

**P**royectar con **creatividad**,  
cumpliendo las **exigencias**  
del nuevo **Código Técnico de la Edificación**

**P**rograma de cálculo  
según el nuevo **C.T.E.**



- Aislamiento a ruido aéreo: 32 dB
- Transmisión térmica  $U_H \leq 2,20 \text{ W/m}^2\text{°K}$
- Resistencia al viento: Clase C4
- Permeabilidad al aire: Clase 2
- Estanquidad al agua: Clase 7A
- Factor solar  $\leq 0,65$



Conozca el nuevo  
**mercado CE para ventanas**,  
un pasaporte obligatorio

**Deceuninck** es en la actualidad **número uno mundial** en la fabricación de sistemas de **carpintería en PVC** después de la adquisición de **Thyssen Polymer**. **Deceuninck** está especializado en la fabricación de composites, diseño, desarrollo, extrusión, acabados, inyección y reciclado de sistemas de PVC para la industria de la construcción. El grupo, está presente en 32 países con un total de 22 oficinas de producción y/o ventas, con un total de 2.900 trabajadores. **El grupo Deceuninck**, es propietario de Thyssen Polymer en Alemania, Ege Pen y Winsa en Turquía, Status en Inglaterra y Vinyl Building Products en Estados Unidos, además de las propias fábricas y filiales productoras y comercializadoras de los sistemas para ventanas y productos de construcción en PVC. Los sistemas de carpintería Deceuninck son fabricados con los perfiles de la más alta calidad, certificados por los más prestigiosos Organismos Europeos de Certificación y poseedor de la certificación de perfiles AENOR (Nº 003279).



**Deceuninck lidera la distribución mundial en la fabricación de sistemas de carpintería en PVC.**

Fundada en 1937 en Bélgica, **Deceuninck** introduce sus productos en España en 1984 con el establecimiento de un almacén y de una oficina de comercialización y venta, también para Portugal. El grupo, que está presente en 32 países inició su expansión en 1973 con la inauguración de su primera filial en Francia. Posteriormente, se expandiría al Reino Unido, Europa del Este y a América.

Entre la gama de productos para la fabricación de ventanas, se encuentran la serie **Zendow de 70mm**, la serie **AD/F** (con posibilidad de complementarla con perfiles clipables de aluminio exterior lacado con el RAL deseado), **Tecnocor >2**, **Monocor**, **Elevadora...**

Además de los sistemas de ventanas, **Deceuninck** comercializa **Cajones de Persiana de altas prestaciones térmico-acústicas**, **productos de Revestimiento exterior e interior** en PVC, sistemas de **vallas, barandillas, invernaderos, muros cortina**, etc.



# THYSSEN POLYMER

MIEMBRO DEL GRUPO DECEUNINCK



**Cajón de persiana térmico-acústico Protex, con mosquitero enrollable incorporado.**  
Valor  $U = 0,82 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{K}$  . Valor atenuación acústica  $R_w: 42 \text{ dB}$ .

Las ventanas de PVC **Deceuninck**, son posibles en diferentes sistemas: practicables, correderas, elevadoras, guillotinas... De la misma forma, **Deceuninck** dispone de la más amplia paleta de acabados y colores. El cliente puede elegir entre 13 colores foliados con acabados textura madera, además de 20 colores lacados con el sistema exclusivo de lacado en los centros de extrusión, denominado Decoroc®.

Todo el potencial de Productos y servicios del Grupo **Deceuninck**, es aprovechado en el mercado español y portugués para ofrecer a sus clientes el producto más idóneo según la zona o el tipo de mercado en que estos trabajan, ya sea para obra nueva, para renovación o para la distribución de ventanas a través de puntos especializados.

Gracias al rigor de los controles de calidad **Deceuninck** se ha ganado la aprobación de numerosos laboratorios e institutos oficiales, incluida la prestigiosa certificación ISO 9001. Esta certificación, dada sobre la producción, venta y distribución de perfiles de PVC de alta calidad y otras prestaciones asociadas a ellos, le confiere la mayor garantía del mercado. Además, los perfiles **Deceuninck** poseen varias certificaciones de producto AENOR.





**Sistemas del Grupo Deceuninck de Muro Cortina e Invernaderos.**



**Serie AD/F de 3 cámaras**



**Sistemas de Revestimiento y falso techo.**



**Sistemas de ventanas y puertas Zendow de 70 mm. de 3 o 5 cámaras.  
Prestaciones, estética, funcionalidad.**

## PROYECTAR CON DECEUNINCK DE ACUERDO A LOS CÓDIGOS TÉCNICOS

El nuevo **Código Técnico de la Edificación (CTE)** es una nueva normativa de obligado cumplimiento que sustituye a la antigua existente en esta materia. Es nuestra intención principal con este manual y programa, dar a conocer esta nueva reglamentación para ventanas y puertas de exterior, extraída en su mayor parte del nuevo Código Técnico.

Este manual explica el proceso de cálculo seguido para la obtención de los resultados técnicos exigibles en la ejecución de un proyecto arquitectónico. El programa está situado en nuestra web [www.deceuninck.es/cte.php](http://www.deceuninck.es/cte.php) así como en este CD de arquitectos. Únicamente introduciendo los datos de partida del proyecto en 10 sencillos pasos, obtendrá de forma automática el **"Pliego de condiciones Técnicas de la carpintería"**, que podrá adjuntar en su proyecto. Recuerde que estos son los requisitos mínimos de la nueva normativa de obligado cumplimiento para ventanas de exteriores, independientemente del material con que estas estén fabricadas.

Buena parte de los procesos de cálculo de este programa están basados en la metodología desarrollada en libro, "Manual de Producto Ventanas", desarrollado por ASEFAVE y editado por AENOR. Este manual recoge y clarifica la normativa del Código Técnico, así como la complementa con otra normativa específica de la carpintería de exteriores.

Queremos agradecer a **ASEFAVE** y **AENOR** por la cesión de parte del contenido recogido en este documento, lo que ha hecho posible la elaboración del programa de cálculo y del presente manual.

Además de dar a conocer lo que le exige la normativa para proyectar ventanas de exterior, este CD incluye todo lo necesario para que proyectar con **Deceuninck**, sea sencillo:

- Información sobre nuestros productos.
- Alzados de carpintería.
- Secciones en dwg y dxf para insertar en sus proyectos.
- Certificaciones de ensayos realizados en nuestros sistemas.
- Conexión con solicitud de presupuestos on-line en nuestra web.
- Cupón de solicitud del "Manual de la Ventana" e información adicional.
- Videos explicativos.

## REQUISITOS DEL PROYECTO ARQUITECTÓNICO

En los siguientes puntos se recogen cada uno de los pasos a seguir para la definición de las características exigidas por la normativa para su proyecto, según la zona del mismo, el entorno donde se encuentra situado el edificio, la altura de la ventana más alta, la colocación de esta ventana en el muro, etc.

Una vez introducidos estos datos, una pantalla le mostrará los requisitos mínimos de su carpintería según el nuevo C.T.E. Es decir el proyecto y su pliego de condiciones en lo referente a la carpintería quedarán definidos mediante los 11 puntos siguientes:

- 1 Cálculo y clasificación de las ventanas por su comportamiento frente a la acción del viento.
- 2 Resistencia a la nieve, cargas permanentes y de uso (apdo. 4.3 prEN 14351-1).
- 3 Reacción al fuego (apdo. 4.4 prEN 14351-1).
- 4 Estanquidad al agua (apdo. 4.5 prEN 14351-1).
- 5 Emisión de sustancias peligrosas (apdo. 4.6 prEN 14351-1).
- 6 Resistencia al impacto (apdo. 4.7 prEN 14351-1).
- 7 Mecanismos de seguridad para ventanas abisagradas y pivotantes (apdo. 4.8 prEN 14351-1).
- 8 Prestaciones acústicas: aislamiento al ruido aéreo (apdo. 4.9 prEN 14351-1).
- 9 Aislamiento térmico.
  - 9.1 Permeabilidad al aire (apdo. 4.14 prEN 14351-1).
  - 9.2 Transmitancia térmica (apdo. 4.12 prEN 14351-1).
  - 9.3 La condensación en las ventanas.
  - 9.4 Propiedades frente a la radiación solar (apdo. 4.13 prEN 14351-1).
- 10 Cálculo de la resistencia de la perfilera según la norma instrucción UNE 85-220.
- 11 Acristalamiento.

**Para obtener este informe, únicamente tiene que seguir 10 sencillos pasos indicados a continuación. Los puntos están indicados con un círculo a lo largo de este manual.**

### SU PROYECTO EN 10 SENCILLOS PASOS

- 1 Seleccione el municipio en que se encuentra situado su proyecto.
- 2 Indique el entorno del edificio y la situación de la fachada.
- 3 Clasificación al viento deseada de la ventana (A, B o C) en función de la deformación máxima admitida.
- 4 Indique si la ventana esta situada a haces interiores o exteriores.
- 5 Altura sobre el nivel del suelo de la ventana más alta del edificio y distancia vertical entre ventanas.
- 6 Orientación de las fachadas y % de huecos sobre la misma.
- 7 Transmitancia media de los muros de la fachada.
- 8 Uso de la vivienda: residencial o no residencial.
- 9 Medidas de la ventana a ensayar.
- 10 Dimensiones de vidrio máximas.

Los requisitos de las ventanas en el proyecto arquitectónico no pueden ser otros que los exigidos por la DPC (**Directiva de Productos de Construcción**), que se concretan en las siguientes características técnicas definidas en la norma de producto prEN 14351-1:

### REQUISITOS BÁSICOS Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS ARMONIZADAS

Requisito Básico	Característica Técnica Armonizada
S2	Reacción al fuego
S3	Mecanismos de seguridad para ventanas abisagradas y pivotantes
	Resistencia al impacto
	Resistencia a las acciones del viento, nieve y cargas permanentes
H1	Estanquidad al agua
	Emisión de sustancias peligrosas
H2	Aislamiento al ruido aéreo
H3	Permeabilidad al aire
	Resistencia térmica
	Propiedades frente a la radiación solar

Por tanto, las ventanas, cualquiera que sea la materia prima de sus perfiles y sistema de apertura, tienen características fundamentales que afectan a la satisfacción de los requisitos básicos de la edificación.

Las características de la ventana deberán establecerse en el proyecto especificando las prestaciones de **permeabilidad al aire, estanquidad al agua, resistencia al viento, aislamiento acústico, aislamiento térmico y durabilidad mecánica** en función de la normativa vigente y de las características del edificio, como son, entre otras, su ubicación, su situación dentro del mismo, su sistema de calefacción/refrigeración y de renovación de aire.

En los once puntos siguientes, se indican las diferentes especificaciones con sus correspondientes explicaciones normativas, necesarias para la correcta definición de un proyecto en la parte correspondiente a la carpintería de exteriores. En función de los datos de partida que usted introduzca, el programa le mostrará los requisitos normativos para ese proyecto. Para guiarle en la introducción de datos, hemos destacado con un recuadro en fondo azul, estas zonas de recogida de datos en nuestro programa.

Para comenzar con la introducción de datos, entre a través de este CD en:

**Menú de "Oficina Técnica" ----> "Cálculo requisitos del CTE"**

Y pulse **"COMENZAR"**.

Puede hacerlo también directamente a través del link de la Web.

[www.deceuninck.es/cte.php](http://www.deceuninck.es/cte.php)

En ambos casos, para ver los resultados tendrá que estar conectado a Internet.

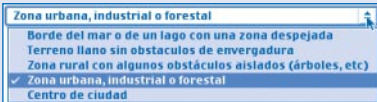
# 1 Cálculo y clasificación de las ventanas por su comportamiento frente a la acción del viento

1 Primeramente debe introducir la **localización del proyecto objeto de estudio**, ya que dependiendo de esta localización, el sistema le proporcionará la información necesaria para los cálculos, lo que le evitará el tener que realizar operaciones de una forma manual y tener que identificar su proyecto en cada uno de los siguientes mapas que se muestran al final de este manual en el anexo.

- Mapa de zona para el cálculo del valor básico de la velocidad del viento: A, B, ó C (Anexo mapa 1).
- Mapa de zona pluviométrica en la que se encuentra situado el proyecto: I, II, III, IV ó V. (Anexo mapa 2)
- Mapa de zona en la que se encuentra situado el proyecto para obtener la presión promedio de viento: F, G, H, I. (Anexo mapa 3)
- Mapa de zonas climáticas:
  - Zonas climáticas de invierno. (Anexo mapa 4)
  - Zonas climáticas de verano. (Anexo mapa 5)
  - Combinación invierno-verano de las doce zonas climáticas. (Anexo mapa 6)



2 Tendrá que seleccionar el **entorno del edificio** que más se asemeje a los indicados en la lista:



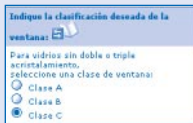
También debe seleccionar si la fachada objeto de estudio es una **fachada protegida o lateral** (que no recibe presiones de viento directas o tiene elementos que la protejan) o si por el contrario la fachada está **expuesta**.



Para establecer el comportamiento de la ventana frente a la acción del viento en las condiciones de exposición previstas en el proyecto arquitectónico **deben seguirse los criterios expuestos en el documento SE-AE del CTE**, en cuanto a la determinación de las presiones de cálculo para las distintas fachadas del edificio. **En las siguientes páginas, le extractamos las partes fundamentales de este documento.**

3 **Debe seleccionar la clasificación elegida para su ventana (A, B, ó C).**

Para acristalamiento con vidrio monolítico recocido, vidrio impreso, armado o no, vidrio templado, vidrio laminar o doble acristalado aislante, la condición crítica para el diseño suele ser la flecha diferencial relativa a la luz entre extremos. Dicho valor se establece en L/150, L/200 o L/300 (L es la longitud del elemento sometido a deformación) según la clasificación deseada A, B o C de la ventana en referencia a la flecha frontal relativa según norma EN 12210:1999.



La flecha frontal relativa recomendable en la carpintería no debe exceder de L/200 cuando la ventana se acristala con vidrio monolítico o laminado, y de L/300 para doble y triple acristalamiento.

Punto 4 continúa en página 17



## Le explicamos por qué:

La acción del viento sobre los edificios se transforma en esfuerzos de presión o depresión sobre la superficie acristalada que se transmiten a la fachada a través de los perfiles de las hojas y cercos de las ventanas.

El acristalamiento debe ser capaz de transmitir esta presión repartida en su superficie a los perfiles situados en los bordes, con una deformación inferior a la que se establezca como admisible. La norma europea UNE-EN 12207:2000 considera tres posibles valores de la rigidez, L/150, L/200 y L/300 de la luz.

Estos perfiles deben soportar los esfuerzos transmitidos en las siguientes condiciones:

- Deformación: el perfil más desfavorable de la ventana no debe experimentar deformaciones que impliquen flechas superiores a las admisibles.
- Funcionamiento correcto tras ciclos repetidos de presión / succión.
- Seguridad frente a una presión máxima instantánea.

Las clasificaciones de las ventanas de acuerdo con su comportamiento a la acción del viento en la vigente norma europea EN 12210 aparecen en la tabla siguiente.

**Clasificación de las ventanas según la UNE-EN 12210**

Clase	P1	P2 <sup>a)</sup>	P3
0	No ensayada	No ensayada	No ensayada
1	400	200	600
2	800	400	1200
3	1200	600	1800
4	1600	800	2400
5	2000	1000	3000
Exxxx <sup>b)</sup>	xxxx		

<sup>a)</sup> Esta presión se debe repetir 50 veces

<sup>b)</sup> Una muestra ensayada con una carga de viento superior a la Clase 5 se clasifica como Exxxx, donde xxxx es la presión de ensayo P1 (por ejemplo, 2 350, etc.).

