135																	
	Aïllament	λ_a		e_a																	
	Placa guix laminat	0,25		0,013																	
XPS	0,0250	0,02	0,765	0,809																	
PUR	0,0280	0,02	0,819	0,795																	
MW	0,0405	0,03	0,802	0,800																	
MD. 02 - Fàbrica de maó calat amb aïllant pel costat del veí  <table border="1" data-bbox="430 649 909 806"> <thead> <tr> <th></th> <th>λ (W/mK)</th> <th>R (m²K/W)</th> <th>e (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Aïllament</td> <td>λ_a</td> <td></td> <td>e_a</td> </tr> <tr> <td>Maó calat</td> <td>0,694</td> <td></td> <td>0,135</td> </tr> <tr> <td>Enguixat</td> <td>0,57</td> <td></td> <td>0,015</td> </tr> </tbody> </table>		λ (W/mK)	R (m ² K/W)	e (m)	Aïllament	λ_a		e_a	Maó calat	0,694		0,135	Enguixat	0,57		0,015	EPS	0,0375	0,02	0,986	0,753
		λ (W/mK)	R (m ² K/W)	e (m)																	
	Aïllament	λ_a		e_a																	
	Maó calat	0,694		0,135																	
	Enguixat	0,57		0,015																	
XPS	0,0250	0,02	0,781	0,805																	
PUR	0,0280	0,02	0,837	0,791																	
MW	0,0405	0,03	0,819	0,795																	

Valors de U calculats segons **Procediment 1** del Manual, valors de f_{Rsi} calculats segons apartat **III.2-Pas 7** del Manual

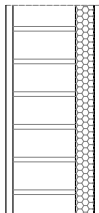
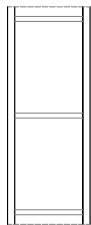
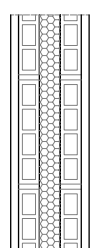
Codi dels aïllaments:

EPS: Polièstirè expandit

XPS: Polièstirè extruït

PUR: Poliuretà projectat

MW: Llana mineral

ZC PARTICIONS INTERIORS VERTICALS QUE SEPAREN HABITATGES DE ZONES COMUNS NO CALEFACTADES					Aïllament	λ_a (W/mK)	e_a (m)	U W/m ² K	f_{Rsi}																							
ZC. 01 - Fàbrica de maó calat amb trasdossat de guix laminat					EPS	0,0375	0,02	0,938	0,765																							
 <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>λ (W/mK)</th> <th>R (m²K/W)</th> <th>e (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Enguixat</td> <td>0,57</td> <td></td> <td>0,015</td> </tr> <tr> <td>Maó calat</td> <td>0,694</td> <td></td> <td>0,135</td> </tr> <tr> <td>Aïllament</td> <td>λ_a</td> <td></td> <td>e_a</td> </tr> <tr> <td>Placa guix laminat</td> <td>0,25</td> <td></td> <td>0,013</td> </tr> </tbody> </table>						λ (W/mK)	R (m ² K/W)	e (m)	Enguixat	0,57		0,015	Maó calat	0,694		0,135	Aïllament	λ_a		e_a	Placa guix laminat	0,25		0,013	XPS	0,0250	0,02	0,750	0,812			
						λ (W/mK)	R (m ² K/W)	e (m)																								
					Enguixat	0,57		0,015																								
					Maó calat	0,694		0,135																								
					Aïllament	λ_a		e_a																								
Placa guix laminat	0,25		0,013																													
PUR	0,0280	0,02	0,802	0,799																												
MW	0,0405	0,03	0,785	0,804																												
ZC. 02 - Mur de fàbrica de bloc ceràmic amb argila alleugerida					Sense			1,061	0,735																							
 <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>λ (W/mK)</th> <th>R (m²K/W)</th> <th>e (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Enguixat</td> <td>0,57</td> <td></td> <td>0,015</td> </tr> <tr> <td>Bloc ceràmic argila alleugerida amb morter aïllant</td> <td>0,3016</td> <td></td> <td>0,19</td> </tr> <tr> <td>Enguixat</td> <td>0,57</td> <td></td> <td>0,015</td> </tr> </tbody> </table>						λ (W/mK)	R (m ² K/W)	e (m)	Enguixat	0,57		0,015	Bloc ceràmic argila alleugerida amb morter aïllant	0,3016		0,19	Enguixat	0,57		0,015												
						λ (W/mK)	R (m ² K/W)	e (m)																								
					Enguixat	0,57		0,015																								
					Bloc ceràmic argila alleugerida amb morter aïllant	0,3016		0,19																								
Enguixat	0,57		0,015																													
ZC. 03 - Doble mur de maó foradat amb aïllament					MW	0,0405	0,03	0,811	0,797																							
 <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>λ (W/mK)</th> <th>R (m²K/W)</th> <th>e (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Enguixat</td> <td>0,57</td> <td></td> <td>0,015</td> </tr> <tr> <td>Maó foradat</td> <td>0,444</td> <td></td> <td>0,04</td> </tr> <tr> <td>Aïllament</td> <td>λ_a</td> <td></td> <td>e_a</td> </tr> <tr> <td>Maó foradat</td> <td>0,444</td> <td></td> <td>0,04</td> </tr> <tr> <td>Enguixat</td> <td>0,57</td> <td></td> <td>0,015</td> </tr> </tbody> </table>						λ (W/mK)	R (m ² K/W)	e (m)	Enguixat	0,57		0,015	Maó foradat	0,444		0,04	Aïllament	λ_a		e_a	Maó foradat	0,444		0,04	Enguixat	0,57		0,015				
						λ (W/mK)	R (m ² K/W)	e (m)																								
					Enguixat	0,57		0,015																								
					Maó foradat	0,444		0,04																								
					Aïllament	λ_a		e_a																								
					Maó foradat	0,444		0,04																								
Enguixat	0,57		0,015																													

Valors de U calculats segons [Procediment 1](#) del Manual, valors de f_{Rsi} calculats segons apartat [III.2-Pas 7](#) del Manual

Codi dels aïllaments:

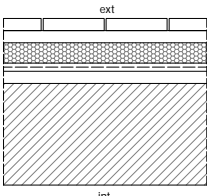
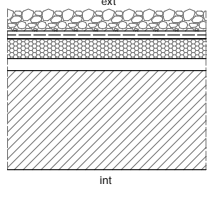
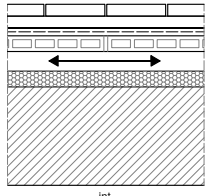
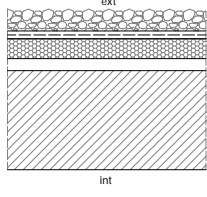
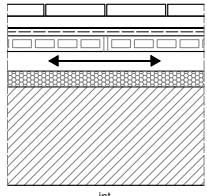
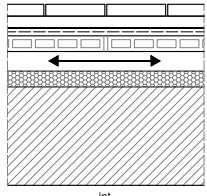
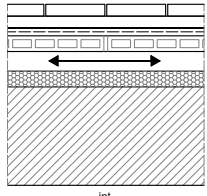
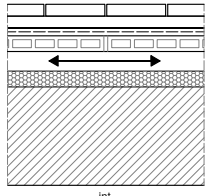
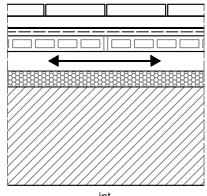
- EPS: Polièstirè expandit
- XPS: Polièstirè extruït
- PUR: Poliuretà projectat
- MW: Llana mineral



