

**La informació continguda en el text d'aquesta publicació correspon a la data de la seva edició.**

## **NORMA REGLAMENTÀRIA D'EDIFICACIÓ SOBRE AÏLLAMENT TÈRMIC**

### NRE-AT-87

Ordre de 27 d'abril de 1987  
DOG núm. 832 de 27-IV-1987

Aquesta norma és fruit d'un treball previ i d'una proposta de l'Institut de Tecnologia de la Construcció de Catalunya. ITeC



# **NORMA REGLAMENTÀRIA D'EDIFICACIÓ SOBRE AÏLLAMENT TÈRMIC**

## **NRE-AT-87**

Ordre de 27 d'abril de 1987  
DOG núm. 832 de 27-IV-1987

Aquesta norma és fruit d'un treball previ i d'una proposta de  
l'Institut de Tecnologia de la Construcció de Catalunya. ITeC

La informació continguda en el text d'aquesta publicació correspon a la data de la seva edició, i és possible que en l'actualitat algunes dades (per exemple preus, normativa, lleis, etc.) s'hagin de modificar. Cal doncs tenir-ho en compte a l'hora de fer-ne ús.

Si per algun motiu, aliè a la voluntat de l'ITeC, es produeix alguna errata en aquesta publicació, podreu trobar les esmenes corresponents a la web de l'ITeC [www.itec.es](http://www.itec.es)

**Edita:** Servei Editorial de l'ITeC

**Coordinació:** Mercè Rius

**Maquetació:** David Rossell

**Disseny de la portada:** Estudi Garriga

Reservats tots els drets. Per a la reproducció total o parcial d'aquesta obra, en qualsevol modalitat, serà necessària l'autorització prèvia del titular del ©.

© Institut de Tecnologia de la Construcció de Catalunya. ITeC

Vuitena edició: desembre de 2004

ISBN: 84-7853-483-0

Imprès a: Gráficas Contraste SL

Dipòsit Legal: B-50626-2004

## Índex

<b>1</b>	<b>Introducció</b>	<b>5</b>
1.1	La normativa NBE-CT-79	5
1.2	Plantejament de la Nova Normativa NRE-AT-87	6
1.3	Requeriments de la Norma NRE-AT-87	7
<b>2</b>	<b>Mapa climàtic de Catalunya</b>	<b>9</b>
2.1	Classificació climàtica	9
2.2	Mapa	10
<b>3</b>	<b>Normativa</b>	<b>11</b>
3.1	Decret 124/1987 de 29 de gener de 1987	11
3.2	Ordre de 27 d'abril de 1987, d'aprovació de la norma reglamentària d'edificació sobre aïllament tèrmic NRE-AT-87	13
3.3	Norma Reglamentària d'edificació sobre aïllament tèrmic NRE-AT-87	13
<b>4</b>	<b>Fitxes i resums de compliment dels requeriments</b>	<b>41</b>

## 1 Introducció

### 1.1 La normativa NBE-CT-79

La normativa actual vigent, la “Norma Básica NBE-CT-79”, sobre “Condiciones térmicas en los Edificios” va ésser promulgada segons el Reial Decret 249/1979, de 6 de juliol. Aquesta Norma en va substituir una d’anterior, aprovada mitjançant el Decret 1490/1975 de 12 de juny, que va prendre les primeres mesures per a la consecució d’un estalvi energètic, com a conseqüència de la crisi de l’encariment de l’energia de l’any 1973.

La NBE-CT-79 va polir la Norma anterior i hi va incloure, a més, prescripcions encaminades a l’estalvi energètic, d’altres aspectes tèrmics i higrotèrmics que afecten l’edificació i les seves condicions d’habitabilitat. La redacció de la NBE-CT-79 va ésser correcta en el seu temps, tant en els conceptes emprats com en l’estructuració de la mateixa norma, però l’experiència de la seva aplicació des que va ésser aprovada ha fet palesos una sèrie de defectes. Podem assenyalar sobre tot els següents:

Falta de preocupació per l’economia domèstica.

La Norma actual es preocupa per l’estalvi energètic nacional, però no pel domèstic de cada habitatge atès que les exigències d’aïllament global es fan respecte a l’edifici i no respecte a cadascun dels habitatges. Això fa que es pugui complir la Norma encara que alguns habitatges estiguin mal aïllats.

Complicació en la determinació de la condició climàtica de l’edificació.

El compliment de la normativa actual exigeix la situació de l’edificació en dos mapes climàtics diferents que divideixen, cadascun d’ells, Catalunya en quatre zones. Mètode complicat que fa, almenys en teoria, que es puguin donar 16 situacions climàtiques diferents. Un nombre molt alt, especialment si tenim en compte que, segons les normes respectives, a tot França n’hi ha tres i a tot Anglaterra, una de sola.

Complicació en la determinació dels coeficients d’aïllament exigibles.

Per a conèixer els coeficients d’aïllament que un edifici ha de complir segons les taules exposades per la normativa, s’ha de considerar no únicament la seva situació sinó també el seu factor de forma. Però el compliment d’aquests coeficients no és suficient perquè, independentment, s’ha de comprovar que no es produeixin humitats de condensació.

Falta d’adequació a la situació constructiva del país.

Exigir una homologació a la fusteria dels tancaments és una prescripció impossible de complir tenint en compte les característiques de la indústria constructiva.

Falta d’exigències que afectin el confort tèrmic d’estiu.

En un país calorós com el nostre el confort tèrmic d’estiu és, almenys, igual d’important que el d’hivern, especialment si tenim en compte que les mesures de protecció contra la calor són més difícils de prendre. La normativa actual limita les condicions de confort tèrmic d’estiu a simples recomanacions.

## 1.2 Plantejament de la nova normativa NRE-AT-87

Els principis bàsics que s'han tingut en compte en la redacció de la Norma han estat els de l'economia, la simplificació, la flexibilitat, l'adequació a la realitat i la facilitat en la verificació del seu compliment.

La preocupació per l'economia s'ha basat principalment en dos punts: que la Norma no suposi un encariment de la construcció i que el seu compliment reporti una economia efectiva i raonable en el consum energètic individual domèstic, motivat per la calefacció.

El primer aspecte s'ha resolt emprant bàsicament els mateixos coeficients de transmissió tèrmica a la Norma antiga i a la nova.

Quant al segon aspecte, s'ha aconseguit bàsicament amb la introducció del coeficient relatiu de transmissió tèrmica  $T_r$ , que per a cada unitat d'ús vigila que hi hagi un aïllament raonable. A la Norma, a més, la determinació dels coeficients exigibles s'ha fet precisament en funció del consum energètic, individualment per a cada unitat d'ocupació.

La simplificació de la Norma es reflecteix, en general, en la seva menor extensió respecte a l'anterior i en particular per la:

- Limitació de les classes de clima a 4.
- Facilitat de determinació de la classe climàtica d'un lloc sense necessitat de mirar cap mapa.
- Indicació directa dels coeficients d'aïllament exigibles. Supressió del factor de forma.
- Reducció dels càlculs respecte a la Norma anterior. Supressió de la consideració de pèrdues tèrmiques a través de tancaments en contacte amb el sol.
- Assimilació dels locals no calefactats a ambients interiors.

La flexibilitat de la Norma es reflecteix en:

- La possibilitat de seguir diferents vies per a complir-la.
- La possibilitat de precisar les delimitacions climàtiques en el planejament urbanístic.
- La possibilitat d'acceptar qualsevol solució constructiva encara que no estigui reconeguda prèviament.

La Norma també fa una adequació millor a la realitat del país, tant per a assegurar el seu compliment com per a aconseguir al màxim el seu rendiment i la seva efectivitat. Les adequacions principals fetes es refereixen a:

- La precisió de la definició del mapa climàtic de Catalunya.
- La realitat de la indústria constructora del país suprimint, per exemple, la necessitat d'homologar les finestres.
- La consideració especial d'elements constructius comuns, com és ara els patis, que abans no es tractaven.

La facilitació de la verificació del compliment de la normativa s'aconsegueix principalment per:

- La simplificació de la Norma, que permet que en un mateix municipi el nivell d'exigència sigui constant.
- La inclusió en el projecte bàsic de les dades necessàries per tal de comprometre el seu compliment.

### 1.3 Requeriments de la Norma NRE-AT-87

Els requeriments que s'exigeixen per al compliment de la Norma són bàsicament quatre:

1. Uns valors màxims per als coeficients mitjans  $K_m$  de transmissió tèrmica dels tancaments que delimiten cada unitat d'ús.
2. Un valor màxim per als coeficients de transmissió tèrmica  $K$  en qualsevol punt de la part massissa dels tancaments exteriors que delimiten una unitat d'ús.
3. Un valor màxim del coeficient relatiu de transmissió tèrmica  $T_r$  de cada unitat d'ús.
4. Per tal d'assegurar el confort a l'estiu, una protecció de les cobertes i dels tancaments exteriors orientats al sud-oest  $\pm 90^\circ$ , en els climes 1, 2 i 3.



## 2 Mapa climàtic de Catalunya

### 2.1 Classificació climàtica

Els dos mapes climàtics que hi ha a la NBE-CT-79 se substitueixen per un de sol. Es dona preferència a aconseguir una més gran simplicitat i una més gran precisió territorial sobre una millor aproximació teòrica, que inclou els conceptes de graus/dia i les temperatures mitjanes del mes de gener, Però que no es pot desenvolupar d'una manera fiable per manca de dades.

El nou mapa climàtic es basa fonamentalment en els mateixos criteris que desenvolupen el corresponent a d'altres normatives europees. El clima d'un lloc es defineix per la categoria climàtica de la unitat territorial en què es troba i de la seva altitud. Les unitats territorials que s'han triat a la Norma proposada són les de les comarques de Catalunya. Només el Baix Llobregat ha estat dividit en dues subcomarques, motivat per la diferència climàtica dels seus extrems i de la gran quantitat de població que té; i la Selva i el Baix Empordà per la clara afectació del mar al clima dels municipis litorals.

Les comarques es divideixen en 4 categories que corresponen bàsicament als climes mediterrani litoral, mediterrani interior, central o pirinenc.

Les altituds que s'han escollit per fer de llinars han estat les de 200, 500 i 800 metres, per les raons següents:

1. Perquè són altituds significatives en el canvi del comportament climàtic.
2. Perquè són també llinars de la classificació per graus/dia de la NBE-CT-79.
3. Perquè les dues primeres corresponen a les mateixes de la norma francesa.
4. Perquè són les que figuren en els mapes de Catalunya fàcilment a l'abast.

El resultat de l'aplicació d'aquests dos factors és la definició d'un mapa climàtic amb 4 classes de clima que bàsicament corresponen a les temperatures mitjanes següents al mes de gener:

Clima 1: 8°C o més graus

Clima 2: entre 5,5°C i 8°C

Clima 3: entre 3°C i 5,5°C

Clima 4: menys de 3°C

Això no obstant i segons la Norma, sempre es pot modificar la categoria climàtica del municipi mitjançant el planejament urbanístic, si les condicions locals ho aconsellen.



### 3 Normativa 3.1 Decret 124/1987 de 29 de gener de 1987

Decret 124/1987, de 29 de gener, sobre aïllament tèrmic en els edificis de nova construcció.

L'estatut d'Autonomia, en el seu article 9.9, estableix la competència exclusiva de la Generalitat de Catalunya en matèria de patrimoni arquitectònic i habitatge.

Pel Reial Decret 159/1981, de 9 de gener, es van traspasar les funcions i els serveis en matèria de patrimoni arquitectònic, edificació i habitatge.

El Reial Decret 2479/1979, de 6 de juliol, va aprovar la Norma Bàsica d'Edificació NBE-CT-79, sobre condicions tèrmiques dels edificis, en la qual s'establiren, a més de mesures encaminades a l'estalvi energètic, altres aspectes tèrmics que incidien directament en la millora de l'habitabilitat i el confort dels usuaris.

Tot i que aquesta norma va ser vàlida al seu dia, el temps transcorregut des de la seva publicació aconsella una nova regulació d'aquesta matèria que s'adapti a la realitat constructiva actual del país i que precisi amb claredat les zones climàtiques de Catalunya amb la simplificació de la innecessària complicació actual per facilitar un grau més alt de compliment i efectivitat.

En conseqüència, a proposta del Conseller de Política Territorial i Obres Públiques i d'acord amb el Consell Executiu.

#### **Decreto:**

**Article 1** 1.1 Els edificis de nova construcció han d'estar tèrmicament aïllats de manera que els espais interiors d'estada destinats a persones que tinguin una activitat sedentària compleixin les condicions següents:

- a. Que a l'hivern, en unes condicions climàtiques normals, s'hi aconseguixi una temperatura confortable amb un consum energètic raonable.
- b. Que en unes condicions ambientals del 75 % d'humitat relativa i 18° de temperatura a l'interior i temperatura normal a l'exterior, els tancaments no presentin humitats de condensació dintre de la seva massa que degradin les condicions d'aïllament, ni tampoc sobre la seva superfície interior.
- c. Que a l'estiu, en unes condicions climàtiques normals, la temperatura sigui tolerable.

1.2 Les condicions assenyalades en l'apartat anterior es concretaran en la Norma Reglamentària d'Edificació NRE-AT-87 sobre aïllament tèrmic, que dictarà el Departament de Política Territorial i Obres Públiques en desplegament d'aquest Decret.