Los ensayos que se realizan son:

**Ensayos según la UNE-EN 12211**

Presión	Ensayo	Medida
P1	Deformación	Flecha frontal relativa
P2	Ciclos de presión / succión	Funcionalidad
P3	Seguridad	Presión máxima admisible

Los niveles de flecha frontal relativa son:

**Clasificación de la flecha relativa frontal según la UNE-EN 12210**

Clase	Flecha frontal relativa
A	< L/150
B	< L/200
C	< L/300

y los criterios de aceptación son:

Requisitos para la clasificación según la UNE-EN 12210	
Presión	Criterio
P1	• Sin fallo visible a 1 metro.
P2	• Mantener funcionamiento correcto • Incremento de la permeabilidad al aire no mayor que el 20% de la permeabilidad máxima admisible para la clasificación previamente obtenida.
P3	• Sin separación de partes (se admiten defectos en los herrajes y agrietamiento o rotura de elementos del bastidor) • La muestra debe permanecer cerrada.

La Instrucción UNE 85-220 determina la deformación de los perfiles de la ventana mediante cálculo del perfil más desfavorable como simplemente apoyado en sus extremos sometido a la carga transmitida por el acristalamiento. El resultado obtenido está del lado de la seguridad. Con este mismo criterio está realizado nuestro programa de cálculo.

Extracto del C.T.E.

## Especificación de la resistencia al viento en el CTE (Documento SE-AE)

### SE-AE 3.3 Acciones climáticas

#### SE-AE 3.3.1 Viento

##### SE-AE 3.3.1.1 Generalidades

- 1.- La distribución y el valor de las presiones que ejerce el viento sobre un edificio y las fuerzas resultantes dependen de la forma y de las dimensiones del edificio, de las características y de la permeabilidad de su superficie, así como de la dirección, de la intensidad y de las ráfagas del viento.
- 4.- Las presiones debidas al viento se definen de la siguiente forma (una presión positiva representa una acción dirigida contra la superficie, figura 3.1):

$$q_e = c_p \cdot c_e \cdot c_d \cdot q_b \quad (3.3)$$

donde:

$c_p$  coeficiente de presión, interior o exterior, según 3.3.1.3

$c_d$  coeficiente estructural, según 3.3.1.3. Este coeficiente se empleará en los análisis globales del edificio

$c_e$  coeficiente de exposición, según 3.3.1.3

$q_b$  valor básico de la presión dinámica del viento según 3.3.1.2

Nota: El coeficiente estructural  $c_d$  no se emplea en el estudio de las ventanas, por lo que no aparece en este extracto.

##### SE-AE 3.3.1.2 Modelo

- 1.- Para el análisis global de la estructura sometida a la acción debida al viento, se evaluará la presión en las distintas zonas del edificio en función de los coeficientes de presión (interior y exterior),  $c_p$ . Las presiones interiores y exteriores deberán sumarse con el signo que corresponda.
- 3.- Para el análisis de elementos estructurales aislados y para los análisis locales de elementos de cerramiento o fijación, las presiones sobre cada elemento considerado, se deben determinar a partir de los coeficientes de presión. En este caso, no es necesario emplear el coeficiente estructural.

4.- Las estructuras de edificación se comprobarán bajo la acción del viento actuando en, al menos, dos direcciones ortogonales (las más desfavorables). Para cada dirección, se deberá considerar la acción en ambos sentidos.

5.- Los coeficientes de presión  $c_p$  y los coeficientes globales,  $c_{gr}$ , se consideran válidos para un viento que actúa en un ángulo de  $\pm 45^\circ$  respecto a la dirección considerada.

*Nota: el coeficiente global  $c_g$  no se emplea en el estudio de las ventanas, por lo que no aparece en este extracto.*

## **PRESIÓN DINÁMICA DEL VIENTO**

7.- El valor básico de la presión dinámica del viento puede determinarse a través de la expresión:

$$q_b = 1/2 \cdot \rho \cdot v_b^2 \quad (3.5)$$

$\rho$  densidad del aire

$v_b$  valor básico de la velocidad del viento

8.- La densidad del aire depende, entre otros factores, de la altitud y de la temperatura ambiental. A falta de datos más precisos, se podrá adoptar un valor de  $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$ .

9.- El valor básico de la velocidad del viento se obtendrá del mapa del Anexo E. También podrá determinarse a partir de datos experimentales, cuando se disponga de ellos, mediante el correspondiente tratamiento estadístico para obtener valores característicos correspondientes a un periodo de retorno de 50 años.

### **SE-AE 3.3.1.3 COEFICIENTES**

#### **Coefficientes de presión exterior**

1.- Los coeficientes de presión exterior dados en el Anexo D se toman en función del área del elemento o del área de asignación de carga, tanto de cerramiento o fijación como estructurales de la siguiente manera:

$c_{pe,10}$  para elementos con un área de influencia de al menos  $10 \text{ m}^2$  (típicamente elementos estructurales)

$c_{pe,1}$  para elementos con un área de influencia máxima de  $1 \text{ m}^2$  (paneles, fijaciones...)

$c_{pe,A}$  para elementos con un área de influencia  $1 \text{ m}^2 < A < 10 \text{ m}^2$ . Este coeficiente se determina según la expresión:

$$c_{pe,A} = c_{pe,1} + (c_{pe,10} - c_{pe,1}) \cdot \log_{10} A \quad (3.6)$$

#### **Coefficientes de presión interior**

4.- Los coeficientes de presión interior,  $c_{pi}$ , dependen del tamaño y de la distribución de los huecos en el cerramiento del edificio y se consideran iguales en todos los paramentos interiores del edificio. Cuando en al menos dos de los lados del edificio (fachadas o cubiertas) el área total de los huecos exceda el 30% del área total del lado considerado, la acción del viento se determina considerando la estructura como una marquesina o una pared libre (Anexo D).

5.- Una cara de un edificio se considera dominante cuando el área de las aberturas en la misma sea al menos el doble de las aberturas en las caras restantes del edificio.

6.- En un edificio con una cara dominante, el coeficiente de presión interior se tomará:

a) cuando el área de las aberturas en la cara dominante sea el doble del área de las aberturas en el resto de caras del edificio:

$$c_{pi} = 0,75 \cdot c_{pe} \quad (3.7)$$

b) cuando el área de las aberturas de la cara dominante sea el triple del área de las aberturas en el resto de las caras del edificio:

$$c_{pi} = 0,9 \cdot c_{pe} \quad (3.8)$$

c) para los casos con una proporción comprendida entre 2 y 3, el valor de  $c_{pi}$  se determinará mediante interpolación lineal

7.- Para edificios sin cara dominante (distribución uniforme de la permeabilidad), el coeficiente de presión interior  $c_{pi}$  se determinará a partir de la tabla 3.4. El coeficiente de abertura  $\mu$  se determinará de la siguiente manera:

$$\mu = A_{succ} / A_T \quad (3.9)$$

siendo:

$A_{succ}$  área de los huecos en las zonas de succión del edificio;

$A_T$  área total de huecos del edificio.

**Tabla 3.4. Coeficientes de presión interior para edificios con una distribución uniforme de la permeabilidad**

d/h	$\mu$											
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,95	1
$\leq 1$	0,70	0,70	0,56	0,42	0,28	0,14	-0,01	-0,15	-0,29	-0,43	-0,50	-0,50
$\leq 4$	0,50	0,50	0,40	0,30	0,20	0,10	0,00	-0,10	-0,20	-0,30	-0,30	-0,30

### Coeficiente de exposición

10.- El coeficiente de exposición tiene en cuenta los efectos de la rugosidad del terreno, de la topografía, de la altura sobre el terreno, así como de las turbulencias.

11.- El coeficiente de exposición  $c_e$ , para cada altura considerada, se podrá tomar de forma simplificada de la tabla 3.5, en función de la altura sobre el terreno  $z$ . En el Anexo D se encuentra información más detallada para la determinación del coeficiente  $c_e$ .

**Tabla 3.5. Coeficientes de exposición en función de la altura sobre el terreno  $z$**

z(m)	Tipo de terreno				
	I	II	III	IV	V
5	2,645	2,346	1,909	1,264	1,163
10	3,013	2,744	2,328	1,687	1,163
15	3,239	2,990	2,588	1,955	1,427
20	3,404	3,170	2,780	2,154	1,626
25	3,535	3,313	2,934	2,314	1,786
30	3,643	3,432	3,081	2,448	1,921
35	3,736	3,534	3,171	2,563	2,037
40	3,817	3,623	3,268	2,665	2,141
45	3,889	3,703	3,354	2,756	2,233
50	3,954	3,775	3,432	2,839	2,317
55	4,014	3,840	3,503	2,914	2,395
60	4,069	3,901	3,569	2,984	2,466
65	4,119	3,957	3,629	3,049	2,532
70	4,166	4,009	3,686	3,109	2,594
75	4,210	4,058	3,739	3,166	2,653

Terreno tipo I: Borde del mar o de un lago con una zona despejada (en la dirección del viento) de una extensión mínima de 5 km.

Terreno tipo II: Terreno llano sin obstáculos de envergadura.

Terreno tipo III: Zona rural con algunos obstáculos aislados tales como árboles o construcciones de pequeñas dimensiones.

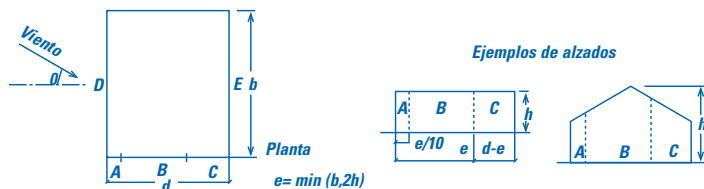
Terreno tipo IV: Zona urbana, industrial o forestal.

Terreno tipo V: Centros de ciudad.

## SE-AE ANEXO D. COEFICIENTES RELATIVOS A LA ACCIÓN DEL VIENTO.

### SE-AE D.1 COEFICIENTES DE PRESIÓN EXTERIOR Y COEFICIENTES GLOBALES

#### SE-AE Tabla D.1 Paramentos verticales.



#### Coeficientes de presión exterior para $-45^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$

h/d	$C_{pe,10}$					$C_{pe,1}$				
	superficie de aplicación					superficie de aplicación				
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
5	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,7	-1,4	-1,1	-0,5	1	-0,7
1	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,5	-1,4	-1,1	-0,5	1	-0,5
$\leq 0,25$	-1,2	-0,8	-0,5	0,7	-0,3	-1,4	-1,1	-0,5	1	-0,3

Notas:

- Para valores intermedios de h/d, los coeficientes se podrán determinar mediante interpolación lineal.
- Los valores indicados son válidos para parámetros verticales de edificios con cubiertas planas o inclinadas.
- Los edificios con h/d > 5 se podrán asimilar, a efectos de la determinación de los coeficientes de fuerza, a cilindros o torres con distintas secciones.

#### SE-AE D.2. Determinación del coeficiente de exposición.

1.- El coeficiente de exposición, para una altura z, se determinará a partir de la expresión (D.1):

$$c_e(z) = c_r^2(z) \cdot 1 + \left[ \frac{7 k_T}{c_r(z)} \right]$$

donde:

- $c_r$  coeficiente de rugosidad según la relación (D.2)
- $k_T$  factor del terreno según la tabla D.12
- $z$  altura de referencia

2.- El coeficiente de rugosidad tiene en cuenta la variación de la velocidad media del viento en el emplazamiento de la estructura, en función de la altura sobre el terreno y de la rugosidad de este:

- para  $z_{min} \leq z < 200$  m:

$$c_r(z) = k_T \cdot \ln \left[ \frac{z}{z_0} \right]$$

- para  $z < z_{min}$ :

$$c_r(z) = c_r(z_{min})$$

donde:

- $z_0$  medida de la rugosidad del terreno según la tabla D.12
- $z_{min}$  altura mínima según la tabla D.12

**Tabla D.12 Descripción de las categorías del terreno y definición de los parámetros correspondientes**

Categoría del terreno		$k_T$	$z_0$ (m)	$z_{min}$ (m)
I	Borde del mar o de un lago con una zona despejada (en la dirección del viento) de una extensión mínima de 5 Km	0,15	0,003	1
II	Terreno llano sin obstáculos de embergadura	0,17	0,01	1
III	Zona rural con algunos obstáculos aislados tales como árboles o construcciones de pequeñas dimensiones	0,19	0,05	2
IV	Zona urbana, industrial o forestal	0,22	0,3	5
V	Centros de grandes ciudades con profusión de edificios en altura	0,24	1	10

## SE-AE ANEXO E. MAPAS RELATIVOS A LAS ACCIONES CLIMÁTICAS

### SE-AE E.1 Viento (ver anexo Mapa 1. Zona para el cálculo del valor básico de la presión de viento)

#### Estudio de la resistencia al viento necesaria para las ventanas en función de las zonas de viento.

##### 1.- Presión de cálculo $q_e$

Según la expresión 3.3 del documento SE-AE:

$$q_e = c_p \cdot c_e \cdot c_d \cdot q_b \quad (3.3)$$

##### • Presión básica:

$$q_b = 1/2 \cdot \rho \cdot v_b^2$$

Para las distintas zonas, la presión básica resulta:

Presión básica del viento		
Zona del Mapa de isotacas	Velocidad m/s	presión básica $q_b$ Pa
A	26	422,5
B	27	455,6
C	29	525,6

##### • Coeficiente estructural $c_d$

Para el análisis de elementos estructurales aislados y para los análisis locales de elementos de cerramiento o fijación no es necesario emplear el coeficiente estructural ( $c_d = 1$ ).

##### • Coeficiente de presión $c_p$ , interior o exterior, según 3.3.1.3 del documento SE-AE:

- Coeficiente de presión exterior  $c_{pe}$

Su valor depende de la orientación respecto al viento de cada fachada y, para los estudios de elementos de cerramiento, de la superficie del elemento.

Tomando como superficie característica de un cerramiento  $A = 3 \text{ m}^2$  y con  $1 \leq h/d \leq 5$ , el valor de  $c_{pe,3}$  es:

- Para la fachada D (figura de la Tabla D.1 del documento SE-AE):

$$c_{pe,3} = c_{pe,1} + (c_{pe,10} - c_{pe,1}) \cdot \log_{10} 3 = 1 + (0,8 - 1) \times 0,4771 = 0,9$$

- Para la fachada A (figura de la Tabla D.1 del documento SE-AE):

$$c_{pe,3} = c_{pe,1} + (c_{pe,10} - c_{pe,1}) \cdot \log_{10} 3 = -1,4 + (-1,2 - (-1,4)) \times 0,4771 = -1,3$$

- Coeficiente de presión interior  $c_{pi}$

Depende de la existencia de caras dominantes, de la esbeltez del edificio, etc. Para la fachada D la condición más desfavorable es que la presión interior sea negativa (succión) por lo que para este estudio se adopta el valor  $c_{pi} = -0,5$  para todas las fachadas.

La combinación de  $c_{pe}$  y  $c_{pi}$  proporciona un valor total de:

- Para la fachada D (figura de la Tabla D.1 del documento SE-AE):

$$c_p = c_{pe} - c_{pi} = 0,9 - (-0,5) = 1,4$$

- Para la fachada A (figura de la Tabla D.1 del documento SE-AE):

$$c_p = c_{pe} - c_{pi} = -1,3 - (-0,5) = -0,8$$

- **Coeficiente de exposición  $c_e$**

Se emplean los valores de la tabla 3.5 de acuerdo con el apartado 3.3.1.3 del documento DB-SE

La siguiente tabla muestra los valores de la presión de cálculo ( $q_e$ ) para las fachadas D (expuesta) y A (lateral) en función de la altura sobre el suelo H, el tipo de terreno y la zona del mapa de isotacas:

PRESIONES DE CÁLCULO PARA CERRAMIENTOS							
Terreno	H	FACHADA EXPUESTA "D"			FACHADA LATERAL "A"		
		Zona del mapa de isotacas			Zona del mapa de isotacas		
		A	B	C	A	B	C
		Presión de cálculo $q_e$ (Pa)			Presión de cálculo $q_e$ (Pa)		
V	10	688	742	856	-393	-424	-489
	20	962	1037	1197	-550	-593	-684
	30	1136	1225	1414	-649	-700	-808
	40	1266	1366	1576	-724	-780	-900
	50	1371	1478	1705	-783	-845	-974
IV	10	998	1076	1241	-570	-615	-709
	20	1274	1374	1585	-728	-785	-906
	30	1448	1562	1801	-827	-892	-1029
	40	1576	1700	1961	-901	-971	-1121
	50	1679	1811	2089	-960	-1035	-1194
III	10	1377	1485	1713	-787	-849	-979
	20	1644	1773	2046	-940	-1013	-1169
	30	1811	1953	2253	-1035	-1116	-1287
	40	1933	2085	2405	-1105	-1191	-1374
	50	2030	2189	2526	-1160	-1251	-1443
II	10	1623	1750	2019	-927	-1000	-1154
	20	1875	2022	2333	-1071	-1155	-1333
	30	2030	2189	2526	-1160	-1251	-1443
	40	2143	2311	2666	-1225	-1321	-1523
	50	2233	2408	2778	-1276	-1376	-1587
I	10	1782	1922	2217	-1018	-1098	-1267
	20	2013	2171	2505	-1151	-1241	-1431
	30	2155	2324	2681	-1231	-1328	-1532
	40	2258	2435	2809	-1290	-1391	-1605
	50	2339	2522	2910	-1336	-1441	-1663

Para la fachada A (fachada lateral) los valores son negativos por estar sometida a succión.