COBERTES

COBERTES

COBERTES

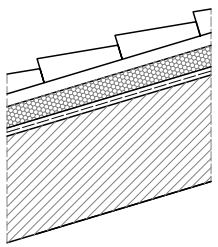
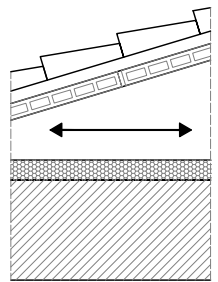
C1 COBERTES EN CONTACTE AMB L'EXTERIOR		Tipus forjat	Cantell forjat(cm)	Tipus aïllament	λ_a (W/mK)	e_a (m)	U W/m ² K	f_{Rsi}																																
PLANES	Cobertes planes sense cambra d'aire																																							
	C1.01 - Coberta plana transitable per vianants		Unidireccional revoltó ceràmic	25	XPS	0,025	0,05	0,397	0,901																															
	 <table border="1" data-bbox="462 436 885 683"> <thead> <tr> <th></th> <th>λ (W/mK)</th> <th>R (m²K/W)</th> <th>e (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Rajola ceràmica</td> <td>1</td> <td></td> <td>0,008</td> </tr> <tr> <td>Morter de ciment</td> <td>0,7</td> <td></td> <td>0,03</td> </tr> <tr> <td>Aïllament</td> <td>λ_a</td> <td></td> <td>e_a</td> </tr> <tr> <td>Impermeabilització</td> <td>0,23</td> <td></td> <td>0,003</td> </tr> <tr> <td>Formigó pendents</td> <td>1,35</td> <td></td> <td>0,05</td> </tr> <tr> <td>Forjat</td> <td></td> <td>R_f</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				λ (W/mK)	R (m ² K/W)	e (m)	Rajola ceràmica	1		0,008	Morter de ciment	0,7		0,03	Aïllament	λ_a		e_a	Impermeabilització	0,23		0,003	Formigó pendents	1,35		0,05	Forjat		R_f		25	XPS	0,025	0,07	0,301	0,925			
					λ (W/mK)	R (m ² K/W)	e (m)																																	
				Rajola ceràmica	1		0,008																																	
				Morter de ciment	0,7		0,03																																	
				Aïllament	λ_a		e_a																																	
				Impermeabilització	0,23		0,003																																	
	Formigó pendents	1,35			0,05																																			
	Forjat			R_f																																				
	30	XPS		0,025	0,05	0,390	0,902																																	
	30	XPS		0,025	0,07	0,298	0,926																																	
	 <table border="1" data-bbox="462 878 885 1102"> <thead> <tr> <th></th> <th>λ (W/mK)</th> <th>R (m²K/W)</th> <th>e (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Grava</td> <td>2</td> <td></td> <td>0,05</td> </tr> <tr> <td>Impermeabilització</td> <td>0,23</td> <td></td> <td>0,003</td> </tr> <tr> <td>Aïllament</td> <td>λ_a</td> <td></td> <td>e_a</td> </tr> <tr> <td>Formigó pendents</td> <td>1,35</td> <td></td> <td>0,05</td> </tr> <tr> <td>Forjat</td> <td></td> <td>R_f</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				λ (W/mK)	R (m ² K/W)	e (m)	Grava	2		0,05	Impermeabilització	0,23		0,003	Aïllament	λ_a		e_a	Formigó pendents	1,35		0,05	Forjat		R_f		25	XPS	0,025	0,05	0,411	0,897							
				λ (W/mK)	R (m ² K/W)	e (m)																																		
			Grava	2		0,05																																		
Impermeabilització			0,23		0,003																																			
Aïllament			λ_a		e_a																																			
Formigó pendents			1,35		0,05																																			
Forjat		R_f																																						
25	XPS	0,025	0,07	0,310	0,923																																			
30	XPS	0,025	0,05	0,408	0,898																																			
30	XPS	0,025	0,07	0,308	0,923																																			
 <table border="1" data-bbox="462 1348 885 1630"> <thead> <tr> <th></th> <th>λ (W/mK)</th> <th>R (m²K/W)</th> <th>e (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Rajola ceràmica</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Morter de ciment</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Impermeabilització</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tauló ceràmic</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Cambra ventilada</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Aïllament</td> <td>λ_a</td> <td></td> <td>e_a</td> </tr> <tr> <td>Forjat</td> <td></td> <td>R_f</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			λ (W/mK)	R (m ² K/W)	e (m)	Rajola ceràmica				Morter de ciment				Impermeabilització				Tauló ceràmic				Cambra ventilada				Aïllament	λ_a		e_a	Forjat		R_f		25	XPS	0,025	0,05	0,422	0,895	
			λ (W/mK)	R (m ² K/W)	e (m)																																			
		Rajola ceràmica																																						
		Morter de ciment																																						
		Impermeabilització																																						
		Tauló ceràmic																																						
Cambra ventilada																																								
Aïllament	λ_a		e_a																																					
Forjat		R_f																																						
25	XPS	0,025	0,07	0,315	0,921																																			
30	XPS	0,025	0,05	0,418	0,895																																			
30	XPS	0,025	0,07	0,313	0,922																																			
35	XPS	0,025	0,05	0,413	0,897																																			
35	XPS	0,025	0,07	0,310	0,922																																			
C1.02 - Coberta plana no transitable		Unidireccional revoltó ceràmic	25	XPS	0,025	0,05	0,401	0,900																																
 <table border="1" data-bbox="462 878 885 1102"> <thead> <tr> <th></th> <th>λ (W/mK)</th> <th>R (m²K/W)</th> <th>e (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Grava</td> <td>2</td> <td></td> <td>0,05</td> </tr> <tr> <td>Impermeabilització</td> <td>0,23</td> <td></td> <td>0,003</td> </tr> <tr> <td>Aïllament</td> <td>λ_a</td> <td></td> <td>e_a</td> </tr> <tr> <td>Formigó pendents</td> <td>1,35</td> <td></td> <td>0,05</td> </tr> <tr> <td>Forjat</td> <td></td> <td>R_f</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				λ (W/mK)	R (m ² K/W)	e (m)	Grava	2		0,05	Impermeabilització	0,23		0,003	Aïllament	λ_a		e_a	Formigó pendents	1,35		0,05	Forjat		R_f		25	XPS	0,025	0,07	0,303	0,924								
				λ (W/mK)	R (m ² K/W)	e (m)																																		
			Grava	2		0,05																																		
			Impermeabilització	0,23		0,003																																		
			Aïllament	λ_a		e_a																																		
		Formigó pendents	1,35		0,05																																			
Forjat		R_f																																						
30	XPS	0,025	0,05	0,394	0,901																																			
30	XPS	0,025	0,07	0,300	0,925																																			
 <table border="1" data-bbox="462 1348 885 1630"> <thead> <tr> <th></th> <th>λ (W/mK)</th> <th>R (m²K/W)</th> <th>e (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Rajola ceràmica</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Morter de ciment</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Impermeabilització</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tauló ceràmic</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Cambra ventilada</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Aïllament</td> <td>λ_a</td> <td></td> <td>e_a</td> </tr> <tr> <td>Forjat</td> <td></td> <td>R_f</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			λ (W/mK)	R (m ² K/W)	e (m)	Rajola ceràmica				Morter de ciment				Impermeabilització				Tauló ceràmic				Cambra ventilada				Aïllament	λ_a		e_a	Forjat		R_f		25	XPS	0,025	0,05	0,416	0,896	
			λ (W/mK)	R (m ² K/W)	e (m)																																			
		Rajola ceràmica																																						
		Morter de ciment																																						
		Impermeabilització																																						
		Tauló ceràmic																																						
Cambra ventilada																																								
Aïllament	λ_a		e_a																																					
Forjat		R_f																																						
25	XPS	0,025	0,07	0,312	0,922																																			
30	XPS	0,025	0,05	0,412	0,897																																			
30	XPS	0,025	0,07	0,310	0,922																																			
 <table border="1" data-bbox="462 1348 885 1630"> <thead> <tr> <th></th> <th>λ (W/mK)</th> <th>R (m²K/W)</th> <th>e (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Rajola ceràmica</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Morter de ciment</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Impermeabilització</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tauló ceràmic</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Cambra ventilada</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Aïllament</td> <td>λ_a</td> <td></td> <td>e_a</td> </tr> <tr> <td>Forjat</td> <td></td> <td>R_f</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			λ (W/mK)	R (m ² K/W)	e (m)	Rajola ceràmica				Morter de ciment				Impermeabilització				Tauló ceràmic				Cambra ventilada				Aïllament	λ_a		e_a	Forjat		R_f		25	XPS	0,025	0,05	0,426	0,893	
			λ (W/mK)	R (m ² K/W)	e (m)																																			
		Rajola ceràmica																																						
		Morter de ciment																																						
		Impermeabilització																																						
		Tauló ceràmic																																						
Cambra ventilada																																								
Aïllament	λ_a		e_a																																					
Forjat		R_f																																						
25	XPS	0,025	0,07	0,318	0,920																																			
30	XPS	0,025	0,05	0,423	0,894																																			
30	XPS	0,025	0,07	0,316	0,921																																			
35	XPS	0,025	0,05	0,417	0,896																																			
35	XPS	0,025	0,07	0,313	0,922																																			
Cobertes planes amb cambra d'aire ventilada		Unidireccional revoltó ceràmic	25	MW	0,040	0,05	0,578	0,855																																
 <table border="1" data-bbox="462 1348 885 1630"> <thead> <tr> <th></th> <th>λ (W/mK)</th> <th>R (m²K/W)</th> <th>e (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Rajola ceràmica</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Morter de ciment</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Impermeabilització</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tauló ceràmic</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Cambra ventilada</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Aïllament</td> <td>λ_a</td> <td></td> <td>e_a</td> </tr> <tr> <td>Forjat</td> <td></td> <td>R_f</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				λ (W/mK)	R (m ² K/W)	e (m)	Rajola ceràmica				Morter de ciment				Impermeabilització				Tauló ceràmic				Cambra ventilada				Aïllament	λ_a		e_a	Forjat		R_f		25	MW	0,040	0,07	0,448	0,888
				λ (W/mK)	R (m ² K/W)	e (m)																																		
			Rajola ceràmica																																					
			Morter de ciment																																					
			Impermeabilització																																					
		Tauló ceràmic																																						
Cambra ventilada																																								
Aïllament	λ_a		e_a																																					
Forjat		R_f																																						
30	MW	0,040	0,05	0,565	0,859																																			
30	MW	0,040	0,07	0,441	0,890																																			
 <table border="1" data-bbox="462 1348 885 1630"> <thead> <tr> <th></th> <th>λ (W/mK)</th> <th>R (m²K/W)</th> <th>e (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Rajola ceràmica</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Morter de ciment</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Impermeabilització</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tauló ceràmic</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Cambra ventilada</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Aïllament</td> <td>λ_a</td> <td></td> <td>e_a</td> </tr> <tr> <td>Forjat</td> <td></td> <td>R_f</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			λ (W/mK)	R (m ² K/W)	e (m)	Rajola ceràmica				Morter de ciment				Impermeabilització				Tauló ceràmic				Cambra ventilada				Aïllament	λ_a		e_a	Forjat		R_f		25	MW	0,040	0,05	0,610	0,848	
			λ (W/mK)	R (m ² K/W)	e (m)																																			
		Rajola ceràmica																																						
		Morter de ciment																																						
		Impermeabilització																																						
		Tauló ceràmic																																						
Cambra ventilada																																								
Aïllament	λ_a		e_a																																					
Forjat		R_f																																						
25	MW	0,040	0,07	0,467	0,883																																			
30	MW	0,040	0,05	0,602	0,849																																			
30	MW	0,040	0,07	0,463	0,884																																			
 <table border="1" data-bbox="462 1348 885 1630"> <thead> <tr> <th></th> <th>λ (W/mK)</th> <th>R (m²K/W)</th> <th>e (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Rajola ceràmica</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Morter de ciment</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Impermeabilització</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tauló ceràmic</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Cambra ventilada</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Aïllament</td> <td>λ_a</td> <td></td> <td>e_a</td> </tr> <tr> <td>Forjat</td> <td></td> <td>R_f</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			λ (W/mK)	R (m ² K/W)	e (m)	Rajola ceràmica				Morter de ciment				Impermeabilització				Tauló ceràmic				Cambra ventilada				Aïllament	λ_a		e_a	Forjat		R_f		25	MW	0,040	0,05	0,633	0,841	
			λ (W/mK)	R (m ² K/W)	e (m)																																			
		Rajola ceràmica																																						
		Morter de ciment																																						
		Impermeabilització																																						
		Tauló ceràmic																																						
Cambra ventilada																																								
Aïllament	λ_a		e_a																																					
Forjat		R_f																																						
25	MW	0,040	0,07	0,481	0,880																																			
30	MW	0,040	0,05	0,625	0,844																																			
30	MW	0,040	0,07	0,476	0,881																																			
35	MW	0,040	0,05	0,613	0,847																																			
35	MW	0,040	0,07	0,469	0,883																																			

