

Manual práctico de prescripción y recepción de ventanas en obra

marzo 2010



**Manual práctico de
prescripción y recepción
de ventanas en obra**

MARZO 2010

editado por:



Tel.: 934 050 307
tecnopress@ciberperfil.com

para:



Príncipe de Vergara, 74, 3º
28006 Madrid
Tel.: 915 614 547 - Fax: 915 644 290
asefave@asefave.org
www.asefave.org

Dep. legal: B 18131-2010

Queda prohibida la reproducción total o parcial del contenido de esta edición sin el permiso escrito de ASEFAVE.

Índice de contenidos

■ 1. INTRODUCCIÓN	12
■ 2. OBJETO Y CONTENIDO DE LA GUÍA TÉCNICA	12
■ 3. FASE DE DISEÑO: REQUISITOS DE PRESTACIONES DE LAS VENTANAS. APLICACIÓN DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN	13
3.1.- ESTUDIO DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL EN MÁLAGA	15
3.2.- ESTUDIO DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL EN MADRID	39
3.3.- ESTUDIO DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL EN LEÓN	47
3.4.- ESTUDIO DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL EN GIRONA	56
■ 4. FASE DE RECEPCIÓN DEL MATERIAL EN OBRA: EXIGENCIAS DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN Y PRESTACIONES DECLARADAS EN EL MERCADO CE DE LAS VENTANAS.	63
■ ANEXOS	78
ANEXO I. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE EXPOSICIÓN PARA ALTURAS COMPRENDIDAS ENTRE 30 Y 200 M (DB SE-AE)	78
ANEXO II. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE PRESIÓN (DB SE-AE)	78
ANEXO III. CÁLCULO DEL AISLAMIENTO ACÚSTICO DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS MIXTOS (DB HR)	80
ANEXO IV. CÁLCULO DEL FACTOR SOLAR MODIFICADO DE LOS HUECOS (DB HE)	82
ANEXO V. DETERMINACIÓN DEL AISLAMIENTO ACÚSTICO EN VENTANAS Y RANGOS DE APLICACIÓN (UNE EN 14351-1)	86
ANEXO VI. DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE TRANSMITANCIA TÉRMICA DE LA VENTANA	90
■ BIBLIOGRAFÍA	92





PRESENTACIÓN

En línea con la labor de difusión del conocimiento técnico del cerramiento acristalado, ASEFAVE ha elaborado el presente Manual.

El documento ha sido redactado en forma de guía y teniendo muy presente al público potencial: prescriptores, directores de obra, profesionales del sector.

La intención es conectar de una forma sencilla e inteligible las dos fases de toda obra de edificación: la redacción del proyecto ejecutivo y la fase de ejecución de obra, con el control de recepción de las ventanas suministradas.

Para ello se hace un repaso, con ejemplos reales, de las prestaciones que el Código Técnico de la Edificación exige a las ventanas y una vez definidas, se presenta una ventana real con su etiqueta de marcado CE.

La comparación entre las prestaciones exigidas y las declaradas permitirá al director de obra aceptar o no esas ventanas para la obra concreta.

Pero las prestaciones de la etiqueta de marcado CE también pueden servir al redactor del proyecto para definir las ventanas ya en fase de proyecto.

Aunando la voluntad de un análisis exhaustivo con la facilidad de interpretación del Manual, se incluyen anexos con métodos de cálculo y ejemplos que aclaran o complementan los casos prácticos desarrollados. Esperando que este Manual complete espacios no resueltos en otras publicaciones, lo ponemos a su disposición.

Pablo Martín
Director de ASEFAVE

■ 1. INTRODUCCIÓN

El presente Manual es una Guía Práctica de prescripción y recepción de ventanas en obra. Con la redacción de esta Guía se pretende facilitar la aplicación del marcado CE de las ventanas y el cumplimiento de los requisitos técnicos exigidos en el Código Técnico de la Edificación, permitiendo la defensa de la calidad de las ventanas y su control durante la ejecución.

Queremos agradecer la colaboración de las distintas empresas miembro de ASEFAVE, que han trabajado en la redacción de este documento.

■ 2. OBJETO Y CONTENIDO DE LA GUÍA TÉCNICA

El objeto de la presente Guía es facilitar la aplicación de los requisitos obligatorios establecidos en el Código Técnico de la Edificación (CTE) en relación a las ventanas. Asimismo, la guía aborda el marcado CE de las ventanas, obligatorio desde el 01-02-2010, y su relación con el CTE.

La información y procedimientos de análisis contenidos en esta Guía están especialmente dirigidos a los técnicos y prescriptores encargados del diseño de los proyectos, así como a los técnicos encargados de la ejecución en obra. Por otro lado, será de interés para todos aquellos técnicos relacionados con el sector del cerramiento acristalado.

La Guía se estructura en dos bloques. El primero de ellos hace referencia al cálculo de las prestaciones de las ventanas en la fase de redacción de los proyectos, atendiendo a los criterios establecidos en el Código Técnico de la Edificación. Para ello, se analizan diversos ejemplos de aplicación con edificios de distinta tipología y ubicación. La segunda parte analiza el control de la recepción de las ventanas en obra, a través de las prestaciones declaradas en el marcado CE de la ventana. Por último, se incluyen distintos anexos con los procedimientos de cálculo citados en el documento y las referencias bibliográficas y normativas de interés.

Los contenidos de la guía permitirán poner de manifiesto los siguientes puntos:

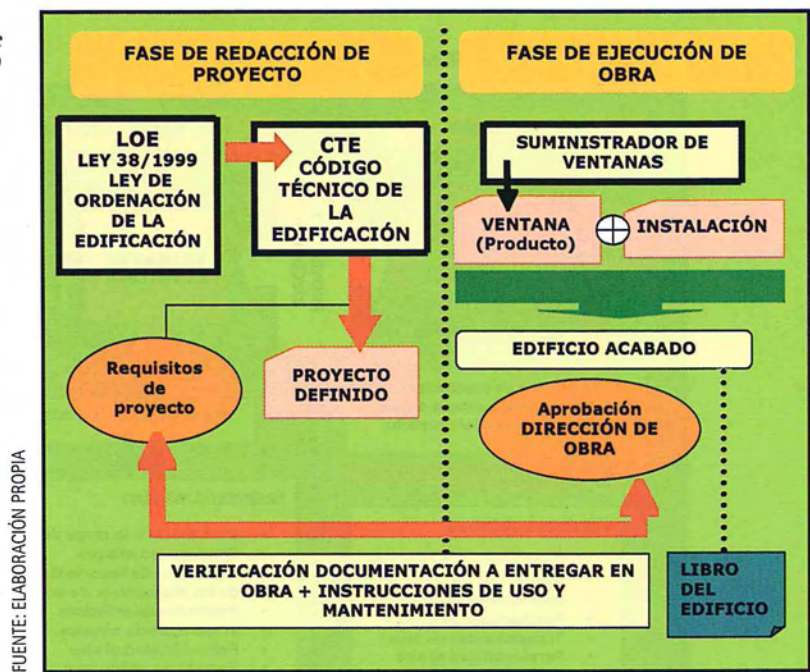
- El marcado CE de la ventana **es un requisito obligatorio de carácter legal** pero por sí solo no garantiza el cumplimiento del Código Técnico de la Edificación.
- **El prescriptor debe definir en la fase de redacción del proyecto las características técnicas a exigir a las ventanas**, en función de los requisitos del proyecto, que el fabricante garantizará con sus productos.
- La misma ventana será apta o no para poder instalarse en un determinado edificio **dependiendo del tipo de proyecto** (ubicación, tipología del edificio, uso del edificio, etc.).

3. FASE DE DISEÑO: REQUISITOS DE PRESTACIONES DE LAS VENTANAS. APLICACIÓN DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN

El estudio de las prestaciones de las ventanas, establecidas en el CTE, se analizará mediante cuatro ejemplos prácticos de diferente tipología constructiva y diferente ubicación. Este análisis permitirá conocer los métodos de cálculo establecidos en el CTE, así como, el significado de las características exigidas. Un esquema del proceso se muestra en la Figura 1)

En la fase de redacción del proyecto y atendiendo a lo establecido en la Ley de Ordenación de la Edificación, LOE(1), y en el Código Técnico de la Edificación(2), el prescriptor definirá los requisitos de las carpinterías. En la fase de ejecución de obra se procederá a la verificación de la documentación aportada por el fabricante, así como de las instrucciones de uso y mantenimiento, que formarán parte del Libro del Edificio(3).

Figura 1)
Esquema de la situación de la carpintería en el proceso constructivo



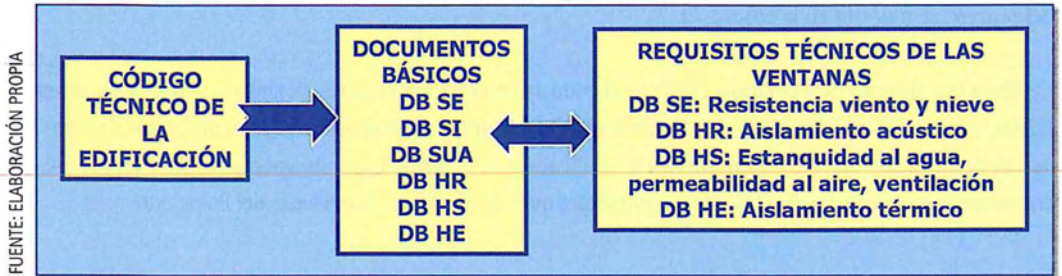
(1) La LOE tiene por objeto regular en sus aspectos esenciales el proceso de la edificación, estableciendo las obligaciones y responsabilidades de los agentes que intervienen en dicho proceso.

(2) El CTE es el marco normativo por el que se regulan las exigencias básicas de calidad que deben cumplir los edificios, incluidas sus instalaciones, para satisfacer los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad.

(3) El Libro del Edificio regulado en la LOE, en su artículo 7, de cumplimiento en todos los edificios incluidos en su ámbito de aplicación, es la documentación que ha de ser entregada a los usuarios finales del edificio, entre la que se incluye la documentación relativa a las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio y sus instalaciones.

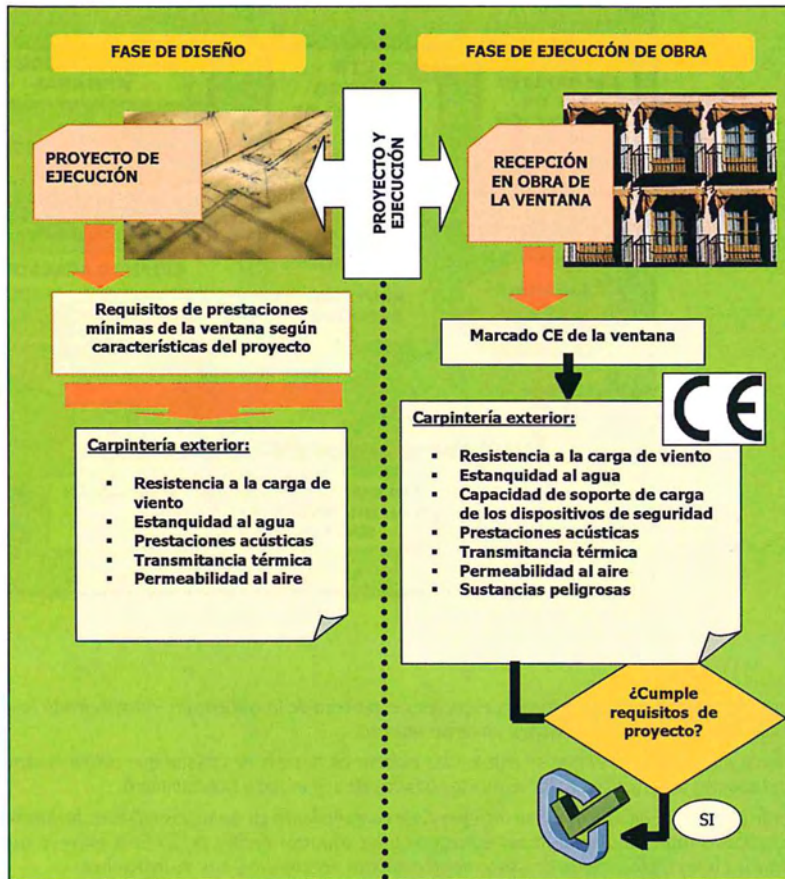
Los esquemas de la Figura 2) y Figura 3) relacionan los requisitos exigidos en el CTE (que el prescriptor debe definir en la fase de redacción del proyecto) con los valores declarados que el marcado CE de la ventana aporta. De esta manera el marcado CE permitirá comprobar los requisitos impuestos en la fase de proyecto de obra, que se verificarán con la recepción de la ventana.

Figura 2) Prestaciones de la ventana



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Figura 3) Marcado CE y CTE en ventanas



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.1.- ESTUDIO DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL EN MÁLAGA



3.1.1.- DATOS DE PARTIDA DEL PROYECTO ARQUITECTÓNICO

DATOS DEL EDIFICIO

- Tipo de edificio
- Emplazamiento
- Fachadas
- Aleros u otros elementos de protección de las ventanas
- Retranqueos

DATOS DE LAS VENTANAS

- Dimensiones de las mayores ventanas
- % del hueco ocupado por el acristalamiento
- % del hueco ocupado por los perfiles
- Cota de la ventana más alta

Para el edificio objeto del estudio ubicado en Málaga se tienen en cuenta los siguientes datos de partida:

- Tipo de edificio: residencial (edificio de viviendas).
- Emplazamiento: zona urbana. Sin edificios cercanos.
- Altura del edificio: 25,15 m sobre rasante.
- Fachadas:

Orientación	Superficie (m ²)	Porcentaje de huecos (%)
Norte	393	28%
Sur	393	28%
Este	279	15%
Oeste	279	15%

- Cota de la ventana más alta: 23,45 m
- Dimensiones de las mayores ventanas: 1,25 m (ancho) x 1,60 (alto).
- Aleros u otros elementos de protección de las ventanas: No existen.
- Distancia vertical entre dos ventanas consecutivas: $H = 2,9$ m
- Sin retranqueos

Se muestra en la **Figura 4)** un esquema del edificio de Málaga y en la **Figura 5)** un croquis de la mayor ventana.