**Article 2** L'observança de la Norma Reglamentària de l'Edificació NRE-AT-87 sobre aïllament tèrmic es farà constar en els projectes dels edificis en els quals siguin d'obligat compliment les seves prescripcions i en la forma que s'hi determini.

**Article 3** Els departaments de la Generalitat vetllaran pel compliment d'aquest Decret en els edificis que promoguin o supervisin. A tal efecte, podran fer les inspeccions que calgui de projectes, d'obres i d'edificis.

**Article 4** Els habitatges hauran de complir la NRE-AT-87, sobre aïllament tèrmic, per tal d'obtenir la qualificació definitiva quan se sotmetin al règim d'habitatges de Protecció Oficial o la cèdula d'habitabilitat quan la Norma Reglamentària esmentada s'exigeixi al moment d'aprovar el corresponent projecte d'edificació.

#### **Disposicions transitòries**

1. La Norma Bàsica de l'Edificació NBE-CT-79, aprovada pel Reial Decret 2479/1979, de 6 de juliol, continuarà éssent d'obligat compliment dins l'àmbit de Catalunya fins que no es produeixi l'entrada en vigor de la Norma Reglamentària de l'Edificació NRE-AT-87 sobre aïllament tèrmic.
2. També serà d'aplicació la Norma Bàsica d'Edificació NBE-CT-79 en els edificis que en el moment de l'entrada en vigor de la Norma Reglamentària de l'Edificació NRE-AT-87 sobre aïllament tèrmic, no s'ajustin a aquesta i es trobin en algunes de les situacions següents: estar en construcció, haver sol·licitat o bé haver obtingut llicència d'obres, o haver presentat el projecte a supervisar quan es tracti d'edificis promoguts per ens públics.

#### **Disposicions finals**

1. No seran d'aplicació dins l'àmbit territorial de Catalunya les disposicions d'igual rang o inferior que s'oposin al que estableix aquest Decret.
2. Es faculta el Conseller de Política Territorial i Obres Públiques per dictar les disposicions necessàries per al desplegament del que determina aquest Decret i, en particular, per aprovar la Norma Reglamentària d'Edificació NRE-AT-87, sobre aïllament tèrmic.

Barcelona, 29 de gener de 1987

**Jordi Pujol**

President de la Generalitat de Catalunya

**Xavier Bigatà i Ribé**

Conseller de Política Territorial i Obres Públiques

### 3.2 Ordre de 27 d'abril de 1987, d'aprovació de la norma reglamentària d'edificació sobre aïllament tèrmic NRE-AT-87

La disposició final 2 del Decret 124/1987 de 29 de gener, sobre aïllament tèrmic en els edificis de nova construcció, faculta el Departament de Política Territorial i Obres Públiques per dictar les normes necessàries per al seu desplegament.

En conseqüència,

ORDENO:

Article únic

S'aprova la Norma Reglamentària d'edificació sobre aïllament tèrmic NRE-AT-87, que figura adjunta a aquesta Ordre.

DISPOSICIÓ FINAL

La present Ordre entrarà en vigor als sis mesos de la seva publicació al *Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya*.

Barcelona, 27 d'abril de 1987

**Xavier Bigatà i Ribé**

Conseller de Política Territorial i Obres Públiques

### 3.3 Norma Reglamentària d'edificació sobre aïllament tèrmic NRE-AT-87

#### Article 1 Definicions

A efectes d'aplicació de la present Norma es fan les definicions següents:

##### 1.1 Coeficient de transmissió tèrmica K

Es considera el coeficient de transmissió tèrmica K com 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'un grau centígrad.

Aquest salt tèrmic fa referència a l'aire d'un costat i de l'altre, és a dir, la part interior i l'exterior del tancament.

##### 1.2 Coeficient mitjà de transmissió tèrmica $K_m$

Es considera el coeficient mitjà de transmissió tèrmica  $K_m$  d'una superfície de tancament com la mitjana aritmètica ponderada dels seus coeficients de transmissió tèrmica K. En el seu càlcul no es consideren les superfícies preestablertes per la reglamentació de gasos combustibles com a obertures de ventilació permanent.

##### 1.3 Coeficient relatiu de transmissió tèrmica $T_r$

El coeficient relatiu de transmissió tèrmica  $T_r$  d'una unitat d'ocupació esta expressat per la fórmula següent:

$$T_r = \frac{\sum \beta S_e K_e}{S_u}$$

On:  $\beta$  = factor corrector que té els valors següents:

Tipus de tancaments	valor de $\beta$
Sobreexposats .....	1,3
Exposats .....	1
Protegits .....	0,74

$S_e$  = Superfície de cadascun dels tipus de tancaments exteriors ( $m^2$ ), incloses tant les parts massisses com les obertures.

$K_e$  = Coeficient mitjà de transmissió tèrmica corresponent al tipus de tancament exterior considerat, incloses tant les parts massisses com les obertures. Expressat en  $W/m^2 \text{ } ^\circ C$  ( $kcal/h \text{ } m^2 \text{ } ^\circ C$ ).

$S_u$  = Superfície útil en planta de la unitat d'ocupació ( $m^2$ ).

#### 1.4 Unitat d'ocupació

Es considera la unitat d'ocupació com l'espai, delimitat per tancaments susceptibles d'un aprofitament independent i que pot estar format per una part o la totalitat d'un edifici. A efectes del compliment d'aquesta Norma, els espais que no es destinin a activitats sedentàries es poden excloure de la unitat d'ocupació.

#### 1.5 Espais d'activitats sedentàries

Es consideren espais d'activitats sedentàries els que estan destinats a habitatge, residència, ensenyament, sanitat, cultura, espectacle, oficines, en els quals les persones romanen principalment per descansar o per fer una activitat sedentària.

Per tant no es consideren d'aquesta mena els espais com ara centres de treball industrial i artesanal, locals comercials, magatzems, garatges, instal·lacions esportives, locals destinats a maquinària i altres de similars.

#### 1.6 Tancaments exteriors

Es consideren tancaments exteriors els que separen la unitat d'ocupació dels espais oberts.

Els patis amb una superfície en planta no superior a un metre quadrat no es consideren espais oberts.

Les mitgeres descobertes també es consideren tancaments exteriors.

#### 1.7 Tancaments exteriors protegits

Es consideren tancaments exteriors protegits els que delimiten patis de superfície no superior a  $36 \text{ } m^2$ , tancats pels costats i per la base, excepte els de les dues últimes plantes de l'edifici. Si un pati d'aquest tipus està cobert per una claraboia, els tancaments de les dues últimes plantes també s'han de considerar protegits.

### 1.8 Tancaments exteriors sobreexposats

Es consideren tancaments exteriors sobreexposats els següents:

- a. En els edificis situats en sòl no urbanitzat, tots els tancaments exteriors excepte els que es poden classificar com a protegits.
- b. En els edificis situats en sòl urbanitzat:
  - Les cobertes.
  - Tots els tancaments perimetrals d'edificis singulars que sobresurten de l'alçada normal de l'edificació veïna.

### 1.9 Tancaments exteriors exposats

Es consideren tancaments exteriors exposats els que no es poden classificar com a sobreexposats ni com a protegits. Els sostres que delimiten unitats d'ocupació amb golfes o cambres d'aire permanentment ventilades s'han de considerar com a tancaments exteriors exposats.

### 1.10 Tancaments interiors

Es consideren tancaments interiors els que separen la unitat d'ocupació dels espais tancats.

### 1.11 Part massissa dels tancaments

Es considera part massissa dels tancaments la que no està constituïda per obertures.

### 1.12 Obertures

Es consideren obertures la part dels tancaments que:

- a) és translúcida o pot ser-ho.
- b) permet el pas de persones o objectes.

### 1.13 Cobertes

Es consideren cobertes els tancaments que limiten l'edifici per la part superior i que tenen un pendent inferior a 60°.

### 1.14 Cambres permanentment ventilades

Es consideren cambres permanentment ventilades les que compleixen, com a mínim i de forma continuada, amb les relacions següents:

- a. En tancaments verticals:  $S/L > 20 \text{ cm}^2/\text{m}$
- b. En tancaments horitzontals:  $S/A > 3 \text{ cm}^2/\text{m}^2$

On:

S és la secció total d'orificis de ventilació ( $\text{cm}^2$ ).

L és la longitud del tancament (m).

A és la superfície del tancament ( $\text{m}^2$ ).

### 1.15 Susceptibilitat de rebre insolació directa

S'entén que una superfície és susceptible de rebre insolació directa si esta assolellada per un sol fictici que, situat a l'orientació sud-oest  $\pm 90^\circ$ , formi un angle de  $45^\circ$  amb el pla horitzontal. A efectes d'aquesta definició no es considera que els elements vegetals facin ombra.

### 1.16 Factor solar S d'una obertura.

El factor solar S d'una obertura és la relació, expressada en percentatge, entre el valor de la radiació solar que penetra a través de l'obertura, considerant els corresponents elements protectors i les ombres rebudes per elements no vegetals, i el de la radiació solar que rebria sense aquests elements protectors i sense aquestes ombres. Les ombres que cal considerar són les rebudes teòricament per un sol fictici situat al sud-oest, que formen un angle de  $45^\circ$  amb el pla horitzontal.

### 1.17 Calefacció amb energia solar

S'entén que una unitat d'ocupació esta calefactada amb sistemes actius d'energia solar quan disposa de captadors solars per a aquesta finalitat. Es considera que una unitat d'ocupació esta calefactada amb sistemes passius d'energia solar quan el seu disseny incorpora elements d'estalvi energètic i d'aprofitament natural de la radiació solar per a calefacció.

## Article 2

### Classificació climàtica

2.1 A efectes d'aplicació de la Norma es defineixen quatre classes de clima (1, 2, 3 i 4) dintre de l'àmbit territorial de la Generalitat de Catalunya.

A l'hora de determinar la classe de clima que afecta un punt del territori, cal considerar la categoria climàtica de la comarca en que esta situat i la seva altura sobre el nivell del mar.

2.2 Les categories climàtiques de les comarques són les següents:

Alt Camp.....	A
Alt Empordà .....	B
Alt Penedès .....	B
Alt Urgell .....	D
Anoia.....	B
Bages .....	C
Baixa Cerdanya .....	D
Baix Camp .....	A
Baix Ebre .....	A
Baix Empordà (municipis no costaners) .....	B
Baix Empordà (municipis costaners) .....	A
Baix Llobregat (fora de l'àmbit actual de la Corporació Metropolitana de Barcelona) .....	B
Baix Llobregat (dintre de l'àmbit actual de la Corporació Metropolitana de Barcelona) .....	A
Baix Penedès .....	A
Barcelonès .....	A
Berguedà .....	C
Conca de Barberà .....	B
Garraf .....	A
Garrigues .....	C

Garrotxa .....	C
Gironès .....	B
Maresme.....	A
Montsià.....	A
Noguera .....	C
Osona .....	C
Pallars Jussà .....	D
Pallars Sobirà .....	D
Priorat .....	B
Ribera d'Ebre .....	B
Ripollès.....	D
Segarra .....	C
Segrià .....	C
Selva (municipis no costaners).....	B
Selva (municipis costaners) .....	A
Solsonès.....	C
Tarragonès .....	A
Terra Alta .....	B
Urgell .....	C
Vall d'Aran .....	D
Vallès Occidental .....	B
Vallès Oriental.....	B

2.3 Les classes de climes dels diferents punts del territori es defineixen segons la taula següent: CC = categoria climàtica

CC	Altura en metres sobre el nivell del mar			
	0-200	200-500	500-800	>800
A	1	2	2	3
B	2	2	2	3
C	2	3	3	4
D	3	3	4	4

2.4 En els plans generals municipals, en les normes subsidiàries de planejament i en les delimitacions del sòl urbà, es farà constar la classe de clima que correspon a cada punt del seu àmbit, en aplicació de la Norma Reglamentària NRE-AT-87.

Nogensmenys s'hi podran ajustar, si s'escau, els límits entre classes per tal de fer-los coincidir amb referències clares sobre el terreny. Igualment hi serà possible la modificació de la categoria climàtica del municipi sempre que el justifiqui degudament.

### Article 3

#### Requeriments

Els edificis han de satisfer els requeriments següents:

3.1 Els coeficients mitjans  $K_m$  de transmissió tèrmica dels tancaments que delimiten cada unitat d'ocupació no han de superar els valors següents, expressats en  $W/m^2 \text{ } ^\circ C$  ( $kcal/h \text{ } m^2 \text{ } ^\circ C$ ):

a) A la part massissa dels tancaments exteriors:

*Classificació climàtica:* 1

*Sobreexposats:* 1,39 (1,20)

*Exposats:* 1,80 (1,55)

*Protegits:* 2,44 (2,10)

Classificació climàtica: 2  
 Sobreexposats: 1,19 (1,03)  
 Exposats: 1,60 (1,38)  
 Protegits: 2,09 (1,80)

Classificació climàtica: 3  
 Sobreexposats: 0,89 (0,77)  
 Exposats: 1,39 (1,20)  
 Protegits: 1,72 (1,48)

Classificació climàtica: 4  
 Sobreexposats: 0,70 (0,60)  
 Exposats: 1,39 (1,20)  
 Protegits: 1,72 (1,48)

b) A les obertures dels tancaments exteriors:

	Classificació climàtica			
	1	2	3	4
$K_m$	5,80 (5,0)	5,80 (5,0)	5,80 (5,0)	3,48 (3,0)

c) A la part massissa dels tancaments interiors: 2,69 (2,32).