El siguiente paso consiste en determinar la prestación de la resistencia al viento de la ventana partiendo de las presiones de cálculo obtenidas. Esto se consigue relacionando la presión de cálculo  $q_e$  con la presión de ensayo P1 (ensayo de deformación) de la norma UNE-EN 12210.

Por tanto, se asignarán las clases de acuerdo con la siguiente tabla:

CRITERIO DE ASIGNACIÓN DE CLASES						
Presión de cálculo $q_e$	$q_e \leq 400$	$400 < q_e \leq 800$	$800 < q_e \leq 1200$	$1200 < q_e \leq 1600$	$1600 < q_e \leq 2000$	$q_e > 2000$
Clase de la ventana	Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase 4	Clase 5	Exxxx



Tabla de clases de resistencia al viento para la fachada "D" (expuesta) y la fachada "A" (lateral)

CLASES DE RESISTENCIA AL VIENTO PARA VENTANAS							
Terreno	H	FACHADA EXPUESTA "D"			FACHADA LATERAL "A"		
		Zona del mapa de isotacas			Zona del mapa de isotacas		
		A	B	C	A	B	C
		Clase según UNE-EN 12210			Clase según UNE-EN 12210		
V	10	2	2	3	1	2	2
	20	3	3	3	2	2	2
	30	3	4	4	2	2	3
	40	4	4	4	2	2	3
	50	4	4	5	2	3	3
IV	10	3	3	4	2	2	2
	20	4	4	4	2	2	3
	30	4	4	5	3	3	3
	40	4	5	5	3	3	3
	50	5	5	Exxxx	3	3	3
III	10	4	4	5	2	3	3
	20	5	5	Exxxx	3	3	3
	30	5	5	Exxxx	3	3	4
	40	5	Exxxx	Exxxx	3	3	4
	50	Exxxx	Exxxx	Exxxx	3	4	4
II	10	5	5	Exxxx	3	3	3
	20	5	Exxxx	Exxxx	3	3	4
	30	Exxxx	Exxxx	Exxxx	3	4	4
	40	Exxxx	Exxxx	Exxxx	4	4	4
	50	Exxxx	Exxxx	Exxxx	4	4	4
I	10	5	5	Exxxx	3	3	4
	20	Exxxx	Exxxx	Exxxx	3	4	4
	30	Exxxx	Exxxx	Exxxx	4	4	4
	40	Exxxx	Exxxx	Exxxx	4	4	5
	50	Exxxx	Exxxx	Exxxx	4	4	5

Los valores Exxxx representan la clasificación de las ventanas ensayadas con una carga de viento superior a la Clase 5, donde xxxx es la presión P1 real del ensayo. En cada caso donde figure el valor Exxxx debe considerarse que la presión P1 del ensayo debe ser mayor o igual a la presión de cálculo  $q_e$ .

#### RECOMENDACIONES SOBRE EL COMPORTAMIENTO DE LAS VENTANAS FRENTE A LA ACCIÓN DEL VIENTO

- 1) El comportamiento de la ventana frente a la acción del viento es fundamental para satisfacer el requisito básico de seguridad de la L.O.E. relativo a la seguridad de utilización.
- 2) En cualquier caso debe tenerse en cuenta que tanto las Normas Básicas como el Eurocódigo 1 y el CTE se refieren a acciones globales sobre la edificación para el cálculo de la estructura sustentante del edificio. En situaciones especiales, como son las ventanas en edificios de gran altura próximas a los bordes de la fachada, los esfuerzos pueden ser muy superiores y precisarían un estudio específico. Igualmente, en zonas próximas a escarpaduras, orillas de lagos o del mar, en laderas de fuerte inclinación, en el interior de valles profundos y angostos, en desfiladeros, la velocidad del viento en las direcciones predominantes puede multiplicarse por un factor de hasta 1,5 y consecuentemente, la presión puede aumentar hasta 2,25 veces la considerada conforme a los valores antes citados. En esos casos el proyectista adoptará un valor prudente de coeficiente corrector.

## 2 Resistencia a la nieve, cargas permanentes y de uso (Apdo. 4.3 prEN 14351-1)

Este apartado se aplica solo a las ventanas de tejado y es exigible su cálculo para soportar las acciones correspondientes calculadas de acuerdo con la NBE-AE, el Eurocódigo 1 y el CTE.

El proyecto de norma europea de producto precisa que la capacidad para soportar cargas del relleno de vidrio (panel sencillo o unidades aislantes) deberá ser calculada de acuerdo con los prEN 13474-1, prEN 13474-2 y prEN 13474-3.

La capacidad para soportar las cargas que se requieran para cada caso deberá ser expresada en  $N/m^2$  perpendicularmente al material de relleno.

*Nota: Para materiales de relleno distintos del vidrio pueden ser utilizados métodos de cálculo conocidos, así como métodos de ensayo específicos para materiales.*

## 3 Reacción al fuego (Apdo. 4.4 prEN 14351-1)

Las ventanas y puertas exteriores peatonales deberán ser ensayadas y clasificadas de acuerdo con la norma europea EN 13501-1:2002.

## 4 Estanquidad al agua (Apdo.4.5 prEN 14351-1)

- 4 Debe indicar si la ventana está instalada a **haces interiores** o a **haces exteriores**, ya que de esto, además de la distancia vertical entre ventanas  $H$ , y de la zona según el mapa pluviométrico (ver anexo Mapa 2) dependerá la clasificación necesaria de la ventana según su estanquidad al agua.

Introduzca también la **distancia vertical entre dos ventanas** consecutivas de la fachada.

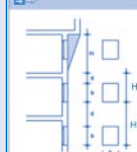
Indique si la ventana está instalada a:



Haces interiores

Haces exteriores

Indique la separación entre ventanas



H menor o igual a 3 m.

H superior a 3 m. y menor de 5 m.

- 5 A continuación tendrá que introducir la **altura en metros** de la ventana objeto de estudio sobre el nivel del suelo. La altura  $h$  a introducir para el estudio es la de la ventana situada en la cota más alta, por ser esta la más desfavorable, debido a que la ventana más alta es la que está sometida a presiones de viento más altas. Los resultados obtenidos para la ventana situada en la cota más alta, son aplicables al resto de las ventanas de iguales características en cotas inferiores.

Introduzca la altura en metros sobre el nivel del suelo a la que está situada la ventana objeto de estudio.



Punto 6 continúa en página 33

## Le explicamos por qué:

La estanquidad al agua es la capacidad de una ventana cerrada de oponerse a las infiltraciones de agua, entendida esta como la penetración continua o intermitente de agua en contacto con elementos de construcción no previstos para ser mojados. Esta definición permite la presencia de agua en los carriles inferiores de las ventanas de corredera siempre que el borboteo que se produce no salpique otros elementos interiores.

Las ventanas se someten a un rociado de agua establecido en la norma de ensayo correspondiente, se aumenta la presión del aire sobre la ventana y se comprueba la ausencia de infiltraciones en cada escalón de presión.

La clasificación de las ventanas por su estanquidad al agua se determina en función del escalón de presión en el que se produce la infiltración de agua: La siguiente tabla proporciona los criterios de clasificación de la norma europea UNE-EN 12208.

CLASIFICACIÓN DE LAS VENTANAS POR SU ESTANQUIDAD AL AGUA			
Presión de ensayo	Clasificación		Especificaciones
	Método de ensayo A	Método de ensayo B	
–	0	0	sin requisito
0	1 A	1 B	Rociado de agua durante 15 min
50	2 A	2 B	Como clase 1 + 5 min
100	3 A	3 B	Como clase 2 + 5 min
150	4 A	4 B	Como clase 3 + 5 min
200	5 A	5 B	Como clase 4 + 5 min
250	6 A	6 B	Como clase 5 + 5 min
300	7 A	7 B	Como clase 6 + 5 min
450	8 A	–	Como clase 7 + 5 min
600	9 A	–	Como clase 8 + 5 min
> 600	Exxx	–	Por encima de 600 Pa en escalones de 150 Pa, la duración de cada escalón será 5 min

*Nota - El método A es apropiado para productos que estén totalmente expuestos  
El método B es apropiado para productos que estén parcialmente protegidos  
a) Después de 15 min a presión cero y después de 5 min. en los escalones siguientes  
Fuente: Norma UNE-EN 12208*

### a) Elección de la ventana por su estanquidad al agua

La normativa vigente no establece unos requisitos mínimos para la estanquidad al agua de las ventanas. La Instrucción UNE 85-220 proporciona los criterios de la tabla siguiente para decidir la estanquidad al agua recomendable para cada ventana en **función de la clasificación necesaria por resistencia al viento, de las precipitaciones medias de anuales del emplazamiento (mapa de zonas pluviométricas), de la altura entre ventanas (H) y de su posición en la sección del cerramiento.**

**Las carpinterías protegidas por aleros o elementos salientes de longitud mayor que 1/3 de su distancia al alféizar de la ventana, pueden considerarse como protegidas y sin problemas de estanquidad.**

Asimismo, las que estén sometidas a una presión característica de viento menor de 200 Pa y en zonas IV y V, tampoco tienen que estudiarse desde el punto de vista de la estanquidad. (Ver Anexo mapa 2)

## CLASE DE LA VENTANA SEGÚN EL GRADO DE ESTANQUIDAD

Zona según el Mapa 2 pluviométrico	Altura H entre ventanas	Haces de ventana	Clase de ventana necesaria por resistencia al viento			
			C2	C3	C4	C5
IV y V	$H \leq 5$ m	Exteriores	–	4 A	4 A	7 A
	$H \leq 3$ m	Exteriores	–	4 A	4 A	7 A
I, II y III	$3 \text{ m} < H \leq 5$ m	Interiores	4 A	7 A	7 A	9 A
		Exteriores	7 A	7 A	9 A	E750

### NOTAS

1 El signo – significa que la estanquidad al agua no es relevante para la elección de la carpintería.

2 En los casos más favorables, como altura H claramente inferior a 3 m en zonas IV y V y haces interiores, puede reducirse hasta un grado la estanquidad necesaria.

3 Los relativamente bajos valores de la tabla se deben a que el caudal de ensayo para clasificar la ventana es muy superior al que se desprende de los datos pluviométricos disponibles.

Fuente: Norma UNE-EN12208

## 5 Emisión de sustancias peligrosas (Apdo. 4.6 prEN 14351-1)

El fabricante evaluará en el producto los materiales que son susceptibles de emitir o migrar durante el uso normal previsto y para los que la emisión o migración en el ambiente es potencialmente peligrosa para la higiene, la salud o el medio ambiente. El fabricante establecerá y hará la declaración apropiada del contenido de acuerdo con los requisitos legales en el momento de la comercialización de las ventanas.

## 6 Resistencia al impacto (Apdo. 4.7 prEN 14351-1)

No es exigible por el momento.

La norma europea antes citada establece que las ventanas y puertas peatonales exteriores acopladas con vidrio u otro material fragmentario deberán ser ensayadas y los resultados deberán ser expresados de acuerdo con el prEN 13049. Si es relevante, el ensayo se llevará a cabo en ambos lados.

## 7 Mecanismos de seguridad para ventanas abisagradas y pivotantes (Apdo. 4.8 prEN 14351-1)

No existe ninguna exigencia en España.

El proyecto de norma europea de producto para ventanas y puertas exteriores peatonales prevé que los dispositivos de seguridad (por ejemplo, retenedores y sujeciones reversibles, restrictores y dispositivos de fijación para limpieza), si son suministrados y montados de acuerdo con las instrucciones publicadas por el fabricante, deberán ser capaces de sostener el marco en su sitio durante 60 s cuando se aplican 350 N sobre el marco de la forma más desfavorable (posición, dirección). El umbral de resistencia deberá ser demostrado por medio de ensayos llevados a cabo de acuerdo con la norma UNE-EN 948 (Método de referencia) o por cálculo.

## 8 Prestaciones acústicas: aislamiento al ruido aéreo (Apdo. 4.9 prEN 14351-1)

Terminología:

**Aislamiento acústico:** prestación o característica de determinados elementos constructivos que proporciona una reducción de los niveles de ruido entre los recintos que separa.

**Fachada:** a efectos de aislamiento acústico frente al exterior de un recinto, se entiende por fachada el conjunto del cerramiento del edificio visto desde el propio recinto, partes ciegas, acristaladas practicables o no incluidas y la parte de la cubierta que no sea la correspondiente a la última planta.

**Recinto habitable:** a efectos de condiciones acústicas, aquellos recintos en los que sus usuarios puedan realizar actividades de forma permanente.

**Ruido aéreo:** es el formado por aquellas fuentes que generan el sonido directamente en el aire o bien los que han sido transmitidos al mismo por los elementos de los edificios. El índice de atenuación acústica  $R_w$  (C;  $C_{tr}$ ) debe ser determinado de acuerdo con la norma EN ISO 140-3 (método de referencia) o, como alternativa, el aislamiento acústico de ventanas sencillas (véase figura 6.5) con unidades de vidrio aislante puede ser determinado utilizando valores tabulados (véase el apartado C.3 del prEN 14351-1).

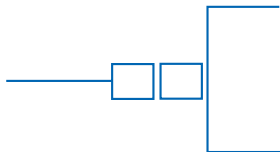


Figura 6.5 Esquema de ventana sencilla según el prEN 12519:2003

Los resultados deben ser expresados de acuerdo con la norma europea EN ISO 717-1:1996. Los valores de aislamiento acústico de ventanas  $R_w \geq 40$  dB o  $R_w + C_{tr} \geq 36$  dB deben ser determinados por ensayo.

En el anexo B del prEN 14351-1 figura un método para atribuir un valor del aislamiento acústico de ventanas sencillas con unidades de vidrio aislante utilizando valores tabulados.

Los ensayos acústicos se realizan actualmente de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 140-3 y los resultados se expresan de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 717-1, proporcionando el índice ponderado de reducción sonora,  $R_w$  (C;  $C_{tr}$ ), expresado en dB. Si no se dispone del valor del índice de aislamiento a ruido aéreo,  $R_A$ , que es el especificado por la NBE-CA, debe emplearse el valor corregido del índice ponderado de reducción sonora ( $R_w + C$ ).

Respecto al acristalamiento, es conveniente recordar que, en general, el aislamiento acústico se ve más reforzado cuanto mayor sea la masa de vidrio y su comportamiento dependerá de su configuración en mono-lítico, doble acristalamiento, vidrio laminar o vidrios acústicos.

### Requisitos en el proyecto

Las paredes que separan un recinto habitable del exterior del edificio deben tener las características que le proporcionen un aislamiento acústico al ruido aéreo adecuado.

No se puede olvidar que la ventana forma parte de una fachada y el aislamiento de un recinto interior depende del aislamiento de la parte ciega y de la ventana.

La NBE-CA define este aislamiento como el aislamiento global de la fachada para el que exige un valor mínimo de **30 dBA**. El C.T.E. establece tres niveles de aislamiento acústico para las fachadas, en función del ruido predominante en el exterior:

- **Ruido de tráfico: 30 dBA.**
- **Tráfico ferroviario o estaciones ferroviarias: 32 dBA.**
- **Ruido de aeronaves: 35 dBA.**

Es necesario consultar la normativa autonómica o local en materia acústica para determinar las exigencias de la carpintería a este respecto, pudiendo ser mayores estos requerimientos que los de la actual NBE-CA o el CTE.