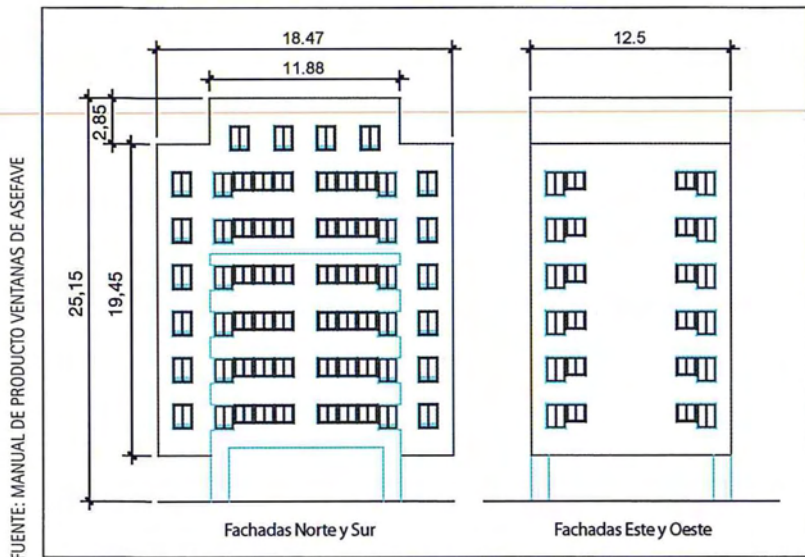


Figura 4) Croquis del edificio - Málaga.

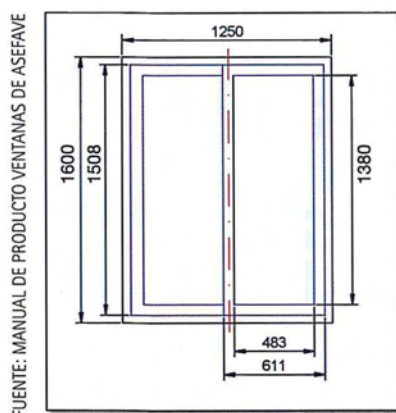


Figura 5) Croquis de la mayor ventana - Málaga.

- Dimensiones del acristalamiento: 0,48 m x 1,38 m (2 unidades)
- % del hueco ocupado por el acristalamiento: 66,6 %
- % del hueco ocupado por los perfiles: 33,4 %

La ventana que se ensaya para obtener los valores del Ensayo Inicial de Tipo del marcado CE suele ser la más desfavorable desde el punto de vista de los sistemas de apertura y de las dimensiones (mayores dimensiones), pero puede ocurrir, para determinadas características de la ventana, que la ventana de mayores dimensiones no sea la más desfavorable. En el caso de la transmitancia térmica, por ejemplo, influirán los % de vidrio y perfiles y las características de éstos.

3.1.2.- DETERMINACIÓN DE PRESTACIONES DE LAS VENTANAS SEGÚN CTE

1.- Resistencia al viento (CTE DB SE AE)

Presión de cálculo, q_e

La acción del viento es, en general, una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto o presión estática, q_e , que puede expresarse como:

$$q_e = q_b \times C_e \times C_p$$

[1]

Donde: q_b = presión dinámica del viento

C_e = coeficiente de exposición

C_p = coeficiente eólico o de presión

Presión dinámica, q_b

De forma simplificada, como valor en cualquier punto del territorio español, puede adoptarse 0,5 kN/m² para la presión dinámica (apartado 3.3.2 del DB SE AE). Sin embargo, pueden obtenerse valores más precisos mediante el Anejo D del DB SE AE, en función del emplazamiento geográfico de la obra.

Según el mapa del Anejo D del DB SE AE, apartado D.1, a Málaga le corresponde la Zona A, esto supone una velocidad básica del viento de 26 m/s. (véase Figura 6).

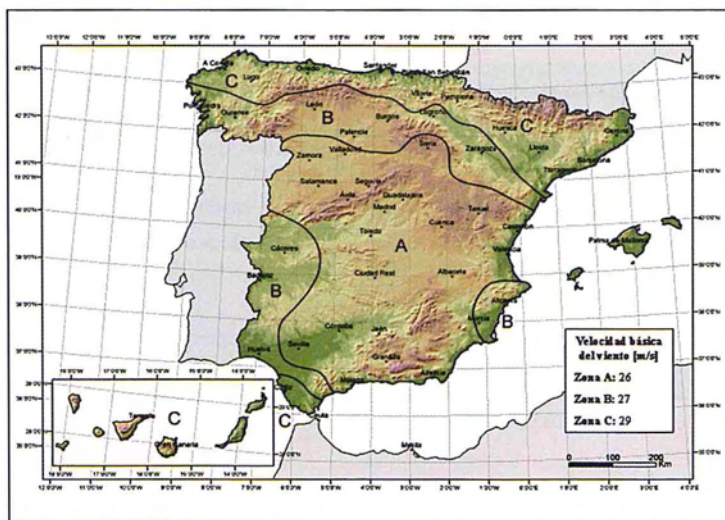


Figura 6) Mapa valor básico de la velocidad de viento

FUENTE: ANEJO D. DB SE AE.

Obtenida la velocidad básica del viento (m/s) se puede calcular la presión dinámica del viento, mediante la ecuación:

$$q_b = 0,5 \cdot \delta \cdot v_b^2$$

[2]

Donde: δ = densidad del aire (en general puede adoptarse el valor de 1,25 kg/m³)
 v_b = valor básico de la velocidad de viento

Datos obtenidos:

Ubicación	Velocidad básica de viento (m/s)	Presión dinámica del viento (Pa)
Málaga (zona A)	26	422,5 (0,422 kN/m ²)

Coefficiente de exposición, Ce

El coeficiente de exposición tiene en cuenta los efectos de las turbulencias originadas por el relieve y la topografía del terreno. Su valor se obtiene de la tabla 3.4 del DB SE AE, siendo la altura del punto considerado la medida respecto a la rasante media de la fachada a barlovento (4).

Los valores proporcionados por la tabla corresponden a edificios menores de 30 m de altura. Para alturas superiores a 30 m y menores de 200 m los valores del coeficiente de exposición deben obtenerse de las expresiones generales que se recogen en el Anejo D del DB SE AE (ver procedimiento de cálculo en el Anexo I).

A efectos del grado de aspereza, el entorno del edificio se clasificará en el primero de los tipos de la tabla 3.4 del DB SE AE al que pertenezca, para la dirección de viento analizada (véase Tabla 1).

Tabla 1) Valores del coeficiente de exposición, Ce

Grado de aspereza del entorno	Altura del punto considerado (m)							
	3	6	9	12	15	18	24	30
I Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	2,4	2,7	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5	3,7
II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	2,1	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,5
III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	1,6	2,0	2,3	2,5	2,6	2,7	2,9	3,1
IV Zona urbana en general, industrial o forestal	1,3	1,4	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6
V Centro de negocio de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	1,2	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	1,9	2,0

FUENTE: TABLA 3.4 DEL DB SE AE

(4) Barlovento: Parte de donde viene el viento, con respecto a un punto o lugar determinado (sotavento: la parte opuesta a aquella de donde viene el viento con respecto a un punto o lugar determinado).

Para el edificio objeto del estudio:

- Zona urbana, terreno tipo IV
- Altura $H = 24\text{m}$ de la ventana más alta.
- 4 fachadas en situación expuesta

El coeficiente C_e para 24 m tiene un valor de:

Grado de aspereza del entorno	Altura del punto considerado (m)	Coefficiente de exposición C_e
Tipo IV	24	2,4

Coefficiente eólico o de presión, C_p

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

Para el caso de edificios de pisos, con forjados que conectan todas las fachadas a intervalos regulares, con huecos o ventanas pequeños practicables o herméticos, y compartimentados interiormente, para el análisis global de la estructura bastará **considerar coeficientes eólicos globales** a barlovento y sotavento, aplicando la acción de viento a la superficie proyección del volumen edificado en un plano perpendicular a la acción de viento. Como coeficientes eólicos globales, podrán adoptarse los de la tabla 3.5 del DB SE AE (véase **Tabla 2**).

Tabla 2) Coeficiente eólico en edificio de pisos, C_p

	Esbeltez en el plano paralelo al viento					
	< 0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	$\geq 5,00$
Coefficiente eólico de presión, c_p	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8
Coefficiente eólico de succión, c_s	-0,3	-0,4	-0,4	-0,5	-0,6	-0,7

FUENTE: TABLA 3.5 DEL DB SE AE

Así, suponiendo una esbeltez del plano paralelo al viento menor o igual a 0,50 se obtiene:

Esbeltez en el plano paralelo al viento	Coefficiente de presión, C_p	Coefficiente de succión, C_s
$\leq 0,50$	0,7	-0,4

El DB SE AE establece que para análisis locales de elementos de fachada o cerramiento, tales como carpinterías, la acción de viento se determinará como resultante de la que existe en cada punto, a partir de los coeficientes eólicos que se establecen en el Anejo D.3.

Por otro lado, para casos en los que el edificio no presente las características antes descritas (edificios de pisos, con forjados que conectan todas las fachadas a intervalos regulares, con huecos o ventanas pequeños practicables o herméticos, y compartimentados interiormente), por ejemplo en edificios sin regularidad en la distribución de ventanas o sin forjados que conecten las fachadas, se determinará la acción del viento en cada elemento de superficie exterior, según el apartado 3.3.5 del DB SE AE.

La acción del viento se determinará como resultante de la que existe en cada punto, a partir de los coeficientes eólicos que se establecen en el Anejo D.3 para diversas formas canónicas. Se aplicarán los coeficientes de la opción que presente rasgos más coincidentes con el caso analizado, considerando en su caso la forma conjunta del edificio con los medianeros (véase Anexo II con el procedimiento de cálculo y ejemplo de aplicación).

Así, la **acción del viento**, en general, una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto o presión estática, q_e , será, según la ecuación [1]:

$$q_e = q_b \times C_e \times C_p = 422 \times 2,4 \times 0,7 = 708,96 \text{ Pa.}$$

Igualando el valor característico de la presión de viento a la presión P_3 del ensayo de seguridad que contempla la norma UNE EN 12211(5), se asegura que la ventana, frente a dicho valor característico, permanece cerrada, aunque pueda sufrir defectos debidos la flexión o a la torsión de los herrajes y debidos al agrietamiento o rotura de los elementos de bastidor, siempre que ninguna parte de la ventana se separe.

La presión de seguridad, P_3 , deducida de la clasificación a la resistencia al viento de la ventana, según la norma UNE EN 12210(6), que garantiza el fabricante de la ventana mediante el marcado CE de la misma y las garantías adicionales que pueda aportar, no será nunca inferior al valor característico de la presión de viento que debe soportar dicha ventana de acuerdo con el DB SE AE (véase Tabla 3).

Asimismo, si para un valor característico de la presión de viento en la fachada lateral A, adoptamos una ventana clasificada según la norma UNE EN 12210 para una valor de la presión de seguridad P_3 , se puede

(5) UNE-EN 12211:2000. Puertas y ventanas. Resistencia a la carga de viento. Método de ensayo.

(6) UNE-EN 12210:2000. Ventanas y puertas. Resistencia al viento. Clasificación

garantizar que la ventana, con los sistemas de apertura que se contemplan, soportará la succión -P3 con mayor seguridad que la presión P3, ya que quedan excluidos los defectos debidos a la flexión o a la torsión de los herrajes.

Tabla 3) Clasificación de las ventanas por su resistencia al viento (presión en Pa)

Clase	P1	P2 a)	P3
0	No ensayada		
1	400		
2	800	200	600
3	1 200	400	1 200
4	1 600	600	1 800
5	2 000	800	2 400
Exxxx b)	xxxx	1 000	3 000
a)	Esta presión se debe repetir 50 veces		
b)	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.).		

FUENTE: NORMA UNE-EN 12210

Así, como $q_e \leq P3$ se tiene que la clasificación mínima de la ventana en función de su resistencia al viento debe ser **clase 2**.

La norma UNE EN 12210 establece que la flecha relativa frontal del elemento más deformado del bastidor de la muestra de ensayo, medida a la presión de ensayo P1, se clasifica según la Tabla 4):

Tabla 4) Clasificación de la flecha relativa frontal

Clase	Flecha relativa frontal
A	< 1/150
B	< 1/200
C	< 1/300

FUENTE: UNE EN 12210

Así, existen tres posibles clasificaciones en función de la flecha frontal del elemento más deformado de la muestra de ensayo. La clasificación de la resistencia a la carga de viento de la ventana viene dada por un número que se refiere a la clase de carga de viento y por una letra que se refiere a la deformación relativa frontal.

El nivel de flecha frontal relativa depende del tipo de acristalamiento elegido. Considerando lo establecido en la norma UNE EN 13116:2001 (Fachadas ligeras. Resistencia a la carga de viento. Requisitos de prestaciones) el nivel de flecha frontal debe ser inferior a 1/200 de la altura de la ventana con un máximo de 15 mm.

El CTE exige una clasificación en el edificio objeto del estudio:

Resistencia mínima a la carga de viento de la ventana	Clase 2
--	----------------

Observación: se podría realizar el cálculo según el anexo D del DB SE AE, 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 velocidad del viento, así como la clasificación de la ventana de acuerdo con la norma UNE EN 12210 necesaria para soportar dicha presión.

Para el **coeficiente de presión exterior** o eólico se toman los valores dados en el apartado 4 del Anejo D.3 (elementos con área de influencia entre 1 y 10 m² tomando como superficie característica del cerramiento $A = 3\text{m}^2$ y $1 \leq h/d \leq 5$).

Fachada expuesta A: $C_{pe,3} = -1,3$

Fachada expuesta D: $C_{pe,3} = 0,9$

En este caso:

$$q_e = q_b \times C_e \times C_p = 422 \text{ KN/m}^2 \times 2,4 \times 0,9 = 911 \text{ Pa.}$$

Se obtendría la misma clasificación mínima para la ventana de resistencia al viento: **clase 2**.