3.2 Els coeficients de transmissió tèrmica K, en qualsevol punt de la part massissa dels tancaments exteriors que delimiten les unitats d'ocupació, no han d'ésser superiors als valors següents, expressats en  $W/m^2 \text{ } ^\circ C$  ( $kcal/h \text{ } m^2 \text{ } ^\circ C$ ):

	Classificació climàtica			
	1	2	3	4
K màxim	2,78 (2,40)	2,44 (2,10)	2,03 (1,75)	1,80 (1,55)

3.3 El coeficient relatiu de transmissió tèrmica  $T_r$  de cada unitat d'ocupació no ha d'ésser superior als valors següents, donats en funció de la classe de clima on se situï l'edifici i del tipus d'energia prevista per alimentar el sistema de calefacció de que es disposi.

3.3.1 Calefacció alimentada per: (a) energia elèctrica no consumida per efecte Joule, (b) energia elèctrica consumida per acumuladors, i (c) combustibles sòlids, líquids o gasosos, o calefacció basada en un sistema actiu d'energia solar.

	Classificació climàtica			
	1	2	3	4
$T_r$	3,48 (3,00)	3,13 (2,70)	2,78 (2,40)	2,55 (2,20)

3.3.2 Sense instal·lació de calefacció, amb calefacció basada en un sistema passiu d'energia solar, o calefacció alimentada per energia elèctrica consumida per efecte Joule, no per acumuladors.

	Classificació climàtica			
	1	2	3	4
$T_r$	3,02 (2,60)	2,32 (2,00)	1,97 (1,70)	1,62 (1,40)

En el cas d'unitats d'ocupació calefactades amb sistemes passius d'energia solar, cal complir aquesta exigència excepte en el cas que es justifiqui mitjançant un mètode de càlcul reconegut que els guanys energètics solars són superiors al 30% de la càrrega de calefacció de la unitat d'ocupació per mantenir una temperatura de 18°C al llarg de la temporada de calefacció.

3.4 En els climes 1, 2 i 3 per tal de compensar a l'estiu els guanys tèrmics per radiació solar, els tancaments exteriors, definits a continuació i susceptibles de rebre insolació directa, han de complir:

a. Cobertes. Una de les condicions següents:

Tenir un coeficient mitjà de transmissió tèrmica  $K_m$  en  $W/m^2 \text{ } ^\circ C$  ( $kcal/h m^2 \text{ } ^\circ C$ ) igual o inferior a 0,46 (0,40).

Protegir els sostres situats sota la coberta amb una cambra d'aire permanentment ventilada a l'estiu.

b. Trams de tancaments massissos sobreexposats i exposats orientats al sud-oest ( $\pm 90^\circ C$ ) i que corresponguin a alguna peça principal que no tingui obertura sobre el tancament. Una de les condicions següents:

Tenir un coeficient mitjà de transmissió tèrmica  $K_m$  en  $W/m^2 \text{ } ^\circ C$  ( $kcal/h m^2 \text{ } ^\circ C$ ) igual o inferior a 0,81 (0,70).

Incloure en el tancament una cambra d'aire permanentment ventilada a l'estiu.

Estar protegits de la radiació solar directa per un element independent de manera que entre ells pugui circular l'aire.

c. Obertures a la coberta i obertures sobreexposades o exposades orientades al sud-oest ( $\pm 90^\circ$ ) corresponents a peces principals.

Si l'interior no està dotat d'aire condicional, han de disposar d'un element o d'un tractament protector situat a l'exterior o entre dos vidres, de manera que el factor solar  $S$  de la part envidrada de l'obertura sigui igual o inferior al 35%.

#### **Article 4 Verificació del compliment dels requeriments**

4.1 La verificació del compliment dels requeriments es pot fer per les vies següents:

a. Sistemes de càlcul reconeguts a efectes del compliment d'aquesta Norma Tèrmica. Segons l'Annex 1.

b. Assaigs de l'obra executada o dels materials i elements emprats en la construcció, fets d'acord amb les normes que figuren a l'Annex 2.

c. Utilització de sistemes de càlcul, normes d'assaig, dades de materials o solucions constructives homologats a efectes del compliment d'aquesta Norma Tèrmica.

d. Qualsevol altre mètode del qual es demostrí, científicament i tècnicament, la bondat.

4.2 L'homologació de sistemes de càlcul, normes d'assaig, dades de materials i solucions constructives a efectes del que es disposa a l'apartat anterior, es farà a través de resolucions del Director General d'Arquitectura i Habitatge.

4.3 En els projectes bàsics s'ha de fer constar el compliment de la Norma a través de:

- La indicació i justificació de la classe de clima que afecta d'edificació.
- La indicació en els plànols dels valors previstos del coeficient mitjà de transmissió tèrmica  $K_m$  i de la superfície de la part massissa dels tancaments exteriors i de les obertures dels tancaments exteriors.
- La indicació en els plànols del factor solar S de les obertures en les quals aquests factors es regulen pel requeriment 3.4.c).

4.4 En els projectes d'execució haurà de justificar-se el compliment de la Norma Reglamentària NRE-AT-87 d'acord amb les solucions constructives emprades.

## Annex 1 1 Càlcul del coeficient de transmissió de calor K dels tancaments.

### 1.1 Tancament simple.

Per un tancament de cares plano-paral·leles, format per un material homogeni de conductivitat tèrmica  $\lambda$  i gruix L, amb coeficients superficials de transmissió de calor  $h_i$  i  $h_e$ , el coeficient de transmissió de calor K, també anomenat "aire-aire", el dona l'expressió:

$$1 / K = 1 / h_i + L / \lambda + 1 / h_e$$

A la taula 1.1 es donen els valors d' $1/h_i$ ,  $1/h_e$  i  $1/h_i + 1/h_e$  que han de considerar-se per als càlculs, en funció de la posició del tancament, del sentit del flux de calor i de la situació del tancament.

Taula 1.1

P	Situació 1			Situació 2		
	$1/h_i$	$1/h_e$	$1/h_i + 1/h_e$	$1/h_i$	$1/h_e$	$1/h_i + 1/h_e$
P1	0,11 (0,13)	0,06 (0,07)	0,17 (0,20)	0,11 (0,13)	0,11 (0,13)	0,22 (0,26)
P2	0,09 (0,11)	0,05 (0,06)	0,14 (0,17)	0,09 (0,11)	0,09 (0,11)	0,18 (0,22)
P3	0,17 (0,20)	0,05 (0,06)	0,22 (0,26)	0,17 (0,20)	0,17 (0,20)	0,34 (0,40)

On:

P = posició del tancament i sentit del flux de calor.

P1 = tancaments verticals o amb pendent sobre l'horitzontal  $> 60^\circ$  i flux horitzontal.

P2 = tancaments horitzontals o amb pendent sobre l'horitzontal  $< 60^\circ$  i flux ascendent.

P3 = tancaments horitzontals i flux descendent.

Situació 1 = de separació amb l'espai exterior o local obert.

Situació 2 = de separació amb un altre local, golfes o cambra d'aire.

Resistències tèrmiques superficials en  $m^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$  ( $m^2 \text{ h }^\circ\text{C/kcal}$ )

### 1.2 Tancament compost

En els tancaments formats per una sèrie de làmines planoparal·leles de diferents materials, el coeficient K del conjunt s'obté a partir de la fórmula següent:

$$1 / K = \sum L / \lambda + (1 / h_i + 1 / h_e)$$

On  $\sum L/\lambda$  és la suma de les resistències tèrmiques de les diferents làmines que formen el tancament.

Si el tancament té heterogeneïtats regularment repartides, però importants (buits dels maons i blocs), en el càlcul de K pot introduir-se el concepte de resistència tèrmica mitjana de l'element constructiu  $R_u$  per unitat de superfície, i l'expressió queda:

$$1 / K = \sum R_u + (1 / h_i + 1 / h_e)$$

### 1.3 Tancaments amb cambra d'aire

Les cambres d'aire poden ser considerades per la seva resistència tèrmica ja que la transmissió de calor per radiació i convecció a través d'aquestes cambres és proporcional a la diferència de temperatura de les parets que les limiten.

La resistència tèrmica dels espais d'aire depèn de d'absorció de les superfícies, del gruix de la cambra, del sentit del flux de calor, de la inclinació i de la temperatura dels espais, així com del moviment de l'aire.

#### 1.3.1 Cambres d'aire no ventilades.

La taula 1.3.1 dona els valors que han d'estimar-se per als càlculs de la resistència tèrmica al pas de calor de les cambres d'aire contínues, considerant l'aire en repòs. Els valors estan donats en funció de la situació de la cambra d'aire, de la direcció del flux de calor i del seu gruix, en el cas de les cambres fetes amb materials constructius corrents.

Taula 1.3.1

Situació de la cambra i direcció del flux de calor	Gruix de la cambra en mm				
	10	20	50	100	≥150
Cambra d'aire vertical i flux horitzontal	0,14 (0,16)	0,16 (0,19)	0,18 (0,21)	0,17 (0,20)	0,16 (0,19)
Cambra d'aire horitzontal i flux ascendent	0,14 (0,16)	0,15 (0,17)	0,16 (0,19)	0,16 (0,19)	0,16 (0,19)
Cambra d'aire horitzontal i flux descendent	0,15 (0,17)	0,18 (0,21)	0,21 (0,24)	0,21 (0,24)	0,21 (0,24)

Resistència tèrmica de la cambra  $R_c$  en  $m^2 \text{ } ^\circ\text{C/W}$  ( $m^2 \text{ h } ^\circ\text{C/kcal}$ ).

#### 1.3.2 Cambres d'aire ventilades.

El grau de ventilació de les cambres d'aire es caracteritza per la relació entre la secció total dels orificis de ventilació S, expressada en  $cm^2$ , i la longitud del tancament L, expressada en m, en el cas dels tancaments verticals, o la superfície del tancament A, expressada en  $m^2$ , en el cas dels tancaments horitzontals.

Es consideren tres casos:

Cas 1: Tancaments amb cambra d'aire feblement ventilada.

Es consideren cambres sense ventilació o amb ventilació feble quan compleixen les relacions següents:

$S / L < 20 \text{ cm}^2 / \text{m}$  per a tancaments verticals.

$S / A < 3 \text{ cm}^2 / \text{m}^2$  per a tancaments horitzontals.

El càlcul del coeficient K del tancament es realitza mitjançant l'expressió:

$$1 / K = 1 / h_i + R_i + R_c + R_e + 1 / h_e \text{ en } m^2 \text{ } ^\circ C/W \text{ (} m^2 h \text{ } ^\circ C/kcal).$$

on:

$R_i$  és la resistència tèrmica del full interior del tancament.

$R_c$  és la resistència tèrmica de la cambra d'aire calculada segons l'apartat anterior.

$R_e$  és la resistència tèrmica del full exterior del tancament.

*Cas 2:* Tancaments amb cambra d'aire mitjanament ventilada.

Es consideren cambres mitjanament ventilades quan compleixen les relacions següents:

$$20 \leq S / L < 500 \text{ cm}^2 / \text{m} \text{ per a tancaments verticals.}$$

$$3 \leq S / A < 30 \text{ cm}^2 / \text{m}^2 \text{ per a tancaments horitzontals.}$$

El coeficient K d'aquest tancament, el dóna:

$$K = K_1 + \alpha(K_2 - K_1) \text{ en } W/m^2 \text{ } ^\circ C \text{ (} kcal/h \text{ m}^2 \text{ } ^\circ C).$$

on:

$K_1$  és el coeficient K calculat per la fórmula del cas 1.

$K_2$  és el coeficient K calculat per la primera fórmula del cas 3.

$\alpha$  és el coeficient de ventilació de la cambra que pren el valor de la taula següent per als tancaments verticals i de 0,4 per als tancaments horitzontals.

Taula 1.3.2

Rel. de resistències tèrmiques dels fulls $R_e/R_i$	Relació S/L, en $\text{cm}^2/\text{m}$ 20 a 200	200 a 500
< 0,1	0,10	0,25
0,1 a 0,6	0,20	0,45
0,6 a 1,2	0,30	0,60

Coeficient  $\alpha$  de ventilació de cambres verticals

*Cas 3:* Tancaments amb cambra d'aire molt ventilada.

Es consideren cambres molt ventilades les que compleixen les relacions següents:

$$S / L \geq 500 \text{ cm}^2 / \text{m} \text{ per a tancaments verticals.}$$

$$S / A \geq 30 \text{ cm}^2 / \text{m}^2 \text{ per a tancaments horitzontals.}$$

Per realitzar el càlcul de K d'aquest tancament es considera inexistent el full exterior, si bé cal considerar l'aire exterior en calma. El coeficient K es calcula mitjançant l'expressió:

$$1 / K = (1 / h_i + 1 / h_e) + R_i \text{ en } m^2 \text{ } ^\circ C/W \text{ (} m^2 h \text{ } ^\circ C/kcal)$$

on:

Per a tancaments verticals:

$$(1 / h_i + 1 / h_e) = 0,20 \text{ m}^2 \text{ } ^\circ C/W \text{ (} 0,24 \text{ m}^2 h \text{ } ^\circ C/kcal)$$

Per a tancaments horitzontals amb flux ascendent (sostres):

$$(1 / h_i + 1 / h_e) = 0,18 \text{ m}^2 \text{ } ^\circ C/W \text{ (} 0,22 \text{ m}^2 h \text{ } ^\circ C/kcal)$$

Per a tancaments horitzontals amb flux descendent (terres):

$$(1 / h_i + 1 / h_e) = 0,26 \text{ m}^2 \text{ } ^\circ\text{C/W} \text{ (0,31 m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C/kcal)}$$

Si el full exterior del tancament consisteix en una pantalla o protecció situada a una certa distància, l'espai d'aire està totalment obert, amb la qual cosa l'ambient exterior no es pot considerar en calma sinó com a exterior exposat. Llavors el coeficient K es calcula per la fórmula:

$$1 / K = 1 / h_i + R_i + 1 / h_e \text{ en m}^2 \text{ } ^\circ\text{C/W} \text{ (m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C/kcal)}$$

on:

$(1 / h_i + 1 / h_e)$  pren els valors donats a la taula 1.1 per a tancaments de separació amb l'ambient exterior.