Valors de U calculats segons **Procediment 1** del Manual, valors de f_{Rsi} calculats segons apartat **III.2-Pas 7** del Manual

Codi dels aïllaments:

- EPS: Polièstirè expandit
- XPS: Polièstirè extruït
- PUR: Poliuretà projectat
- MW: Llana mineral

COBERTES

C1 COBERTES EN CONTACTE AMB L'EXTERIOR		Tipus forjat	Cantell forjat(cm)	Tipus aïllament	λ_a (W/mK)	e_a (m)	U W/m ² K	f_{Rsi}																											
INCLINADES	Cobertes inclinada sense cambra d'aire																																		
	C1.04 - Coberta inclinada amb acabat de teula ceràmica																																		
	 <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>λ (W/mK)</th> <th>R (m²K/W)</th> <th>e (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Teules</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Morter de ciment</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Aïllament</td> <td>λ_a</td> <td></td> <td>e_a</td> </tr> <tr> <td>Impermeabilització</td> <td>0,23</td> <td></td> <td>0,003</td> </tr> <tr> <td>Forjat inclinat</td> <td></td> <td>R_f</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		λ (W/mK)	R (m ² K/W)	e (m)	Teules				Morter de ciment				Aïllament	λ_a		e_a	Impermeabilització	0,23		0,003	Forjat inclinat		R_f		Unidireccional revoltó ceràmic	25	XPS	0,025	0,05	0,404	0,899			
			λ (W/mK)	R (m ² K/W)	e (m)																														
		Teules																																	
		Morter de ciment																																	
		Aïllament	λ_a		e_a																														
		Impermeabilització	0,23		0,003																														
		Forjat inclinat		R_f																															
		25	XPS	0,025	0,07	0,305	0,924																												
		30	XPS	0,025	0,05	0,397	0,901																												
		Unidireccional revoltó formigó	30	XPS	0,025	0,07	0,301	0,925																											
			25	XPS	0,025	0,05	0,419	0,895																											
			25	XPS	0,025	0,07	0,314	0,921																											
			30	XPS	0,025	0,05	0,415	0,896																											
			30	XPS	0,025	0,07	0,312	0,922																											
			Reticular entrebogat formigó	25	XPS	0,025	0,05	0,430	0,892																										
	25	XPS		0,025	0,07	0,320	0,920																												
	30	XPS		0,025	0,05	0,426	0,893																												
	30	XPS		0,025	0,07	0,318	0,920																												
35	XPS	0,025		0,05	0,421	0,895																													
35	XPS	0,025	0,07	0,315	0,921																														
Cobertes inclinades amb cambra d'aire ventilada																																			
C1.05 - Coberta inclinada a la catalana (amb envanets de sostremort i cambra ventilada)																																			
 <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>λ (W/mK)</th> <th>R (m²K/W)</th> <th>e (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Teules</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Morter de ciment</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tauló ceràmic</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Cambra ventilada</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Aïllament</td> <td>λ_a</td> <td></td> <td>e_a</td> </tr> <tr> <td>Forjat</td> <td></td> <td>R_f</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		λ (W/mK)	R (m ² K/W)	e (m)	Teules				Morter de ciment				Tauló ceràmic				Cambra ventilada				Aïllament	λ_a		e_a	Forjat		R_f		Unidireccional revoltó ceràmic	25	MW	0,040	0,05	0,578	0,855
		λ (W/mK)	R (m ² K/W)	e (m)																															
	Teules																																		
	Morter de ciment																																		
	Tauló ceràmic																																		
	Cambra ventilada																																		
	Aïllament	λ_a		e_a																															
	Forjat		R_f																																
	25	MW	0,040	0,07	0,448	0,888																													
	30	MW	0,040	0,05	0,565	0,859																													
	30	MW	0,040	0,07	0,441	0,890																													
	Unidireccional revoltó formigó	25	MW	0,040	0,05	0,610	0,848																												
		25	MW	0,040	0,07	0,467	0,883																												
		30	MW	0,040	0,05	0,602	0,849																												
		30	MW	0,040	0,07	0,463	0,884																												
Reticular entrebogat formigó		25	MW	0,040	0,05	0,633	0,841																												
	25	MW	0,040	0,07	0,481	0,880																													
	30	MW	0,040	0,05	0,625	0,844																													
	30	MW	0,040	0,07	0,476	0,881																													
	35	MW	0,040	0,05	0,613	0,847																													
	35	MW	0,040	0,07	0,469	0,883																													

Valors de U calculats segons [Procediment 1](#) del Manual, valors de f_{Rsi} calculats segons apartat [III.2-Pas 7](#) del Manual

Codi dels aïllaments:

EPS: Polièstirè expandit

XPS: Polièstirè extruït

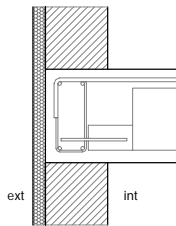
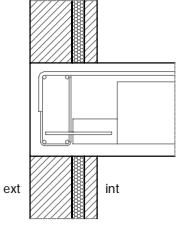
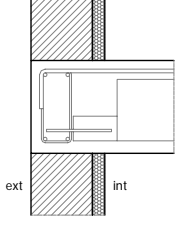
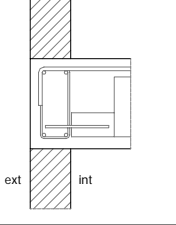
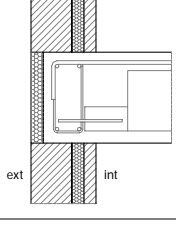
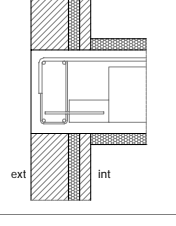
PUR: Poliuretà projectat

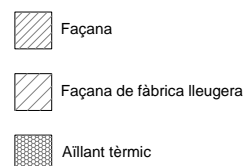
MW: Llana mineral

PONTS TÈRMICS

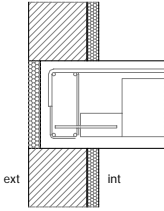
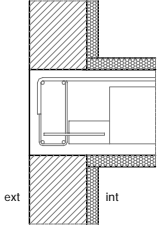
PONTS TÈRMICS




Dels ponts tèrmics de trobada de tancaments no es facilita el valor de transmitància U perquè no es consideren a efectes del càlcul de la demanda energètica pel Document Bàsic HE 1 (no entren en el càlcul dels paràmetres característics mitjos dels tancaments).
Les tipologies constructives, nomenclatures i simbologia dels materials dels presents esquemes estan **extretes directament del programa LIDER**.