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

No aplicable en el caso de las ventanas colocadas verticalmente. Sería necesario su cálculo en el caso de ventanas horizontales o de tejado.

3.- Reacción al fuego

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

4.- Estanqueidad al agua (DB HS)

La estanqueidad 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 produce no salpique otros elementos interiores.

Aunque el DB HS establece las condiciones de estanqueidad al agua sólo para cerramientos ciegos, se propone un procedimiento para definir las prestaciones de estanqueidad al agua de las ventanas en función de la clasificación de resistencia al viento de la ventana.

De acuerdo con la norma UNE EN 14351-1(7), la estanqueidad al agua de las ventanas se determinará mediante el ensayo de la norma UNE EN 1027 (8). Este ensayo somete a la ventana a un rociado de agua definido en la norma, aumentando la presión del aire sobre la ventana y comprobando la ausencia de infiltraciones en cada escalón de presión. Los resultados del ensayo se expresan de acuerdo con la norma UNE EN 12208 (9).

La clasificación de las ventanas por su estanqueidad al agua se determina en función del escalón de presión en el que se produce la infiltración de agua. La **Tabla 5** proporciona los criterios de clasificación de la norma UNE EN 12208.

(7) *UNE EN 14351-1. Ventanas y puertas peatonales exteriores. Norma de producto, características de prestación. Parte 1: Ventanas y puertas peatonales exteriores sin características de resistencia al fuego y/o control de humo.*

(8) *UNE EN 1027. Ventanas y puertas. Estanqueidad al agua. Método de ensayo.*

(9) *UNE EN 12208. Ventanas y puertas. Estanqueidad al agua. Clasificación.*

Tabla 5) Clasificación de las ventanas por su estanqueidad al agua

Presión de ensayo	Clasificación		Especificaciones
	Método de ensayo A	Método de ensayo B	
P _{max} en Pa a)	A	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: UNE EN 12208

El DB HS 1 establece procedimientos para la adecuada protección frente a la humedad de los cerramientos que están en contacto con el aire exterior (fachadas y cubiertas) de todos los edificios incluidos en el ámbito de aplicación de CTE. Sin embargo, sólo se refiere a la parte ciega de estos cerramientos y no a las ventanas u otros tipos de cerramiento acristalado.

Al considerar el emplazamiento del edificio, éste se caracteriza por:

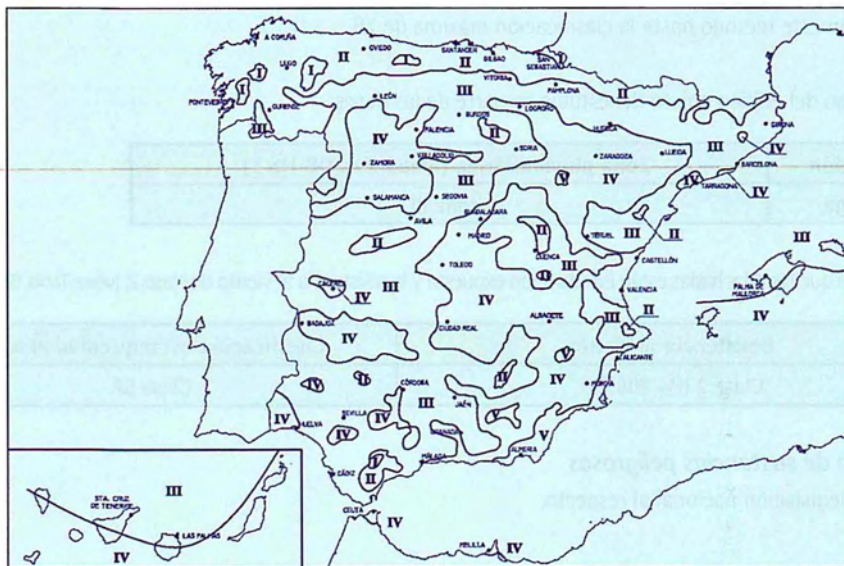
- Presión característica del viento: correspondiente al coeficiente de presión exterior.
- Zona pluviométrica, de acuerdo con el mapa figura 2.4 del DB HS 1 (véase Figura 7).

El mayor riesgo de penetración de agua a través de la ventana se produce por la coincidencia de las mayores presiones características de viento que actúan sobre la ventana, con una mayor incidencia de la pluviometría, aunque no es posible establecer una cuantificación exacta del fenómeno.

La propuesta de cálculo se basa en aceptar, para las situaciones habituales de máximo riesgo (mayor presión característica del viento hasta 40 m de altura, en las zona pluviométricas I ó II), una equivalencia

entre las presiones características del viento, aceptadas como el valor de $P_3 = 1,5 \cdot P_1$ en el ensayo de la norma UNE EN 12211 (y la clasificación al viento de las ventanas según el valor P_1 que define la norma de la norma UNE EN 12210), con las presiones máximas del ensayo de estanqueidad al agua de la norma UNE EN 12208. La equivalencia se muestra en la Tabla 6) para las zonas I y II.

Figura 7) Zonas pluviométricas de promedios en función del índice pluviométrico anual



FUENTE: DB HS 1

Tabla 6. Equivalencia entre presiones de viento y presiones estanqueidad al agua

UNE-EN 12210. Resistencia al viento	I	2			3	4	5	E_{XXX}
	$P \leq 600$	$600 < P \leq 800$	$800 < P \leq 1000$	$1000 < P \leq 1200$	$1200 < P \leq 1800$	$1800 < P \leq 2400$	$2400 < P \leq 3000$	$3000 < P$
UNE-EN 12208. Estanqueidad al agua	$< 4A$	5A	6A	7A	8A	9A	E_{900}	E_{XXX}
	$P \leq 150$	$150 < P \leq 200$	$200 < P \leq 250$	$250 < P \leq 300$	$300 < P \leq 450$	$450 < P \leq 600$	$600 < P \leq 900$	$900 < P$

FUENTE: MANUAL DE PRODUCTO VENTANAS.

La estanqueidad para las restantes situaciones de riesgo se determina en función de las definidas para las zonas eólicas I y II reduciendo la clase de estanqueidad de manera proporcional (véase tabla 6.24 del Manual de Producto Ventanas (10) que relaciona las clasificaciones al viento y la estanqueidad al agua en función de las zonas eólicas y distintas zonas pluviométricas).

(10) Manual de producto – Ventanas. 2ª Edición. Editado por AENOR. ISBN 978-84-8143-630-3

Para alturas superiores a 40 m, se eleva la prestación debido al riesgo de la presencia de remolinos y otros efectos no considerados en la determinación de la presión característica de viento, que pueden producir mayor riesgo de penetración del agua.

Para las ventanas situadas en un plano situado a distancia mayor o igual de 0,25 m del plano exterior de la fachada, ensayadas según el método 1B de la norma UNE EN 1027, pueden utilizarse los resultados del ensayo según este método hasta la clasificación máxima de 7B.

En el caso del edificio objeto del estudio se parte de los datos:

Ubicación	Zona pluviométrica (mapa 2.4. DB HS 1)
Málaga	Zona III

Considerando que las 4 fachadas están en situación expuesta y la resistencia al viento de clase 2, (véase Tabla 6) se tiene:

Resistencia al viento	Clasificación estanqueidad al agua
Clase 2 (P= 708 Pa)	Clase 5A

5.- Emisión de sustancias peligrosas

No hay legislación nacional al respecto.

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

6.- Resistencia al impacto

Esta prestación se ~~declarará~~ solo en el caso de marcado CE de puertas peatonales exteriores acristaladas con riesgo de daños (norma de ensayo UNE EN 13049:2003).

El CTE establece en su DB SUA 3-2, apartado 1.3, que los vidrios existentes en las áreas con riesgo de impacto (que se indican en la Figura 8) de las superficies acristaladas que no dispongan de una barrera de protección, tendrán una clasificación de prestaciones X(Y)Z determinada según la norma UNE EN 12600:2003 (cuyos parámetros cumplan lo que se establece en la tabla 1.1 del DB SUA, véase Tabla 7).

Tabla 7) Valor de los parámetros X(Y)Z en función de la diferencia de cota

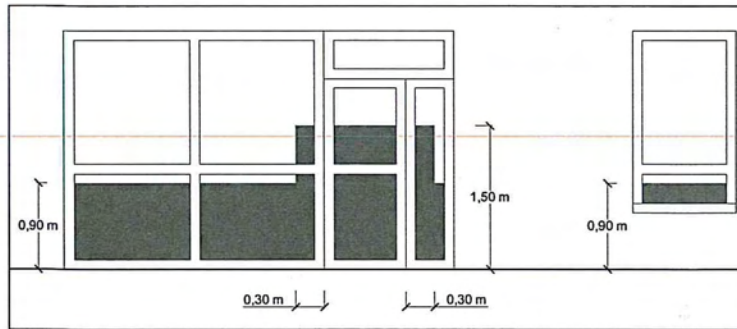
Diferencia de cotas a ambos lados de la superficie acristalada	Valor del parámetro		
	X	Y	Z
Mayor que 12 m	cualquiera	B o C	1
Comprendida entre 0,55 m y 12 m	cualquiera	B o C	1 ó 2
Menor que 0,55 m	1, 2 ó 3	B o C	cualquiera

FUENTE: TABLA 1.1 DEL DB SUA 3-2

Se identifican las siguientes áreas con riesgo de impacto (véase Figura 8):

- a) en puertas, el área comprendida entre el nivel del suelo, una altura de 1500 mm y una anchura igual a la de la puerta más 300 mm a cada lado de ésta;
- b) en paños fijos, el área comprendida entre el nivel del suelo y una altura de 900 mm.

Figura 8) Identificación de áreas con riesgo de impacto



FUENTE: FIGURA 1.2 DEL DB SUA

En el caso del edificio de Málaga los vidrios no están situados en áreas con riesgo de impacto.

7.- Aislamiento al ruido aéreo

El CTE en su Documento Básico de Protección contra el ruido establece las exigencias mínimas que deben satisfacer las carpinterías de los huecos. El CTE establece:

- **Valores límite del aislamiento acústico al ruido aéreo:** deben alcanzarse los valores límite de aislamiento acústico a ruido aéreo que figuran en la tabla 2.1 del DB HR (véase la Tabla 8).

Tabla 8) Valores de aislamiento acústico a ruido aéreo, $D_{2m,nT,Atr}$, en dBA, entre un recinto protegido y el exterior, en función del índice de ruido día, L_d

L_d dBA	Uso del edificio			
	Residencial y hospitalario		Cultural, sanitario ⁽¹⁾ , docente y administrativo	
	Dormitorios	Estancias	Estancias	Aulas
$L_d \leq 60$	30	30	30	30
$60 < L_d \leq 65$	32	30	32	30
$65 < L_d \leq 70$	37	32	37	32
$70 < L_d \leq 75$	42	37	42	37
$L_d > 75$	47	42	47	42

(1) En edificios de uso no hospitalario, es decir, edificios de asistencia sanitaria de carácter ambulatorio, como despachos médicos, consultas, áreas destinadas al diagnóstico y tratamiento, etc.

FUENTE: TABLA 2.1 DEL DR HR

El valor del índice de ruido día, L_d , puede obtenerse en las administraciones competentes o mediante consulta de los mapas estratégicos de ruido. Cuando no se disponga de datos oficiales del valor del índice de ruido día, L_d , se aplicará el valor de 60 dBA para el tipo de área acústica relativo a sectores de territorio con predominio de suelo de uso residencial.

Cuando se prevea que algunas fachadas, tales como fachadas de patios de manzana cerrados o patios interiores, así como fachadas exteriores en zonas o entornos tranquilos, no van a estar expuestas directamente al ruido de automóviles, aeronaves, de actividades industriales, comerciales o deportivas, se considerará un índice de ruido día, L_d , 10 dBA menor que el índice de ruido día de la zona.

Cuando en la zona donde se ubique el edificio el ruido exterior dominante sea el de aeronaves según se establezca en los mapas de ruido correspondientes, el valor de aislamiento acústico a ruido aéreo, $D_{2m,nT,Atr}$, obtenido en la tabla 2.1 se incrementará en 4 dBA.

- Soluciones de aislamiento acústico para carpintería de huecos

Para el diseño de los elementos constructivos se puede optar por una de las dos opciones, simplificada o general, que se analizan en los apartados 3.1.2 y 3.1.3 respectivamente del DB HR. En nuestro caso se analizará la opción simplificada.

Opción simplificada

Los parámetros acústicos que definen los componentes de una fachada en contacto con el aire exterior son:

- R_A = índice global de reducción acústica, ponderado A, de un elemento constructivo.

Este índice define la valoración global, en dBA, del índice de reducción acústica, R, para un ruido incidente rosa normalizado, ponderado A.

Los índices de reducción acústica, R_w , se determinarán mediante ensayo en laboratorio. A partir de los valores del índice de reducción acústica R_w , se puede calcular el R_A con la expresión dada en el DB HR (ver ecuación A.18 del DB HR). Se puede considerar que:

$$R_A = R_w + C$$

[3]

Siendo,

R_w = índice global de reducción acústica. Valor en decibelios de la curva de referencia, a 500 Hz, ajustada a los valores experimentales del índice de reducción acústica, R, según el método especificado en la UNE EN ISO 717 - 1.

C = término de adaptación espectral. Valor en decibelios, que se añade al valor de una magnitud global obtenida por el método de la curva de referencia de la ISO 717-1 (R_W , por ejemplo), para tener en cuenta las características de un espectro de ruido particular. Cada índice global, ponderado A, lleva incorporado el término de adaptación espectral del índice global asociado, derivado del método de la curva de referencia.