#### 1.4 Tancaments de gruix variable

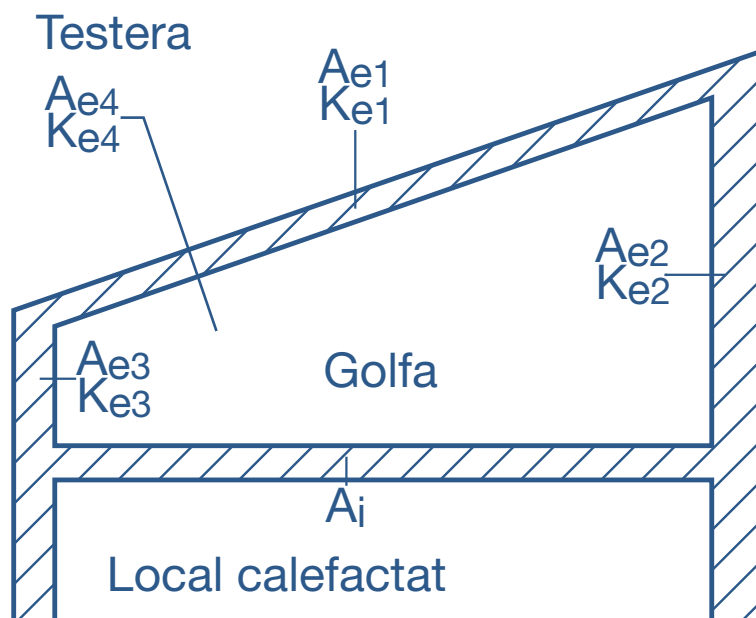
##### 1.4.1 Tancaments amb fulls de gruix variable.

Per a l'obtenció del coeficient K cal considerar el gruix mitjà dels fulls de gruix variable i cal aplicar les fórmules donades en els punts 1.1, tancament simple i 1.2, tancament compost.

##### 1.4.2 Tancaments amb cambra d'aire de gruix variable.

Aquest apartat fa referència principalment als espais, com ara golfes, que conformen una cambra d'aire de gruix variable.

La ventilació de la cambra d'aire es caracteritza per la relació entre la secció total dels orificis de ventilació S, expressada en cm<sup>2</sup>, i la superfície A<sub>i</sub> del sostre que el separa del local habitable, expressada en m<sup>2</sup>.



#### Golfes

El coeficient de transmissió tèrmica K que es defineix a continuació és igual al flux de calor que travessa 1 m<sup>2</sup> de sostre per una diferència de temperatura d'1°C entre el local i l'exterior.

Com a l'apartat anterior, es consideren tres casos:

*Cas 1:* Tancaments amb cambra d'aire feblement ventilada.

Es considera que la cambra no està o està feblement ventilada quan:  
 $S / A_i < 3 \text{ cm}^2/\text{m}^2$

El càlcul es realitza com si la cambra no fos ventilada, és a dir:

$$1 / K = 1 / K_f + A_i / \sum(K_e \times A_e), \text{ en } \text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{W} (\text{m}^2\text{h } ^\circ\text{C}/\text{kcal}).$$

on:

$K_f$  és el coeficient de transmissió de calor del sostre, i s'ha tingut en compte per al seu càlcul:

$$(1/ h_i + 1 h_e) = 0,18 \text{ m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{W} (0,22 \text{ m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}/\text{kcal})$$

$\sum(K_e \times A_e)$ , és la suma dels productes de  $K_e \times A_e$  dels tancaments exteriors que delimiten l'espai d'aire, on  $K_e$  és el seu coeficient de transmissió de calor i  $A_e$  la seva superfície.

*Cas 2:* Tancaments amb cambra d'aire mitjanament ventilada.

Es considera que la cambra està mitjanament ventilada quan:

$$3 \leq S / A_i \leq 30 \text{ cm}^2/\text{m}^2.$$

En aquest cas :

$$1 / K = 1 / K_f + 1 / (\alpha + \sum(K_e \times A_e) / A_i)$$

on:

$K_f$ ,  $K_e$ ,  $A_e$  i  $A_i$  tenen el mateix significat que en el Cas 1 anterior.

$\alpha$  és un coeficient igual a  $5 \text{ W}/\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$  ( $4,3 \text{ kcal}/\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$ ).

*Cas 3:* Tancaments amb cambra d'aire molt ventilada.

Es considera que la cambra esta molt ventilada quan:

$$S / A_i \geq 30 \text{ cm}^2/\text{m}^2$$

El coeficient K es calcula en aquest cas amb la fórmula donada en el cas 3 de l'apartat 1.3.2.

### 1.5 Tancaments amb heterogeneïtats simples

Una heterogeneïtat és simple quan queda perfectament definida i delimitada per dos plans perpendiculars a les cares del tancament i quan, a la constitució del conjunt del tancament, no hi ha fluxos de calor laterals realment importants entre la part heterogènia i la resta del tancament. Termofísicament, la heterogeneïtat està definida per un coeficient de transmissió tèrmica diferent, major o menor, que el de la resta del tancament.

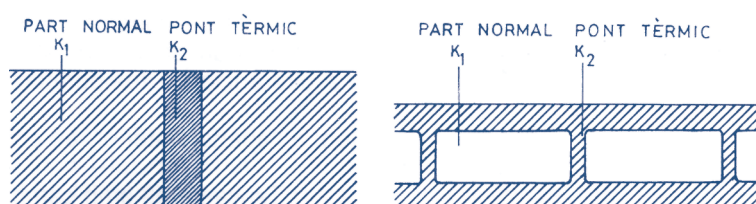
El mètode de càlcul del coeficient de transmissió tèrmica mitjana del tancament es fonamenta en la descomposició d'aquest en elements homogenis on es determina el seu corresponent K.

És a dir:

$$K_m = \sum K_i A_i / \sum A_i,$$

on:  $A_i$  és la superfície del tancament al qual correspon un coeficient de transmissió igual a  $K_i$ .

D'aquesta manera, la resistència tèrmica d'un bloc buit com el de la figura, amb seccions alternatives de material sòlid i cambra d'aire, es pot deduir per aquest procediment sempre que el gruix de l'espai d'aire sigui igual o més gran de 20 mm i suficientment gran en comparació amb el seu gruix total. Malgrat tal, en el cas de maons buits no pot seguir-se aquest mètode, atès que els espais d'aire no compleixen aquestes condicions, per la qual cosa la seva resistència tèrmica mitjana es pot obtenir tenint en compte la taula que es dóna en el punt 3.1.



#### 1.6. Tancaments amb heterogeneïtats complexes

A continuació s'explica el sistema de càlcul de tancaments amb les heterogeneïtats complexes que solen ser més freqüents en construcció.

Es consideren dos casos:

*Cas 1:* Tancaments amb un entramat de perfil metàl·lic.

Se segueix el mateix procediment de l'apartat anterior. L'heterogeneïtat complexa s'assimila a una de simple en la qual l'amplada i el coeficient de transmissió  $K$  són els següents:

Per a perfils en I:

L'amplada d'heterogeneïtat equivalent és la longitud  $L$  de l'ala del perfil. La  $K$  equivalent es dedueix de:

$$1 / K = (1 / h_i + 1 / h_e) \times 1 / (1 + E / L) + H / \lambda_m \times (L / E - L / H),$$

en  $m^2 \text{ } ^\circ\text{C/W}$  ( $m^2 \text{ h } ^\circ\text{C/kcal}$ )

on:  $\lambda_m$  és la conductivitat tèrmica del metall del perfil, i  $E$ ,  $L$  i  $H$  són les dimensions acotades a la figura, expressades en m.

Per a perfils en U:

L'amplada de l'heterogeneïtat equivalent és la longitud  $L$  de l'ala del perfil. El  $K$  equivalent es dedueix de:

$$1 / K = (1 / h_i + 1 / h_e) \times 1 / (1 + E / L) + H / \lambda_m \times L / E,$$

en  $m^2 \text{ } ^\circ\text{C/W}$  ( $m^2 \text{ h } ^\circ\text{C/kcal}$ ), amb les mateixes notacions que en el paràgraf anterior.

Per a perfils en T:

L'amplada equivalent de l'heterogeneïtat E és la de l'ànima del perfil, i el coeficient K equivalent es dedueix de les expressions següents:

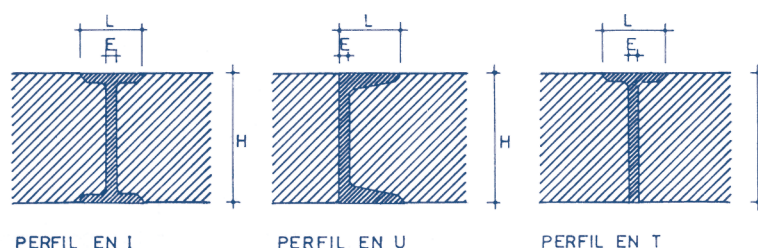
Ala a la part interior:

$$1 / K = 1 / h_i \times (E / L) / (1 + E / L) + (H / \lambda_m)(1 - 0,75 E / H) + 1 / h_e$$

Ala a la part exterior:

$$1 / K = 1 / h_i + (H / \lambda_m)(1 - 0,75 E / H) + 1 / h_e \times (E / L) / (1 + E / L),$$

amb les mateixes unitats i notacions que anteriorment.



**Cas 2:** Tancament de plafons de formigó amb rebliment de material aïllant.

En aquest cas se segueix tenint present el mètode de l'equació de l'apartat 1.5, però majorant les superfícies de l'entramat o part massissa i minorant les de les parts normals del tancament. La majoració de la superfície dels entramats o parts massisses s'obté augmentant la seva amplària real en una quantitat X donada per l'àbac adjunt en funció de:

Gruix total del formigó ( $e_i + e_e$ ) en metres.

Relació  $e_i / (e_i + e_e)$

Els límits d'aplicació d'aquest mètode són els següents:

Conductivitat tèrmica mitjana de l'aïllant, inferior a 0,06 W/m °C (0,05 kcal/m h °C).

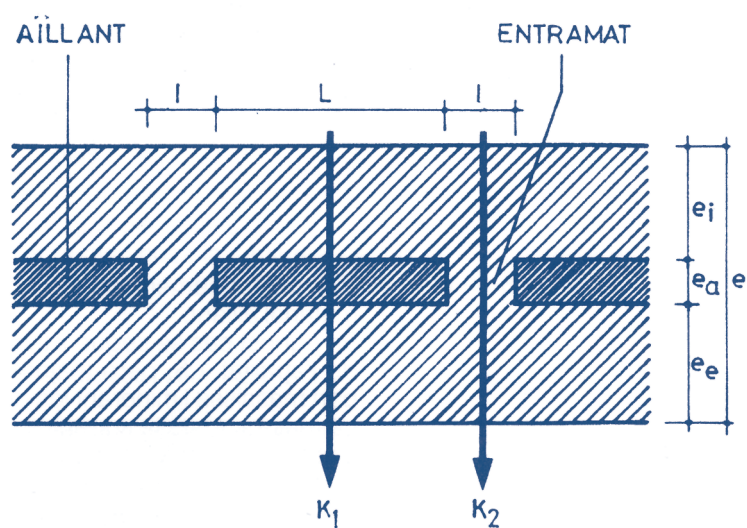
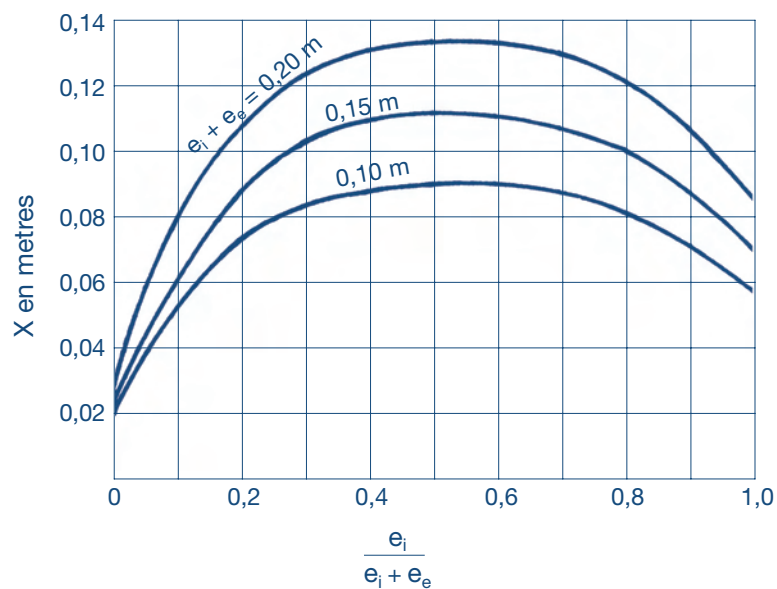
La distància mitjana entre entramats o parts massisses és superior a tres vegades la seva amplària mitjana.