La relación entre el área de las ventanas y la de la fachada es decisiva a la hora de mantener la prestación de aislamiento acústico global de la fachada. El aislamiento de una fachada es, como máximo, 10 dBA mayor que el del elemento constructivo más débil desde el punto de vista acústico, por lo que será necesario aumentar el aislamiento de las ventanas frente al de las partes ciegas para mejorar el comportamiento acústico de fachada.

La siguiente tabla ilustra, como ejemplo de lo anterior, el valor mínimo del aislamiento acústico de las ventanas necesario para conseguir el aislamiento acústico global especificado en el CTE para cada situación de ruido exterior:

### AISLAMIENTO ACÚSTICO DE LAS VENTANAS SEGÚN CTE

Tipo de ruido	Índice	Relación S/Sv							
		<3		3		3<S/Sv<6		≥6	
		Huecos	Parte ciega	Huecos	Parte ciega	Huecos	Parte ciega	Huecos	Parte ciega
Automóviles	R <sub>Atr</sub>	30	40	28	38	27	37	26	36
Tráfico ferroviario y estaciones ferroviarias	R <sub>A</sub>	32	42	30	40	29	39	28	38
Aeronaves	R <sub>Atr</sub>	35	45	33	43	32	42	31	41

La expresión analítica empleada para determinar el aislamiento acústico de las ventanas en función del aislamiento global de la fachada y de las superficies respectivas de las ventanas y de la parte ciega es la siguiente:

$$A_v = 10 \cdot \log \left| \frac{S_v}{\frac{S_v + S_c}{10^{A_g/10}} + \frac{S_c}{10^{A_c/10}}} \right|$$

donde:

A<sub>v</sub> aislamiento acústico de las ventanas

A<sub>g</sub> aislamiento acústico global de la fachada

A<sub>c</sub> aislamiento acústico de la parte ciega

S<sub>v</sub> superficie (porcentual) ocupada por las ventanas

S<sub>c</sub> superficie (porcentual) ocupada por la parte ciega (S<sub>v</sub>+S<sub>c</sub>= 100)

S superficie total (S = S<sub>v</sub>+S<sub>c</sub>)

NOTAS:

log es el logaritmo decimal.

Es importante tener en cuenta que la ejecución material y la instalación del cerramiento tienen una gran incidencia sobre las características acústicas teóricas de los cerramientos acristalados, pudiendo reducir fuertemente sus prestaciones reales. En la valoración del aislamiento acústico proporcionado por las puertas y ventanas, debe tenerse en cuenta el sistema completo: marco, contramarco, acristalamiento, caja de persiana, etc.

El aislamiento de la ventana al ruido aéreo es fundamental para satisfacer el requisito básico de habitabilidad de la LOE.

## 9 Aislamiento térmico

Para limitar la demanda energética del edificio, la NBE-CT y el C.T.E. contemplan cuatro prestaciones de las ventanas:

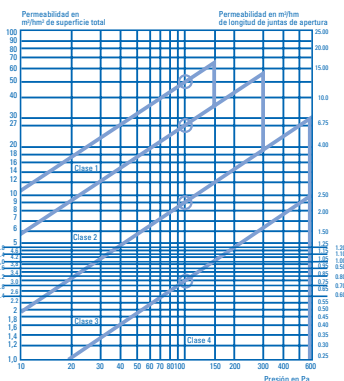
### 9.1 Permeabilidad al aire (Apdo. 4.14 prEN 14351-1)

La permeabilidad al aire es la propiedad de una ventana cerrada de dejar pasar aire cuando se encuentra sometida a una presión diferencial. Se mide por el caudal ( $\text{m}^3/\text{h}$ ) de aire que atraviesa la ventana para distintas presiones de aire. La clasificación de las ventanas se basa en una comparación de la permeabilidad al aire de la muestra de ensayo por referencia a la superficie total, y su permeabilidad al aire por referencia a la longitud de la junta de apertura. Las clasificaciones de la norma europea UNE-EN 12207 son las siguientes:

Clase	Presión máxima de ensayo (Pa)	Permeabilidad al aire de referencia a 100 Pa	
		Por superficie total ( $\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$ )	Por longitud de juntas ( $\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{m}$ )
0	-	No ensayada	
1	150	50	12,50
2	300	27	6,75
3	600	9	2,25
4	600	3	0,75

Fuente: Norma Europea UNE-EN 12207

Gráficamente, la permeabilidad se representa por la curva característica  $Q=m\cdot\Delta P^{2/3}$ , que en una gráfica doblemente logarítmica donde están definidas las "áreas" de clasificación en el siguiente gráfico.



### 9.1.1 Exigencia normativa

Para establecer la permeabilidad al aire mínima exigible a cada una de las ventanas del edificio, CTE establece que la permeabilidad al aire de las carpinterías, medida con una sobrepresión de 100 Pa y referida a la superficie total, tendrá unos valores inferiores a los siguientes:

- Para las zonas climáticas A y B:  $50 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2$ ; esto significa que las ventanas deben ser de clase 1 como mínimo.
- Para las zonas climáticas C, D y E:  $27 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2$ ; esto significa que las ventanas deben ser de clase 2 como mínimo.

Se establecen 12 zonas climáticas identificadas mediante una letra, correspondiente a la división de invierno, y un número, correspondiente a la división de verano. La zona climática de cualquier localidad se podrá obtener de la tabla de Zonas Climática, 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.

Resaltamos que la zona climática viene definida no sólo por la **Provincia** en al que se encuentra situado el edificio, sino también por la **altitud de municipio correspondiente**.

ZONAS CLIMÁTICAS EN EL CTE							
Provincia	Capital	Altitud 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	20	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
La Coruña	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	135	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	510	C3	D2	D1	E1	E1
León	E1	823	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	667	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
Orense	C2	127	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
Las Palmas G.C.	A3	11	A3	A3	A3	B3	B3
Pamplona	D1	456	E1	E1	E1	E1	E1
Pontevedra	C1	19	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

Fuente: CTE



## 9.1.2. Elección de la ventana por su permeabilidad al aire.

El siguiente criterio tiene en cuenta la altura y situación de la ventana en el edificio y el entorno del mismo. (Ver Anexo mapa 3)

### CLASE DE PERMEABILIDAD DE LA VENTANA

Entorno del edificio. Altura de la ventana sobre el suelo (m)	Zona climática (división de invierno)	Situación de la ventana					
		En fachada protegida			En fachada expuesta		
		Zona según Mapa 3 (Presión promedio)					
		F y G	H	I	F y G	H	I
Centro de grandes ciudades. 3 a 50	A y B	1	1	2	1	1	2
	C, D y E	2	2	2	2	2	3
Zonas urbanas. 3 a 50	A y B	1	1	1	1	2	2
Zonas rurales. 3 a 30	C, D y E	2	2	2	2	2	3
Terrenos abiertos sin obstáculos. 3 a 50	A y B	1	2	2	1	2	2
	C, D y E	2	2	2	2	3	3

### RECOMENDACIONES SOBRE LA PERMEABILIDAD AL AIRE DE LAS VENTANAS

- 1) La renovación de aire de los recintos interiores del edificio es básica para el confort y salubridad y, puede confiarse parcialmente a la permeabilidad al aire de las ventanas. Sin embargo, para permeabilidades al aire inferiores a  $9 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$  (clase 3) debe preverse un sistema de renovación de aire independiente de las ventanas.
- 2) Cuando se coloquen ventanas con clases 3 o 4 se debe informar a los usuarios de las necesidades mínimas de ventilación para evitar la aparición de condensaciones en las caras interiores de los cerramientos.
- 3) La permeabilidad al aire es fundamental para satisfacer el requisito básico de habitabilidad de la L.O.E. relativo al ahorro de energía y aislamiento térmico, ya que calentar el aire que se infiltra puede suponer un elevado coste energético.
- 4) También es fundamental una permeabilidad baja para el aislamiento al ruido aéreo a través de la ventana, como se vio antes.

## 9.2. Transmitancia térmica. (Apdo. 4.12 prEN 14351-1)

**Definición:** Flujo térmico unitario a través de una solución constructiva.

La transmitancia térmica indica la cantidad de calor que se intercambia con el exterior. En el conjunto de la fachada de un edificio el punto débil lo constituyen los huecos, siendo de especial importancia elegir los valores adecuados.

La transmitancia térmica del hueco depende de dos elementos: carpintería y acristalamiento. Ambos son importantes.

**Carpintería:** su transmitancia térmica depende del material y de la geometría de los perfiles.

Para los tipos usuales de ventanas, los valores de la transmitancia térmica de los perfiles son los siguientes:

Material del perfil	Transmitancia térmica U ( $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ )
Poliuretano con núcleo metálico (espesor de PUR $\geq 5 \text{ mm}$ )	2,80
Perfiles huecos de PVC (2 cámaras)	2,20
Perfiles huecos de PVC (3 cámaras)	1,80
Madera dura ( $\rho = 700 \text{ kg}/\text{m}^3$ , $\lambda = 0,18 \text{ W}/\text{m K}$ ), espesor del perfil 60 mm	2,20
Madera blanda ( $\rho = 500 \text{ kg}/\text{m}^3$ , $\lambda = 0,13 \text{ W}/\text{m K}$ ), espesor del perfil 60 mm	2,00
Metálico sin RPT (sin rotura de puente térmico)	5,70
Metálico con rotura de puente térmico, rotura: $4 \text{ mm} \leq d < 12 \text{ mm}$ .	4,00
Metálico con rotura de puente térmico, rotura: $d \geq 12 \text{ mm}$ .	3,20

Fuente: norma UNE-EN ISO 10077-1

Nota: los valores anteriores pueden ser sustancialmente reducidos en función de las mejoras técnicas que se introduzcan en los perfiles.

**La transmitancia térmica de un perfil Zendow 70, de 3 cámaras es de 1,5 W/m<sup>2</sup>K. En el caso de los perfiles Termic de 5 cámaras este valor se reduce hasta los 1,3 W/m<sup>2</sup>K.** La incidencia del refuerzo en los perfiles, aumenta el valor U aproximadamente en dos décimas. (Ver imagen en el anexo)

**Acristalamiento:** su transmitancia térmica depende básicamente del tipo de vidrio y del espesor de la cámara interior, teniendo en cuenta que a partir de cierto espesor de cámara y dependiendo de la composición del acristalamiento puede reducirse la capacidad de aislamiento por fenómenos de convección en el interior de la cámara.

La instalación de vidrios de baja emisividad, conservando el mismo espesor de cámara, reduce fuertemente los valores de transmitancia del vidrio y por tanto del cerramiento.

Para los tipos usuales de acristalamientos, los valores de la transmitancia térmica son a título orientativo los siguientes:

**ACRISTALAMIENTO SENCILLO: U = 5,7 W/m<sup>2</sup> K**  
**DOBLE ACRISTALAMIENTO TRADICIONAL:**

Composición	U (W/m <sup>2</sup> K)	Valor relativo	Mejora %
4 – 6 – 4	3,28	100,00	
4 – 6 – 6	3,26	99,35	0,65
6 – 6 – 6	3,24	98,71	1,29
4 – 9 – 4	3,01	91,87	8,13
4 – 9 – 6	2,99	91,32	8,68
6 – 9 – 6	2,98	90,77	9,23
4 – 12 – 4	2,85	86,89	13,11
4 – 12 – 6	2,83	86,40	13,60
6 – 12 – 6	2,82	85,92	14,08
4 – 16 – 4	2,70	82,31	17,69

**DOBLE ACRISTALAMIENTO DE AISLAMIENTO TÉRMICO REFORZADO**  
**(UN VIDRIO DE BAJA EMISIVIDAD B.E.):**

Composición	U (W/m <sup>2</sup> K)	Valor relativo	Mejora %
4 – 6 – 4 b. e.	2,57	78,41	21,59
4 – 6 – 6 b. e.	2,56	78,01	21,99
6 – 6 – 6 b. e.	2,54	77,61	22,39
4 – 9 – 4 b. e.	2,10	64,08	35,92
4 – 9 – 6 b. e.	2,09	63,81	36,19
6 – 9 – 6 b. e.	2,08	63,54	36,46
4 – 12 – 4 b. e.	1,81	55,05	44,95
4 – 12 – 6 b. e.	1,80	54,86	45,14
6 – 12 – 6 b. e.	1,79	54,66	45,34

*Nota: Estos valores orientativos se han obtenido con un vidrio de baja emisividad cuya emisividad normal es  $\epsilon \leq 0,1$ . La posición del vidrio de baja emisividad puede ser interior o exterior indistintamente.*

El espesor de las hojas del vidrio, así como la sustitución de uno de ellos por vidrio laminar de seguridad, tiene una influencia despreciable sobre el valor de transmitancia térmica. El espesor de las hojas de vidrio empleadas es una necesidad que responde principalmente a las exigencias mecánicas debidas a las dimensiones del panel y las cargas que debe soportar en función de su ubicación y altura del edificio.

**PARA LA VENTANA COMPLETA (PERFILES + VIDRIO) PUEDEN ESTIMARSE ESTOS VALORES:**

PERFIL UTILIZADO	Acristalamiento		U (W/m² K) En función del área ocupada por el perfil en el hueco		
	Tipo	U <sub>H,V</sub>	20%	30%	40%
Metálico sin RPT U <sub>H,M</sub> = 5,7 W/m² K	4 - 6 - 4	3,3	3,76	4,01	4,25
	4 - 12 - 4	2,9	3,42	3,70	3,99
	4 - 6 - 4 b.e.	2,6	3,20	3,51	3,82
	4 - 12 - 4 b.e.	1,8	2,58	2,97	3,36
Metálico con rotura de puente térmico, rotura: d mm ≤ d <12mm. U <sub>H,M</sub> = 4,0 W/m² K	4 - 6 - 4	3,3	3,42	3,50	3,57
	4 - 12 - 4	2,9	3,08	3,19	3,31
	4 - 6 - 4 b.e.	2,6	2,86	3,00	3,14
	4 - 12 - 4 b.e.	1,8	2,24	2,46	2,68
Metálico con rotura de puente térmico, rotura: d ≥ = 12 mm. U <sub>H,M</sub> = 3,2 W/m² K	4 - 6 - 4	3,3	3,26	3,26	3,25
	4 - 12 - 4	2,9	2,92	2,95	2,99
	4 - 6 - 4 b.e.	2,6	2,70	2,76	2,82
	4 - 12 - 4 b.e.	1,8	2,08	2,22	2,36
Poliuretano con núcleo metálico U <sub>H,M</sub> = 2,8 W/m² K	4 - 6 - 4	3,3	3,18	3,14	3,09
	4 - 12 - 4	2,9	2,84	2,83	2,83
	4 - 6 - 4 b.e.	2,6	2,62	2,64	2,66
	4 - 12 - 4 b.e.	1,8	2,00	2,10	2,20
Madera dura (ρ = 700 kg/m³), o <b>PVC DE 2 CÁMARAS</b> U <sub>H,M</sub> = 2,2 W/m² K	4 - 6 - 4	3,3	3,06	2,96	2,85
	4 - 12 - 4	2,9	2,72	2,65	2,59
	4 - 6 - 4 b.e.	2,6	2,50	2,46	2,42
	4 - 12 - 4 b.e.	1,8	1,88	1,92	1,96
Madera blanda (ρ = 500 kg/m³), U <sub>H,M</sub> = 2,2 W/m² K	4 - 6 - 4	3,3	3,02	2,90	2,77
	4 - 12 - 4	2,9	2,68	2,59	2,51
	4 - 6 - 4 b.e.	2,6	2,46	2,40	2,34
	4 - 12 - 4 b.e.	1,8	1,84	1,86	1,88
<b>PVC DE 3 CÁMARAS</b> U <sub>H,M</sub> = 1,8 W/m² K	4 - 6 - 4	3,3	2,98	2,84	2,69
	4 - 12 - 4	2,9	2,64	2,53	2,43
	4 - 6 - 4 b.e.	2,6	2,42	2,34	2,26
	4 - 12 - 4 b.e.	1,8	1,80	1,80	1,80

*Nota: En los casos de las ventanas equipadas con vidrio de baja emisividad, estos valores orientativos se han obtenido con un vidrio de baja emisividad cuya emisividad normal es ε ≤ 0,1. La posición del vidrio de baja emisividad puede ser interior o exterior indistintamente.*

Los valores de la tabla se han calculado con la fórmula propuesta en el CTE:

$$U_H = (1-FM) \times U_{H,V} + FM \times U_{H,M} \quad (\text{W/m}^2\cdot\text{K})$$

donde:

**U<sub>H</sub>** = transmitancia térmica del hueco

**U<sub>H,M</sub>** = transmitancia térmica de los perfiles

**FM** = Superficie del hueco ocupada por los perfiles, expresado en tanto por uno.

**U<sub>H,V</sub>** = transmitancia térmica del acristalamiento

Con el fin de limitar la demanda energética del edificio, el CTE establece unos valores límite de la transmitancia térmica y del factor solar modificado de los huecos de la envolvente térmica del edificio, en función de las zonas climáticas.