Cuando el ruido incidente es rosa o ruido ferroviario o de estaciones ferroviarias se usa el símbolo C y cuando es ruido de automóviles o aeronaves el símbolo es C_{tr}

- $R_{A,tr}$, índice global de reducción acústica, ponderado A, para ruido exterior dominante de automóviles, del hueco. De forma aproximada puede considerarse que:

$$R_{A,tr} = R_W + C_{tr}$$

[4]

- $D_{2m,nT,A,tr}$, diferencia de niveles estandarizada, ponderada A, en fachadas, en cubiertas y en suelos en contacto con el aire exterior para un ruido exterior de automóviles.

En la tabla 3.4 del DB HR se expresan los valores mínimos que deben cumplir los elementos que forman los huecos y la parte ciega de la fachada, la cubierta o el suelo en contacto con el aire exterior, en función de los valores límite de aislamiento acústico entre un recinto protegido y el exterior indicados en la tabla 2.1 del DB HR y el porcentaje de huecos (expresado como la relación entre la superficie del hueco y la superficie total de la fachada vista desde el interior de cada recinto protegido).

El parámetro acústico que define los componentes de una fachada, una cubierta o un suelo en contacto con el aire exterior es el **índice global de reducción acústica, ponderado A**, para ruido exterior dominante de automóviles o de aeronaves, $R_{A,tr}$, de la parte ciega y de los elementos que forman el hueco.

Este índice, $R_{A,tr}$, caracteriza al conjunto formado por la ventana, la caja de persiana y el aireador si lo hubiera.

En el caso de que el aireador no estuviera integrado en el hueco, sino que se colocara en el cerramiento, debe aplicarse la opción general de cálculo.

Así, en función de los valores de $D_{2m,nT,A,tr}$, de la tabla 2.1 del DB HR se puede calcular el valor mínimo de $R_{A,tr}$, **que deberá garantizar la ventana (véase Tabla 9)**.

Tabla 9. Parámetros acústicos de fachadas, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior de recintos protegidos

Nivel límite exigido (Tabla 2.1) $D_{2m,nT,Atr}$ dBA	Parte ciega 100 % $R_{A,tr}$ dBA	Parte ciega \neq 100 % $R_{A,tr}$ dBA	Huecos				
			Porcentaje de huecos $R_{A,tr}$ de los componentes del hueco ⁽²⁾				
			dBA				
			Hasta 15 %	De 16 a 30%	De 31 a 60%	De 61 a 80%	De 81 a 100%
$D_{2m,nT,Atr} = 30$	33	35	26	29	31	32	33
		40	25	28	30	31	
		45	25	28	30	31	
$D_{2m,nT,Atr} = 32$	35	35	30	32	34	34	35
		40	27	30	32	34	
		45	26	29	32	33	
$D_{2m,nT,Atr} = 34^{(1)}$	36	40	30	33	35	36	36
		45	29	32	34	36	
		50	28	31	34	35	
$D_{2m,nT,Atr} = 36^{(1)}$	38	40	33	35	37	38	38
		45	31	34	36	37	
		50	30	33	36	37	
$D_{2m,nT,Atr} = 37$	39	40	35	37	39	39	39
		45	32	35	37	38	
		50	31	34	37	38	
$D_{2m,nT,Atr} = 41^{(1)}$	43	45	39	40	42	43	43
		50	36	39	41	42	
		55	35	38	41	42	
$D_{2m,nT,Atr} = 41^{(1)}$	43	45	39	40	42	43	43
		50	36	39	41	42	
		55	35	38	41	42	
$D_{2m,nT,Atr} = 42$	44	50	37	40	42	43	44
		55	36	39	42	43	
		60	36	39	42	43	
$D_{2m,nT,Atr} = 46^{(1)}$	48	50	43	45	47	48	48
		55	41	44	46	47	
		60	40	43	46	47	
$D_{2m,nT,Atr} = 47$	49	55	42	45	47	48	49
		60	41	44	47	48	
$D_{2m,nT,Atr} = 51^{(1)}$	53	55	48	50	52	53	53
		60	46	49	51	52	

⁽¹⁾ Los valores de estos niveles límite se refieren a los que resultan de incrementar 4 dBA los exigidos en la tabla 2.1, cuando el ruido exterior dominante es el de aeronaves.

⁽²⁾ El índice $R_{A,tr}$ de los componentes del hueco expresado en la tabla 3.4 se aplica a las ventanas que dispongan de aireadores, sistemas de microventilación o cualquier otro sistema de abertura de admisión de aire con dispositivos de cierre en posición cerrada.

FUENTE: TABLA 3.4 DEL DB HR

El CTE contempla además, en su anejo G, el cálculo del aislamiento acústico de elementos constructivos mixtos (véase Anexo III).

Para el caso del ejemplo del edificio de Málaga, y suponiendo un aislamiento acústico de los muros de 35 dBA, se parte de los datos siguientes:

DATOS DE PARTIDA	
Tipo de edificio	Edificio residencial
% de huecos	28% en fachadas norte y sur y 15% en fachadas este y oeste
Aislamiento de los muros	$R_A = 35$ dBA

- Teniendo en cuenta el mapa de ruido en Málaga y suponiendo que el edificio no se encuentra en una vía principal de la ciudad se toma $L_d \leq 60$ dB.

A través de la tabla 2.1 del DB HR se obtiene el valor del aislamiento acústico a ruido aéreo, $D_{2m,nT,Atr}$, en dBA:

L_d dBA	Uso del edificio			
	Residencial y hospitalario		Cultural, sanitario ⁽¹⁾ , docente y administrativo	
	Dormitorios	Estancias	Estancias	Aulas
$L_d \leq 60$	30	30	30	30
$60 < L_d \leq 65$	32	30	32	30
$65 < L_d \leq 70$	37	32	37	32
$70 < L_d \leq 75$	42	37	42	37
$L_d > 75$	47	42	47	42

(1) En edificios de uso no hospitalario, es decir, edificios de asistencia sanitaria de carácter ambulatorio, como despachos médicos, consultas, áreas destinadas al diagnóstico y tratamiento, etc.

$$D_{2m,nT,Atr} = 30 \text{ dBA.}$$

Con la información obtenida de la tabla 3.4 del DB HR se calcula la exigencia mínima para las ventanas:

Nivel límite exigido (Tabla 2.1) $D_{2m,nT,Atr}$ dBA	Parte ciega 100 % $R_{A,tr}$ dBA	Parte ciega \neq 100 % $R_{A,tr}$ dBA	Huecos				
			Porcentaje de huecos $R_{A,tr}$ de los componentes del hueco ⁽²⁾ dBA				
			Hasta 15 %	De 16 a 30%	De 31 a 60%	De 61 a 80%	De 81 a 100%
$D_{2m,nT,Atr} = 30$	33	35	26	29	31	32	33
		40	25	28	30	31	
		45	25	28	30	31	

Así, según la opción simplificada de cálculo y teniendo en cuenta el % de huecos (28% en fachadas norte y sur y 15% en fachadas este y oeste) se puede calcular el R_{Atr} de la ventana (suponiendo parte ciega cumple $R_A = 35$ dBA):

Fachadas este y oeste	Fachadas norte y sur
$R_{Atr} = 26$ dBA	$R_{Atr} = 29$ dBA

8.- Permeabilidad al aire

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, m^3/h , de aire que atraviesa la ventana para distintas presiones de aire.

La permeabilidad de las carpinterías de los huecos y lucernarios de los cerramientos que limitan los espacios habitables de los edificios con el ambiente exterior, se limita en función del clima de la localidad en la que se ubican, es decir según la zonificación climática establecida.

El DB HE 1 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:

- a) para las zonas climáticas A y B: $50 m^3/h m^2$; esto significa que las ventanas deben ser de clase 1 como mínimo.
- b) para las zonas climáticas C, D y E: $27 m^3/h m^2$; esto significa que las ventanas deben ser de clase 2 como mínimo.

Esta clasificación se determina mediante un ensayo con presiones positivas y otro con presiones negativas, según la norma UNE EN 1026 (11).

El resultado del ensayo, definido como la media numérica de los dos valores de permeabilidad (m^3/h) en cada escalón de presión, se expresa de acuerdo con el apartado 4.6 de la norma UNE EN 12207 (12).

La clasificación de las ventanas se basa en una comparación de la permeabilidad al aire de la muestra de ensayo con relación a la superficie total y su permeabilidad al aire con relación a la longitud de la junta de apertura.

Por tanto, para el edificio objeto del estudio ubicado en Málaga la exigencia será:

Ubicación	Zona climática (mapa Anejo D DB SE AE)	Permeabilidad al aire
Málaga	Zona A	$50 m^3/h m^2$ Clase 1

11) UNE EN 1026. Ventanas y puertas. Permeabilidad al aire. Método de ensayo.

12) UNE EN 12207. Ventanas y puertas. Permeabilidad al aire. Clasificación.

9.- Transmitancia térmica

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.

Para la limitación de la demanda energética el DB HE 1 establece 12 zonas climáticas identificadas mediante una letra, correspondiente a la división de invierno (severidad climática de invierno) y un número, correspondiente a la división de verano (severidad climática de verano). En general, la zona climática donde se ubican los edificios se determinará a partir de los valores tabulados dados en la tabla D.1 del Apéndice D del DB HE. A partir de esta zonificación los valores de transmitancia térmica y factor solar modificado se podrán obtener en la tabla 2.2 del DB HE, que muestra los valores límite de los parámetros característicos medios.

Así, estas tablas del DB HE 1 establecen los valores límite de la transmitancia térmica y del factor solar modificado de las ventanas para cada zona climática y orientación de las fachadas.

Estos valores dependen de las características del muro (parte ciega) y del uso (residencial o no residencial del edificio), así como del % de huecos existente en la fachada y la orientación.

Por otro lado, hay que tener en cuenta que el apartado 2 del DB HE1 cuantifica la transmisión térmica máxima de las fachadas y las ventanas, en función de las zonas climáticas en la que se ubique el edificio (véase Tabla 10).

Tabla 10. Transmitancia térmica máxima de cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica U en W/m² K

Transmitancia térmica U (W/m ² .K)	Zonas A	Zonas B	Zonas C	Zonas D	Zonas E
Muros de fachada	1,22	1,07	0,95	0,86	0,74
Ventanas = Vidrios+marcos	5,70	5,70	4,40	3,50	3,10

FUENTE: TABLA 2.1 DEL DB HE1-2

Así, para el caso del edificio de Málaga se tiene:

Ubicación	Zona climática (tabla D.1.- Zonas climáticas)
Málaga	A3

Por limitación de la demanda de energía en invierno, según el documento DB-HE1 del CTE (en la tabla de la Zona climática A3):

ZONA CLIMÁTICA A3										
Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno					$U_{Mlim}: 0,94 \text{ W/m}^2 \text{ K}$					
Transmitancia límite de suelos					$U_{Slim}: 0,53 \text{ W/m}^2 \text{ K}$					
Transmitancia límite de cubiertas					$U_{Clim}: 0,50 \text{ W/m}^2 \text{ K}$					
Factor solar modificado límite de lucernarios					$F_{Lim}: 0,29$					
% de superficie de huecos	Transmitancia límite de huecos ⁽¹⁾ $U_{Hlim} \text{ W/m}^2 \text{ K}$				Factor solar modificado límite de huecos F_{Hlim}					
	N	E/O	S	SE/SO	Carga interna baja			Carga interna alta		
					E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	5,7	5,7	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	4,7 (5,6)	5,7	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	4,1 (4,6)	5,5 (5,7)	5,7	5,7	-	-	-	0,60	-	-
de 31 a 40	3,8 (4,1)	5,2 (5,5)	5,7	5,7	-	-	-	0,48	-	0,51
de 41 a 50	3,5 (3,8)	5,0 (5,2)	5,7	5,7	0,57	-	0,60	0,41	0,57	0,44
de 51 a 60	3,4 (3,6)	4,8 (4,9)	5,7	5,7	0,50	-	0,54	0,36	0,51	0,39

Así la transmitancia térmica de la ventana debe ser igual o menor a:

Orientación de las fachadas	% de huecos	Transmitancia límite del hueco ($\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$)
Fachada norte	28 % de huecos	$U_H \leq 4,1$
Fachada sur	28 % de huecos	$U_H \leq 5,7$
Fachadas este y oeste	15 % de huecos	$U_H \leq 5,7$

Para evitar descompensaciones entre la calidad térmica de diferentes espacios, según el CTE (tabla 2.1 del DB HE1-2) para la Zona climática A se requiere una transmitancia térmica del conjunto de la ventana (perfiles y acristalamiento) menor o igual a $5,70 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ (véase **Tabla 10**), por lo que se cumplen los requisitos mínimos anteriores.

10.- Propiedades frente a la radiación solar

Para un edificio en la zona A3 con baja carga interna (tipo residencial) y con los porcentajes de huecos en fachada antes mencionados no existen requisitos de factor solar modificado para los huecos, de acuerdo con la tabla de la zona climática A3.

Se desarrolla a continuación un cálculo teórico para la radiación solar. Si suponemos que la carga interna del edificio en lugar de baja (13) es alta (14), y que el % de huecos en las fachadas es de 38% para fachadas sur y de 25% para las fachadas este y oeste entonces, las exigencias del DB HE serán:

13) Los espacios con carga interna baja son aquellos espacios en los que se disipa poco calor. Son los espacios destinados principalmente a residir en ellos, con carácter eventual o permanente. En esta categoría se incluyen todos los espacios de edificios de viviendas y aquellas zonas o espacios de edificios asimilables a éstos en uso y dimensión, tales como habitaciones de hotel, habitaciones de hospitales y salas de estar, así como sus zonas de circulación vinculadas.

14) Los espacios con carga interna alta son aquellos espacios en los que se genera gran cantidad de calor por causa de su ocupación, iluminación o equipos existentes. Son aquellos espacios no incluidos en la definición de espacios con baja carga interna. El conjunto de estos espacios conforma la zona de alta carga interna del edificio.