PT PONTS TÈRMICS DE TROBADA DE TANCAMENTS		Clima	f_{Rsi}
TROBADES DE FORJATS AMB FAÇANES	PT. F1 	A	0,85
		B	0,87
		C	0,88
		D	0,89
		E	0,91
	PT. F2 	A	0,70
		B	0,72
C		0,75	
D		0,76	
E		0,79	
PT. F3 	A	0,63	
	B	0,65	
	C	0,67	
	D	0,69	
	E	0,71	
PT. F4 	A	0,77	
	B	0,79	
	C	0,81	
	D	0,83	
	E	0,85	
PT. F5 	A	0,78	
	B	0,79	
	C	0,81	
	D	0,82	
	E	0,83	
PT. F6 	A	0,72	
	B	0,75	
	C	0,78	
	D	0,79	
	E	0,82	



PONTS TÈRMICS

PT PONTS TÈRMICS DE TROBADA DE TANCAMENTS		Clima	f_{Rsi}
TROBADES DE FORJATS AMB FAÇANES	PT. F7 	A	0,70
		B	0,72
		C	0,73
		D	0,75
		E	0,76
	PT. F8 	A	0,61
		B	0,63
		C	0,65
		D	0,66
		E	0,68

-  Façana
-  Façana de fàbrica lleugera
-  Aïllant tèrmic

Valors extrets del programa LIDER

PONTS TÈRMICS

PT PONTS TÈRMICS DE TROBADA DE TANCAMENTS		Clima	f _{Rsi}
TROBADES DE COBERTES AMB FAÇANES	PT. C1 	A	0,68
		B	0,71
		C	0,72
		D	0,74
		E	0,76
PT. C2 	A	0,67	
	B	0,69	
	C	0,71	
	D	0,72	
	E	0,74	
PT. C3 	A	0,59	
	B	0,61	
	C	0,63	
	D	0,65	
	E	0,67	
PT. C4 	A	0,72	
	B	0,74	
	C	0,76	
	D	0,77	
	E	0,79	
PT. C5 	A	0,79	
	B	0,81	
	C	0,82	
	D	0,84	
	E	0,85	
PT. C6 	A	0,78	
	B	0,80	
	C	0,81	
	D	0,82	
	E	0,83	

- Façana
- Façana de fàbrica lleugera
- Aïllant tèrmic

Valors extrets del programa LIDER

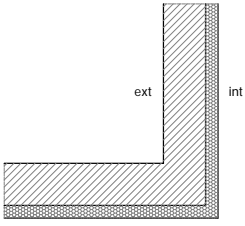
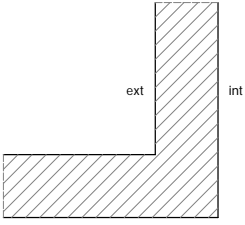
PONTS TÈRMICS




PT PONTS TÈRMICS DE TROBADA DE TANCAMENTS		Clima	f _{Rsi}
TROBADA DE FAÇANES EN CANTONADA	PT. E1 	A	0,76
		B	0,78
		C	0,80
		D	0,81
		E	0,83
	PT. E2 	A	0,79
		B	0,81
		C	0,82
		D	0,84
		E	0,85
	PT. E3 	A	0,60
		B	0,63
		C	0,66
		D	0,69
		E	0,71
	PT. E4 	A	0,73
		B	0,75
		C	0,77
		D	0,79
		E	0,81
	PT. E5 	A	0,87
		B	0,89
		C	0,90
		D	0,91
		E	0,92
	PT. E6 	A	0,87
		B	0,89
		C	0,90
		D	0,91
		E	0,92

- Façana
- Façana de fàbrica lleugera
- Aïllant tèrmic

Valors extrets del programa LIDER

PONTS TÈRMICS

PT PONTS TÈRMICS DE TROBADA DE TANCAMENTS		Clima	f _{Rsi}
TROBADA DE FAÇANES EN CANTONADA	PT. E7 		
		A	0,78
		B	0,80
		C	0,82
		D	0,84
		E	0,86
	PT. E8 		
		A	0,87
		B	0,88
		C	0,90
		D	0,91
		E	0,92

-  Façana
-  Façana de fàbrica lleugera
-  Aïllant tèrmic

Valors extrets del programa LIDER

Apèndixs del DB-HE 1

- A. Terminologia
- B. Notacions i unitats
- C. Normes de referència
- D. Zones climàtiques
- E. Càlcul dels paràmetres característics de la demanda
(No s'adjunta, donat que s'ha incorporat a l'apartat III.2-Pas 5 del Manual)
- F. Resistència tèrmica total d'un element d'edificació constituït per capes homogènies i heterogènies
- G. Condensacions
(No s'adjunta, donat que s'ha incorporat a l'apartat III.2-Pas 7 del Manual)
- H. Fitxes justificatives de l'opció simplificada
(No s'adjunta, donat que s'ha incorporat a l'apartat V del Manual)

Apéndice A Terminología

Absortividad: Fracción de la radiación solar incidente a una superficie que es absorbida por la misma. La absortividad va de 0,0 (0%) hasta 1,0 (100%).

Bienestar térmico: Condiciones interiores de temperatura, humedad y velocidad del aire establecidas reglamentariamente que se considera que producen una sensación de bienestar adecuada y suficiente a sus ocupantes.

Cerramiento: Elemento constructivo del edificio que lo separa del exterior, ya sea aire, terreno u otros edificios.

Componentes del edificio: Se entienden por componentes del edificio los que aparecen en su *envolvente edificatoria*: *cerramientos*, *huecos* y *puentes térmicos*.

Condiciones higrotérmicas: Son las condiciones de temperatura seca y humedad relativa que prevalecen en los ambientes exterior e interior para el cálculo de las condensaciones intersticiales.

Demanda energética: Es la energía necesaria para mantener en el interior del edificio unas condiciones de confort definidas reglamentariamente en función del uso del edificio y de la zona climática en la que se ubique. Se compone de la demanda energética de calefacción, correspondientes a los meses de la temporada de calefacción y de refrigeración respectivamente.

Edificio de referencia: Edificio obtenido a partir del edificio objeto, cuya demanda energética debe ser mayor, tanto en régimen de calefacción como de refrigeración, que la del edificio objeto. Se obtiene a partir del edificio objeto sustituyendo los *cerramientos* por otros que cumplen los requisitos de la opción simplificada.

Edificio objeto: Edificio del que se quiere verificar el cumplimiento de la reglamentación.

Emisividad: Capacidad relativa de una superficie para radiar calor. Los factores de emisividad van de 0,0 (0%) hasta 1,0 (100%).

Envolvente edificatoria: Se compone de todos los *cerramientos* del edificio.

Envolvente térmica: Se compone de los *cerramientos* del edificio que separan los recintos *habitables* del ambiente exterior y las *particiones interiores* que separan los *recintos habitables* de los *no habitables* que a su vez estén en contacto con el ambiente exterior.

Espacio habitable: Espacio formado por uno o varios *recintos habitables* contiguos con el mismo uso y condiciones térmicas equivalentes agrupados a efectos de cálculo de demanda energética.

Espacio habitable de baja carga interna: Espacio donde se disipa poco calor. Comprende principalmente los recintos destinados a residir en ellos, con carácter eventual o permanente. En esta categoría se incluyen todos los espacios de edificios de viviendas y aquellas zonas o espacios de edificios asimilables a éstos en uso y dimensión, tales como habitaciones de hotel, habitaciones de hospitales y salas de estar, así como sus zonas de circulación vinculadas.