Sobre les vores d'aquests tancaments, la majoració i la minoració de superfícies és de X/2.

## 2 Conductivitats tèrmiques de materials emprats en tancaments

Les dades que apareixen en aquesta taula sobre alguns materials que es poden utilitzar en els tancaments són valors típics indicatius a l'hora de fer els càlculs necessaris per al compliment d'aquesta Norma. Es poden prendre valors més estrictes quan els materials disposin de dades avalades per una marca o un segell de qualitat i, si manca, es disposi d'assajos realitzats en els darrers dos anys per laboratoris oficials.

Els valors apareixen en unitats del Sistema Internacional, W/m °C, i entre parèntesis en unitats tradicionals (kcal/m h °C) i estan donats per una temperatura de 0°C.



## Taula 2

DA = densitat aparent, en kg/m<sup>3</sup>  
 Conductivitat tèrmica  $\lambda$ , en W/m °C (kcal/h m °C)

Material	DA	Conductivitat tèrmica	
<b>a) Roques i sòls naturals</b>			
Roques i terrenys			
Roques compactes .....2500-3000	3,50	(3,00)	
Roques poroses .....1700-2500	2,33	(2,00)	
Sorra amb humitat natural .....1700	1,40	(1,20)	
Sòl coherent humitat natural .....1800	2,10	(1,80)	
Argila .....2100	0,93	(0,80)	
Materials solts de rebliment dessecats a l'aire, en sostres, etc.			
Sorra .....1500	0,58	(0,50)	
Grava de còdols o de piconament .....1700	0,81	(0,70)	
Escòria de carbó .....1200	0,19	(0,16)	
Enderrocs de maó .....1300	0,41	(0,35)	
<b>b) Pastes, morters i formigons</b>			
Revestiments continus			
Morters de calç i de calç i ciment .....1600	0,87	(0,75)	
Morter de ciment .....2000	1,40	(1,20)	
Emblanquinat de guix .....800	0,30	(0,26)	
Emblanquinat de guix amb perlita .....570	0,18	(0,16)	
Formigons normals i lleugers			
Formigó armat (normal) .....2400	1,63	(1,40)	
Formigó amb granulats lleugers .....600	0,17	(0,15)	
Formigó amb granulats lleugers .....1000	0,33	(0,28)	
Formigó amb granulats lleugers .....1400	0,55	(0,47)	
Formigó cel·lular amb granulats silicis .....600	0,34	(0,29)	
Formigó cel·lular amb granulats silicis .....1000	0,67	(0,58)	
Formigó cel·lular amb granulats silicis .....1400	1,09	(0,94)	
Formigó cel·lular sense granulats .....305	0,09	(0,08)	
Formigó en massa amb grava normal:			
amb granulats lleugers .....1600	0,73	(0,63)	
amb granulats ordinaris, sense vibrar .....2000	1,16	(1,00)	
amb granulats ordinaris, vibrat .....2400	1,63	(1,40)	
Formigó en massa amb argila expandida .....500	0,12	(0,10)	
Formigó en massa amb argila expandida .....1500	0,55	(0,47)	
Fàbrica de blocs de formigó inclosos junts (1):			
amb maons silico-calcaris massissos .....1600	0,79	(0,68)	
amb maons silico-calcaris calats .....2500	0,56	(0,48)	
amb blocs foradats de formigó .....1000	0,44	(0,38)	
amb blocs foradats de formigó .....1200	0,49	(0,42)	
amb blocs foradats de formigó .....1400	0,56	(0,48)	
amb blocs de formigó cel·lular curat amb vapor ..600	0,35	(0,30)	
amb blocs de formigó cel·lular curat amb vapor ..800	0,41	(0,35)	
amb blocs de formigó cel·lular curat amb vapor 1000	0,47	(0,40)	
amb blocs de formigó cel·lular curat amb aire ....800	0,44	(0,38)	
amb blocs de formigó cel·lular curat amb aire ..1000	0,56	(0,48)	
amb blocs de formigó cel·lular curat amb aire ..1200	0,70	(0,60)	
Plaques o plafons			
Cartó-guix .....900	0,18	(0,16)	
Formigó amb fibra de fusta .....450	0,08	(0,07)	
Plaques d'escaiola .....800	0,30	(0,26)	
Fibrociment .....1800	0,35	(0,30)	

<b>c) Maons i plaquetes</b>			
Fàbrica de maó massís .....	1800	0,87	(0,75)
Fàbrica de maó calat .....	1600	0,76	(0,65)
Fàbrica de maó foradat .....	1200	0,49	(0,42)
Plaquetes .....	2000	1,05	(0,90)
<b>d) Vidre (2)</b>			
Vidre pla per envidrar .....	2500	0,95	(0,82)
<b>e) Metalls</b>			
Fosa i acer .....	7850	58	(50)
Coure .....	8900	384	(330)
Bronze.....	8500	64	(55)
Alumini .....	2700	204	(175)
<b>f) Fusta</b>			
Fustes frondoses .....	800	0,21	(0,18)
Fustes coníferes .....	600	0,14	(0,12)
Contraxapat .....	600	0,14	(0,12)
Tauler aglomerat de partícules .....	650	0,08	(0,07)
<b>g) Plàstics i revestiments de sòls</b>			
Linòleum .....	1200	0,19	(0,16)
Moquetes, catifes .....	1000	0,05	(0,04)
<b>h) Materials bituminosos</b>			
Asfalt.....	2100	0,70	(0,60)
Betum .....	1050	0,17	(0,15)
Làmines bituminoses .....	1100	0,19	(0,16)
<b>i) Materials aïllants tèrmics</b>			
Argila expandida.....	300	0,085	(0,073)
Argila expandida.....	450	0,114	(0,098)
Aglomerat de suro UNE 5.690 .....	110	0,039	(0,034)
Escuma elastomèrica .....	60	0,034	(0,029)
Llana de vidre:			
Tipus 1.....	10-18	0,044	(0,038)
Tipus 2.....	19-30	0,037	(0,032)
Tipus 3.....	31-45	0,034	(0,029)
Tipus 4.....	46-65	0,033	(0,028)
Tipus 5.....	66-90	0,033	(0,028)
Tipus 6 .....	91	0,036	(0,031)
Llana mineral:			
Tipus 1.....	30-50	0,042	(0,036)
Tipus 2.....	51-70	0,040	(0,034)
Tipus 3.....	71-90	0,038	(0,033)
Tipus 4.....	91-120	0,038	(0,033)
Tipus 5.....	121-150	0,038	(0,033)
Perlita expandida .....	130	0,047	(0,040)
Poliestirè expandit UNE 53.310:			
Tipus 1 .....	10	0,057	(0,049)
Tipus 2 .....	12	0,044	(0,038)
Tipus 3 .....	15	0,037	(0,032)
Tipus 4 .....	20	0,034	(0,029)
Tipus 5 .....	25	0,033	(0,028)
Poliestirè extrusionat .....	33	0,033	(0,028)
Poliètilè reticulat .....	30	0,038	(0,033)
Polisocianurat, escuma de .....	35	0,026	(0,022)
Poliuretà conformat, escuma de:			
Tipus 1 .....	32	0,023	(0,020)
Tipus 2 .....	35	0,023	(0,020)
Tipus 3 .....	40	0,023	(0,020)
Tipus 4 .....	80	0,040	(0,034)

Poliuretà aplicat "in situ", escuma de:		
Tipus 1 .....	35	0,023 (0,020)
Tipus 2 .....	40	0,023 (0,020)
Urea formol, escuma d'.....	10-12	0,034 (0,029)
Urea formol, escuma d'.....	12-14	0,035 (0,030)
Vermiculita expandida .....	120	0,035 (0,030)
Vidre cel·lular .....	160	0,044 (0,038)

(1) Les densitats es refereixen al bloc, no a la fàbrica.

(2) Vegeu taules de resistència tèrmica.

### 3 Resistències tèrmiques mitjanes dels elements constructius

A les taules següents es donen amb caràcter orientatiu els valors mitjans de resistència tèrmica d'alguns elements constructius que poden formar part del tancament o constituir ells mateixos el tancament.

#### 3.1 Murs de tancament de maó

A les taules 3.1.1 i 3.1.2 es donen els valors de la resistència tèrmica mitjana d'un tancament de maó d'un full, en funció del tipus de maó (foradat, calat o massís) i del gruix del tancament, exclosos els revestiments.

Taula 3.1.1  
Format mètric

Tip. maó	Pes específic (kg/m³)	Gruix del tancament (cm)						
		4,0	5,3	9,0	11,5	24,0	36,0	49,0
Foradat	1.200	0,07 (0,09)	0,11 (0,13)	0,18 (0,21)	0,23 (0,27)	0,49 (0,57)	0,74 (0,86)	1,00 (1,17)
Calat	1.600	0,05 (0,06)	0,07 (0,08)	0,12 (0,14)	0,15 (0,18)	0,32 (0,37)	0,47 (0,55)	0,65 (0,75)
Massís	1.800	0,04 (0,05)	0,06 (0,07)	0,10 (0,12)	0,13 (0,15)	0,27 (0,32)	0,41 (0,48)	0,60 (0,65)

Resistència tèrmica R, en m<sup>2</sup> °C/W (m<sup>2</sup> h °C/kcal)

Taula 3.1.2  
Format català

Tip. maó	Pes específic (kg/m³)	Gruix del tancament (cm)						
		4,0	6,5	9,0	14,0	19,0	29,0	44,0
Foradat	1.200	0,07 (0,09)	0,13 (0,15)	0,18 (0,21)	0,28 (0,33)	0,39 (0,45)	0,59 (0,69)	0,89 (1,04)
Calat	1.600	0,05 (0,06)	0,09 (0,10)	0,12 (0,14)	0,18 (0,21)	0,25 (0,29)	0,39 (0,45)	0,58 (0,68)
Massís	1.800	0,04 (0,05)	0,07 (0,09)	0,10 (0,12)	0,16 (0,19)	0,22 (0,25)	0,34 (0,39)	0,50 (0,59)

Resistència tèrmica R, en m<sup>2</sup> °C/W (m<sup>2</sup> h °C/kcal)

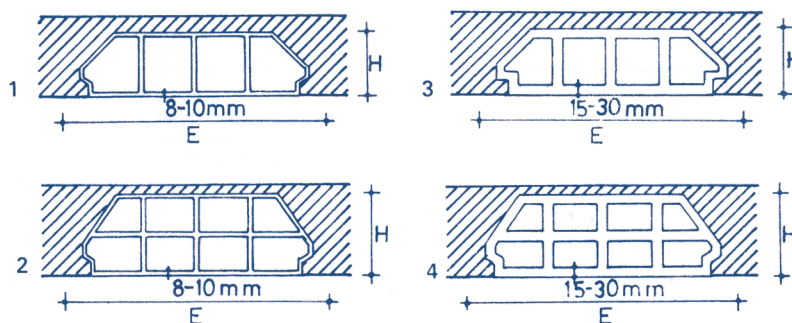
### 3.2 Sostres

A la taula 3.2 es donen valors de les resistències tèrmiques mitjanes d'alguns tipus de sostres unidireccionals amb revoltos, ceràmics o de formigó, per a diferents alçàries dels revoltos i distàncies entre bigues.

Taula 3.2

Tipus de sostre	Distància entre bigues E, en cm	Alçària H del revoltó, en cm				
		8	12	16	20	25
1) Revoltó ceràmic	<45	0,08 (0,09)	0,11 (0,13)	--	--	--
	de 45 a 65	0,11 (0,13)	0,14 (0,16)	--	--	--
	>65	0,12 (0,14)	0,16 (0,19)	--	--	--
2) Revoltó ceràmic	<45	--	0,13 (0,15)	0,17 (0,20)	0,21 (0,24)	0,25 (0,29)
	de 45 a 65	--	0,19 (0,22)	0,23 (0,27)	0,26 (0,30)	0,31 (0,36)
	>65	--	0,23 (0,27)	0,27 (0,31)	0,30 (0,35)	0,34 (0,40)
3) Revoltó de formigó	<65	--	0,11 (0,13)	0,13 (0,15)	0,15 (0,17)	0,18 (0,21)
	≥ 65	--	0,12 (0,14)	0,14 (0,16)	0,16 (0,19)	0,19 (0,22)
4) Revoltó de formigó	<65	--	--	--	0,22 (0,26)	0,25 (0,29)
	≥ 65	--	--	--	0,23 (0,27)	0,27 (0,31)

Resistència tèrmica R, en m<sup>2</sup> °C/W (m<sup>2</sup> h °C/kcal)



### 4. Coeficients de transmissió de calor K en solucions constructives

A les taules següents es donen, amb caràcter orientatiu, els valors mitjans del coeficient K de transmissió de calor d'algunes solucions constructives de tancament.

#### 4.1 Tancaments verticals

A la taula 4.1 es defineixen algunes composicions de tancament vertical de les quals es dona el pes superficial de la solució i els diferents valors que pren el coeficient de transmissió en el cas de no disposar de material aïllant tèrmic i en el d'anar variant el gruix d'aquest element.