ZONA CLIMÁTICA A3

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno

$U_{Mlim}: 0,94 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

Transmitancia límite de suelos

$U_{Slim}: 0,53 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

Transmitancia límite de cubiertas

$U_{Clim}: 0,50 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

Factor solar modificado límite de lucernarios

$F_{Lim}: 0,29$

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

Orientación de las fachadas	% de huecos en fachada	Factor solar modificado límite de huecos F_{Hlim} (carga interna alta)
Fachada sur	38 %	Sin exigencia
Fachadas este y oeste	25 %	$FH \leq 0,60$

En el caso de las fachadas este y oeste el factor solar modificado debe ser menor o igual que 0,60. El factor solar modificado es el producto del factor solar por el factor de sombra, siendo:

- **Factor solar:** el cociente entre la radiación solar a incidencia normal que se introduce en el edificio a través del acristalamiento y la que se introduciría si el acristalamiento se sustituyese por un hueco perfectamente transparente.
- **Factor de sombra:** es la fracción de la radiación incidente en un hueco que no es bloqueada por la presencia de obstáculos de fachada tales como retranqueos, voladizos, toldos, salientes laterales u otros.
- **Factor solar modificado:** Producto del factor solar por el factor de sombra.

Se incluye en el **Anexo IV** el procedimiento de cálculo del factor solar modificado de los huecos. Suponemos, para la ventana estudiada del ejemplo de Málaga, donde la fracción del marco es 0,334 que:

- El acristalamiento utilizado es un doble acristalamiento de composición 4-15-4 (factor solar = 0,63).
- El perfil es metálico con rotura de puente térmico mayor de 12 mm ($U=3,4 \text{ W/m}^2 \text{ K}$).
- El color del perfil es blanco claro (absortividad = 0,20)

$$F_H = F_s \cdot [(1-FM) \cdot g_{\perp} + FM \cdot 0,04 \cdot U_m \cdot \alpha] = 1 [(1-0,334) \cdot 0,63 + 0,334 \cdot 0,04 \cdot 3,2 \cdot 0,20 = 0,428 < 0,60.$$

El acristalamiento y los perfiles utilizados cumplirían la exigencia impuesta.

11.- Sistema de apertura

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

12.- Resistencia a repetidas aperturas y cierres

El CTE no establece requisitos mínimos para la resistencia a la apertura y cierre repetida, sin embargo, se recomienda que las ventanas sean al menos de Clase 1 (5.000 ciclos), según la norma UNE EN 1191 (15), los resultados se expresan de acuerdo con la Norma Europea UNE EN 12400 (16), en la que se especifican 4 clases de durabilidad de prestaciones para las ventanas (véase Tabla 11).

Tabla 11. Clases de resistencia para la apertura y cierre repetidos

Clases	Número de ciclos	Uso
0	-	-
1	5.000	Ligero
2	10.000	Moderado
3	20.000	Pesado

FUENTE: NORMA UNE EN 12400

13.- Aireación mediante las ventanas

El CTE establece que como aberturas de admisión, una posible opción podría ser disponer de aberturas dotadas de **aireadores** o **aberturas fijas de la carpintería, como son los dispositivos de microventilación** con una permeabilidad al aire según la norma UNE EN 12207 en la posición de apertura de clase 1 (solo en el caso de sistemas de microventilación).

En el propio anejo de terminología se define como aireador al elemento que se dispone en las aberturas de admisión para dirigir adecuadamente el flujo de aire e impedir la entrada de agua y de insectos o pájaros. **Puede ser regulable o de abertura fija** y puede disponer de elementos adicionales para obtener una atenuación acústica adecuada.

El CTE establece requisitos mínimos de aireación en los edificios en su Documento Básico DB HS. Las exigencias establecidas en el CTE respecto a la calidad del aire interior especifican que:

- Los edificios dispondrán de medios para que sus recintos se puedan ventilar adecuadamente, eliminando los contaminantes que se produzcan de forma habitual durante el uso normal de los edificios, de forma que se aporte un caudal suficiente de aire exterior y se garantice la extracción y expulsión del aire viciado por los contaminantes.

15) UNE EN 1191. Ventanas y puertas. Resistencia a aperturas y cierres repetidos. Método de ensayo.

16) UNE EN 14600. Ventanas y puertas peatonales. Durabilidad mecánica. Especificaciones y clasificación.

Se destaca el concepto de "Caudal suficiente de aire exterior", que deberá ser el suficiente para compatibilizar el DB HS 3 con un menor consumo energético por calefacción o refrigeración y debe ser compatible con el cumplimiento de las exigencias de aislamiento acústico.

Los caudales de ventilación que deben asegurar las aberturas de admisión, según el tipo de estancias, son los establecidos en la tabla 2.1 del DBHS3 (véase Tabla 12).

Tabla 12. Caudales de ventilación mínimos exigidos en el DB HS

		Caudal de ventilación mínimo exigido q_v en l/s		
		Por ocupante	Por m^2 útil	En función de otros parámetros
Locales	Dormitorios	5		
	Salas de estar y comedores	3		
	Aseos y cuartos de baño			15 por local
	Cocinas		2	50 por local ⁽¹⁾
	Trasteros y sus zonas comunes		0,7	
	Aparcamientos y garajes			120 por plaza
	Almacenes de residuos		10	
	⁽¹⁾ Este es el caudal correspondiente a la ventilación adicional específica de la cocina (véase el párrafo 3 del apartado 3.1.1).			

FUENTE: TABLA 2.1 DEL DBHS3

En la terminología del DB HS3 se incluye la definición de las aberturas fijas de la carpintería, que se define como una apertura estable que se consigue mediante la propia configuración de la carpintería o mediante un dispositivo especial que mantiene las hojas en una posición que la permita.

Así, a los sistemas de microventilación se les exige:

- Ventilación suficiente para garantizar los caudales exigidos.
- Permeabilidad al aire en la posición de apertura de clase 1 (UNE EN 12207).

La norma de producto de ventanas, UNE EN 14351-1 (cuyo obligado cumplimiento respecto al mercado CE de ventanas es efectivo desde el 1-02-2010) establece, respecto a la permeabilidad al aire de las ventanas, que se ensayará según la norma UNE EN 1026 y el resultado del ensayo, definido como la media numérica de los dos valores de permeabilidad (m^3/h) en cada escalón de presión, se expresará de acuerdo con el apartado 4.6 de la Norma Europea UNE EN 12207 (4.6 - relación entre el resultado de ensayo basado sobre la superficie total y el basado sobre la longitud de junta). La Tabla 13 muestra el resumen de los apartados 4.4 y 4.5 de la norma UNE EN 12207.

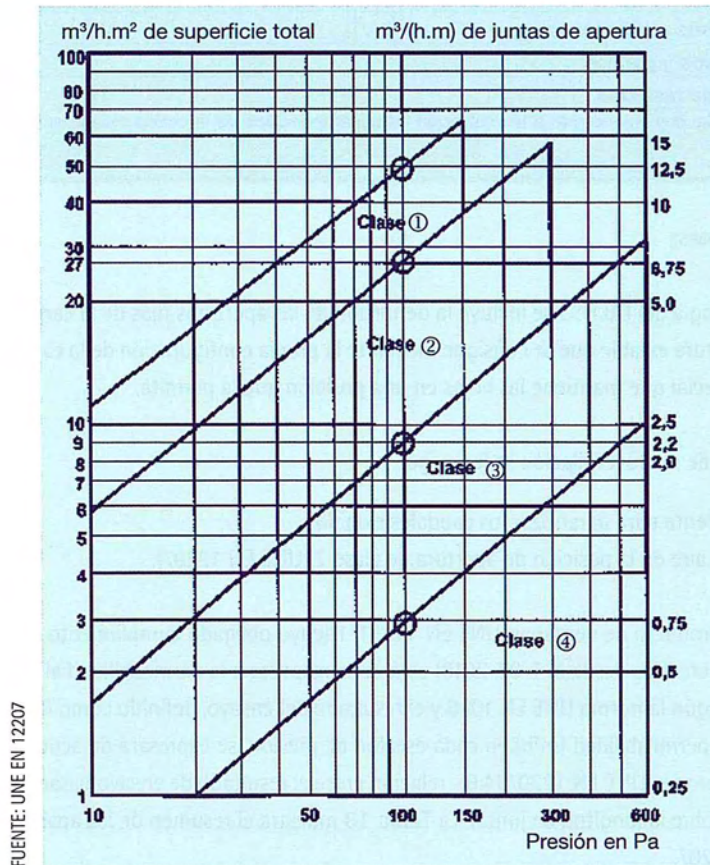
Tabla 13. Extracto norma UNE EN 12207

Clase	Permeabilidad al aire referencia 100 Pa		Presión máxima (Pa)
	Superficie total m ³ /(h.m ²)	Longitud de juntas de apertura m ³ /(h.m)	
0	No ensayada		
1	50	12,5	150
2	27	6,75	300
3	9	2,25	600
4	3	0,75	600

FUENTE: UNE EN 12207

Según la Norma UNE EN 12207: 2000 la clasificación de las clases de permeabilidad es la de la Figura 9).

Figura 9) Clasificación de la permeabilidad al aire



FUENTE: UNE EN 12207

3.1.3.- REQUISITOS MÍNIMOS CARPINTERÍAS EXTERIORES

Tabla resumen de prestaciones con los requisitos mínimos exigibles a las carpinterías exteriores en el edificio en Málaga:

Prestación	Clase o valor
Resistencia al viento	Clase 2
Resistencia a la carga de nieve, carga permanente y uso	No aplicable
Reacción al fuego	No hay requisito legal
Estanquidad al agua	Clase 5A
Emisión de sustancias peligrosas	No hay requisito legal
Resistencia al impacto	No hay requisito legal
Aislamiento al ruido aéreo	Ventanas en fachadas este y oeste: $R_{Atr} = 26$ dBA (parte ciega RA = 35 dBA) Ventanas en fachadas norte y sur: $R_{Atr} = 29$ dBA (parte ciega RA = 35 dBA)
Permeabilidad al aire	Clase 1
Transmitancia térmica: - Por equilibrio de la calidad térmica entre espacios - Fachada norte - Fachada sur - Fachadas este y oeste	$U \leq 5,70$ W/m ² ·K $U_H \leq 4,10$ W/m ² ·K $U_H \leq 5,70$ W/m ² ·K $U_H \leq 5,70$ W/m ² ·K
Propiedades frente a la radiación solar	No hay requisito legal
Sistema de apertura	No hay requisito legal
Resistencia a repetidas aperturas y cierres	Clase 1

3.2.- ESTUDIO DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL EN MADRID

Se desarrolla un ejemplo de cálculo con la metodología analizada en el ejemplo anterior. En este caso se trata de un edificio residencial situado en Madrid.

3.2.1.- DATOS DE PARTIDA DEL PROYECTO ARQUITECTÓNICO

Datos de partida:

- **Tipo de edificio:** residencial.
- **Emplazamiento:** zona urbana. Sin edificios cercanos. Próximo al trazado ferroviario.
- **Altura del edificio:** 20 m sobre rasante
- **Fachadas:**

o Noreste:	935 m ²	Porcentaje de huecos: 26 %
o Suroeste:	935 m ²	Porcentaje de huecos: 26 %
o Noroeste:	600 m ²	Porcentaje de huecos: 21%
o Sureste:	600 m ²	Porcentaje de huecos: 21%
- **Cota de la ventana más alta:** 18 m
- **Dimensiones de las mayores ventanas:** 2,40 m (ancho) x 2,40 (alto).
- **Aleros u otros elementos de protección de las ventanas:** No existen
- **Distancia vertical entre dos ventanas consecutivas:** H = 3,0 m
- Sin retranqueos

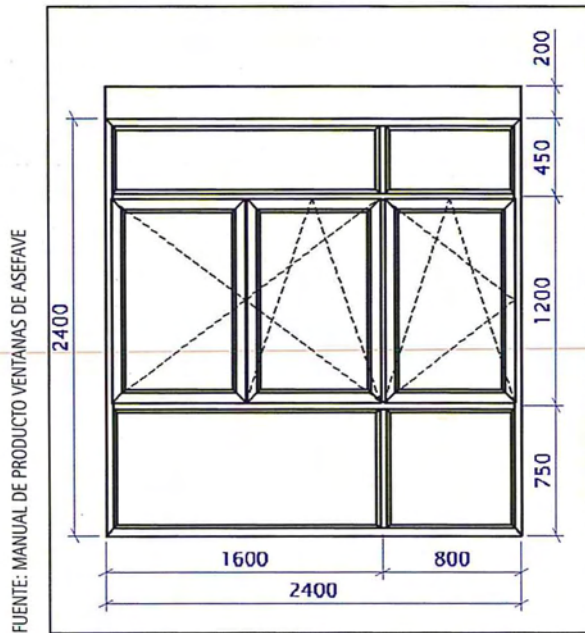
Se muestra en la **Figura 10)** un esquema del edificio de Madrid y en la **Figura 11)** un croquis de la mayor ventana.

Figura 10) Croquis del edificio (Fachadas Noreste y Suroeste) - Madrid



FUENTE: MANUAL DE PRODUCTO VENTANAS DE ASEFAVE

Figura 11) Croquis de la mayor ventana



- Dimensiones del mayor panel: 1,53 m x 0,68 m
- % de marco sobre hueco: 24%
- % de vidrio sobre hueco: 76%

3.2.2.- DETERMINACIÓN DE PRESTACIONES DE LAS VENTANAS SEGÚN CTE

1.- Resistencia al viento

Según el mapa del Anejo D del DB SE AE, apartado D.1, a Madrid le corresponde la Zona A, esto supone una *velocidad básica del viento* de 26 m/s.

Ubicación	Velocidad básica de viento (m/s)	Presión dinámica del viento (Pa)
Madrid (zona A)	26	422,5

Para el edificio objeto del estudio:

- Zona urbana, terreno tipo IV
- Altura H = 18 m
- 4 fachadas en situación expuesta

Grado de aspereza del entorno	Altura del punto considerado (m)	Coefficiente de exposición Ce
Tipo IV	18	2,2

Para el coeficiente de presión se recurre a la tabla 2 en la que se obtienen los coeficientes eólicos de presión y succión en función de la esbeltez en el plano paralelo al viento (0,5), así:

Esbeltez en el plano paralelo al viento	Coefficiente de presión, Cp	Coefficiente de succión, Cs
≤ 0,50	0,7	-0,4

Así, la acción del viento, en general una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto o presión estática, q_e , será, según la ecuación [1]:

$$q_e = q_b \times C_e \times C_p = 422,5 \text{ KN/m}^2 \times 2,2 \times 0,7 = 650,65 \text{ Pa.}$$

Así, como $q_e \leq P3$ se tiene que la clasificación mínima de la ventana en función de su resistencia al viento debe ser **clase 2**.