En el caso de espacios no destinados a viviendas, el proyectista estimará si el calor disipado por las fuentes internas en el interior del espacio se puede asimilar a la que se podría producir si fuera un espacio de vivienda, por ejemplo, una pequeña sala de estar de una residencia de ancianos podría tener las mismas fuentes internas que un salón de una vivienda.

Espacio no habitable: Espacio formado por uno o varios *recintos no habitables* contiguos con el mismo uso y condiciones térmicas equivalentes agrupados a efectos de cálculo de demanda energética.

Exceso de humedad interior: Cociente entre la cantidad media de producción de humedad producida en el interior de un espacio (kg/h) y el producto de la tasa de renovación de aire por el volumen del mismo (m³/h). El exceso de humedad interior se expresa en kg/m³.

Lucernario: Cualquier hueco situado en una cubierta, por tanto su inclinación será menor de 60° respecto a la horizontal.

Factor de sombra: Es la fracción de la radiación incidente en un hueco que no es bloqueada por la presencia de obstáculos de fachada tales como retranqueos, voladizos, toldos, salientes laterales u otros.

Factor de temperatura de la superficie interior: Es el cociente entre la diferencia de temperatura superficial interior y la del ambiente exterior y la diferencia de temperatura del ambiente interior y exterior.

Factor solar: Es el cociente entre la radiación solar a incidencia normal que se introduce en el edificio a través del acristalamiento y la que se introduciría si el acristalamiento se sustituyese por un hueco perfectamente transparente.

Factor solar modificado: Producto del factor solar por el factor de sombra.

Grados-día: Grados-día de un período determinado de tiempo es la suma, para todos los días de ese período de tiempo, de la diferencia entre una temperatura fija, o base de los grados-día, y la temperatura media del día, cuando esa temperatura media diaria sea inferior a la temperatura base.

Hueco: Es cualquier elemento semitransparente de la *envolvente del edificio*. Comprende las ventanas y puertas acristaladas.

Humedad relativa: Es la fracción de la presión de saturación que representa la presión parcial del vapor de agua en el espacio o ambiente exterior en estudio. Se tiene en cuenta en el cálculo de las condensaciones, superficiales e intersticiales en los cerramientos.

Invernadero adosado: Recinto no acondicionado formado por un cerramiento exterior con un porcentaje alto de superficie acristalada que se coloca adyacente a las fachadas de un edificio. El elemento de fachada que actúa de separación entre el invernadero y las zonas interiores del edificio puede incluir también acristalamientos. Es posible la existencia de una circulación de aire generalmente forzada a través de dicho recinto, bien en forma de recirculación del aire interior o de precalentamiento de aire exterior que se usa para ventilación. A esta misma categoría pertenecen las galerías y los balcones acristalados.

Material: Parte de un producto si considerar su modo de entrega, forma y dimensiones, sin ningún revestimiento o recubrimiento.

Muro parietodinámico: *Cerramiento* que aprovecha la energía solar para el precalentamiento del aire exterior de ventilación. Generalmente está formado por una hoja interior de fábrica, una cámara de aire y una hoja exterior acristalada o metálica que absorbe la radiación solar. La circulación del aire puede ser natural (termosifón) o forzada.

Muro Trombe: *Cerramiento* que aprovecha la energía solar para el calentamiento por recirculación del aire interior del edificio. Generalmente está formado por una hoja interior de fábrica, una cámara de aire y un acristalamiento exterior. La circulación del aire puede ser natural (termosifón) o forzada. También se denomina muro solar ventilado.

Parámetro característico: Los parámetros característicos son las magnitudes que se suministran como datos de entrada a los procedimientos de cumplimentación, tanto el simplificado como el general.

Partición interior: Elemento constructivo del edificio que divide su interior en recintos independientes. Pueden ser verticales u horizontales (suelos y techos).

Permeabilidad al aire: Es la propiedad de una ventana o puerta de dejar pasar el aire cuando se encuentra sometida a una presión diferencial. La permeabilidad al aire se caracteriza por la capacidad de paso del aire, expresada en m³/h, en función de la diferencia de presiones.

Permeabilidad al vapor de agua: Es la cantidad de vapor que pasa a través de la unidad de superficie de material de espesor unidad cuando la diferencia de presión de vapor entre sus caras es la unidad.

Porcentaje de huecos: Fracción del área total de la fachada ocupada por los huecos de la misma, expresada en porcentaje.

Producto: Forma final de un material listo para su uso, de forma y dimensiones dadas y que incluye cualquier recubrimiento o revestimiento.

Puente térmico: Se consideran puentes térmicos las zonas de la envolvente del edificio en las que se evidencia una variación de la uniformidad de la construcción, ya sea por un cambio del espesor del cerramiento, de los materiales empleados, por penetración de elementos constructivos con diferente conductividad, etc., lo que conlleva necesariamente una minoración de la resistencia térmica respecto al resto de los cerramientos. Los puentes térmicos son partes sensibles de los edificios donde aumenta la posibilidad de producción de condensaciones superficiales, en la situación de invierno o épocas frías.

Los puentes térmicos más comunes en la edificación, que se tendrán en cuenta en el análisis, se clasifican en:

- a) puentes térmicos integrados en los *cerramientos*:
 - i) pilares integrados en los *cerramientos* de las fachadas;
 - ii) contorno de huecos y lucernarios;
 - iii) cajas de persianas;
 - iv) otros puentes térmicos integrados;
- b) puentes térmicos formados por encuentro de *cerramientos*:
 - i) frentes de forjado en las fachadas;
 - ii) uniones de cubiertas con fachadas;
 - cubiertas con pretil;
 - cubiertas sin pretil;
 - iii) uniones de fachadas con *cerramientos* en contacto con el terreno;
 - unión de fachada con losa o solera;
 - unión de fachada con muro enterrado o pantalla;
 - iv) esquinas o encuentros de fachadas, dependiendo de la posición del ambiente exterior respecto se subdividen en:
 - esquinas entrantes;
 - esquinas salientes;
- c) encuentros de voladizos con fachadas;
- d) encuentros de tabiquería interior con fachadas.

Recinto habitable: Recinto interior destinado al uso de personas cuya densidad de ocupación y tiempo de estancia exigen unas condiciones acústicas, térmicas y de salubridad adecuadas. Se consideran recintos habitables los siguientes:

- a) habitaciones y estancias (dormitorios, comedores, bibliotecas, salones, etc.) en edificios residenciales;
- b) aulas, bibliotecas, despachos, en edificios de uso docente;
- c) quirófanos, habitaciones, salas de espera, en edificios de uso sanitario;
- d) oficinas, despachos; salas de reunión, en edificios de uso administrativo;
- e) cocinas, baños, aseos, pasillos y distribuidores, en edificios de cualquier uso;
- f) zonas comunes de circulación en el interior de los edificios;
- g) cualquier otro con un uso asimilable a los anteriores.

Recinto no habitable: Recinto interior no destinado al uso permanente de personas o cuya ocupación, por ser ocasional o excepcional y por ser bajo el tiempo de estancia, sólo exige unas condiciones de salubridad adecuadas. En esta categoría se incluyen explícitamente como no habitables los garajes, trasteros, las cámaras técnicas y desvanes no acondicionados, y sus zonas comunes.

Régimen de invierno: Condiciones de uso del edificio que prevalecen durante la temporada de calefacción.

Régimen de verano: Condiciones de uso del edificio que prevalecen durante la temporada de refrigeración.

Severidad climática: La severidad climática de una localidad es el cociente entre la demanda energética de un edificio cualquiera en dicha localidad y la correspondiente al mismo edificio en una localidad de referencia. En la presente reglamentación se ha tomado Madrid como localidad de referencia, siendo, por tanto, su severidad climática la unidad. Se define una severidad climática para verano y una para invierno.

Temporada de calefacción: En la presente Sección se extiende, como mínimo, de diciembre a febrero.

Temporada de refrigeración: En la presente Sección se extiende de junio a septiembre.

Transmitancia térmica: Es el flujo de calor, en régimen estacionario, dividido por el área y por la diferencia de temperaturas de los medios situados a cada lado del elemento que se considera.

Unidad de uso: Edificio o parte de él destinada a un uso específico, en la que sus usuarios están vinculados entre sí bien por pertenecer a una misma unidad familiar, empresa, corporación; o bien por formar parte de un grupo o colectivo que realiza la misma actividad. Se consideran unidades de uso diferentes entre otras, las siguientes:

En edificios de vivienda, cada una de las viviendas.

En hospitales, hoteles, residencias, etc., cada habitación incluidos sus anexos.

En edificios docentes, cada aula, laboratorio, etc.