La primera especificación del documento HE del CTE aparece en el apartado 2.1 *Demanda energética*, párrafo 4:

**4.- Para evitar descompensaciones entre la calidad térmica de diferentes espacios, cada uno de los cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica tendrán una transmitancia no superior a los valores indicados en la tabla 2.1 en función de la zona climática en la que se ubique el edificio.**

**TABLA 2.1 TRANSMITANCIA TÉRMICA MÁXIMA DE CERRAMIENTOS Y PARTICIONES INTERIORES DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA U (W/M<sup>2</sup> K)**

Cerramientos y particiones interiores	Zonas A	Zonas B	Zonas C	Zonas D	Zonas E
Muros de fachada, particiones interiores en contacto con espacios no habitables, primer metro del perímetro de suelos apoyados sobre el terreno <sup>(1)</sup> 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
<b>Vidrios y marcos<sup>(2)</sup></b>	<b>5,70</b>	<b>5,70</b>	<b>4,40</b>	<b>3,50</b>	<b>3,10</b>
Medianerías	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

<sup>(1)</sup> Se incluyen las losas o soleras enterradas a una profundidad no mayor de 0,50 m.

<sup>(2)</sup> Las transmitancias térmicas de vidrios y marcos se compararán por separado

La prescripción indicada en esta tabla, es válida tanto si se emplea la opción simplificada como la opción general.

El objetivo de la primera especificación del documento HE del CTE, es evitar descompensaciones entre la calidad térmica de diferentes espacios y evitar problemas de condensaciones. Para la **Zonas climática C, D ó E**, se requiere una transmitancia térmica para los perfiles y para el acristalamiento por separado, menor o igual a 4,40, 3,50 y 3,10 W/m<sup>2</sup>·K respectivamente, por lo que **no pueden emplearse perfiles metálicos sin rotura de puente térmico ya que su valor U estaría por encima (5,7 W/m<sup>2</sup>·K) de lo que indica el C.T.E. para estas zonas.**

Este valor límite para la transmitancia térmica es también para el acristalamiento, lo que excluye la posibilidad de emplear vidrio sencillo, en las zonas C, D y E, por lo que hay que optar por el doble acristalamiento o vidrios con tratamientos especiales.

A continuación, en las siguientes tablas, se establecen unos valores límite para los huecos, que dependen de las características del muro (parte ciega) y del uso residencial (baja carga interna) o no residencial (alta carga interna) del edificio.

Para poder emplear estos valores de las tablas (opción simplificada) el **porcentaje de huecos de cada fachada debe ser inferior al 60% de su superficie. Como excepción, se admiten porcentajes de huecos superiores al 60% en aquellas fachadas cuyo área suponga un porcentaje inferior al 10% del área total de las fachadas del edificio.**

**Nuestro programa de cálculo esta basado en esta opción simplificada, siendo esta la más habitual. La opción general será utilizada únicamente para edificios singulares.**

En el caso de obras de rehabilitación, se aplicarán a los nuevos cerramientos los criterios establecidos en esta opción.

### ZONA CLIMÁTICA A3

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno  $U_{Mlim}: 0,94 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$   
 Transmitancia límite de suelos  $U_{Slim}: 0,53 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$   
 Transmitancia límite de cubiertas  $U_{Clim}: 0,50 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

% Huecos	Transmitancia límite de huecos <sup>(1)</sup> $U_{Hlim} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$				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
<10	5,7	5,7	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
$10 \leq \% < 20$	4,7 (5,6)	5,7	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
$20 \leq \% < 30$	4,1 (4,6)	5,6 (5,7)	5,7	5,7	-	-	-	0,60	-	-
$30 \leq \% < 40$	3,8 (4,1)	5,2 (5,5)	5,7	5,7	-	-	-	0,48	-	0,51
$40 \leq \% < 50$	3,5 (3,8)	5,0 (5,2)	5,7	5,7	0,57	-	0,60	0,41	0,57	0,44
$50 \leq \% < 60$	3,4 (3,6)	4,8 (4,9)	5,7	5,7	0,57	-	0,54	0,36	0,51	0,39

<sup>(1)</sup> En los casos en que la transmitancia media de los muros de fachada  $U_{Mlim}$  sea inferior a 0,67 se podrá tomar el valor de  $U_{Hlim}$  indicado entre paréntesis para la zona climática A3.

Fuente: CTE.

### ZONA CLIMÁTICA A4

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno  $U_{Mlim}: 0,94 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$   
 Transmitancia límite de suelos  $U_{Slim}: 0,53 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$   
 Transmitancia límite de cubiertas  $U_{Clim}: 0,50 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

% Huecos	Transmitancia límite de huecos <sup>(1)</sup> $U_{Hlim} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$				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
<10	5,7	5,7	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
$10 \leq \% < 20$	4,7 (5,6)	5,7	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
$20 \leq \% < 30$	4,1 (4,6)	5,6 (5,7)	5,7	5,7	-	-	-	0,56	-	0,57
$30 \leq \% < 40$	3,8 (4,1)	5,2 (5,5)	5,7	5,7	0,57	-	0,58	0,43	0,59	0,44
$40 \leq \% < 50$	3,5 (3,8)	5,0 (5,2)	5,7	5,7	0,47	-	0,48	0,35	0,49	0,37
$50 \leq \% < 60$	3,4 (3,6)	4,8 (4,9)	5,7	5,7	0,40	0,55	0,42	0,30	0,42	0,32

<sup>(1)</sup> En los casos en que la transmitancia media de los muros de fachada  $U_{Mlim}$  sea inferior a 0,67 se podrá tomar el valor de  $U_{Hlim}$  indicado entre paréntesis para la zona climática A4.

Fuente: CTE.

### ZONA CLIMÁTICA B3

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno  $U_{Mlim}: 0,82 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$   
 Transmitancia límite de suelos  $U_{Slim}: 0,52 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$   
 Transmitancia límite de cubiertas  $U_{Clim}: 0,45 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

% Huecos	Transmitancia límite de huecos <sup>(1)</sup> $U_{Hlim} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$				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
<10	5,4 (5,7)	5,7	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
$10 \leq \% < 20$	3,8 (4,7)	4,9 (5,7)	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
$20 \leq \% < 30$	3,3 (3,8)	4,3 (4,7)	5,7	5,7	-	-	-	0,57	-	-
$30 \leq \% < 40$	3,0 (3,3)	4,0 (4,2)	5,6 (5,7)	5,6 (5,7)	-	-	-	0,45	-	0,50
$40 \leq \% < 50$	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
$50 \leq \% < 60$	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

<sup>(1)</sup> En los casos en que la transmitancia media de los muros de fachada  $U_{Mlim}$  sea inferior a 0,58 se podrá tomar el valor de  $U_{Hlim}$  indicado entre paréntesis para las zonas climáticas B3.

Fuente: CTE.

## ZONA CLIMÁTICA B4

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno  $U_{Mlim}: 0,82 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$   
 Transmitancia límite de suelos  $U_{Slim}: 0,52 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$   
 Transmitancia límite de cubiertas  $U_{Clim}: 0,45 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

% Huecos	Transmitancia límite de huecos <sup>(1)</sup>				Factor solar modificado límite de huecos $F_{Hlim}$					
	$U_{Hlim} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$				Baja carga interna			Alta carga interna		
	N	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
<10	5,4 (5,7)	5,7	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
$10 \leq \% < 20$	3,8 (4,7)	4,9 (5,7)	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
$20 \leq \% < 30$	3,3 (3,8)	4,3 (4,7)	5,7	5,7	-	-	-	0,55	-	0,57
$30 \leq \% < 40$	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
$40 \leq \% < 50$	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
$50 \leq \% < 60$	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

<sup>(1)</sup> En los casos en que la transmitancia media de los muros de fachada  $U_{Mlim}$  sea inferior a 0,58 se podrá tomar el valor de  $U_{Hlim}$  indicado entre paréntesis para las zonas climáticas B4.

Fuente: CTE.

## ZONA CLIMÁTICA C1

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno  $U_{Mlim}: 0,73 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$   
 Transmitancia límite de suelos  $U_{Slim}: 0,50 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$   
 Transmitancia límite de cubiertas  $U_{Clim}: 0,41 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

% Huecos	Transmitancia límite de huecos <sup>(1)</sup>				Factor solar modificado límite de huecos $F_{Hlim}$					
	$U_{Hlim} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$				Baja carga interna			Alta carga interna		
	N	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
<10	4,4	4,4	4,4	4,4	-	-	-	-	-	-
$10 \leq \% < 20$	3,4 (4,2)	3,9 (4,4)	4,4	4,4	-	-	-	-	-	-
$20 \leq \% < 30$	2,9 (3,3)	3,3 (3,8)	4,3 (4,4)	4,3 (4,4)	-	-	-	-	-	-
$30 \leq \% < 40$	2,6 (2,9)	3,0 (3,3)	3,9 (4,1)	3,9 (4,1)	-	-	-	0,56	-	0,60
$40 \leq \% < 50$	2,4 (2,6)	2,8 (3,0)	3,6 (3,8)	3,6 (3,8)	-	-	-	0,47	-	0,52
$50 \leq \% < 60$	2,2 (2,4)	2,7 (2,8)	3,5 (3,6)	3,5 (3,6)	-	-	-	0,42	-	0,46

<sup>(1)</sup> En los casos en que  $U_{Mlim}$  sea inferior a 0,52 se podrá tomar el valor de  $U_{Hlim}$  indicado entre paréntesis para las zonas climáticas C1.

Fuente: CTE.

## ZONA CLIMÁTICA C2

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno  $U_{Mlim}: 0,73 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$   
 Transmitancia límite de suelos  $U_{Slim}: 0,50 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$   
 Transmitancia límite de cubiertas  $U_{Clim}: 0,41 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

% Huecos	Transmitancia límite de huecos <sup>(1)</sup>				Factor solar modificado límite de huecos $F_{Hlim}$					
	$U_{Hlim} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$				Baja carga interna			Alta carga interna		
	N	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
<10	4,4	4,4	4,4	4,4	-	-	-	-	-	-
$10 \leq \% < 20$	3,4 (4,2)	3,9 (4,4)	4,4	4,4	-	-	-	-	-	-
$20 \leq \% < 30$	2,9 (3,3)	3,3 (3,8)	4,3 (4,4)	4,3 (4,4)	-	-	-	0,60	-	-
$30 \leq \% < 40$	2,6 (2,9)	3,0 (3,3)	3,9 (4,1)	3,9 (4,1)	-	-	-	0,47	-	0,51
$40 \leq \% < 50$	2,4 (2,6)	2,8 (3,0)	3,6 (3,8)	3,6 (3,8)	0,59	-	-	0,40	0,58	0,43
$50 \leq \% < 60$	2,2 (2,4)	2,7 (2,8)	3,5 (3,6)	3,5 (3,6)	0,51	-	0,56	0,35	0,52	0,38

<sup>(1)</sup> En los casos en que  $U_{Mlim}$  sea inferior a 0,52 se podrá tomar el valor de  $U_{Hlim}$  indicado entre paréntesis para las zonas climáticas C2.

Fuente: CTE.

### ZONA CLIMÁTICA C3

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno  $U_{Mlim}: 0,73 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$   
 Transmitancia límite de suelos  $U_{Slim}: 0,50 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$   
 Transmitancia límite de cubiertas  $U_{Clim}: 0,41 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

% Huecos	Transmitancia límite de huecos <sup>(1)</sup>				Factor solar modificado límite de huecos $F_{Hlim}$					
	$U_{Hlim} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$				Baja carga interna			Alta carga interna		
	N	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
<10	4,4	4,4	4,4	4,4	-	-	-	-	-	-
$10 \leq \% < 20$	3,4 (4,2)	3,9 (4,4)	4,4	4,4	-	-	-	-	-	-
$20 \leq \% < 30$	2,9 (3,3)	3,3 (3,8)	4,3 (4,4)	4,3 (4,4)	-	-	-	0,55	-	0,59
$30 \leq \% < 40$	2,6 (2,9)	3,0 (3,3)	3,9 (4,1)	3,9 (4,1)	-	-	-	0,43	-	0,46
$40 \leq \% < 50$	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
$50 \leq \% < 60$	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

<sup>(1)</sup> En los casos en que  $U_{Mlim}$  sea inferior a 0,52 se podrá tomar el valor de  $U_{Hlim}$  indicado entre paréntesis para la zonas climáticas C3.

Fuente: CTE.

### ZONA CLIMÁTICA C4

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno  $U_{Mlim}: 0,73 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$   
 Transmitancia límite de suelos  $U_{Slim}: 0,50 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$   
 Transmitancia límite de cubiertas  $U_{Clim}: 0,41 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

% Huecos	Transmitancia límite de huecos <sup>(1)</sup>				Factor solar modificado límite de huecos $F_{Hlim}$					
	$U_{Hlim} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$				Baja carga interna			Alta carga interna		
	N	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
<10	4,4	4,4	4,4	4,4	-	-	-	-	-	-
$10 \leq \% < 20$	3,4 (4,2)	3,9 (4,4)	4,4	4,4	-	-	-	-	-	-
$20 \leq \% < 30$	2,9 (3,3)	3,3 (3,8)	4,3 (4,4)	4,3 (4,4)	-	-	-	0,54	-	0,56
$30 \leq \% < 40$	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
$40 \leq \% < 50$	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
$50 \leq \% < 60$	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

<sup>(1)</sup> En los casos en que  $U_{Mlim}$  sea inferior a 0,52 se podrá tomar el valor de  $U_{Hlim}$  indicado entre paréntesis para la zonas climáticas C4.

Fuente: CTE.

### ZONA CLIMÁTICA D1

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno  $U_{Mlim}: 0,66 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$   
 Transmitancia límite de suelos  $U_{Slim}: 0,49 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$   
 Transmitancia límite de cubiertas  $U_{Clim}: 0,38 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

% Huecos	Transmitancia límite de huecos <sup>(1)</sup>				Factor solar modificado límite de huecos $F_{Hlim}$					
	$U_{Hlim} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$				Baja carga interna			Alta carga interna		
	N	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
<10	3,5	3,5	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-
$10 \leq \% < 20$	3,0 (3,5)	3,5	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-
$20 \leq \% < 30$	2,5 (2,9)	2,9 (3,3)	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-
$30 \leq \% < 40$	2,2 (2,5)	2,6 (2,9)	3,4 (3,5)	3,4 (3,5)	-	-	-	0,54	-	0,58
$40 \leq \% < 50$	2,1 (2,2)	2,5 (2,6)	3,2 (3,4)	3,2 (3,4)	-	-	-	0,45	-	0,49
$50 \leq \% < 60$	1,9 (2,1)	2,3 (2,4)	3,0 (3,1)	3,0 (3,1)	-	-	-	0,40	0,57	0,44

<sup>(1)</sup> En los casos en que la transmitancia media de los muros de fachada  $U_{Mlim}$  sea inferior a 0,47 se podrá tomar el valor de  $U_{Hlim}$  indicado entre paréntesis para la zonas climáticas D1.