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 al respecto. Si en el proyecto se especificara algún requisito, el proveedor de las ventanas deberá acreditar su cumplimiento.

4.- Estanqueidad al agua

Según el Mapa de la **Figura 7**) (zonas pluviométricas) a Madrid le corresponde la **Zona IV**.

Considerando que las 4 fachadas están en situación expuesta, y resistencia al viento de clase 2 se tiene:

Resistencia al viento	Clasificación estanqueidad al agua
Clase 2 (P = 650 Pa)	Clase 5A

5.- Emisión de sustancias peligrosas

No hay legislación nacional al respecto.

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



6.- Resistencia al impacto

En el caso de las ventanas situadas en las áreas con riesgo de impacto (véase Figura 8) de planta baja, el CTE establece en su DB SUA 3-2, apartado 1.3, que dichos vidrios, si no disponen de una barrera de protección, tendrán una clasificación de prestaciones X(Y)Z determinada según la norma UNE EN 12600:2003: (cuyos parámetros cumplan lo que se establece en la tabla 1.1 del DB SUA, véase Tabla 7).

7.- Aislamiento al ruido aéreo

Al estar el edificio en zona urbana con predominio de suelo de uso residencial se considera que el valor del índice de ruido día Ld es de 60 dBA. Considerando el uso del edificio residencial, se obtiene en la tabla 2.1 del DB HR el valor del aislamiento acústico a ruido aéreo $D_{2m,nT,Atr}$ de cada recinto (dormitorio o estancias) y el exterior.

$$D_{2m,nT,Atr} = 30 \text{ dBA tanto para dormitorios como estancias.}$$

En el DB HR se establece que cuando en la zona donde se ubique el edificio el ruido exterior dominante sea el de aeronaves según se establezca en los mapas de ruido correspondientes, el valor de aislamiento acústico a ruido aéreo, $D_{2m,nT,Atr}$, obtenido en la tabla 2.1 se incrementará en 4 dBA. Si equiparamos la exigencia al ruido dominante de ferrocarril se tendrá:

$$D_{2m,nT,Atr} = 34 \text{ dBA tanto para dormitorios como estancias.}$$

Según la opción simplificada de cálculo y teniendo en cuenta el % de huecos (26% en fachadas noreste y suroeste y 21% en fachadas noroeste y sureste) se puede calcular el R_{Atr} de la ventana a través de la tabla 3.4 del DB HR (suponiendo parte ciega cumple $R_A = 40$ dBA):

Nivel limite exigido (Tabla 2.1) $D_{2m,nT,Atr}$ dBA	Parte ciega 100 % $R_{A,tr}$ dBA	Parte ciega \neq 100 % $R_{A,tr}$ dBA	Huecos Porcentaje de huecos $R_{A,tr}$ de los componentes del hueco ⁽²⁾ dBA				
			Hasta 15 %	De 16 a 30%	De 31 a 60%	De 61 a 80%	De 81 a 100%
			$D_{2m,nT,Atr} = 30$	33	35	26	29
		40	25	28	30	31	
		45	25	28	30	31	
$D_{2m,nT,Atr} = 32$	35	35	30	32	34	34	35
		40	27	30	32	34	
		45	26	29	32	33	
$D_{2m,nT,Atr} = 34^{(1)}$	36	40	30	33	35	36	36
		45	29	32	34	36	
		50	28	31	34	35	

Fachadas noreste y suroeste (26% huecos)	Fachadas noroeste y sureste (21% huecos)
$R_{Atr} = 33$ dBA	$R_{Atr} = 33$ dBA

8.- Permeabilidad al aire

Según la tabla D.1 de zonas climáticas del CTE a Madrid le corresponde la Zona D3, y según el Mapa de presión básica de viento le corresponde la Zona A.

Considerando que las 4 fachadas están en situación expuesta, para la ventana más alta, en zona urbana con altura inferior a 50 m, y zona climática D: la clasificación de permeabilidad al aire mínima es **clase 2** (para las zonas climáticas C, D y E: 27 m³/h m²; clase 2 como mínimo).

9.- Transmitancia térmica

Por limitación de la demanda de energía en invierno, según el documento DB HE1 del CTE, las exigencias son (zona climática D.3):

ZONA CLIMÁTICA D3										
Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno					$U_{Mlim}: 0,66 \text{ W/m}^2 \text{ K}$					
Transmitancia límite de suelos					$U_{Slim}: 0,49 \text{ W/m}^2 \text{ K}$					
Transmitancia límite de cubiertas					$U_{Clim}: 0,38 \text{ W/m}^2 \text{ K}$					
Factor solar modificado límite de lucernarios					$F_{Lim}: 0,28$					
% de superficie de huecos	Transmitancia límite de huecos ⁽¹⁾ $U_{Hlim} \text{ W/m}^2 \text{ K}$				Factor solar modificado límite de huecos F_{Hlim}					
	N	E/O	S	SE/SO	Carga interna baja			Carga interna alta		
					E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	3,5	3,5	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,0 (3,5)	3,5	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	2,5 (2,9)	2,9 (3,3)	3,5	3,5	-	-	-	0,54	-	0,57
de 31 a 40	2,2 (2,5)	2,6 (2,9)	3,4 (3,5)	3,4 (3,5)	-	-	-	0,42	0,58	0,45
de 41 a 50	2,1 (2,2)	2,5 (2,6)	3,2 (3,4)	3,2 (3,4)	0,50	-	0,53	0,35	0,49	0,37
de 51 a 60	1,9 (2,1)	2,3 (2,4)	3,0 (3,1)	3,0 (3,1)	0,42	0,61	0,46	0,30	0,43	0,32

⁽¹⁾ En los casos en que la transmitancia media de los muros de fachada U_{Mm} , definida en el apartado 3.2.2.1, sea inferior a 0,47 W/m²K se podrá tomar el valor de U_{Hlim} indicado entre paréntesis para las zonas climáticas D1, D2 y D3.

Así, la transmitancia térmica de la ventana debe ser igual o menor a:

Orientación de las fachadas	% de huecos	Transmitancia límite del hueco (W/m ² ·K)
Fachada noreste	26 % de huecos	$UH \leq 2,9$
Fachada suroeste	26 % de huecos	$UH \leq 3,5$
Fachada noroeste	21 % de huecos	$UH \leq 2,9$
Fachada sureste	21 % de huecos	$UH \leq 3,5$

Para evitar descompensaciones entre la calidad térmica de diferentes espacios, según el CTE (tabla 2.1 del DB HE1-2) para la Zona climática D se requiere una transmitancia térmica del conjunto de la ventana (perfiles y acristalamiento) menor o igual a 3,50 W/m²·K (no modifica a la baja las limitaciones anteriores).

10.- Propiedades frente a la radiación solar

Para un edificio en la zona D3 con baja carga interna (tipo residencial) y con los porcentajes de huecos en fachada antes mencionados no existen requisitos de factor solar modificado para los huecos, de acuerdo con la tabla de la zona climática D3.

Se incluye en el Anexo IV el procedimiento de cálculo del factor solar modificado de los huecos.

11.- Sistema de apertura

El sistema de apertura será determinado por el autor del proyecto. En este caso se ha optado por un sistema de ventanas practicables oscilobatientes, para cumplir con el apartado 5 del DB SUA1 en lo relativo a la limpieza de acristalamientos exteriores.

12.- Resistencia a repetidas aperturas y cierres

Se recomienda que las ventanas sean al menos de Clase 1 (5.000 ciclos).

13.- Aireación mediante las ventanas

En el caso de que el preinscriptor decida realizar la ventilación a través de la ventana se calcularán los caudales mínimos de ventilación, en función del uso de la estancia y se aportarán los detalles del sistema a emplear (aireadores o sistemas de microventilación, en este último caso se garantizará la permeabilidad al aire clase 1 en posición abierta).

3.2.3.- REQUISITOS MÍNIMOS CARPINTERÍAS EXTERIORES

Prestación	Clase o valor
Resistencia al viento	Clase 2
Resistencia a la carga de nieve, carga permanente y uso	No aplicable
Reacción al fuego	No hay requisito legal
Estanquidad al agua	Clase 5A
Emisión de sustancias peligrosas	No hay requisito legal
Resistencia al impacto	Vidrios en áreas con riesgo de impacto requisitos tabla 1.1 del DB SUA

Aislamiento al ruido aéreo	$R_{Atr} = 33$ dBA (parte ciega $R_A = 40$ dBA)
Permeabilidad al aire	Clase 2
<p>Transmitancia térmica:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Por equilibrio de la calidad térmica entre espacios $U_H \leq 3,50$ W/m²·K - Fachada noreste $U_H \leq 2,9$ W/m²·K - Fachada suroeste $U_H \leq 3,5$ W/m²·K - Fachada noroeste $U_H \leq 2,9$ W/m²·K - Fachada sureste $U_H \leq 3,5$ W/m²·K 	
Propiedades frente a la radiación solar	No hay requisito legal
Sistema de apertura	No hay requisito legal
Resistencia a repetidas aperturas y cierres	Clase 1

3.3.- ESTUDIO DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL EN LEÓN

Se desarrolla un ejemplo de cálculo con la metodología analizada en el ejemplo primero. En este caso se trata de un edificio situado en León.

3.3.1.- DATOS DE PARTIDA DEL PROYECTO ARQUITECTÓNICO

- **Tipo de edificio:** residencial (Hotel). Asimilable a uso residencial.
- **Emplazamiento:** terreno llano sin obstáculos. Próximo a un aeropuerto.
- **Altura del edificio:** 40,6 m sobre rasante + planta técnica
- **Fachadas:**
 - o Norte: 568,4 m². No existen cerramientos en recintos habitables
 - o Sur: 568,4 m². No existen cerramientos en recintos habitables
 - o Este: 1.185,52 m². Porcentaje de huecos: 46,7%
 - o Oeste: 1.185,52 m². Porcentaje de huecos: 46,7%
- **Cota de la ventana más alta:** 40,1 m
- **Dimensiones de las mayores ventanas:** 2,40 m (ancho) x 2,40 (alto).
- **Aleros u otros elementos de protección de las ventanas:** terraza de 1,5 m.
- **Distancia vertical entre dos ventanas consecutivas:** H = 2,9 m

Se muestra en la Figura 12) un esquema del edificio de León y en la Figura 13) un croquis de la mayor ventana.

Figura 12) Croquis del edificio - León

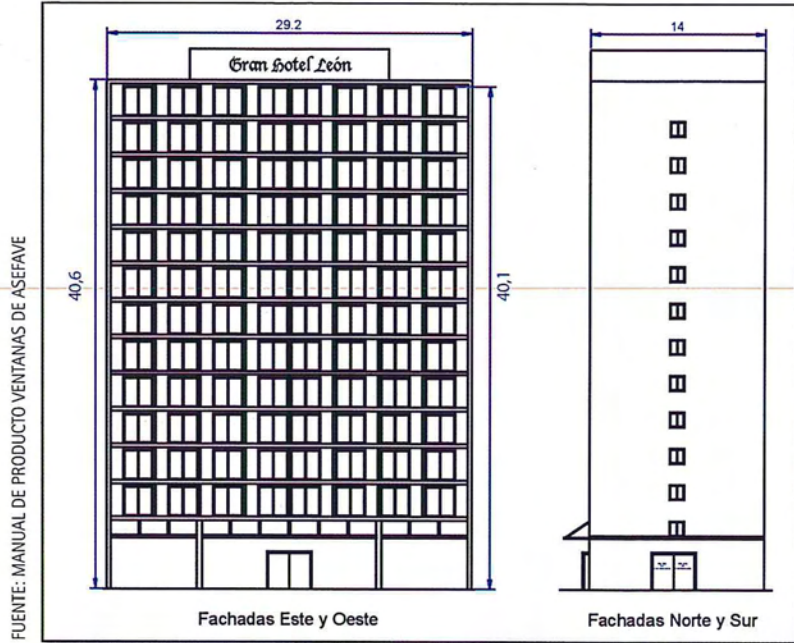
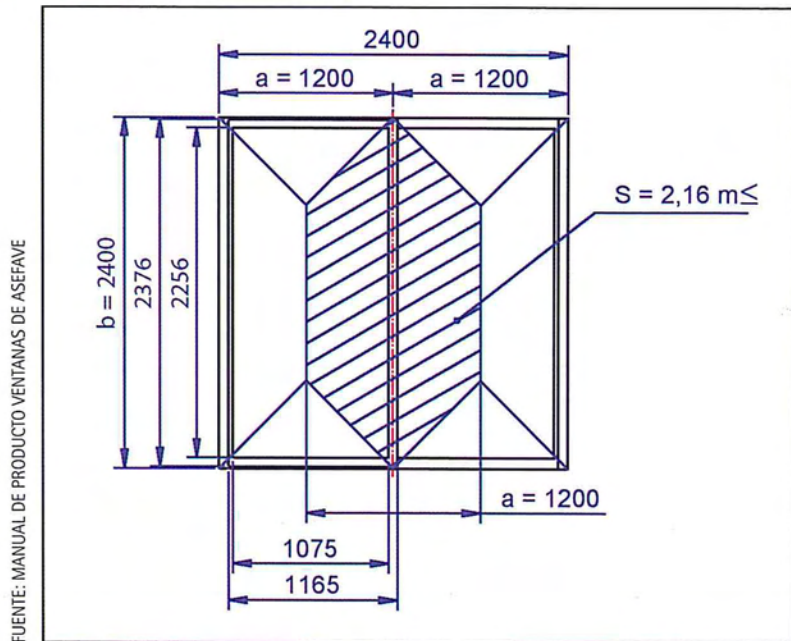


Figura 13) Croquis de la mayor ventana



- Dimensiones del acristalamiento: 1,075 m x 2,256 m
- % del hueco ocupado por el acristalamiento: 84,2 %
- % del hueco ocupado por el perfiles: 15,8 %

3.3.2.- DETERMINACIÓN DE PRESTACIONES DE LAS VENTANAS SEGÚN CTE

1.- Resistencia al viento

Según el Mapa del Anejo D del DB SE AE a León le corresponde la Zona B (27 m/s; 455,6 Pa).