Taula 4. 1  
Tancaments verticals

Composició	Gruix (cm): Pes (kg/m <sup>2</sup> ):	32,5 432	31,0 402	27,5 372	26,0 342	32,5 372	31,0 342
Morter		1,5	--	1,5	--	1,5	--
Maó massís		14	14	14	14	14	14
Morter		1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
C. aire		5	5	5	5	10	10
Maó foradat		9	9	4	4	4	4
Guix		1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
K		1,30 (1,12)	1,31 (1,13)	1,51 (1,30)	1,52 (1,31)	1,52 (1,31)	1,55 (1,33)
Gruix (mm)		Material d'aïllament de $\lambda = 0,038$ (0,033) W/m °C (kcal/h m °C)					
20		0,79 (0,68)	0,79 (0,68)	0,86 (0,74)	0,86 (0,74)	0,85 (0,73)	0,86 (0,74)
30		0,65 (0,56)	0,66 (0,57)	0,70 (0,60)	0,71 (0,61)	0,70 (0,60)	0,70 (0,60)
40		0,57 (0,49)	0,58 (0,50)	0,60 (0,52)	0,60 (0,52)	0,58 (0,50)	0,59 (0,51)
50		0,53 (0,46)	0,53 (0,46)	0,56 (0,48)	0,56 (0,48)	0,51 (0,44)	0,51 (0,44)
60		--	--	--	--	0,45 (0,39)	0,45 (0,39)
70		--	--	--	--	0,41 (0,35)	0,41 (0,35)
80		--	--	--	--	0,36 (0,31)	0,37 (0,32)
90		--	--	--	--	0,34 (0,29)	0,34 (0,29)
100		--	--	--	--	0,32 (0,28)	0,32 (0,28)

Valors expressats en W/m<sup>2</sup> °C (kcal/m<sup>2</sup> h °C)

Composició	Gruix (cm): Pes (kg/m <sup>2</sup> ):	32,5 404	31,0 374	27,5 344	26,0 314	29 314	32,5 344	31,0 314
Morter		1,5	--	1,5	--	--	1,5	--
Maó calat		14	14	14	14	14	14	14
Morter		1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
C. aire		5	5	5	5	8	10	10
Maó foradat		9	9	4	4	4	4	4
Guix		1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
K		1,28 (1,10)	1,29 (1,11)	1,46 (1,26)	1,49 (1,28)	1,50 (1,29)	1,49 (1,28)	1,51 (1,30)
Gruix (mm)		Material d'aïllament de $\lambda = 0,038$ (0,033) W/m °C (kcal/h m °C)						
20		0,78 (0,67)	0,78 (0,67)	0,85 (0,73)	0,85 (0,73)	0,85 (0,73)	0,84 (0,72)	0,85 (0,73)
30		0,65 (0,56)	0,65 (0,56)	0,70 (0,60)	0,70 (0,60)	0,69 (0,59)	0,69 (0,59)	0,70 (0,60)
40		0,56 (0,48)	0,56 (0,48)	0,59 (0,51)	0,59 (0,51)	0,58 (0,50)	0,58 (0,50)	0,58 (0,50)
50		0,52 (0,45)	0,52 (0,45)	0,56 (0,48)	0,56 (0,48)	0,51 (0,44)	0,50 (0,43)	0,51 (0,44)
60		--	--	--	--	0,45 (0,39)	0,44 (0,38)	0,44 (0,38)
70		--	--	--	--	0,41 (0,35)	0,39 (0,34)	0,41 (0,35)
80		--	--	--	--	0,38 (0,33)	0,36 (0,31)	0,36 (0,31)
90		--	--	--	--	--	0,34 (0,29)	0,34 (0,29)
100		--	--	--	--	--	0,32 (0,28)	0,32 (0,28)

Valors expressats en W/m<sup>2</sup> °C (kcal/m<sup>2</sup> h °C)

Composició	Gruix (cm): Pes (kg/m <sup>2</sup> ):	32,5 348	27,5 288	32,5 288	27,5 288	22,5 228	32,5 288	27,5 228
Morter		1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Maó foradat		14	14	14	9	9	9	9
Morter		1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
C. aire		5	5	10	5	5	10	10
Maó foradat		9	4	4	9	4	9	4
Guix		1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
K		1,13 (0,97)	1,28 (1,10)	1,28 (1,10)	1,28 (1,10)	1,46 (1,26)	1,29 (1,11)	1,49 (1,28)
Gruix (mm)		Material d'aïllament de $\lambda = 0,038$ (0,033) W/m °C (kcal/h m °C)						
20		0,72 (0,62)	0,78 (0,67)	0,76 (0,66)	0,78 (0,67)	0,79 (0,73)	0,76 (0,66)	0,84 (0,72)
30		0,60 (0,52)	0,65 (0,56)	0,64 (0,55)	0,65 (0,56)	0,65 (0,60)	0,64 (0,55)	0,69 (0,59)
40		0,53 (0,46)	0,56 (0,48)	0,55 (0,47)	0,56 (0,48)	0,56 (0,51)	0,55 (0,47)	0,58 (0,50)
50		0,50 (0,43)	0,52 (0,45)	0,48 (0,41)	0,52 (0,45)	0,51 (0,48)	0,48 (0,41)	0,50 (0,43)
60		--	--	0,43 (0,37)	--	--	0,43 (0,37)	0,44 (0,38)
70		--	--	0,38 (0,33)	--	--	0,38 (0,33)	0,39 (0,34)
80		--	--	0,35 (0,30)	--	--	0,35 (0,30)	0,36 (0,31)
90		--	--	0,32 (0,28)	--	--	0,32 (0,28)	0,34 (0,29)
100		--	--	0,31 (0,27)	--	--	0,31 (0,27)	0,32 (0,28)

Valors expressats en W/m<sup>2</sup> °C (kcal/m<sup>2</sup> h °C)

Composició	Gruix (cm): Pes (kg/m <sup>2</sup> ):	33,0 354	31,5 324	28,0 294	26,5 264	33,0 294	31,5 264	33,0 354	31,5 324
Morter		1,5	—	1,5	—	1,5	—	1,5	—
Bloc Formigó		14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	19,5	19,5
Morter		1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
C. aire		5	5	5	5	10	10	5	5
Maó foradat		9	9	4	4	4	4	4	4
Guix		1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
K		1,12 (0,95)	1,13 (0,96)	1,23 (1,08)	1,24 (1,09)	1,24 (1,09)	1,26 (1,11)	1,09 (0,96)	1,10 (0,97)
Gruix (mm)		Material d'aïllament de $\lambda = 0,038$ (0,033) W/m °C (kcal/h m °C)							
20		0,71 (0,61)	0,71 (0,61)	0,76 (0,66)	0,78 (0,67)	0,76 (0,66)	0,76 (0,66)	0,71 (0,61)	0,72 (0,62)
30		0,60 (0,52)	0,60 (0,52)	0,64 (0,56)	0,65 (0,56)	0,64 (0,55)	0,64 (0,55)	0,60 (0,52)	0,60 (0,52)
40		0,52 (0,45)	0,52 (0,45)	0,56 (0,48)	0,56 (0,48)	0,55 (0,47)	0,55 (0,47)	0,52 (0,45)	0,52 (0,45)
50		0,49 (0,42)	0,50 (0,43)	0,52 (0,45)	0,52 (0,45)	0,48 (0,41)	0,48 (0,41)	0,50 (0,43)	0,50 (0,43)
60		--	--	--	--	0,42 (0,36)	0,43 (0,37)	--	--
70		--	--	--	--	0,38 (0,33)	0,38 (0,33)	--	--
80		--	--	--	--	0,35 (0,30)	0,35 (0,30)	--	--
90		--	--	--	--	0,32 (0,28)	0,32 (0,28)	--	--
100		--	--	--	--	0,31 (0,27)	0,31 (0,27)	--	--

Valors expressats en W/m<sup>2</sup> °C (kcal/m<sup>2</sup> h °C)

Composició	Gruix (cm): Pes (Kg/m <sup>2</sup> ):	17 266	15,5 236
Morter		1,5	--
Maó calat		14	14
Guix		1,5	1,5
K		2,41 (2,09)	2,46 (2,14)
Gruix (mm)		Material d'aïllament de $\lambda = 0,038$ (0,033) W/m °C (kcal/h m °C)	
25		0,88 (0,81)	0,88 (0,82)
40		0,64 (0,59)	0,64 (0,59)

Valors expressats en W/m<sup>2</sup> °C (kcal/m<sup>2</sup> °C)

Composició	Gruix (cm): Pes (Kg/m <sup>2</sup> ):	17 210	32 378
Morter		1,5	1,5
Maó foradat		14	29
Guix		1,5	1,5
K		1,93 (1,67)	1,66 (1,04)
Gruix (mm)	Material d'aïllament de $\lambda = 0,038$ (0,033) W/m °C (kcal/h m °C)		
25		0,81 (0,74)	0,76 (0,58)
40		0,59 (0,55)	0,57 (0,46)
Valors expressats en W/m <sup>2</sup> °C (kcal/m <sup>2</sup> °C)			

#### 4.2 Sostres

A la taula 4.2 es defineixen algunes formacions de sostres de les quals es dona el pes superficial de la solució, el gruix en cm de cada un dels seus components i els diferents valors que pren el coeficient de transmissió en el cas de no disposar de material aïllant tèrmic i en el d'anar variant el gruix d'aquest element.

Taula 4.2  
Sostres de terra unidireccionals

Composició	Pes (kg/m <sup>2</sup> ):	250/270	250/300	250/300	250/330
Terratzo		3	3	3	3
Morter		3	3	3	3
Sostre ceràmic/formigó		12/16 (rev. senzill)	12/20 (rev. senzill)	12/20 (rev. doble)	16/25 (rev. doble)
Intereixos		45-65 / $\geq 65$	>65 / $\geq 65$	45-65 / $\geq 65$	>65 / $\geq 65$
Guix		1,5	1,5	1,5	1,5
K		2,27 (1,95)	2,14 (1,84)	1,87 (1,61)	1,75 (1,51)
Gruix (mm)	Material d'aïllament de $\lambda = 0,038$ (0,033) W/m °C (kcal/h m °C)				
20		0,99 (0,85)	0,96 (0,83)	0,91 (0,78)	0,87 (0,75)
30		0,77 (0,66)	0,75 (0,65)	0,72 (0,62)	0,70 (0,60)
40		0,63 (0,54)	0,62 (0,53)	0,59 (0,51)	0,58 (0,50)
50		0,53 (0,46)	0,52 (0,45)	0,50 (0,43)	0,50 (0,43)
60		0,46 (0,40)	0,45 (0,39)	0,44 (0,38)	0,43 (0,37)
70		0,41 (0,35)	0,41 (0,35)	0,39 (0,34)	0,38 (0,33)
80		0,36 (0,31)	0,36 (0,31)	0,35 (0,30)	0,35 (0,30)
90		0,32 (0,28)	0,32 (0,28)	0,32 (0,28)	0,31 (0,27)
100		0,30 (0,26)	0,30 (0,26)	0,29 (0,25)	0,29 (0,25)
Valors en W/m <sup>2</sup> °C (kcal/m <sup>2</sup> °C)					

#### 4.3 Cobertes

A la taula 4.3 es defineixen algunes formacions de cobertes de les quals es dona el pes superficial de la solució i els diferents valors que pren el coeficient de transmissió tèrmica en el cas de no disposar de material aïllant tèrmic i en el d'anar variant el gruix d'aquest element. Es cobertes amb cambra d'aire s'han considerat com a no ventilades.

Taula 4.3  
Cobertes transitables sense cambra d'aire

Composició	Pes (Kg/m <sup>2</sup> ):	346/376	356/406
Rajola		2	2
Morter		4	4
Barrera de vapor		0,5	0,5
Morter		2	2
Formigó alleugerit		10 (valor mig)	10 (valor mig)
Barrera de vapor		0,3	0,3
Sostre ceràmic/formigó		12/16 (rev. senzill)	16/20 (rev. doble)
Guix		1,5	1,5
K		1,42 (1,22)	1,24 (1,07)
Gruix (mm)		Material d'aïllament de $\lambda = 0,038$ (0,033) W/m °C (kcal/h m °C)	
20		0,78 (0,67)	0,72 (0,62)
30		0,64 (0,55)	0,60 (0,52)
40		0,53 (0,46)	0,51 (0,44)
50		0,46 (0,40)	0,44 (0,38)
60		0,40 (0,35)	0,39 (0,34)
70		0,37 (0,32)	0,36 (0,31)
80		0,34 (0,29)	0,32 (0,28)
90		0,30 (0,26)	0,29 (0,25)
100		0,28 (0,24)	0,27 (0,23)
Valors en W/m <sup>2</sup> °C (kcal/h m <sup>2</sup> °C)			

#### Cobertes amb cambra d'aire

Composició	Pes (Kg/m <sup>2</sup> ):	300/330	310/360
Rajola		1	1
Morter		4	4
Barrera de vapor		0,5	0,5
Morter		2	2
Maó foradat		5	5
Cambra d'aire		variable	variable
Sostre ceràmica/formigó		12/16 (rev. senzill)	16/20 (rev. doble)
Guix		1,5	1,5
K		1,53 (1,32)	1,34 (1,15)
Gruix (mm)		Material d'aïllament de $\lambda = 0,038$ (0,033) W/m °C (kcal/h m °C)	
20		0,80 (0,69)	0,76 (0,65)
30		0,66 (0,57)	0,62 (0,53)
40		0,56 (0,48)	0,52 (0,45)
50		0,48 (0,41)	0,45 (0,39)
60		0,42 (0,36)	0,41 (0,35)
70		0,37 (0,32)	0,36 (0,31)
80		0,34 (0,29)	0,32 (0,28)
90		0,30 (0,26)	0,30 (0,26)
100		0,28 (0,24)	0,28 (0,24)
Valors en W/m <sup>2</sup> °C (kcal/h m <sup>2</sup> °C)			