Fuente: CTE.

## ZONA CLIMÁTICA D2

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno  $U_{Mlim}: 0,66 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$   
 Transmitancia límite de suelos  $U_{Slim}: 0,49 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$   
 Transmitancia límite de cubiertas  $U_{clim}: 0,38 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

% Huecos	Transmitancia límite de huecos <sup>(1)</sup> $U_{Hlim} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$				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
<10	3,5	3,5	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-
$10 \leq \% < 20$	3,0 (3,5)	3,5	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-
$20 \leq \% < 30$	2,5 (2,9)	2,9 (3,3)	3,5	3,5	-	-	-	0,58	-	0,61
$30 \leq \% < 40$	2,2 (2,5)	2,6 (2,9)	3,4 (3,5)	3,4 (3,5)	-	-	-	0,46	-	0,49
$40 \leq \% < 50$	2,1 (2,2)	2,5 (2,6)	3,2 (3,4)	3,2 (3,4)	-	-	0,61	0,38	0,54	0,41
$50 \leq \% < 60$	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

<sup>(1)</sup> En los casos en que la transmitancia media de los muros de fachada  $U_{Mlim}$  sea inferior a 0,47 se podrá tomar el valor de  $U_{Hlim}$  indicado entre paréntesis para las zonas climáticas D2.

Fuente: CTE.

## ZONA CLIMÁTICA D3

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno  $U_{Mlim}: 0,66 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$   
 Transmitancia límite de suelos  $U_{Slim}: 0,49 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$   
 Transmitancia límite de cubiertas  $U_{clim}: 0,38 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

% Huecos	Transmitancia límite de huecos <sup>(1)</sup> $U_{Hlim} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$				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
<10	3,5	3,5	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-
$10 \leq \% < 20$	3,0 (3,5)	3,5	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-
$20 \leq \% < 30$	2,5 (2,9)	2,9 (3,3)	3,5	3,5	-	-	-	0,54	-	0,57
$30 \leq \% < 40$	2,2 (2,5)	2,6 (2,9)	3,4 (3,5)	3,4 (3,5)	-	-	-	0,42	0,58	0,45
$40 \leq \% < 50$	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
$50 \leq \% < 60$	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

<sup>(1)</sup> En los casos en que la transmitancia media de los muros de fachada  $U_{Mlim}$  sea inferior a 0,47 se podrá tomar el valor de  $U_{Hlim}$  indicado entre paréntesis para las zonas climáticas D3.

Fuente: CTE.

## ZONA CLIMÁTICA E1

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno  $U_{Mlim}: 0,57 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$   
 Transmitancia límite de suelos  $U_{Slim}: 0,48 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$   
 Transmitancia límite de cubiertas  $U_{clim}: 0,35 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

% Huecos	Transmitancia límite de huecos <sup>(1)</sup> $U_{Hlim} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$				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
<10	3,1	3,1	3,1	3,1	-	-	-	-	-	-
$10 \leq \% < 20$	3,1	3,1	3,1	3,1	-	-	-	-	-	-
$20 \leq \% < 30$	2,6 (2,9)	3,0 (3,1)	3,1	3,1	-	-	-	-	-	-
$30 \leq \% < 40$	2,2 (2,4)	2,7 (2,8)	3,1	3,1	-	-	-	0,54	-	0,56
$40 \leq \% < 50$	2,0 (2,2)	2,4 (2,6)	3,1	3,1	-	-	-	0,45	0,60	0,49
$50 \leq \% < 60$	1,9 (2,0)	2,3 (2,4)	3,0 (3,1)	3,0 (3,1)	-	-	-	0,40	0,54	0,43

<sup>(1)</sup> En los casos en que la transmitancia media de los muros de fachada  $U_{Mlim}$  sea inferior a 0,43 se podrá tomar el valor de  $U_{Hlim}$  indicado entre paréntesis para la zona climática E1.

Fuente: CTE.



## **Limitación de condensaciones superficiales: Transmitancia térmica máxima de cerramientos U (W/m<sup>2</sup> K)**

Hay que tener en cuenta que la fachada limitante en cuanto a aislamiento y condensaciones superficiales es la fachada norte, mientras que las fachadas E y O son las más exigentes en cuanto a factor solar.

La determinación de la transmitancia térmica de los perfiles, acristalamientos y de las ventanas puede realizarse por cálculo o por ensayo, de acuerdo con las siguientes normas:

- |                         |  |
|-------------------------|--|
| UNE-EN ISO 12567-1:2002 | Comportamiento térmico de puertas y ventanas. Determinación de la transmitancia térmica por el método de la caja caliente. Parte 1: puertas y ventanas. (ISO 12567-1:2000) |
| UNE-EN ISO 10077-1:2001 | Características térmicas de ventanas, puertas y contraventanas. Cálculo del coeficiente de transmisión térmica. Parte 1: método simplificado. (ISO 10077-1:2000)           |
| prEN ISO 10077-2:2001   | Características térmicas de ventanas, puertas y contraventanas. Cálculo del coeficiente de transmisión térmica. Parte 2: método numérico para marcos (ISO/DIS 10077-2)     |

- 6 Debe indicar la orientación de cada fachada del edificio objeto de estudio con el objetivo de calcular la transmitancia térmica máxima de las ventanas así como el factor solar de los acristalamientos.



Orientación fachada:	Ángulo orientación:	%Huecos en cada fachada:	Transmitancia media de los muros:
Norte	$\alpha < 60^\circ$ ; $\alpha > = 300$	$x = 30$ y $+40$	0,56 W/m <sup>2</sup> °C
Este	$60 < \alpha < 111$	No hay ventanas en esta orientación	W/m <sup>2</sup> °C
Sureste	$111 < \alpha < 162$	$x = 20$ y $+30$	0,56 W/m <sup>2</sup> °C
Sur	$162 < \alpha < 198$	No hay ventanas en esta orientación: $< 10$ $> = 10$ y $< 20$ $> = 20$ y $< 30$ $> = 30$ y $< 40$ $> = 40$ y $< 50$ $> = 50$ y $< 60$	W/m <sup>2</sup> °C
Suroeste	$198 < \alpha < 249$		W/m <sup>2</sup> °C
Oeste	$249 < \alpha < 300$		W/m <sup>2</sup> °C

En función de la orientación de la fachada y el porcentaje de la superficie de huecos sobre el total de la misma, es con lo que va a fijar el valor **U de transmitancia térmica máximo admisible** para la carpintería. Recuerde que, la orientación de fachada más exigentes en cuanto a aislamiento y condensaciones superficiales es la fachada norte, mientras que las fachadas Este y Oeste son las más exigentes en cuanto a factor solar.

- 7 Es necesario también, que introduzca la transmitancia media de los muros de la fachada  $U_{Mlim}$  ya que mediante las tablas de las zonas climáticas de los C.T.E. vistas anteriormente, se establecen los valores límite para los huecos de ventana, que dependen de las características de este muro (parte ciega) y del uso (residencial o no residencial del edificio).

Punto 8 continúa en página 34

La transmitancia límite de los muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno es:

Zonas A3 y A4	0,94 W/m <sup>2</sup> °K
Zonas B3 y B4	0,82 W/m <sup>2</sup> °K
Zonas C1, C2, C3 y C4	0,73 W/m <sup>2</sup> °K
Zonas D1, D2 y D3	0,66 W/m <sup>2</sup> °K
Zonas E1	0,57 W/m <sup>2</sup> °K

En los mapas 4, 5 y 6 del anexo puede observar las diferentes zonas climáticas de los municipios de España agrupadas por **zona de invierno**, **zona de verano** y ambas en conjunto. Estos mapas son de elaboración propia de Deceuninck a partir de las exigencias del Código Técnico.

### 9.3.- La condensación en las ventanas

Según las recomendaciones de normas españolas como la NTE-FPC, así como en diversas normativas europeas, las ventanas deben estar protegidas contra las humedades de condensación interior, bien sea porque no se producen condensaciones en la cara interior, bien porque se han previsto accesorios de recogida y evacuación al exterior de estas condensaciones. La condensación en las ventanas se puede producir tanto en los vidrios como en los perfiles de la carpintería. Para comprender cuál es la causa de la condensación y después poder solucionarla, debemos conocer perfectamente los tres parámetros de los que depende:

- humedad relativa del aire interior,
- temperatura del aire interior,
- temperatura de las superficies interiores de los materiales.

La humedad interior, que evidentemente depende de la cantidad de agua que existe en el ambiente, es un parámetro variable que depende directamente de la temperatura y las condensaciones se producen cuando en una superficie o en un ambiente se llega a la saturación o también llamado 100% de humedad relativa.

La condensación va a aparecer siempre en aquellos elementos menos aislantes (valor U superior). Por ejemplo en la combinación de un vidrio estándar 4/16/4 con un valor  $U=2,7 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$  con una periferia metálica de valor  $U=5,7 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ , la condensación siempre aparecerá primero en los perfiles.

En cambio, ante el mismo tipo de vidrio combinado con unos perfiles de PVC de 3 cámaras ( $U=1,8 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ ), de aparecer condensación aparecería primero en el vidrio.

Por esto la importancia de emplear materiales con el valor U mínimo posible. Con esto reduciremos las probabilidades de que aparezca condensación.

#### 9.4.- Propiedades frente a la radiación solar (apdo. 4.13 prEN 14351-1)

- 8 Debe seleccionar el tipo de uso al que será destinado el edificio objeto de estudio, **residencial (considerado con baja carga interna) o no residencial (alta carga interna)**.



Punto 9 continúa en página 35

Los vidrios de baja emisividad proporcionan un buen control solar para el residencial pero, en las zonas cálidas, debe cuidarse que su instalación se realice como vidrio exterior del doble acristalamiento a fin de que pueda evacuar al exterior la energía que absorben.

En gran parte de nuestra geografía, dada su climatología, la edificación está sometida a fuertes soleamientos. En este sentido los aportes de energía al interior del edificio se producen por los huecos de la envolvente y fundamentalmente a través del vidrio.

Como medida de este aporte de energía se utiliza el factor solar que se define según el CTE como el cociente entre la energía térmica que se introduce en un edificio a través del acristalamiento y la que se introduciría si el acristalamiento se sustituyese por un hueco perfectamente transparente.

Cuando el factor solar se multiplica por el factor de sombra del hueco se obtiene el factor solar modificado. El factor solar modificado del hueco (FH) recogido en el borrador del CTE se calcula mediante la expresión:

$$FH = \varphi \cdot [(1 - FM) \cdot FH_v + FM \cdot 0,04 \cdot UH_m \cdot \alpha]$$

donde:

$\varphi$	factor de sombra obtenido según las tablas 3.15 a 3.18 del CTE
FM	fracción del hueco ocupada por el marco en tanto por uno
FH <sub>v</sub>	factor solar del acristalamiento
UH <sub>m</sub>	transmitancia térmica del marco
$\alpha$	absortividad del marco

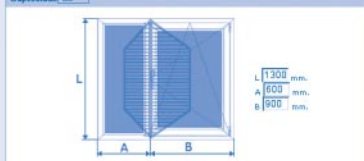
El comportamiento frente a la radiación solar de los edificios y su confort interno mejoran de forma muy notable con la utilización de algunos tipos de acristalamientos disminuyendo las necesidades de aire acondicionado:

- Doble acristalamiento formado por dos vidrios con una cámara de aire seco en su interior.
- Acristalamiento con vidrios de capa. Estos acristalamientos, que mejoran de forma muy importante las prestaciones del doble acristalamiento tradicional, deben instalarse cuidadosamente en función de las condiciones de cada hueco ya que disposiciones inadecuadas pueden producir efectos contrarios a los buscados. Los acristalamientos con vidrios de capa proporcionan fundamentalmente dos tipos de prestaciones:
  - **Vidrios de control solar:** Reducen los aportes de calor producidas por soleamiento disminuyendo el efecto invernadero. Debe colocarse en carpinterías que puedan recibir radiación solar directa. Debe calibrarse la pérdida de ganancias de calor en las épocas frías o bien complementarse con vidrios de baja emisividad para reforzar el aislamiento en invierno.
  - **Vidrios de baja emisividad:** Reducen las pérdidas de calor desde el interior del edificio a través de acristalamiento. Pueden colocarse con el vidrio de baja emisividad al interior o al exterior del edificio sin que varíen sus prestaciones de aislamiento (valor  $U = W/m^2 \cdot K$ ). Son particularmente eficaces en orientaciones no expuestas ya que, aparte del ahorro energético, evitan el "efecto de pared fría" o sensación de "robo de calor" que experimenta el cuerpo humano en presencia de la superficie fría de un acristalamiento normal con baja temperatura exterior. Por su propia naturaleza de vidrios de capa **presentan además un control solar significativamente mayor que el doble acristalamiento normal**, lo que reduce notablemente los aportes solares en verano (factor solar g entre 0,62 y 0,45 o inferior). Cuando se colocan en orientaciones expuestas al sol en zonas cálidas deben situarse como vidrio exterior del doble acristalamiento de forma que se optimizan sus prestaciones de control solar no debiendo instalarse como vidrio interior ya que pueden aumentar el efecto invernadero.
  - **Acristalamientos de control solar y baja emisividad:** A pesar de que los vidrios de baja emisividad presentan además prestaciones notables de bajo factor solar, en ocasiones se requiere mayor nivel de protección solar sin renunciar a la baja emisividad. En estos casos el doble acristalamiento permite la combinación de vidrios de control solar como vidrio exterior y un vidrio de baja emisividad como vidrio interior. En estos casos, existiendo un fuerte control solar al exterior, no se produce efecto invernadero.

## 10 Cálculo de la resistencia de la perfilería según la norma instrucción UNE 85-220

- 9 Debe introducir las dimensiones de la ventana objeto de estudio. Con esto, el programa nos calculará la rigidez necesaria de la unión central para cumplir los requisitos marcados con la clase de resistencia al viento (A, B o C), determinada en el proyecto por lo introducido en el punto 3

Indique las medidas del elemento de estudio. Para el dimensionado de un elemento, el ejemplo de carga es equivalente al de una viga apoyada, con una carga de sección trapezoidal.



Punto 10 continúa en página 38

### 1) Perfiles

El cálculo de la deformación se hará solo para los perfiles intermedios de la ventana ya que los laterales, es decir, el marco, se supone rígidamente unido al cerramiento ciego de la fachada.

El módulo de elasticidad para el cálculo, a falta de un valor específico dado por el fabricante o determinado mediante ensayo, se puede tomar los valores siguientes:

### MÓDULOS DE ELASTICIDAD TÍPICOS

Material	MÓDULO DE ELASTICIDAD, E, (Mpa)
Madera	Entre 10.000 y 12.500 según su especie
Acero	210.000
Aluminio	70.000
PVC	3.200

Fuente: Instrucción UNE 85220-86

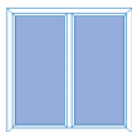
Los perfiles resistentes de las ventanas deberán estar definidos por sus **características geométricas y su momento de inercia I**.

La resistencia de los perfiles de la carpintería depende de la forma y dimensiones de la ventana, su despiece y el tipo de enlace en sus uniones.

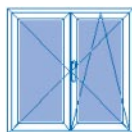
Básicamente nos podremos encontrar cinco tipos diferentes de encuentros la parte central en función del tipo de ventana:

- Unión central para la unión de dos fijos. Ventana compuesta por dos fijos.
- Unión central para la unión de dos hojas sin travesaño central.
- Unión central para la unión de un fijo y una ventana practicable.
- Unión central para la unión de dos hojas practicables independientes con travesaño central.
- Unión central de la intersección de ventanas correderas.

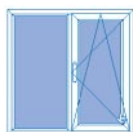
En el caso de encuentros centrales más complejos que los aquí indicados, consulte con nuestro departamento Técnico para un mejor asesoramiento.



Dos fijos con travesaño central



Dos hojas con inversora y sin travesaño



Unión de fijo y hoja



Unión de dos hojas independientes



Corredera

La flecha frontal relativa recomendable en la carpintería no debe exceder de  $L/200$  cuando la ventana se acristala con vidrio monolítico o laminado, y de  $L/300$  para doble acristalamiento. L es la longitud existente entre los puntos de apoyo del elemento que va a soportar la carga de viento que es la unión central de la ventana.