Considerando que el edificio está en llano sin obstáculos (terreno tipo II) y que las fachadas están en situación expuesta, para la ventana más alta, la clasificación necesaria es **Clase 3**, según el siguiente cálculo:

León: zona eólica B => Velocidad básica del viento = 27 m/s => Presión dinámica del viento= 455,6 Pa.
Coeficiente de exposición (zona II y altura H = 40m):

$$c_e = F \cdot (F + 7 k)$$

$$F = k \ln (\max (z, Z) / L)$$

k, L, Z son parámetros característicos de cada tipo de entorno, según la tabla D.2 del Anejo D del DB SE AE:

$$\text{Zona II: } K = 0,17; L = 0,01; Z = 1$$

Así:

$$F = k \ln (\max (z, Z) / L) = 0,17 \ln (\max(1,40)/0,01) = 1,41$$

$$c_e = F \cdot (F + 7 k) = 1,41 (1,41 + 7 \times 0,17) = 3,67$$

$$c_e = 3,67$$

Para el coeficiente de presión exterior o eólico se toman los valores dados en el apartado 4 del Anejo D.3 (elementos con área de influencia entre 1 y 10 m² tomando como superficie característica del cerramiento A = 3m² y 1 ≤ h/d ≤ 5).

$$\text{Fachada expuesta A: } C_{pe,3} = - 1,3$$

$$\text{Fachada expuesta D: } C_{pe,3} = 0,9$$

Así,

$$q_e = q_b \times C_e \times C_p = 455,6 \text{ KN/m}^2 \times 3,67 \times 0,9 = 1504,5 \text{ Pa.}$$

Así, como $q_e \leq P3$ se tiene que la clasificación mínima de la ventana en función de su resistencia al viento debe ser **clase 3**.

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 al respecto. Si en el proyecto se especificara algún requisito, el proveedor de las ventanas deberá acreditar su cumplimiento.

4.- Estanqueidad al agua

Según el Mapa de la figura 4 (zonas pluviométricas) a León le corresponde la **Zona III**.

Considerando que las ventanas están situadas en los accesos a las terrazas y retranqueadas 1,5 m de la fachada, con $H = 2,9$ m, pueden considerarse como protegidas y sin problemas de estanqueidad. No obstante, conviene especificar una clasificación no inferior a la **Clase 4A**.

Nota. En este caso si las carpinterías no estuvieran retranqueadas respecto a la fachada la clasificación exigida sería 8A.

5.- Emisión de sustancias peligrosas

No hay legislación al respecto.

6.- Resistencia al impacto

En el caso del edificio de León los vidrios no están situados en áreas con riesgo de impacto.

7.- Aislamiento al ruido aéreo

El edificio está en zona urbana con predominio de suelo de uso residencial, por ello se considera que el valor del índice de ruido día L_d es de 60 dBA. Sin embargo, al estar el edificio en zona próxima a un aeropuerto se considera que el ruido predominante es el de aeronaves por lo que el valor obtenido del valor de aislamiento acústico a ruido aéreo obtenido se incrementará en 4 dBA.

Considerando el uso del edificio residencial, se obtiene en la tabla 2.1 del DB HR el valor del aislamiento acústico a ruido aéreo $D_{2m, nT, Atr}$ de cada recinto (dormitorio o estancias) y el exterior:

$$D_{2m, nT, Atr} = 30 + 4 = 34 \text{ dBA tanto para dormitorios como estancias.}$$

L _d dBA	Uso del edificio			
	Residencial y hospitalario		Cultural, sanitario ⁽¹⁾ , docente y administrativo	
	Dormitorios	Estancias	Estancias	Aulas
L _d ≤ 60	30	30	30	30
60 < L _d ≤ 65	32	30	32	30
65 < L _d ≤ 70	37	32	37	32
70 < L _d ≤ 75	42	37	42	37
L _d > 75	47	42	47	42

(1) En edificios de uso no hospitalario, es decir, edificios de asistencia sanitaria de carácter ambulatorio, como despachos médicos, consultas, áreas destinadas al diagnóstico y tratamiento, etc.

Según la opción simplificada de cálculo y teniendo en cuenta el % de huecos (46,7% en fachadas este y oeste) se puede calcular el R_{Atr} de la ventana a través de la tabla 3.4 del DB HR (suponiendo que la parte ciega cumple R_A = 40 dB).

Nivel límite exigido (Tabla 2.1) D _{2m,nT,Atr} dBA	Parte ciega 100 % R _{A,cr} dBA	Parte ciega ≠ 100 % R _{A,cr} dBA	Huecos				
			Porcentaje de huecos R _{A,cr} de los componentes del hueco ⁽²⁾ dBA				
			Hasta 15 %	De 16 a 30%	De 31 a 60%	De 61 a 80%	De 81 a 100%
D _{2m,nT,Atr} = 30	33	35	26	29	31	32	33
		40	25	28	30	31	
		45	25	28	30	31	
D _{2m,nT,Atr} = 32	35	35	30	32	34	34	35
		40	27	30	32	34	
		45	26	29	32	33	
D _{2m,nT,Atr} = 34 ⁽¹⁾	36	40	30	33	35	36	36
		45	29	32	34	36	
		50	28	31	34	35	

R_{Atr} = 35 dBA (parte ciega cumple RA = 40 dBA).

8.- Permeabilidad al aire

Según la tabla D.1 de zonas climáticas del CTE, a León le corresponde la Zona E1. Para las zonas climáticas C, D y E se exige una permeabilidad de 27 m³/h m²; esto significa que las ventanas deben ser de clase 2 como mínimo.



9.- Transmitancia térmica

Por limitación de la demanda de energía en invierno, según el documento DB HE1 del CTE, en la Zona climática E1 se tienen las siguientes exigencias:

Documento Básico HE Ahorro de Energía

ZONA CLIMÁTICA E1

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno
 Transmitancia límite de suelos
 Transmitancia límite de cubiertas
 Factor solar modificado límite de lucernarios

$U_{Mlim}: 0,57 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
 $U_{Slim}: 0,48 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
 $U_{Clim}: 0,35 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
 $F_{Lim}: 0,36$

% de superficie de huecos	Transmitancia límite de huecos ⁽¹⁾ $U_{Hlim} \text{ W/m}^2 \text{ K}$				Factor solar modificado límite de huecos F_{Hlim}					
	N	E/O	S	SE/SO	Carga interna baja			Carga interna alta		
					E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	3,1	3,1	3,1	3,1	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,1	3,1	3,1	3,1	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	2,6 (2,9)	3,0 (3,1)	3,1	3,1	-	-	-	-	-	-
de 31 a 40	2,2 (2,4)	2,7 (2,8)	3,1	3,1	-	-	-	0,54	-	0,56
de 41 a 50	2,0 (2,2)	2,4 (2,6)	3,1	3,1	-	-	-	0,45	0,60	0,49
de 51 a 60	1,5 (2,0)	2,3 (2,4)	3,0 (3,1)	3,0 (3,1)	-	-	-	0,40	0,54	0,43

⁽¹⁾ En los casos en que la transmitancia media de los muros de fachada U_{Mm} , definida en el apartado 3.2.2.1, sea inferior a $0,43 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ se podrá tomar el valor de U_{Hlim} indicado entre paréntesis para la zona climática E1.

En el edificio objeto del estudio:

- Fachadas norte y sur: no existen cerramientos en recintos habitables
- Fachadas este y oeste: 46,7 % de huecos.

Orientación de las fachadas	% de huecos	Transmitancia límite del hueco (W/m ² ·K)
Fachada este	46,7 % de huecos	UH ≤ 2,4
Fachada oeste	46,7 % de huecos	UH ≤ 2,4

Para evitar descompensaciones entre la calidad térmica de diferentes espacios, según el CTE, para la Zona climática E se requiere una transmitancia térmica para el conjunto de la ventana (perfiles y acristalamiento) menor o igual a 3,10 W/m²·K (no modifica a la baja las limitaciones anteriores).

Se muestra en la **página siguiente** la **Tabla 15** que ofrece distintos ejemplos de configuraciones que permiten cumplir la exigencia impuesta en el proyecto, en función de los valores dados en el Catálogo de Elementos Constructivos.

Los acristalamientos con un vidrio de baja emisividad (be) empleados en la tabla responden a las siguientes composiciones:

- 4-6-4 be1 doble acristalamiento con cámara de 6 mm y un vidrio de baja emisividad con $0,03 < \epsilon \leq 0,1$
- 4-12-4 be1 doble acristalamiento con cámara de 12 mm y un vidrio de baja emisividad con $0,03 < \epsilon \leq 0,1$
- 4-15-4 be2 doble acristalamiento con cámara de 15 mm y un vidrio de baja emisividad con $\epsilon \leq 0,03$

10.- Propiedades frente a la radiación solar

Para un edificio en la zona E1 con baja carga interna, tipo residencial (se asimila el uso de hotel al uso residencial y por tanto de baja carga interna) y con los porcentajes de huecos en fachada antes mencionados no existen requisitos de factor solar modificado para los huecos, de acuerdo con la tabla de la zona climática E1. Se incluye en el **Anexo IV** el procedimiento de cálculo del factor solar modificado de los huecos.

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)

Tabla 15. Transmisión térmica global del hueco

Perfil de marco	Acristalamiento		Transmitancia térmica global del hueco: UH (W/(m ² .K))								
			Fracción del hueco ocupado por el marco								
			20%			30%			40%		
Tipo	Tipo	U _v W/(m ² K)	Transmisión lineal Ψ _g			Transmisión lineal Ψ _g			Transmisión lineal Ψ _g		
			0,15	0,25	0,35	0,15	0,25	0,35	0,15	0,25	0,35
Metálico sin RPT U _m = 5,9 W/(m ² K)	4-6-4	3,3	4,0	4,1	4,2	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6	4,7
	4-12-4	2,9	3,7	3,8	3,9	4,0	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5
	4-6-4 be1	2,6	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4,1	4,2	4,3
	4-12-4 be1	1,8	2,8	2,9	3,0	3,2	3,3	3,4	3,6	3,7	3,8
	4-15-4 be2	1,4	2,5	2,6	2,7	2,9	3,0	3,1	3,4	3,5	3,6
Metálico con RPT 4 mm <d < 12 mm U _m = 4,0 W/(m ² K)	4-6-4	3,3	3,6	3,7	3,8	3,7	3,8	3,9	3,7	3,8	3,9
	4-12-4	2,9	3,3	3,4	3,5	3,4	3,5	3,6	3,5	3,6	3,7
	4-6-4 be1	2,6	3,0	3,1	3,2	3,2	3,3	3,4	3,3	3,4	3,5
	4-12-4 be1	1,8	2,4	2,5	2,6	2,6	2,7	2,8	2,8	2,9	3,0
	4-15-4 be2	1,4	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8
Metálico con RPT d > 12 mm U _m = 3,2 W/(m ² K)	4-6-4	3,3	3,4	3,5	3,6	3,4	3,5	3,6	3,4	3,5	3,6
	4-12-4	2,9	3,1	3,2	3,3	3,1	3,2	3,3	3,2	3,3	3,4
	4-6-4 be1	2,6	2,9	3,0	3,1	2,9	3,0	3,1	3,0	3,1	3,2
	4-12-4 be1	1,8	2,2	2,3	2,4	2,4	2,5	2,6	2,5	2,6	2,7
	4-15-4 be2	1,4	1,9	2,0	2,1	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	2,5
Poliuretano con marco metálico U _m = 2,8 W/(m ² K)	4-6-4	3,3	3,4	3,5	3,6	3,3	3,4	3,5	3,3	3,4	3,5
	4-12-4	2,9	3,0	3,1	3,2	3,0	3,1	3,2	3,0	3,1	3,2
	4-6-4 be1	2,6	2,8	2,9	3,0	2,8	2,9	3,0	2,8	2,9	3,0
	4-12-4 be1	1,8	2,2	2,3	2,4	2,3	2,4	2,5	2,4	2,5	2,6
	4-15-4 be2	1,4	1,8	1,9	2,0	2,0	2,1	2,2	2,1	2,2	2,3
Madera dura (r = 700 kg/m ³) PVC 2 cámaras U _m = 2,2 W/(m ² K)	4-6-4	3,3	3,2	3,3	3,4	3,1	3,2	3,3	3,0	3,1	3,2
	4-12-4	2,9	2,9	3,0	3,1	2,8	2,9	3,0	2,8	2,9	3,0
	4-6-4 be1	2,6	2,7	2,8	2,9	2,6	2,7	2,8	2,6	2,7	2,8
	4-12-4 be1	1,8	2,0	2,1	2,2	2,1	2,2	2,3	2,1	2,2	2,3
	4-15-4 be2	1,4	1,7	1,8	1,9	1,8	1,9	2,0	1,9	2,0	2,1
Madera blanda (r = 500 kg/m ³) U _m = 2,0 W/(m ² K)	4-6-4	3,3	3,2	3,3	3,4	3,1	3,2	3,3	2,9	3,0	3,1
	4-12-4	2,9	2,9	3,0	3,1	2,8	2,9	3,0	2,7	2,8	2,9
	4-6-4 be1	2,6	2,6	2,7	2,8	2,6	2,7	2,8	2,5	2,6	2,7
	4-12-4 be1	1,8	2,0	2,1	2,2	2,0	2,1	2,2	2,0	2,1	2,2
	4-15-4 be2	1,4	1,7	1,8	1,9	1,7	1,8	1,9	1,8	1,9	2,0
PVC 3 cámaras U _m = 1,8 W/(m ² K)	4-6-4	3,3	3,2	3,3	3,4	3,0	3,1	3,2	2,9	3,0	3,1
	4-12-4	2,9	2,8	2,9	3,0	2,7	2,8	2,9	2,6	2,7	2,8
	4-6-4 be1	2,6	2,6	2,7	2,8	2,5	2,6	2,7	2,4	2,5	2,6
	4-12-4 be1	1,8	2,0	2,1	2,2	2,0	2,1	2,2	2,0	2,1	2,2
	4-15-4 be2	1,4	1,6	1,7	1,8	1,7	1,8	1,9	1,7	1,8	1,9

13.- Aireación mediante las ventanas

En el caso de que el preinscriptor decida realizar la ventilación a través de la ventana se calcularán los caudales mínimos de ventilación, en función del uso de la estancia y se aportarán los detalles del sistema a emplear (aireadores o sistemas de microventilación, en este último caso se garantizará la permeabilidad al aire clase 1 en posición abierta).