Composició	Pes (kg/m²):	170/200	180/230
Teula		2	2
Morter		1	1
Maó foradat		5	5
Cambra d'aire		variable	variable
Sostre ceràmic/formigó		12/16 (rev. senzill)	16/20 (rev. doble)
Guix		1,5	1,5
K		1,65 (1,42)	1,43 (1,23)
Gruix (mm)		Material d'aïllament de $\lambda = 0,038$ (0,033) W/m °C (kcal/h m² °C)	
20		0,85 (0,73)	0,78 (0,67)
30		0,69 (0,59)	0,64 (0,55)
40		0,57 (0,49)	0,55 (0,47)
50		0,49 (0,42)	0,46 (0,40)
60		0,43 (0,37)	0,41 (0,35)
70		0,38 (0,33)	0,37 (0,32)
80		0,35 (0,30)	0,34 (0,29)
90		0,31 (0,27)	0,30 (0,26)
100		0,29 (0,25)	0,28 (0,24)

Valors en W/m² °C (kcal/h m² °C)

Composició	Pes (Kg/m²):	194/224	204/254
Pissarra		0,5	0,5
Guix negre		4	4
Maó foradat		5	5
Cambra d'aire		variable	variable
Sostre ceràmic/formigó		12/16 (rev. senzill)	16/20 (rev. doble)
Guix		1,5	1,5
K		1,37 (1,18)	1,21 (1,04)
Gruix (mm)		Material d'aïllament de $\lambda = 0,038$ (0,033) W/m °C (kcal/h m² °C)	
20		0,77 (0,66)	0,71 (0,61)
30		0,63 (0,54)	0,59 (0,51)
40		0,53 (0,46)	0,51 (0,44)
50		0,45 (0,39)	0,44 (0,38)
60		0,41 (0,35)	0,39 (0,34)
70		0,38 (0,31)	0,35 (0,30)
80		0,32 (0,28)	0,31 (0,27)
90		0,30 (0,26)	0,29 (0,25)
100		0,28 (0,24)	0,27 (0,23)

Valors en W/m² °C (kcal/h m² °C)

#### 4.4 Finestres

Els valors de la taula 4.4.1 es donen en funció de la superfície total de l'obertura i no de la superfície del vidre. S'ha tingut en compte que aquesta superfície és el 70% del total de l'obertura en els tancaments de fusta i el 80% en els tancaments metàl·lics. A la taula 4.4.2 es determinen els valors dels coeficients mitjans de transmissió de calor d'alguns tipus de solució de tractament d'obertures.

Taula 4.4.1  
Finestres sense protecció

TT: tipus de tancament d'obertura.

GN: gruix nominal de la cambra d'aire (mm).

TM: tipus material.

IO: inclinació de l'obertura respecte a l'horitzontal.

TT	GN	TM	IO $\geq$ 60°	IO<60°
Envidrament senzill	--	De fusta	5,0 (4,3)	5,5 (4,7)
	--	Metàl·lic	5,8 (5,0)	6,5 (5,6)
Envidrament doble	6	De fusta	3,3 (2,8)	3,5 (3,0)
	6	Metàl·lic	4,0 (3,4)	4,3 (3,7)
	9	De fusta	3,1 (2,7)	3,3 (2,8)
	9	Metàl·lic	3,9 (3,4)	4,2 (3,6)
	12	De fusta	2,9 (2,5)	3,1 (2,7)
	12	Metàl·lic	3,7 (3,2)	4,0 (3,4)
Doble finestra	$\geq$ 30	De fusta	2,6 (2,2)	2,7 (2,3)
	$\geq$ 30	Metàl·lic	3,0 (2,6)	3,2 (2,8)
Formigó translúcid	--	--	3,5 (3,0)	3,7 (3,2)

Coeficient de transmissió tèrmica K en W/m<sup>2</sup> °C (kcal/h m<sup>2</sup> °C)

Taula 4.4.2  
Finestres amb protecció

Finestra d'envidrament senzill amb:

Persiana exterior de llibret 4,4 (3,8)

Persiana exterior de fusta enrotllable 2,8 (2,4)

Persiana exterior de plàstic enrotllable 2,5 (2,2)

Porticó interior de fusta ( $\approx$ 3 cm) 2,3 (2,0)

Persiana exterior de llibret i porticó interior de fusta ( $\approx$ 3 cm) 2,0 (1,7)

Coeficient de transmissió tèrmica K en W/m<sup>2</sup> °C (kcal/h m<sup>2</sup> °C)

#### 4.5 Portes

Es consideren en aquest apartat les portes que formen part de tancaments exteriors. Com a l'apartat 4.4, a la taula 4.5 es donen els valors del coeficient de transmissió tèrmica K per als diferents casos, on el tant per cent expressat és el de la superfície del vidre sobre la superfície total de la porta.

Taula 4.5  
Tipus de porta

<i>De fusta</i>	
Opaca	3,5 (3,0)
Envidrament senzill <30%	4,0 (3,4)
Envidrament senzill del 30 al 60%	4,5 (3,9)
Envidrament doble	3,3 (2,8)
<i>Metàl·lica</i>	
Opaca	5,8 (5,0)
Envidrament senzill	5,8 (5,0)
Envidrament doble amb cambra de 6 mm en <30%	5,5 (4,7)
Envidrament doble amb cambra de 6 mm del 30 al 70%	4,8 (4,1)
<i>De vidre</i>	5,8 (5,0)
Coeficient de transmissió tèrmica K en W/m <sup>2</sup> °C (kcal/h m <sup>2</sup> °C)	

### 5. Factor solar S d'obertures equipades amb vidre ordinari

A la taula 5 es donen els valors dels factors S d'obertures equipades amb envidrament senzill o doble, de vidre ordinari i també diferents solucions de proteccions, tant interiors com exteriors.

Aquests valors, donats en tants per cent, s'han obtingut d'exemples de solucions del CSTB i són aplicables en el càlcul de guanys tèrmics a l'hivern.

Si manquen aquests valors, poden ser substituïts pels valors de factor solar obtinguts per mitjà d'un assaig homologat de la solució constructiva emprada.

Taula 5  
Protecció de l'obertura

ES: envidrat simple  
ED: envidrat doble  
M: mitjana  
F: fosca

	ES		ED	
	86		80	
<i>Sense protecció</i>	M	F	M	F
<i>Proteccions exteriors</i>				
<i>Finestrans i cortines verticals</i>				
- finestró de fusta de 2 cm de gruix	7	9	5	6
- finestró de fusta d'1cm de gruix	8	10	5	7
- estora de fusta	9	12	6	8
- finestró metàl·lic	10	13	7	9
- estora de tela opaca	9	12	6	8
- estora de tela lleugerament transparent	17	19	12	14
- estora de tela força transparent	23	25	18	20
<i>Persianes i cortines venecianes</i>				
- persiana de fusta	9	9	7	7
- persiana metàl·lica	11	11	9	9
- cortina veneciana de lamel·les de fusta	11	11	8	7
- cortina veneciana de lamel·les estretes	14	13	9	9

	M	F
<i>Proteccions entre dos vidres</i>		
Cortina veneciana de lamel·les estretes	34	40
Cortina opaca	28	36
Cortina lleugerament transparent	32	40
Cortina força transparent	36	43

Nota: Aquest quadre està tret de les indicacions dels exemples de solucions del CSTB, però n'és només una part. Cal remetre-s'hi, si s'escau.

## 6. Càlculs de guanys de calor a l'hivern

Els guanys de calor a l'hivern als efectes de la radiació solar es determinaran d'acord amb algun dels mètodes següents:

Mètodes SLR (Solar Load Ratio), i/o LCR (Load Collector Ratio) desenvolupats a Los Alamos per Douglas Balcomb.

Méthode 5.000, homologat pel Ministère de l'Urbanisme et du Logement, de França.

Mètodes de simulació tèrmica o qualsevol sistema de càlcul degudament justificat.

## Annex 2 Normes d'assaig

Els assaigs per a l'homologació de solucions constructives que l'Annex 1 d'aquesta Norma no té presents s'han de fer segons els mètodes que defineixi el Laboratori d'Assaigs i Investigacions de la Generalitat de Catalunya, sempre d'acord amb l'aplicació de les normes corresponents, o bé amb les que l'AENOR publiqui i que compleixin les ja vigents:

UNE 53-037-76 (Determinació de la conductivitat tèrmica de materials cel·lulars amb l'aparell de plaques), o la seva equivalent:

ISO 2581 (Matières plastiques-Matériaux alvéolaires rigides. Détermination de la conductivité thermique "apparente" au moyen d'un fluxmètre thermique), o bé aplicant per a l'assaig d'elements compostos les normes següents:

ASTM C/177-76 (Steady. State Thermal Transmission Properties by Means of the Guarded Hot Plate, Test Method for).

ASTM C/236-80 (Steady. State Thermal Performance of Building Assemblies by Means of a Guarded Hot Box, Test Method for).

Per a la comprovació in situ del comportament tèrmic de solucions constructives s'ha d'adoptar preferentment l'ús del mesurador de fluxos de calor i coeficients de transmissió "K-THERM" o qualsevol equip de funció similar homologat pel laboratori d'Assaigs i Investigacions de la Generalitat de Catalunya.



#### **4 Fitxes i resums de compliment dels requeriments**

## Compliment de la NRE-AT-87

### Dades de l'edifici

Situació:

Carrer, núm. \_\_\_\_\_ Zona, barri \_\_\_\_\_

Municipi \_\_\_\_\_ Comarca \_\_\_\_\_

### Classificació climàtica

• La categoria climàtica corresponent al municipi <sup>(1)</sup> és  pel fet d'haver estat establerta:

pel planejament urbanístic.

directament per la NRE-AT-87.

• La classificació climàtica dintre del municipi esta determinada <sup>(2)</sup>:

pel planejament urbanístic.

segons l'altitud de l'emplaçament de l'edifici sobre el nivell del mar:

0-200 m

200-500 m

500-800 m

> 800 m

La classe de clima que afecta l'edifici és, per tant,

**Nota:** Els comentaris i les instruccions són totes a la plana 44

## Requeriments exigits segons la classe de clima que afecta l'edifici <sup>(3)</sup>

**Requeriment 1.** Els coeficients mitjans  $K_m$  dels tancaments que delimiten cada unitat d'ocupació no han de superar els valors següents, expressats en  $W/m^2 \text{ } ^\circ C$  ( $kcal/h \text{ } m^2 \text{ } ^\circ C$ ) <sup>(4)</sup>.

Situació del tancament <sup>(5)</sup>	classe	Tipus de tancament <sup>(6)</sup>	Classificació climàtica			
			1	2	3	4
Exterior	Part massissa	Sobreexposat	1,39 (1,20)	1,19 (1,03)	0,89 (0,77)	0,70 (0,60)
		Exposat	1,80 (1,55)	1,60 (1,38)	1,39 (1,20)	1,39 (1,20)
		Protegit	2,44 (2,10)	2,09 (1,80)	1,72 (1,48)	1,72 (1,48)
	Obertures	Totes	5,80 (5,00)	5,80 (5,00)	5,80 (5,00)	3,48 (3,00)
Interior	Part massissa	Sempre 2,69 (2,32)				

**Requeriment 2.** <sup>(7)</sup> Els coeficients de transmissió tèrmica  $K$ , en qualsevol punt de la part massissa dels tancaments exteriors que delimiten les unitats d'ocupació no han de ser superiors als valors següents, expressats en  $W/m^2 \text{ } ^\circ C$  ( $kcal/h \text{ } m^2 \text{ } ^\circ C$ ).

Situació del tancament	classe	Tipus de tancament	Classificació climàtica			
			1	2	3	4
Exterior	Part massissa	Totes	2,78 (2,40)	2,44 (2,10)	2,03 (1,75)	1,80 (1,55)

**Requeriment 3.** <sup>(8)</sup> El coeficient relatiu de transmissió tèrmica  $T_r$  de cada unitat d'ocupació no ha de ser superior als valors del quadre següent, expressats en  $W/m^2 \text{ } ^\circ C$  ( $kcal/h \text{ } m^2 \text{ } ^\circ C$ ).

Tipus d'energia prevista per a alimentar el sistema de calefacció	Classificació climàtica			
	1	2	3	4
1. - Elèctrica no consumida per efecte Joule				
- Elèctrica consumida per acumuladors	3,48 (3,00)	3,13 (2,70)	2,78 (2,40)	2,55 (2,20)
- Combustibles sòlids, líquids o gasosos				
- Sistemes actius de captació d'energia solar				
2. -Sense calefacció.				
- Sistemes passius d'energia solar*	3,02 (2,60)	2,32 (2,00)	1,97 (1,70)	1,62 (1,40)
- Elèctrica per efecte Joule				

\* No cal complir aquesta exigència en cas de poder demostrar que, mitjançant aquests sistemes passius, es pot garantir uns guanys energètics solars superiors al 30 % de la càrrega de calefacció en la temporada freda per mantenir una temperatura interior de  $18 \text{ } ^\circ C$  (3.3.2).