La Instrucción UNE 85-220 determina la deformación de los perfiles de la ventana mediante cálculo del perfil más desfavorable como simplemente apoyado en sus extremos sometido a la carga transmitida por el acristalamiento. El resultado obtenido está del lado de la seguridad.

La expresión de cálculo, según se supongan los extremos apoyados o empotrados, es:

- Caso 1: Extremos apoyados  $EI \geq 100 \cdot w \cdot c_1 \cdot a \cdot b^3$
- Caso 2: Extremos empotrados  $EI \geq 20 \cdot w \cdot c_1 \cdot a \cdot b^3$

En el programa de cálculo está considerado siempre como extremos apoyados quedando así los resultados del lado de la seguridad

donde:

El es el módulo de rigidez necesario, producto del módulo de elasticidad del material, de valor entre 10.000 y 12.500 MPa, según su especie, para madera; 210.000 MPa para acero; 70.000 MPa para aluminio y 3.200 MPa para PVC, e I el momento de inercia de la sección del perfil considerado, en cm<sup>4</sup>.

Sólo se entienden solicitados a viento los perfiles interiores de la carpintería, los perimetrales se suponen solidarios con el muro.

El valor El de la rigidez de la parte central de la ventana, le será facilitado por nuestro departamento Técnico. Existe una carpeta de Arquitectos en que se detallan los valores inerciales de las soluciones técnicas de Deceuninck.

c<sub>1</sub> es el coeficiente función de la relación de la luz "b" al ancho "a" de los módulos contiguos al perfil (véanse las figuras 1, 2, 3 y 4):

### COEFICIENTE C<sub>1</sub>

Relación b/a	1	1,1	1,10	1,15	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,9	3,3	3,7	4,1	4,5	5
<b>Clasificación A</b>																			
Flexa frontal relativa ≤ L/150	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45	1,51	1,56	1,62	1,66	1,70	1,75	1,79	1,83	1,84	1,86	1,87	1,89	1,90	1,92
<b>Clasificación B</b>																			
Flexa frontal relativa ≤ L/200	1,67	1,74	1,80	1,87	1,93	2,01	2,08	2,16	2,22	2,27	2,33	2,38	2,44	2,46	2,48	2,50	2,52	2,54	2,56
<b>Clasificación C</b>																			
Flexa frontal relativa ≤ L/300	2,50	2,60	2,70	2,80	2,90	3,01	3,13	3,24	3,32	3,41	3,49	3,58	3,66	3,69	3,72	3,75	3,78	3,80	3,84

a: es el ancho de los módulos separados por el perfil (si a > b, se tomará a = b). Cuando sean distintos (véase la figura 3), se tomará para el producto "c<sub>1</sub> · a" la semisuma de los de ambos, es decir:

$$(c_1 \cdot a + c_1' \cdot a') / 2$$

b: es la longitud o luz del perfil considerado.

w: es la presión de cálculo del viento en la ventana.

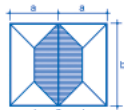


Fig. 1

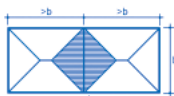


Fig. 2

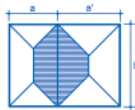


Fig. 3

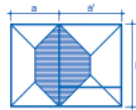


Fig. 4

### NOTAS:

- 1 Los perfiles de madera en maineles fijos se pueden considerar con extremos casi empotrados y los de hojas correderas de aluminio en general como apoyados.
- 2 Cuando coexistan dos perfiles de hojas u hoja y batientes, se sumarán los El de ambos perfiles.
- 3 Cuando exista un mainel cruzado, como simplificación se tomará para "a" el valor hasta el perfil paralelo (figura 4).
- 4 Si el tipo de herraje no garantiza un comportamiento de cada perfil como simplemente apoyado en los extremos, debe hacerse un estudio especial o acudir al ensayo normalizado según la norma UNE-EN 12211.
- 5 Si la ventana es de forma más compleja que las indicadas en las figuras, debe hacerse un estudio especial.
- 6 La ejecución y el acristalado puede aumentar o disminuir la resistencia efectiva, por lo que en caso de controversia se puede acudir a mediciones reales sobre modelo.
- 7 En el caso de carpintería en PVC reforzada con perfiles de acero, el módulo elástico a considerar será el del acero, pudiendo despreciarse la contribución del PVC frente a la del acero.

Ejemplo: Ventana con los siguientes valores:

Presión de cálculo  $w = 873 \text{ Pa}$

Dimensión  $a = 1.250 \text{ mm}$

Dimensión  $b = 2.100 \text{ mm}$

Flecha frontal relativa =  $L/300$  (clase C).

Tipología según la figura 1 de la UNE 85220; extremos apoyados

$c_1 =$  puesto que  $b/a = 1,68$ , podemos coger de la tabla el valor inmediatamente superior para  $b/a = 1,7$  y clasificación C, con lo que obtenemos un  $c_1 = 3,32$

El (mínimo)  $= 100 \cdot w \cdot c_1 \cdot a \cdot b^3 = 100 \cdot 873 \cdot 3,32 \cdot 1,25 \cdot 2,13 = 3.355.214 \text{ N}\cdot\text{m}^2$

En función del material se obtendrían los siguientes valores del momento de inercia:

• Madera (módulo de elasticidad  $E = 12.500 \text{ MPa}$ ):  $I = 268 \text{ cm}^4$

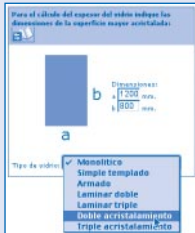
• Acero (módulo de elasticidad  $E = 210.000 \text{ MPa}$ ):  $I = 16 \text{ cm}^4$

• Aluminio (módulo de elasticidad  $E = 70.000 \text{ MPa}$ ):  $I = 48 \text{ cm}^4$

En el caso de la carpintería de PVC reforzada, el valor del momento de Inercia será el del Acero.

## 11 Acristamiento

- 10 Para el cálculo del **espesor mínimo de vidrio admisible**, debe introducir las medidas en milímetros, del vidrio de mayor tamaño del elemento objeto de estudio. La dimensión exacta del vidrio, dependerá del sistema de carpintería utilizado. Descontando 80mm. a las medidas totales de ancho y alto, de las hojas o de los fijos de la carpintería, obtendríamos las medidas de cálculo del vidrio, estando siempre de esta forma del lado de la seguridad. De igual forma, debe introducir el tipo de vidrio a instalar. Tenga en cuenta que por limitaciones energéticas o acústicas, es posible que sea necesario instalar un vidrio de superior espesor al aquí calculado por limitaciones mecánicas y de presión de viento. En esta lista aparecen únicamente tipos de vidrios estándar pero no incluyen los diferentes tratamientos o espesores de cámaras, que confieren a los vidrios características térmicas o acústicas especiales, pero que no son determinantes para el cálculo de la rigidez mecánica. Los datos obtenidos en el cálculo del espesor mínimo, únicamente tiene en cuenta el espesor total de las paredes de vidrio y no la longitud de la cámara de aire.



### Le explicamos por qué:

La instrucción UNE 82-220 da también los espesores mínimos recomendables de los vidrios colocados verticalmente en función de la presión de cálculo del viento  $w$  a que se encuentre sometida la carpintería.

Para acristalado con vidrio normal monolítico recocido, las expresiones de comprobación (de acuerdo con las fórmulas europeas, en las cuales ya se encuentra incluida la tensión de trabajo del vidrio) y para vidrios enmarcados en sus cuatro lados, se indican en la siguiente tabla.

Determinación del espesor del vidrio		
Relación entre las dimensiones	$a/b < 3$	$a/b \geq 3$
Espesor del vidrio, $e$	$0,12 \cdot \sqrt{a \cdot b \cdot w}$	$0,20 \cdot b \cdot \sqrt{w}$

Donde:

- a: lado mayor del vidrio en metros.
- b: lado menor del vidrio en metros.
- w: presión de cálculo del viento en Pascales.
- e: espesor del vidrio en milímetros.

### ESPESOR MÍNIMO RECOMENDADO PARA EL VIDRIO FLOTADO MONOLÍTICO RECOCIDO COLOCADO EN POSICIÓN VERTICAL

Presión de cálculo del viento, w Pa	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2	1,4	1,7	Caso 1: Vidrio apoyado en dos lados. Luz (m)
	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	9,0	Caso 2: Vidrio apoyado en todo su contorno. Superficie (m <sup>2</sup> )
500	4	4	4	5	6	8	8	Espesor de vidrio, e (mm)
760	4	4	5	6	8	8	10	
1000	4	5	6	8	8	10	—	
1500	5	6	8	8	10	—	—	
2000	6	8	8	10	10	—	—	

*Nota: Las ventanas practicables pueden considerarse en general como Caso 2.*

*Las ventanas correderas pueden tenerse que considerar en ocasiones como intermedias entre Caso 1 y Caso 2.*

*Como luz del vidrio se entiende la longitud del lado libre.*

*Fuente: Instrucción UNE 85220-86*

Para otros tipos de vidrios, el espesor necesario  $e_t$  se obtiene multiplicando el espesor e obtenido de la tabla anterior por un coeficiente  $C_e$  indicado a continuación:

#### COEFICIENTE $C_e$

Tipo de vidrio	$C_e$
Simple templado	0,8
Armado	1,2
Laminar doble	1,3
Laminar triple	1,6
Doble Acristalamiento	1,5
Triple Acristalamiento	1,7

*Fuente: Instrucción UNE 85220-86*

#### NOTAS:

- 1 Los coeficientes  $C_e$  de los vidrios laminares y de dobles acristalamientos son aplicables tanto si son templados como si no lo son.
- 2 En el caso de vidrios laminares y dobles acristalamientos, el espesor e, que se obtiene es la suma de los espesores de los vidrios que los componen (cuando la diferencia de espesores de sus componentes será como máximo de 2 mm)
- 3 Para acristalamientos de grandes dimensiones o con composiciones no habituales es imprescindible realizar un cálculo específico del espesor del vidrio.
- 4 Las tablas anteriores así como los coeficientes de transformación no contemplan el factor de la flecha del vidrio. Cuando esta característica sea trascendente debe procederse a su cálculo.



Las tensiones de trabajo admisibles para vidrios colocados en vertical pueden estimarse en:

- Vidrio recocido:	20 MPa
- Vidrio templado:	50 MPa
- Vidrio termoendurecido:	35 MPa
- Vidrio laminado:	20 MPa
- Vidrio armado:	16 MPa

El valor mínimo del acristalamiento es de 4mm. en cualquier caso, por razones de resistencia mecánica.

## EJEMPLO DE CÁLCULO

A continuación le indicamos un ejemplo real de cálculo de un proyecto junto con los resultados obtenidos.

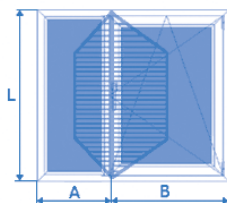
Datos del proyecto:

- Edificio situado en Madrid capital
- Edificio de uso residencial, situado en centro de ciudad con fachada en situación expuesta.
- Altura de edificio 22m. Altura ventana más alta 21m. Ventana a haces interiores.
- Separación vertical entre ventanas: 2,8 metros.
- Fachadas.
  - Norte: 35% de huecos en la fachada.
  - Sureste: 43% de huecos en la fachada.
- Transmitancia media de los muros en ambas fachadas: 0,60 W/m<sup>2</sup> °K

Ventana a determinar:

Ventana oscilobatiente con un fijo lateral y doble acristalamiento. La dimensiones de la ventana son las siguientes:

L=1.300 mm  
A= 500mm.  
B=900mm.



El vidrio de mayores dimensiones es el derecho, de una superficie vista de 1120x810mm.

Puesto que se va a proyectar con doble acristalamiento, se recomienda que la flecha frontal relativa sea menor o igual a L/300, por lo tanto clasificación al viento tipo C.

Introducimos en el programa con los datos que vemos a continuación:

Decuinick N.V. Sucursal en España

[Inicio](#) [Ayuda](#) [Descargar](#) [Actualizar](#) [Página principal](#) [Ayuda](#) [Impresión](#) [Cerrar](#)

[Inicio](#) [Inicio](#) [Inicio](#) [Inicio](#) [Inicio](#) [Inicio](#) [Inicio](#) [Inicio](#) [Inicio](#) [Inicio](#)

**deceuinick**

La empresa: [E.P.V.C.](#) [Derechos](#) [Normativa](#) [Política de privacidad](#) [Fabricaciones](#) [Contacto](#)  
[Productos](#) [Certificaciones y ensayos](#) [Ofertas del arquitecto](#) [Planos](#) [Otras secciones](#)

**CALCULO PROYECTO**

Seleccione la Provincia y el municipio donde se encuentra situada la obra:

La Coruña	Madrosos
La Rioja	Madrid
Las Palmas	Majadahonda
León	Manzanares el Real
Lérida	Meco
Lugo	Metrada del Campo
Madrid	Miraflores de la Sierra
Málaga	Molar, El
Melilla	Molinos, Los
Murcia	Montejo de la Sierra

Indique el entorno del edificio y la situación de la fachada. Esto es necesario para determinar la permeabilidad al aire de la ventana.

Centro de ciudad      Fachada expuesta

Indique la altura en metros sobre el nivel del suelo a la que está situada la ventana objeto de estudio:

Indique la separación entre ventanas:

H menor o igual a 3 m.  
 H superior a 3 m. y menor de 9 m.

Indique la clasificación deseada de la ventana:

Para valores sin doble o triple acristalamiento, seleccione una clase de ventana:

Clase A  
 Clase B  
 Clase C

Indique si la vivienda se para utilización:

Residencial  
 No residencial

Indique si la ventana está instalada en:

Haces interiores  
 Haces exteriores

Para calcular las limitaciones existentes en la demanda energética del edificio, indique el % de huecos en cada fachada:

Orientación fachada:	Ángulo orientación:	%Huecos en cada fachada:	Transparencia media de los muros:
Norte	$0 < \alpha < 30$	<input type="text" value="30"/> y <input type="text" value="40"/>	<input type="text" value="0,00"/> W/m <sup>2</sup> %
Este	$60 < \alpha < 111$	He hay ventanas en esta orientación	<input type="text" value="0,00"/> W/m <sup>2</sup> %
Sureste	$111 < \alpha < 162$	<input type="text" value="40"/> y <input type="text" value="50"/>	<input type="text" value="0,00"/> W/m <sup>2</sup> %
Sur	$162 < \alpha < 198$	He hay ventanas en esta orientación	<input type="text" value="0,00"/> W/m <sup>2</sup> %
Suroeste	$198 < \alpha < 249$	He hay ventanas en esta orientación	<input type="text" value="0,00"/> W/m <sup>2</sup> %
Oeste	$249 < \alpha < 300$	He hay ventanas en esta orientación	<input type="text" value="0,00"/> W/m <sup>2</sup> %

Indique las medidas del elemento de estudio. Para el dimensionado de un elemento, el ejemplo de carga es equivalente al de una viga apoyada, con una carga de sección transversal:

mm.  
 mm.  
 mm.

Para el cálculo del espesor del vidrio indique las dimensiones de la superficie mayor acristalada:

Dimensiones:  
 mm.  
 mm.

Tipo de vidrio: **Doble acristalamiento**

ACEPTAR

© Decuinick N.V. Sucursal en España 2005

[Ayuda legal](#) [Inicio](#) [Inicio](#) [Inicio](#) [Inicio](#) [Inicio](#) [Inicio](#) [Inicio](#) [Inicio](#) [Inicio](#)

Sitio de Internet

Una vez hagamos clic en **Aceptar**, el programa nos muestra los siguientes resultados. Estos datos pueden ser copiados y pegados para incorporarlos como parte del Pliego Técnico del Proyecto.

## PLIEGO TÉCNICO DEL PROYECTO

Según los datos por usted introducidos, los requisitos mínimos exigidos por el nuevo Código Técnico de la Edificación son los siguientes:

### 1.- Resistencia al viento

A **Madrid** le corresponde una **presión básica de viento de 422,50 Pa** y una **velocidad básica de viento de 26 m/sg.**

Este edificio está situado en **centro de ciudad**, en **terreno tipo 5** y con las fachadas por usted indicadas en situación **expuesta**, y para la ventana más alta, situada a una altura de **21 metros** la clasificación necesaria respecto al viento es **clase 3**.