Zona climática: En esta Sección se definen 12 zonas climáticas en función de las severidades climáticas de invierno (A, B, C, D, E) y verano (1, 2, 3, 4) de la localidad en cuestión. Se excluyen las combinaciones imposibles para la climatología española.

Apéndice B Notaciones y unidades

α	Absortividad, adimensional
β	Angulo de inclinación de lamas horizontales, grados sexagesimales
φ	Humedad relativa, en %
φ_e	Humedad relativa exterior, en %
φ_i	Humedad relativa interior, en %
θ_n	Temperatura en la capa n, en °C
θ_e	Temperatura exterior, en °C
θ_i	Temperatura interior, en °C
θ_{si}	Temperatura superficial interior, en °C
$\theta_{si,min}$	Temperatura superficial interior mínima aceptable, en °C
θ_{se}	Temperatura superficial exterior, en °C
λ	Conductividad térmica, en W/m.K
ρ	Densidad, en Kg/m ³
μ	Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua, adimensional
σ	Angulo de orientación de lamas verticales, grados sexagesimales
τ	Transmitancia de tejido en toldos, adimensional
c_p	Calor específico, en J/Kg.K
A	Área de la solera o losa, m ²
D	Ancho de banda de aislamiento, en m
G	Ritmo de producción de la humedad interior, en kg/h
Δv	Exceso de humedad interior $v_i - v_e$, en kg/m ³
Δp	Exceso de presión de vapor interior $P_i - P_e$, en Pa
n	Tasa de renovación de aire, en h ⁻¹
R_v	Constante de gas para el agua = 462 Pa m ³ / (K kg)
T	Temperatura en K
f_{Rsi}	Factor de temperatura de la superficie interior, adimensional
$f_{Rsi,min}$	Factor de temperatura de la superficie interior mínimo, adimensional
F	Factor solar modificado
F_S	Factor de sombra, adimensional
F_H	Factor solar modificado de huecos
F_L	Factor solar modificado de lucernarios
F_{Hlim}	Factor solar modificado límite de huecos
F_{Llim}	Factor solar modificado límite de lucernarios
F_{Hm}	Factor solar modificado medio de huecos
F_{Lm}	Factor solar modificado medio de lucernarios
FM	Fracción de marco
g_{\perp}	Factor solar de la parte transparente de un hueco, para radiación solar a incidencia normal, adimensional
P	Presión de vapor del aire, en Pa
P_e	Presión de vapor del aire exterior, en Pa
P_i	Presión de vapor del aire interior, en Pa
P_n	Presión de vapor del aire en la capa n, en Pa
P_{sat}	Presión de vapor de saturación, en Pa
R_n	Resistencia térmica de la capa n de un cerramiento, en m ² K/ W
R_m	Resistencia térmica del muro enterrado, en m ² K/ W
R_a	Resistencia térmica del aislante en soleras o losas, en m ² K/ W

R_{se}	Resistencia térmica superficial exterior, en $m^2 K/ W$
R_{si}	Resistencia térmica superficial interior, en $m^2 K/ W$
R_u	Resistencia térmica para espacios no habitables, en $m^2 K/ W$
R_T	Resistencia térmica total, en $m^2 K/ W$
R_g	Resistencia térmica de una cavidad de aire sin ventilar, en $m^2 K/ W$
S_{dn}	Espesor equivalente de la capa n de un cerramiento, en m
U	Transmitancia térmica, en $W/m^2 \cdot ^\circ K$
U_M	Transmitancia térmica de muros, en $W/m^2 \cdot ^\circ K$
U_{Mlim}	Transmitancia térmica límite de muros, en $W/m^2 \cdot ^\circ K$
U_{Mm}	Transmitancia térmica media de muros, en $W/m^2 \cdot ^\circ K$
U_C	Transmitancia térmica de cubiertas, en $W/m^2 \cdot ^\circ K$
U_{Clim}	Transmitancia térmica límite de cubiertas, en $W/m^2 \cdot ^\circ K$
U_{Cm}	Transmitancia térmica media de cubiertas, en $W/m^2 \cdot ^\circ K$
U_L	Transmitancia térmica de lucernarios, en $W/m^2 \cdot ^\circ K$
U_F	Transmitancia térmica de fachadas con un porcentaje de huecos >60%, en $W/m^2 \cdot ^\circ K$
U_H	Transmitancia térmica de huecos, en $W/m^2 \cdot ^\circ K$
U_{Hlim}	Transmitancia térmica límite de huecos, en $W/m^2 \cdot ^\circ K$
U_{Hm}	Transmitancia térmica media de huecos, en $W/m^2 \cdot ^\circ K$
$U_{H,v}$	Transmitancia térmica de la parte acristalada del hueco, en $W/m^2 \cdot ^\circ K$
$U_{H,m}$	Transmitancia térmica del marco del hueco, en $W/m^2 \cdot ^\circ K$
U_T	Transmitancia térmica de cerramientos en contacto con el terreno, en $W/m^2 \cdot ^\circ K$
U_{Tm}	Transmitancia térmica media de cerramientos en contacto con el terreno, en $W/m^2 \cdot ^\circ K$
U_S	Transmitancia térmica de suelos, en $W/m^2 \cdot ^\circ K$
U_{Slim}	Transmitancia térmica límite de suelos, en $W/m^2 \cdot ^\circ K$
U_{Sm}	Transmitancia térmica media de suelos, en $W/m^2 \cdot ^\circ K$
U_f	Transmitancia térmica de cerramientos en contacto con la cámara de aire, en $W/m^2 \cdot ^\circ K$
U_P	Transmitancia térmica de <i>particiones interiores</i> , en $W/m^2 \cdot ^\circ K$
u	Coefficiente de transmisión térmica lineal para soleras y losas, en $W/m^2 \cdot ^\circ K$
e	Espesor de una capa, en m
ϵ	Emisividad de una superficie, adimensional
E	Factor de emisividad entre las superficies, adimensional
h_a	Coefficiente de conducción convección, en $W/m^2 \cdot ^\circ K$
h_{ro}	Coefficiente de radiación para una superficie negra, en $W/m^2 \cdot ^\circ K$

Apéndice C Normas de referencia

Normas de cálculo

UNE EN ISO 10 211-1:1995 “Puentes térmicos en edificación. Flujos de calor y temperaturas superficiales. Parte 1: Métodos generales de cálculo”

UNE EN ISO 10 211-2: 2002 “Puentes térmicos en edificación. Flujos de calor y temperaturas superficiales. Parte 2: Puentes térmicos lineales”

UNE EN ISO 6 946: 1997 “Elementos y componentes de edificación. Resistencia y transmitancia térmica. Método de cálculo”

UNE EN ISO 13 370 : 1999 “Prestaciones térmicas de edificios. Transmisión de calor por el terreno. Métodos de cálculo”

EN ISO 13 788:2001 “Características higrotérmicas de los elementos y componentes de la edificación. Temperatura superficial interior para evitar la humedad superficial crítica y la condensación intersticial. Métodos de cálculo”

UNE EN 673:1998 “Vidrio en la construcción. Determinación del coeficiente de transmisión térmica, U. Método de cálculo.”

UNE EN 673/A1: 2001

UNE EN 673/A2: 2003

UNE EN ISO 10 077-1: 2001 “Características térmicas de ventanas, puertas y contraventanas. Cálculo del coeficiente de transmisión térmica. Parte 1: Método simplificado”

UNE EN 410:1998 “Vidrio para la edificación. Determinación de las características luminosas y solares de los acristalamientos”

Normas de producto

UNE EN ISO 10456: 2001 “Materiales y productos para la edificación. Procedimientos para la determinación de los valores térmicos declarados y de diseño”

Normas de ensayo

UNE EN 1 026: 2000 “Ventanas y puertas. Permeabilidad al aire. Método de ensayo”

UNE EN 12 207: 2000 “Puertas y ventanas. Permeabilidad al aire. Clasificación”

Apéndice D Zonas climáticas

D.1 Determinación de la zona climática a partir de valores tabulados

- 1 La zona climática de cualquier localidad en la que se ubiquen los edificios se obtiene de la tabla D.1 en función de la diferencia de altura que exista entre dicha localidad y la altura de referencia de la capital de su provincia. Si la diferencia de altura fuese menor de 200 m o la localidad se encontrase a una altura inferior que la de referencia, se tomará, para dicha localidad, la misma zona climática que la que corresponde a la capital de provincia.