**Requeriment 4.** <sup>(9)</sup> Per tal de compensar a l'estiu els guanys tèrmics produïts per la radiació solar en emplaçaments situats en les classes de climes 1, 2 i 3, cal que els tancaments exteriors susceptibles de rebre insolació directa i definits en el quadre inferior prenguin alguna de les mesures següents, expressats en  $W/m^2 \text{ } ^\circ C$  ( $kcal/h \text{ } m^2 \text{ } ^\circ C$ ).

Classes de tancaments	Mesures a prendre
Part massissa de les cobertes	K $K_m \leq 0,46$ (0,40)
	C Protecció de sostre inferior amb una cambra d'aire permanentment ventilada a l'estiu
Part massissa dels tancaments de peces principals orientats a sud-oest ( $\pm 90^\circ$ ) exposats i sobreexposats, i que no tinguin cap obertura a sobre la mateixa peça	K $K_m \leq 0,81$ (0,70)
	C Cambra d'aire permanentment ventilada a l'estiu
	P Protecció amb un element independent que permeti circular l'aire entre el tancament i ell mateix
Obertures a la coberta i obertures sobreexposades o exposades orientades al sud-oest ( $\pm 90^\circ$ ), corresponents a peces principals	A Disposar d'aire condicionat
	S Millorar el factor solar S fins que sigui $\leq 35 \%$



## Comentaris i instruccions

1. La categoria climàtica d'un municipi pot estar determinada pel seu planejament urbanístic. Si no és així, és en funció de la comarca a la qual pertany, segons el quadre següent:

Alt Camp	A
Alt Empordà	B
Alt Penedès	B
Alt Urgell	D
Anoia	B
Bages	C
Baixa Cerdanya	D
Baix Camp	A
Baix Ebre	A
Baix Empordà (municipis no costaners)	B
Baix Empordà (municipis costaners)	A
Baix Llobregat (fora l'àmbit actual de la Corporació Metropolitana de Barcelona)	B
Baix Llobregat (dins l'àmbit actual de la Corporació Metropolitana de Barcelona)	A
Baix Penedès	A
Barcelonès	A
Berguedà	C
Conca de Barberà	B
Garraf	A
Garrigues	C
Garrotxa	C
Gironès	B
Maresme	A
Montsià	A
Noguera	C
Osona	C
Pallars Jussà	D
Pallars Sobirà	D
Priorat	B
Ribera d'Ebre	B
Ripollès	D
Segarra	C
Segrià	C
Selva (municipis no costaners)	B
Selva (municipis costaners)	A
Solsonès	C
Tarragonès	A
Terra Alta	B
Urgell	C
Vall D'Aran	D
Vallès Occidental	B
Vallès Oriental	B

2. La classificació climàtica de l'emplaçament pot estar determinada pel planejament urbanístic. Si no és així, la taula següent la determina en funció de l'altitud de l'emplaçament i la categoria climàtica del municipi:

	Altura en m sobre el nivell del mar				
	CC	0-200	200-500	500-800	>800
A	1	2	2	3	
B	2	2	3	3	
C	2	3	3	4	
D	3	3	4	4	

3. En aquesta pàgina s'expliciten els requeriments que ha de satisfer cada una de les unitats d'ocupació de l'edifici destinades a l'estada de persones que tinguin una activitat sedentària.

Es considera la unitat d'ocupació com l'espai delimitat per tancaments susceptibles d'un aprofitament independent i que pot estar format per una part o la totalitat d'un edifici. Es consideren unitats d'ocupació, un habitatge, una residència, etc.; però no s'hi consideren un local industrial, un magatzem, etc. A efectes del compliment d'aquesta Norma, els espais que no es destinen a activitats sedentàries es poden excloure de la unitat d'ocupació. En aquest cas els tancaments de separació entre la unitat d'ús final i els espais exclosos han de complir els requeriments propis dels tancaments interiors que delimiten una unitat d'ocupació. Els requeriments per satisfer seran en funció de la situació i configuració del mateix edifici. Es recomana que es recalquin els que siguin d'aplicació en els quadres dels requeriments 1, 2 i 3.

4. El coeficient mitjà de transmissió tèrmica  $K_m$  d'un tancament és la mitjana aritmètica ponderada dels seus coeficients de transmissió tèrmica  $K$ .

Quan bàsicament tot el tancament està format per una única solució constructiva es pot fer coincidir el  $K_m$  del tancament amb la  $K$  de l'esmentada solució. Es recomana considerar que un tancament està format per una solució constructiva única quan aquesta afecta, com a mínim, el 85 % de la seva superfície.

En aquells casos en què sigui precís calcular el  $K_m$  perquè el tancament estigui configurat per diverses solucions constructives, es pot fer ús del full adjunt de càlcul dels  $K_m$ .

5. Són tancaments exteriors aquells que delimiten la unitat d'ocupació amb l'espai obert exterior, a aquests efectes, qualsevol pati de superfície més gran d'1 m<sup>2</sup> es considera espai obert exterior, de la mateixa manera que les mitgeres descobertes. Són tancaments interiors els que delimiten les unitats d'ocupació amb altres espais tancats.

6. Els tancaments exteriors es classifiquen en tres tipus: sobreexposats, exposats i protegits.

Són sobreexposats:

a) Totes les cobertes.

b) En sòls no urbanitzats, tots els que no puguin classificar-se com a protegits.

c) En sòls urbanitzats, aquells que sobresurtin de l'alçada normal de l'edificació veïna. En general es recomana que es consideri com a sobreexposats tots aquells tancaments que no estiguin resguardats per edificacions veïnes com és el cas dels blocs molt aïllats o els fronts de les poblacions que limiten amb sol no urbanitzat.

Són protegits:

Els que delimiten les unitats d'ocupació amb patis de superfície menor de 36 m<sup>2</sup> i tancats pels quatre costats i per la base. En aquests patis s'exceptuen de la consideració de protegides les dues últimes plantes, llevat que el pati estigui cobert per alguna claraboia.

Són exposats:

Els que no poden classificar-se com a sobreexposats o protegits a més dels sostres que delimiten amb solucions de coberta permanentment ventilades.

7. El compliment d'aquest requeriment evita que en condicions normals (18° C i 75 % HR en l'ambient interior) existeixin ponts tèrmics susceptibles de donar lloc a l'aparició d'humitats de condensació.

8. El coeficient relatiu de transmissió tèrmica  $T_r$ , és una relació ponderada entre les pèrdues energètiques a través dels tancaments exteriors d'una unitat d'ocupació i la seva superfície útil interior. Aquest coeficient és indicatiu del grau d'aïllament general d'una unitat d'ocupació. El seu càlcul es pot realitzar a l'imprès adjunt.

9. S'entén que un tancament exterior és susceptible de rebre insolació directa quan resulta assolat per un sol situat al sud-oest i a una altura que formi un angle de 45° amb el pla horitzontal. No cal complir aquest requeriment 4 si hi ha algun element permanent del tipus edificació, muntanya, etc., que li faci ombra. La norma considera que els elements vegetals no fan ombra.

10. En aquest quadre s'han de relacionar, una per una, totes les unitats d'ocupació amb els indicatius utilitzats a la resta de la documentació del projecte amb les corresponents superfícies útils interiors i coeficients de transmissió tèrmica  $T_r$ .

# Compliment de la NRE-AT-87

Justificació del compliment del requeriment 1, 3 i 4 de la NRE-AT-87 en la/les unitat/s d'ocupació.

Edifici

Situació: Carrer, núm. \_\_\_\_\_ Zona, barri \_\_\_\_\_

Municipi \_\_\_\_\_ Comarca \_\_\_\_\_

Unitat o unitats d'ocupació

Senyalització <sup>(11)</sup> \_\_\_\_\_ Superfície útil S<sub>u</sub> \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup> <sup>(13)</sup>

Ús principal <sup>(12)</sup> \_\_\_\_\_

## 1. Justificació del compliment dels requeriments 1 i 4 i càlcul del $\sum S K_m \beta$

### 1.1. Tancaments exteriors

Tipus de tancament  <sup>(14)</sup>	Denominació del tancament  <sup>(15)</sup>	K <sub>m</sub> segons requeriment 1  <sup>(16)</sup>	Compliment requeriment 4 per a compensar guanys tèrmics a l'estiu					K <sub>m</sub> de projecte  <sup>(18)</sup>	Superfície S (m <sup>2</sup> ) de tancament	β	S·K <sub>m</sub> β
			<sup>(17)</sup> C	A	S	P	K <sub>m</sub>				
Sobre-exposats									1,3		
Exposats									1		
Protegits									0,74		
									Σ	<sup>(19)</sup>	

### 1.2. Tancaments interiors, part massissa

Denominació del tancament <sup>(15)</sup>	K <sub>m</sub> màxima segons el requeriment 1	K <sub>m</sub> de projecte	

## 2. Càlcul de la Tr de la unitat d'ocupació

$$T_r = \frac{\sum S_e K_m \beta^{(19)}}{S_u^{(13)}} = \frac{\boxed{\phantom{000000}}}{\boxed{\phantom{000000}}} \leq \boxed{\phantom{000000}} \quad (20)$$

Els valors dels K<sub>m</sub> estan expressats en W/m<sup>2</sup> °C  o en (kcal/h m<sup>2</sup> °C)

## Comentaris i instruccions

11. S'ha d'emplenar un full per a cada conjunt d'unitats d'ocupació de l'edifici que, a efectes de justificar el compliment dels requeriments de la NRE-AT-87, estan en les mateixes condicions i tenen les mateixes característiques. En aquest apartat s'han de relacionar tots els indicatius d'aquestes unitats d'ocupació que han de coincidir amb les que figurin a la resta de documentació del projecte.
12. S'ha d'indicar la superfície útil interior de la unitat o unitats d'ocupació. (vegeu nota 3)
13. S'ha d'indicar l'ús al qual estarà destinada aquesta unitat d'ocupació, per exemple, residencial, sanitari, docent, esportiu, etc.
14. S'ha de tenir present la classificació feta a la nota 6.
15. En els plànols del Projecte Bàsic cal fer denominacions que després es puguin utilitzar aquí, per exemple: tancament 1, tancament 2, etc. o façana nord, façana sud, etc.
16. Cal indicar aquells  $K_m$  que corresponguin segons el quadre del requeriment 1, en funció de la classe de clima, la situació, la classe i el tipus de tancament.
17. Si s'haguessin de prendre mesures per a l'aplicació del requeriment 4, cal indicar-les assenyalant amb una X la casella corresponent, excepte si s'opta pel sistema de millorar el  $K_m$  del tancament. En aquest cas caldrà indicar el valor màxim que ha de tenir.
18. Cal indicar en aquest apartat el valor del  $K_m$  del tancament segons el projecte, d'acord amb l'explicació de la nota 4. També cal comprovar que aquest valor és inferior a l'obligat pels requeriments 1 i 4.
19. Aquest resultat  $\sum S_e K_m \beta$  és necessari per al càlcul final del  $T_r$ .
20. Comparar el  $T_r$  obtingut pel càlcul amb el d'obligat compliment segons el quadre del requeriment 3. Aquest valor cal traslladar-lo al quadre resum dels  $T_r$  de l'edifici.

# Compliment de la NRE-AT-87

## Justificació dels valors dels $K_m$ utilitzats <sup>(21)</sup>

Denominació del tancament <sup>(22)</sup>	Identificació o descripció de les diferents solucions constructives que componen el tancament <sup>(23)</sup>	K <sup>(24)</sup>	Superfície <sup>(25)</sup>	S x K
			Σ	

$$K_m = \frac{\sum SK}{\sum S} = \boxed{\phantom{000}} = \boxed{\phantom{000}}$$

Denominació del tancament	Identificació o descripció de les diferents solucions constructives que componen el tancament	K	Superfície	S x K
			Σ	

$$K_m = \frac{\sum SK}{\sum S} = \boxed{\phantom{000}} = \boxed{\phantom{000}}$$

Denominació del tancament	Identificació o descripció de les diferents solucions constructives que componen el tancament	K	Superfície	S x K
			Σ	

$$K_m = \frac{\sum SK}{\sum S} = \boxed{\phantom{000}} = \boxed{\phantom{000}}$$

## Comentaris i instruccions

21. El coeficient mitjà de transmissió tèrmica K d'un tancament està definit per l'expressió següent:

$$\frac{\sum K_i S_i}{\sum S_i}$$

on  $K_i$ : Són els coeficients de transmissió tèrmica de les diferents solucions constructives que componen el tancament.

$S_i$ : Són les superfícies afectades per aquestes diferents solucions constructives.

22. En els plànols del Projecte Basic cal fer denominacions que després es puguin utilitzar aquí, per exemple: tancament 1, tancament 2, etc. o façana nord, façana sud, etc.

23. Cal relacionar les diferents solucions constructives utilitzades en el tancament fent referència als indicatius emprats en la documentació del projecte o fent-ne una descripció detallada.

24. Els coeficients de transmissió tèrmica aquí expressats poden ésser trets directament de les taules de l'annex 1, o de Resolucions del Director General d'Arquitectura i Habitatge que homologuin solucions constructives. Si les emprades en el projecte no estan recollides en els documents anteriors, el valor del coeficient K s'haurà de justificar, amb els càlculs o les proves adients, en la memòria del projecte.

25. S'indicarà la superfície de la part del tancament que té com a valor el coeficient K anterior.



**Institut de  
Tecnologia de la Construcció  
de Catalunya**

Wellington 19  
E-08018 Barcelona  
**tel.** 933 09 34 04  
**fax** 933 00 48 52  
**e-mail:** [comercial@itec.es](mailto:comercial@itec.es)  
**http://**[www.itec.es](http://www.itec.es)