Para la clasificación elegida tipo C la **flecha frontal relativa debe ser menor o igual a 4,33 mm.** y por tanto la clasificación necesaria es **C3**.

### 2.- Resistencia a la carga de nieve, carga permanente y uso.

No aplicable a las ventanas colocadas verticalmente.

### 3.- Reacción al fuego

No hay legislación nacional al respecto.

*Nota: Si en el proyecto se especificara algún requisito, el proveedor de las ventanas deberá acreditar su cumplimiento.*

### 4.- Estanquidad al agua

A esta obra, situada en el municipio de **Madrid**, provincia de **Madrid**, le corresponde la **zona pluviométrica 4**. Considerando que la fachada está en situación **expuesta** y para la ventana más alta, con una separación entre ventanas de H menor o igual a **H menor o igual que 3m.** de separación, y estando estas colocadas a **haces interiores** y para una **resistencia al viento de clase C3** obtenida anteriormente, la clasificación de la ventana según su estanquidad al agua es **clase 3 A**.

### 5.- Emisión de sustancias peligrosas

No hay legislación al respecto.

*Nota: Si en el proyecto se especificara algún requisito, el proveedor de las ventanas deberá acreditar su cumplimiento.*

### 6.- Resistencia al impacto

No hay legislación al respecto.

*Nota: Si en el proyecto se especificara algún requisito, el proveedor de las ventanas deberá acreditar su cumplimiento.*

### 7.- Aislamiento al ruido aéreo

El CTE establece tres niveles de aislamiento acústico para las fachadas, en función del ruido predominante en el exterior:

- Ruido de tráfico: 30 dBA
- Tráfico ferroviario o estaciones ferroviarias: 32 dBA
- Ruido de Aeronaves: 35 dBA

### 8.- Permeabilidad al aire

Según los C.T.E, al municipio de **Madrid** provincia de **Madrid**, le corresponde la **Zona climática D3**. Según el mapa de presión promedio de viento (instrucción UNE 85220-86), a esta localidad le corresponde la zona de **presión promedio de viento tipo F**. Considerando que las fachadas están en **situación expuesta**, y para la ventana más alta, en **centro de ciudad** a una altura de **21 m.**, en la **Zona climática D3** la clasificación necesaria es **Clase 2**.

## 9.- Transmitancia térmica

Por limitación de la demanda de energía en invierno, según el C.T.E., en la zona climática D3 la transmitancia límite de las ventanas es la siguiente:

- Fachada norte, para una superficie de huecos entre el 30% y 40% :  $U_H \leq 2,20 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Fachada sureste, para una superficie de huecos entre el 40% y 50% :  $U_H \leq 3,20 \text{ W/m}^2\text{K}$

Para evitar descompensaciones entre la calidad térmica de diferentes espacios, según el C.T.E. para la **Zona climática D3** se requiere una transmitancia térmica máxima para los perfiles y para el acristalamiento por separado menor o igual a **3,50 W/m<sup>2</sup>K**.

Este valor límite para la transmitancia térmica del acristalamiento excluye la posibilidad de emplear vidrio sencillo, por lo que hay que optar por el doble acristalamiento.

Respecto a los perfiles, **tampoco pueden emplearse perfiles metálicos sin rotura de puente térmico** ya que su valor U estaría por encima de lo que indican los C.T.E. para la zona D3 de **3,50 W/m<sup>2</sup>K**.

En función del marco y el vidrio elegidos se calculará la transmitancia térmica del hueco (U H) mediante la fórmula de cálculo para verificar que se cumplen las condiciones anteriores para cada ventana.

## 10.- Propiedades frente a la radiación solar

Para un edificio en la **zona D3** de un edificio con **carga interna baja** (tipo RESIDENCIAL) los requisitos de factor solar son los siguientes:

- Fachada norte, para una superficie de huecos entre el 30% y 40% , Fs: No es exigible un factor solar mínimo.
- Fachada sureste, para una superficie de huecos entre el 40% y 50% , Fs: 0.53

## 11.- Sistema de apertura

El sistema de apertura será determinado por el autor del proyecto.

## 12.- Resistencia a repetidas aperturas y cierres

Las ventanas serán al menos de **Clase 1** (5.000 ciclos).  
(No hay criterio establecido para recomendar la clase necesaria)

## 13.- Cálculo de la rigidez necesaria para la perfilería.

Presión básica de viento: 422,50 Pa.

Velocidad básica de viento: 26,00 m/s.

**Presión de cálculo:** la presión de cálculo para una ventana situada a **21 m.** de altura en **centro de ciudad** y una fachada expuesta es de **1.136,00 Pascales**.

La clase C3 de resistencia al viento implica una presión de ensayo P1 = 1.200,00 Pa para medir las deformaciones.

Esta presión es superior a la calculada antes, por lo que se empleará como nuevo valor de Presión de Cálculo.

El valor de la rigidez a la flexión mínimo (E<sup>II</sup>) tiene que ser igual a **618.622,47 MPa cm<sup>4</sup>**

La flecha máxima admisible en la ventana es de **4,33 mm**.

Considerando los valores típicos para el módulo elástico E de los distintos materiales, y para una flecha máxima de **4,33** el momento de inercia necesario es:

Perfiles de madera: 49,49 cm<sup>4</sup>

Perfiles de PVC con refuerzo: 2,95 cm<sup>4</sup>

Perfiles de aluminio: 8,84 cm<sup>4</sup>

Perfiles de PVC sin refuerzo: 193,32 cm<sup>4</sup>

En el caso de ventanas de PVC con refuerzo de acero, se considera como elemento resistente el refuerzo de acero, despreciándose la contribución del perfil de PVC.

## 14.- Acristalamiento

El espesor del vidrio, para una presión de cálculo de 1200,00 Pa y considerando el vidrio apoyado en su contorno, obtenemos el siguiente espesor para un vidrio sencillo equivalente:

Vidrio apoyado en su contorno: 3,96 mm

Para un vidrio doble acristalamiento, el espesor total debe ser de 5,94 mm.

Siempre el espesor mínimo de cada panel de vidrio tiene que ser de 4 mm, por razones de resistencia mecánica.

## TABLA RESUMEN DE EXIGENCIAS DEL PROYECTO

Prestación	Clase o valor
<b>Resistencia al viento</b>	<b>Clase C3</b>
Resistencia a la carga de nieve, carga permanente y uso	No aplicable
Reacción al fuego	No hay requisito legal
<b>Estanquidad al agua</b>	<b>Clase 3 A</b>
Emisión de sustancias peligrosas	No hay requisito legal
Resistencia al impacto	No hay requisito legal
Aislamiento acústico (de la fachada)	Ruido de tráfico 30dbA Tráfico ferroviario 32 dBA Ruido de Aeronaves 35 dBA
<b>Permeabilidad al aire</b>	<b>Clase 2</b>
Transmitancia térmica:	
• Fachada norte	$U_H \leq 2,20 \text{ W/m}^2\text{K}$
• Fachada sureste	$U_H \leq 3,20 \text{ W/m}^2\text{K}$
<b>Por equilibrio de la calidad térmica entre espacios: perfiles y acristalamientos evaluados por separado</b>	$U \leq 3,50 \text{ W/m}^2\text{K}$ .
<b>Propiedades frente a la radiación solar</b>	
• Fachada norte	FS: No es exigible un factor solar mínimo
• Fachada sureste	FS: 0.53
Sistema de apertura	No hay requisito legal
<b>Resistencia a repetidas aperturas y cierres</b>	<b>Clase 1</b>

- MAPA 1 – Zona para el cálculo del valor básico de la velocidad del viento: A, B, ó C.

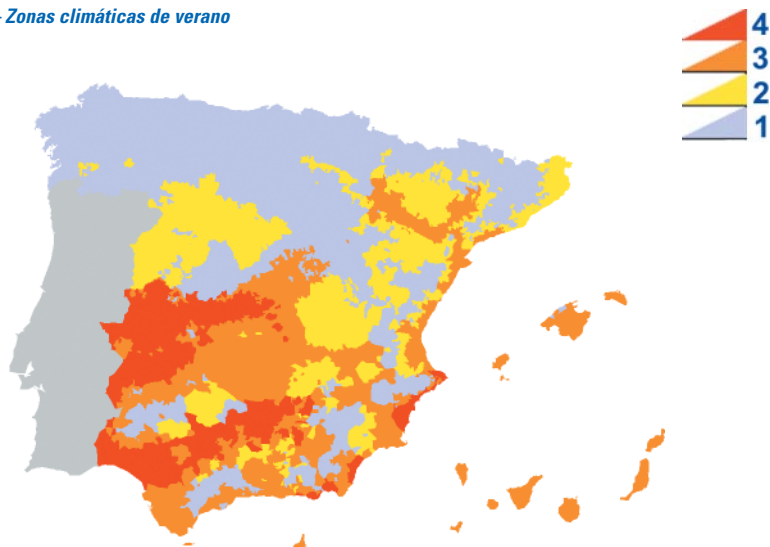


- MAPA 2 – Zona pluviométrica en la que se encuentra situado el proyecto: I, II, III, IV ó V.

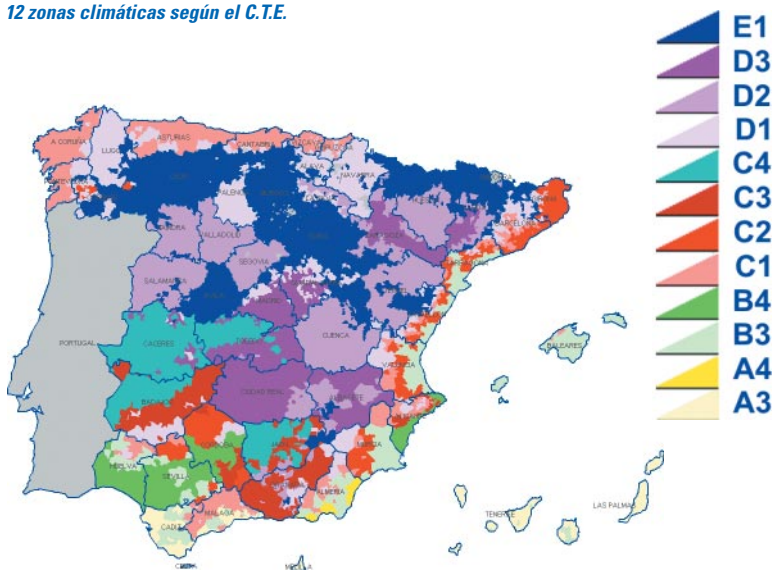




- MAPA 5 – Zonas climáticas de verano

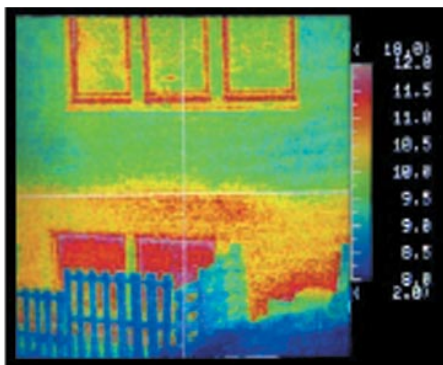


- MAPA 6 – Combinación invierno-verano.  
12 zonas climáticas según el C.T.E.

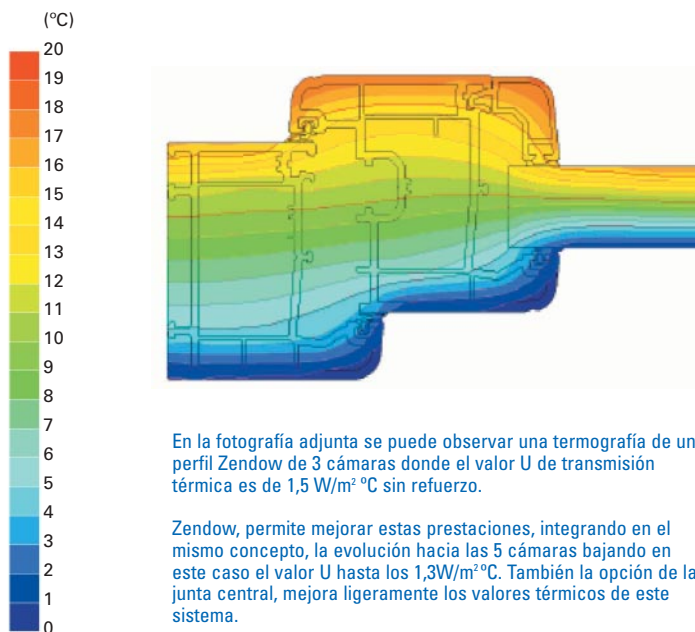




## Termográfica de la fachada



Cuando en las ventanas no se utilizan perfiles aislantes (con un bajo valor U), como se puede observar en la vivienda residencial de la termografía, existen zonas rojas en mayor medida (perfiles), y zonas amarillas en segundo lugar (los vidrios), donde estamos perdiendo aislamiento. En cambio, las zonas verdes (el muro de la vivienda) son zonas mucho más aislantes. De ahí la importancia de utilizar perfiles en las ventanas y vidrio con un bajo valor U, para que toda la termografía tenga un color próximo al verde de los muros.



En la fotografía adjunta se puede observar una termografía de un perfil Zendow de 3 cámaras donde el valor U de transmisión térmica es de  $1,5 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$  sin refuerzo.

Zendow, permite mejorar estas prestaciones, integrando en el mismo concepto, la evolución hacia las 5 cámaras bajando en este caso el valor U hasta los  $1,3 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$ . También la opción de la junta central, mejora ligeramente los valores térmicos de este sistema.

# Deceuninck

## Líder Mundial en ventanas de PVC



### SISTEMAS DE ARQUITECTURA DECEUNINCK

#### Sistemas de carpintería

- Sistemas practicable
  - Zendow 70
  - Zendow Termic
  - Zendow Design
  - Zendow Shine
  - AD/F de Thyssen
- Sistemas correderas
  - Tecnocor
  - Monocor
  - Levacor
- Sistemas guillotina
- Puertas osciloparalelas
- Puertas plegables
- Puertas de entrada

#### Protección del hogar

- Cajones de persiana
  - Protex
  - Lamas de persiana
- Mallorquinas
- Mosquiteros
- Balaustradas
- Vallas
- Invernaderos Thyssen

#### Productos de construcción

- Revestimientos paredes y techos.
  - Decor
  - Bee-boo
  - Decoline
- Puertas Plia
- Perfiles auxiliares
- Repisas de ventana
- Revestimiento exterior
  - Deeplas
  - Murviny
- Paneles
- Muro cortina Thyssen

S Y S T E M  
**zendow**<sup>®</sup>  
b y d e c e u n i n c k

#### Material contenido en este CD

- Alzados de ventanas ordenados por categorías con sus secciones correspondientes.
- Secciones escala 1:1 de carpintería en dwg y dxf.
- Descripción de los sistemas de carpintería Deceuninck.
- Ensayos térmicos y acústicos de carpintería Zendow.
- Ensayos de aire, agua y viento.
- Cupón de solicitud del libro "Manual de la ventana", realizado por ASEFAVE y editado por AENOR.
- Solicitud de presupuestos (disponible con conexión a Internet)

El CD no necesita instalación. Al introducir el CD en su lector aparecerá un menú principal de acceso a los diferentes contenidos del mismo. Si este menú no apareciera, ejecute directamente el archivo "AutoRun.exe". ■

#### Requisitos del sistema

- Windows 95 o superior.
- Procesador Pentium o superior recomendado.
- Lector de CD.
- Es necesaria una conexión a Internet para los apartados de "Cálculo del proyecto según el C.T.E." y "Solicitud de presupuesto"

Este CD se puede ver en un PC. Es necesario que tenga instalado un navegador para poder ver el contenido del mismo de forma similar a lo que verá si se conecta a nuestra web [www.deceuninck.es](http://www.deceuninck.es) ■