Tabla D.1.- Zonas climáticas

Provincia	Capital	Altura de referencia (m)	Desnivel entre la localidad y la capital de su provincia (m)				
			≥200 <400	≥400 <600	≥600 <800	≥800 <1000	≥1000
Albacete	D3	677	D2	E1	E1	E1	E1
Alicante	B4	7	C3	C1	D1	D1	E1
Almería	A4	0	B3	B3	C1	C1	D1
Ávila	E1	1054	E1	E1	E1	E1	E1
Badajoz	C4	168	C3	D1	D1	E1	E1
Barcelona	C2	1	C1	D1	D1	E1	E1
Bilbao	C1	214	D1	D1	E1	E1	E1
Burgos	E1	861	E1	E1	E1	E1	E1
Cáceres	C4	385	D3	D1	E1	E1	E1
Cádiz	A3	0	B3	B3	C1	C1	D1
Castellón de la Plana	B3	18	C2	C1	D1	D1	E1
Ceuta	B3	0	B3	C1	C1	D1	D1
Ciudad real	D3	630	D2	E1	E1	E1	E1
Córdoba	B4	113	C3	C2	D1	D1	E1
Coruña (a)	C1	0	C1	D1	D1	E1	E1
Cuenca	D2	975	E1	E1	E1	E1	E1
Donostia-San Sebastián	C1	5	D1	D1	E1	E1	E1
Girona	C2	143	D1	D1	E1	E1	E1
Granada	C3	754	D2	D1	E1	E1	E1
Guadalajara	D3	708	D1	E1	E1	E1	E1
Huelva	B4	50	B3	C1	C1	D1	D1
Huesca	D2	432	E1	E1	E1	E1	E1
Jaén	C4	436	C3	D2	D1	E1	E1
León	E1	346	E1	E1	E1	E1	E1
Lleida	D3	131	D2	E1	E1	E1	E1
Logroño	D2	379	D1	E1	E1	E1	E1
Lugo	D1	412	E1	E1	E1	E1	E1
Madrid	D3	589	D1	E1	E1	E1	E1
Málaga	A3	0	B3	C1	C1	D1	D1
Melilla	A3	130	B3	B3	C1	C1	D1
Murcia	B3	25	C2	C1	D1	D1	E1
Ourense	C2	327	D1	E1	E1	E1	E1
Oviedo	C1	214	D1	D1	E1	E1	E1
Palencia	D1	722	E1	E1	E1	E1	E1
Palma de Mallorca	B3	1	B3	C1	C1	D1	D1
Palmas de gran canaria (las)	A3	114	A3	A3	A3	B3	B3
Pamplona	D1	456	E1	E1	E1	E1	E1
Pontevedra	C1	77	C1	D1	D1	E1	E1
Salamanca	D2	770	E1	E1	E1	E1	E1
Santa cruz de Tenerife	A3	0	A3	A3	A3	B3	B3
Santander	C1	1	C1	D1	D1	E1	E1
Segovia	D2	1013	E1	E1	E1	E1	E1
Sevilla	B4	9	B3	C2	C1	D1	E1
Soria	E1	984	E1	E1	E1	E1	E1
Tarragona	B3	1	C2	C1	D1	D1	E1
Teruel	D2	995	E1	E1	E1	E1	E1
Toledo	C4	445	D3	D2	E1	E1	E1
Valencia	B3	8	C2	C1	D1	D1	E1
Valladolid	D2	704	E1	E1	E1	E1	E1
Vitoria-Gasteiz	D1	512	E1	E1	E1	E1	E1
Zamora	D2	617	E1	E1	E1	E1	E1
Zaragoza	D3	207	D2	E1	E1	E1	E1

D.2 Determinación de la zona climática a partir de registros climáticos

- 1 La determinación de zonas climáticas, para localidades que dispongan de registros climáticos contrastados, se obtendrá a partir del cálculo de las severidades climáticas de invierno y de verano para dichas localidades.
- 2 Una vez obtenidas las dos severidades climáticas, la zona climática se determinará localizando los dos intervalos correspondientes en los que se encuentran dichas severidades, de acuerdo con la figura D.1.

- 3 La severidad climática combina los *grados-día* y la radiación solar de la localidad, de forma que se puede demostrar que cuando dos localidades tienen la misma severidad climática de invierno (SCI) la demanda energética de calefacción de un mismo edificio situado en ambas localidades es sensiblemente igual. Lo mismo es aplicable para la severidad climática de verano (SCV).
- 4 Para invierno se definen cinco divisiones distintas correspondientes a los siguientes intervalos de valores:

Tabla D.2a - Severidad climática de invierno

A	B	C	D	E
SCI ≤ 0,3	0,3 < SCI ≤ 0,6	0,6 < SCI ≤ 0,95	0,95 < SCI ≤ 1,3	SCI > 1,3

- 5 Para verano se definen 4 divisiones distintas correspondientes a los siguientes intervalos de valores:

Tabla D.2b - Severidad climática de verano

1	2	3	4
SCV ≤ 0,6	0,6 < SCV ≤ 0,9	0,9 < SCV ≤ 1,25	SCV > 1,25

- 6 Combinando las 5 divisiones de invierno con las 4 de verano se obtendrían 20 zonas distintas, de las cuales se han retenido únicamente las 12 en las cuales se ubican las localidades españolas.
- 7 Las 12 zonas retenidas se identifican mediante una letra, correspondiente a la división de invierno, y un número, correspondiente a la división de verano, como se muestra en la figura D.1.

SC (verano)	A4	B4	C4		E1
	A3	B3	C3	D3	
			C2	D2	
			C1	D1	
SC (invierno)					

Figura D1. Zonas climáticas

- 8 Para las zonas A1 y A2 se considerarán a todos los efectos, las mismas exigencias correspondientes a la zona climática A3.
- 9 Para las zonas B1 y B2 se considerarán a todos los efectos, las mismas exigencias correspondientes a la zona climática B3.
- 10 Para las zonas E2, E3, E4 se considerarán a todos los efectos, las mismas exigencias correspondientes a la zona climática E1.

D.2.1 Cálculo de las severidades climáticas

D.2.1.1 Severidad climática de Invierno (SCI)

- 1 En función de la disponibilidad de datos climáticos existen dos correlaciones alternativas:
 - a) correlación1: a partir de los grados-día de invierno, y de la radiación global acumulada.

$$SCI = a \cdot Rad + b \cdot GD + c \cdot Rad \cdot GD + d \cdot (Rad)^2 + e \cdot (GD)^2 + f \quad (D.1)$$

siendo

GD la media de los grados-día de invierno en base 20 para los meses de enero, febrero, y diciembre. Para cada mes están calculados en base horaria, y posteriormente divididos por 24;

Rad la media de la radiación global acumulada para los meses de enero, febrero, y diciembre [kW h / m²].

a	b	c	d	e	f
-8,35 · 10 ⁻³	3,72 · 10 ⁻³	-8,62 · 10 ⁻⁶	4,88 · 10 ⁻⁵	7,15 · 10 ⁻⁷	-6,81 · 10 ⁻²

- b) correlación 2: a partir de los grados-día de invierno, y del ratio entre número de horas de sol y número de horas de sol máximas.

$$SCI = a \cdot GD + b \cdot n/N + c \cdot (GD)^2 + d \cdot (n/N)^2 + e \quad (D.2)$$

siendo

GD la media de los grados-día de invierno en base 20 para los meses de enero, febrero, y diciembre. Para cada mes están calculados en base horaria, y posteriormente divididos por 24;

n/N el ratio entre número de horas de sol y número de horas de sol máximas sumadas cada una de ellas por separado para los meses de enero, febrero, y diciembre.

a	b	c	d	e
$2,395 \cdot 10^{-3}$	$-1,111$	$1,885 \cdot 10^{-6}$	$7,026 \cdot 10^{-1}$	$5,709 \cdot 10^{-2}$

D.2.2.2 Severidad climática de Verano (SCV)

- 1 Al igual que para invierno, en función de la disponibilidad de datos climáticos existen dos correlaciones alternativas:

- a) correlación 1: a partir de los grados-día de verano y de la radiación global acumulada.

$$SCV = a \cdot Rad + b \cdot GD + c \cdot Rad \cdot GD + d \cdot (Rad)^2 + e \cdot (GD)^2 + f \quad (D.3)$$

siendo

GD la media de los grados-día de verano en base 20 para los meses de junio, julio, agosto, y septiembre. Para cada mes están calculados en base horaria, y posteriormente divididos por 24;

Rad la media de la radiación global acumulada para los meses de junio, julio, agosto, y septiembre [kW h / m²].

a	b	c	d	e	f
$3,724 \cdot 10^{-3}$	$1,409 \cdot 10^{-2}$	$-1,869 \cdot 10^{-5}$	$-2,053 \cdot 10^{-6}$	$-1,389 \cdot 10^{-5}$	$-5,434 \cdot 10^{-1}$

- b) correlación 2: a partir de los grados-día de verano, y del ratio entre número de horas de sol y número de horas de sol máximas.

$$SCV = a \cdot GD + b \cdot n/N + c \cdot (GD)^2 + d \cdot (n/N)^2 + e \quad (D.4)$$

siendo

GD la media de los grados-día de verano en base 20 para los meses de junio, julio, agosto, y septiembre. Para cada mes están calculados en base horaria, y posteriormente divididos por 24;

n/N el ratio entre número de horas de sol y número de horas de sol máximas sumadas cada una de ellas por separado para los meses de junio, julio, agosto, y septiembre.

a	b	c	d	e
$1,090 \cdot 10^{-2}$	$1,023$	$-1,638 \cdot 10^{-5}$	$-5,977 \cdot 10^{-1}$	$-3,370 \cdot 10^{-1}$

Apéndice F Resistencia térmica total de un elemento de edificación constituido por capas homogéneas y heterogéneas.

- 1 La resistencia térmica total R_T , de un elemento constituido por capas térmicamente homogéneas y heterogéneas paralelas a la superficie, es la media aritmética de los valores límite superior e inferior de la resistencia:

$$R_T = \frac{R'_T + R''_T}{2} \quad (F.1)$$

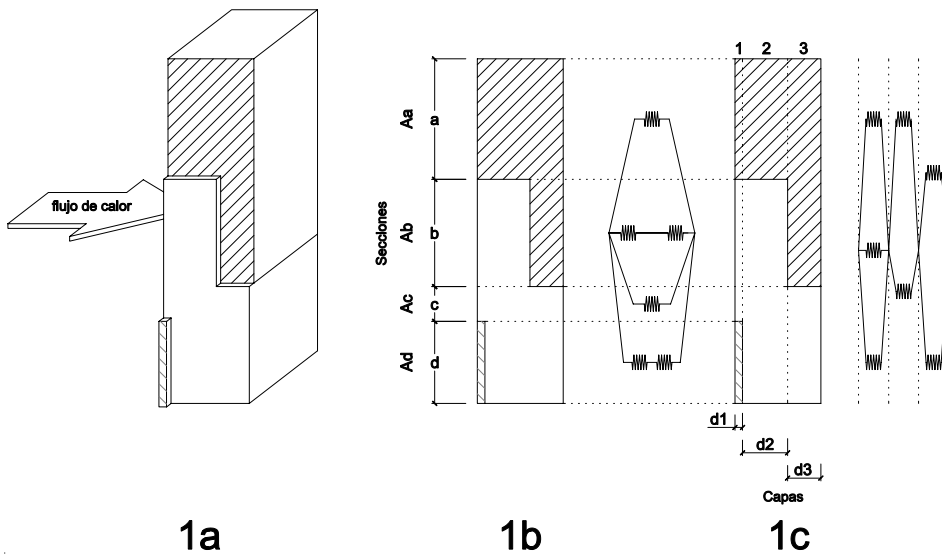
siendo

R'_T el límite superior de la resistencia térmica total calculada mediante el procedimiento descrito en el apartado F.1 [$m^2 K/W$];

R''_T el límite inferior de la resistencia térmica total calculada mediante el procedimiento descrito en el apartado F.2 [$m^2 K/W$].

- 2 Si la proporción entre el límite superior e inferior es mayor de 1,5, se deberán utilizar los métodos descritos en la norma UNE EN ISO 10 211-1: 1995 o UNE EN ISO 10 211-2: 2002.
- 3 Para realizar el cálculo de los valores límite superior e inferior, el elemento se divide en rebanadas horizontales (figura 1b) y verticales (figura 1c) como se muestra en la figura F.1, de tal manera que las capas que se generan sean térmicamente homogéneas.

Figura F.1



- 4 La rebanada horizontal m ($m = a, b, c, \dots, q$) tiene un área fraccional f_m .
- 5 La rebanada vertical j ($j = 1, 2, \dots, n$) tiene un espesor d_j .
- 6 La capa mj tiene una conductividad térmica λ_{mj} , un espesor d_j , un área fraccional f_m y una resistencia térmica R_{mj} .
- 7 El área fraccional de una sección es su proporción del área total. Entonces $f_a + f_b + \dots + f_q = 1$.

F.1 Límite superior de la resistencia térmica total R'_T

- 8 El límite superior de la resistencia térmica total se determina suponiendo que el flujo de calor es unidimensional y perpendicular a las superficies del componente. Viene dado por la siguiente expresión:

$$\frac{1}{R'_T} = \frac{f_a}{R_{Ta}} + \frac{f_b}{R_{Tb}} + \dots + \frac{f_q}{R_{Tq}} \quad (F.2)$$

siendo

$R_{Ta}, R_{Tb}, \dots, R_{Tq}$ las resistencias térmicas totales de cada rebanada horizontal, calculada mediante la expresión (E.2) [$m^2 K/W$];

f_a, f_b, \dots, f_q las áreas fraccionales de cada rebanada horizontal.

F.2 Límite inferior de la resistencia térmica total R''_T

- 1 El límite inferior se determina suponiendo que todos los planos paralelos a la superficie del componente son superficies isotermas.
- 2 El cálculo de la resistencia térmica equivalente R_j , para cada rebanada vertical térmicamente heterogénea se realizará utilizando la siguiente expresión:

$$\frac{1}{R_j} = \frac{f_a}{R_{aj}} + \frac{f_b}{R_{bj}} + \dots + \frac{f_q}{R_{qj}} \quad (F.3)$$

siendo

$R_{aj}, R_{bj}, \dots, R_{qj}$ las resistencias térmicas de cada capa de cada rebanada vertical, calculadas mediante la expresión (E.3) [$m^2 K/W$];

f_a, f_b, \dots, f_q las áreas fraccionales de cada rebanada vertical.

- 3 El límite inferior se determina entonces según la siguiente expresión:

$$R''_T = R_{si} + R_{j1} + R_{j2} + \dots + R_{jn} + R_{se} \quad (F.4)$$

siendo

$R_{j1}, R_{j2}, \dots, R_{jn}$ las resistencias térmicas equivalentes de cada rebanada vertical, obtenida de la expresión (F.3) [$m^2 K/W$];

R_{si} y R_{se} las resistencias térmicas superficiales correspondientes al aire interior y exterior respectivamente, tomadas de la tabla E.1 de acuerdo a la posición del elemento, dirección del flujo de calor [$m^2 K/W$].

- 4 Si una de las capas que constituyen la rebanada heterogénea es una cavidad de aire sin ventilar, se podrá considerar como un material de conductividad térmica equivalente λ_j definida mediante la expresión:

$$\lambda_j = d_j / R_g \quad (F.5)$$

siendo

d_j el espesor de la rebanada vertical [m];

R_g la resistencia térmica de la cavidad de aire sin ventilar calculada mediante el apartado F.3 [$m^2 K/W$].

F.3 Resistencia térmica de cavidades de aire sin ventilar R_g

- 1 Se consideran cavidades de aire sin ventilar los pequeños espacios de aire cuyo largo y ancho es inferior a 10 veces su espesor en dirección al flujo de calor.
- 2 La resistencia térmica R_g de una cavidad de aire sin ventilar se calcula mediante la siguiente expresión:

$$R_g = \frac{1}{h_a + \frac{1}{\frac{1}{E} - 1 + \frac{1}{\frac{1}{2} \left(1 + \sqrt{1 + \left(\frac{d^2}{b^2} \right) - \frac{d}{b}} \right)}}} \quad (F.6)$$

siendo

- d el espesor del hueco en la dirección del flujo de calor;
 b la anchura del hueco;
 E el factor de emisividad entre las superficies calculada mediante la expresión (F.7);
 h_a el coeficiente de conducción convección cuyo valor viene dado en función de la dirección del flujo de calor:
- para flujo de calor horizontal: el mayor de 1, 25 W/ m²K y 0,025/d W/m²K;
 - para flujo de calor hacia arriba: el mayor de 1, 95 W/ m²K y 0,025/d W/m²K;
 - para flujo de calor hacia abajo: el mayor de 0, 12d^{-0,44} W/ m²K y 0,025/d W/m²K.
- h_{ro} es el coeficiente de radiación para una superficie negra obtenido de la tabla F.1.

- 3 El factor de emisividad entre las superficies E viene dado por la siguiente expresión:

$$E = \frac{1}{\frac{1}{\epsilon_1} + \frac{1}{\epsilon_2} - 1} \quad (F.7)$$

siendo

- ϵ_1 y ϵ_2 las emisividades corregidas de las superficies que rodean el hueco.

Tabla F.1: coeficiente de radiación para una superficie negra

Temperatura	H_{ro} en W/m ² K
-10	4,1
0	4,6
10	5,1
20	5,7
30	6,3