3.3.3.- REQUISITOS MÍNIMOS CARPINTERÍAS EXTERIORES

Prestación	Clase o valor
Resistencia al viento	Clase C3
Resistencia a la carga de nieve, carga permanente y uso	No aplicable
Reacción al fuego	No hay requisito legal
Estanqueidad al agua	Clase 4A
Emisión de sustancias peligrosas	No hay requisito legal
Resistencia al impacto	No hay requisito legal
Aislamiento al ruido aéreo	$R_{Atr} = 35$ dBA (parte ciega cumple $R_A = 40$ dBA)
Permeabilidad al aire	Clase 2
Transmitancia térmica: - Por equilibrio de la calidad térmica entre espacios: - Fachadas norte y sur - Fachadas este y oeste	$U_H \leq 3,10$ W/m ² ·K Sin requisito $U_H \leq 2,40$ W/m ² ·K
Propiedades frente a la radiación solar	No hay requisito legal
Sistema de apertura	No hay requisito legal
Resistencia a repetidas aperturas y cierres	Clase 1

3.4.- ESTUDIO DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL EN GIRONA

3.4.1.- DATOS DE PARTIDA DEL PROYECTO ARQUITECTÓNICO

Datos de partida:

- **Tipo de edificio:** residencial.
- **Emplazamiento:** zona urbana.
- **Altura del edificio:** 22 m sobre rasante
- **Fachadas:**
 - o Norte: 726 m² Porcentaje de huecos: 29 %
 - o Sur: 484 m² Porcentaje de huecos: 22 %
 - o Oeste: 180 m² Porcentaje de huecos: 22%
 - o Este: 321 m² Porcentaje de huecos: 29%
- **Cota de la ventana más alta:** 18 m
- **Dimensiones de las mayores ventanas:** 2 m (ancho) x 2,40 (alto).
- **Aleros u otros elementos de protección de las ventanas:** No existen
- **Distancia vertical entre dos ventanas consecutivas:** H = 3,0 m
- Sin retranqueos

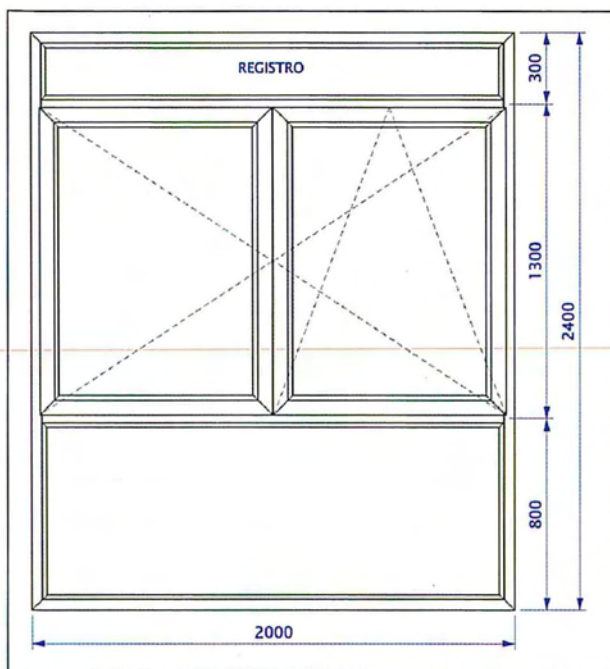
Se muestra en la **Figura 14)** un esquema del edificio de Girona y en la **Figura 15)** un croquis de la mayor ventana.

Figura 14) Croquis del edificio (Fachadas Norte y Oeste) - Girona



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Figura 15) Croquis de la mayor ventana



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

- Dimensiones del mayor panel: 1,90 m x 0,72 m
- % de marco sobre hueco: 29%
- % de vidrio sobre hueco: 71%

3.4.2.- DETERMINACIÓN DE PRESTACIONES DE LAS VENTANAS SEGÚN CTE

1.- Resistencia al viento

Según el mapa del Anejo D del DB SE AE, apartado D.1, a Girona le corresponde la Zona C, esto supone una *velocidad básica del viento* de 29 m/s.

Ubicación	Velocidad básica de viento (m/s)	Presión dinámica del viento (Pa)
Girona (zona C)	26	525,6

Para el edificio objeto del estudio:

- Zona urbana, terreno tipo IV
- Altura H = 22 m
- 4 fachadas en situación expuesta

Grado de aspereza del entorno	Altura del punto considerado (m)	Coefficiente de exposición Ce
Tipo IV	18	2,2

Para el coeficiente de presión se recurre a la Tabla 2 en la que se obtienen los coeficientes eólicos de presión y succión en función de la esbeltez en el plano paralelo al viento, así:

Esbeltez en el plano paralelo al viento	Coefficiente de presión, Cp	Coefficiente de succión, Cs
≤ 0,50	0,7	-0,4

Así, la **acción del viento**, en general una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto o presión estática, q_e , será, según la ecuación [1]:

$$q_e = q_b \times C_e \times C_p = 525,6 \text{ kN/m}^2 \times 2,2 \times 0,7 = 809,4 \text{ Pa.}$$

Así, como $q_e \leq P_3$ se tiene que la clasificación mínima de la ventana en función de su resistencia al viento debe ser clase 2.

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 al respecto.

4.- Estanqueidad al agua

Según el Mapa de la **figura 4** (zonas pluviométricas) a Girona le corresponde la **Zona III**.

Considerando que las 4 fachadas están en situación expuesta, y resistencia al viento de clase 2 se tiene:

Resistencia al viento	Clasificación estanqueidad al agua
Clase 2 (P=809 Pa)	Clase 6A

5.- Emisión de sustancias peligrosas

No hay legislación nacional al respecto.

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

6.- Resistencia al impacto

En el caso de las ventanas y puertas acristaladas situadas en las áreas con riesgo de impacto (véase **Figura 8**) de planta baja, el CTE establece en su DB SUA 3-2, apartado 1.3, que dichos vidrios, si no disponen de una barrera de protección, tendrán una clasificación de prestaciones X(Y)Z determinada según la norma UNE EN 12600:2003: (cuyos parámetros cumplan lo que se establece en la tabla 1.1 del DB SUA, véase **Tabla 7**).



7.- Aislamiento al ruido aéreo

Si consideramos que el análisis del mapa de ruido en Girona aporta un valor de $L_d = 70$ dBA, se obtiene en la tabla 2.1 del DB HR el valor del aislamiento acústico a ruido aéreo $D_{2m,nT,Atr}$ de cada recinto (dormitorio o estancias) y el exterior.

$$D_{2m,nT,Atr} = 37 \text{ dBA para dormitorios.}$$

$$D_{2m,nT,Atr} = 32 \text{ dBA para estancias.}$$

Según la opción simplificada de cálculo y teniendo en cuenta el % de huecos (26% en fachadas noreste y suroeste y 21% en fachadas noroeste y sureste) se puede calcular el R_{Atr} de la ventana, incluido el cajón de la persiana, a través de la tabla 3.4 del DB HR (suponiendo parte ciega cumple $R_A = 40$ dBA):

Nivel límite exigido (Tabla 2.1) $D_{2m,nT,Atr}$ dBA	Parte ciega 100 % $R_{A,tr}$ dBA	Parte ciega ≠ 100 % $R_{A,tr}$ dBA	Huecos Porcentaje de huecos $R_{A,tr}$ de los componentes del hueco ⁽²⁾ dBA				
			Hasta 15 %	De 16 a 30%	De 31 a 60%	De 61 a 80%	De 81 a 100%
			$D_{2m,nT,Atr} = 30$	33	35	26	29
		40	25	28	30	31	
		45	25	28	30	31	
$D_{2m,nT,Atr} = 32$	35	40	27	30	32	34	35
		45	26	29	32	33	
$D_{2m,nT,Atr} = 34^{(1)}$	36	40	30	33	35	36	36
		45	29	32	34	36	
		50	28	31	34	35	
$D_{2m,nT,Atr} = 36^{(1)}$	38	40	33	35	37	38	38
		45	31	34	36	37	
		50	30	33	36	37	
$D_{2m,nT,Atr} = 37$	39	40	35	37	39	39	39
		45	32	35	37	38	
		50	31	34	37	38	

Fachadas norte y este (29% huecos)	Fachadas oeste y sur (22% huecos)
$R_{Atr} = 30$ dBA para estancias	$R_{Atr} = 30$ dBA para estancias
$R_{Atr} = 37$ dBA para dormitorios	$R_{Atr} = 37$ dBA para dormitorios

8.- Permeabilidad al aire

Según la tabla D.1 de zonas climáticas del CTE a Girona le corresponde la Zona 2, y según el Mapa de presión básica de viento le corresponde la Zona C.

Considerando que las 4 fachadas están en situación expuesta, para la ventana más alta, en zona urbana con altura inferior a 50 m, y zona climática C: la clasificación de permeabilidad al aire mínima es **clase 3**.

9.- Transmitancia térmica

Por limitación de la demanda de energía en invierno, según el documento DB HE1 del CTE, las exigencias para la ventana, incluido el cajón de la persiana son (zona climática C2):

ZONA CLIMÁTICA C2										
Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno					U_{Mlim}: 0,73 W/m²K					
Transmitancia límite de suelos					U_{Slim}: 0,50 W/m²K					
Transmitancia límite de cubiertas					U_{Clim}: 0,41 W/m²K					
Factor solar modificado límite de lucernarios					F_{Llim}: 0,32					
% de superficie de huecos	Transmitancia límite de huecos ⁽¹⁾ U_{Hlim} W/m ² K				Factor solar modificado límite de huecos F_{Hlim}					
	N	E/O	S	SE/SO	Carga interna baja			Carga interna alta		
					E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	4,4	4,4	4,4	4,4	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,4 (4,2)	3,9 (4,4)	4,4	4,4	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	2,9 (3,3)	3,3 (3,8)	4,3 (4,4)	4,3 (4,4)	-	-	-	0,60	-	-
de 31 a 40	2,6 (2,9)	3,0 (3,3)	3,9 (4,1)	3,9 (4,1)	-	-	-	0,47	-	0,51
de 41 a 50	2,4 (2,6)	2,8 (3,0)	3,6 (3,8)	3,6 (3,8)	0,59	-	-	0,40	0,58	0,43
de 51 a 60	2,2 (2,4)	2,7 (2,8)	3,5 (3,6)	3,5 (3,6)	0,51	-	0,55	0,35	0,52	0,38

⁽¹⁾ En los casos en que la transmitancia media de los muros de fachada U_{Mm} , definida en el apartado 3.2.2.1, sea inferior a 0,52 W/m²K se podrá tomar el valor de U_{Hm} indicado entre paréntesis para las zonas climáticas C1, C2, C3 y C4.

Así, la transmitancia térmica de la ventana debe ser igual o menor a:

Orientación de las fachadas	% de huecos	Transmitancia límite del hueco (W/m ² K)
Fachada norte	29 % de huecos	$U_H \leq 2,9$
Fachada sur	22 % de huecos	$U_H \leq 4,3$
Fachada este	29 % de huecos	$U_H \leq 3,3$
Fachada oeste	22 % de huecos	$U_H \leq 3,3$

Para evitar descompensaciones entre la calidad térmica de diferentes espacios, según el CTE (tabla 2.1 del DB HE1-2) para la Zona climática C se requiere una transmitancia térmica del conjunto (perfiles y acristalamiento) menor o igual a 4,40 W/m²K (por lo que se no modifican a la baja las limitaciones anteriores).

10.- Propiedades frente a la radiación solar

Para un edificio en la zona C2 con baja carga interna (tipo residencial) y con los porcentajes de huecos en fachada antes mencionados no existen requisitos de factor solar modificado para los huecos, de acuerdo con la tabla de la zona climática C2. Se incluye en el **Anexo IV** el procedimiento de cálculo del factor solar modificado de los huecos.

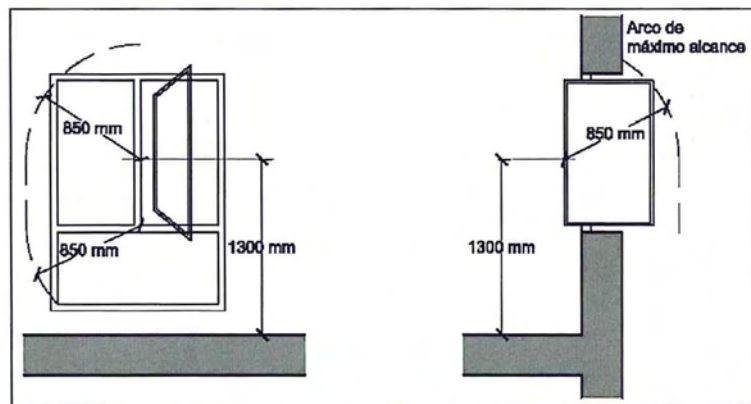
11.- Sistema de apertura

El sistema de apertura será determinado por el autor del proyecto. En este caso se ha optado por un sistema de ventanas practicables oscilobatientes, para cumplir con el apartado 5 del DB SUA1 en lo relativo a la limpieza de acristalamientos exteriores.

El DB SUA1 establece que en edificios de uso Residencial Vivienda, los acristalamientos con vidrio transparente cumplirán las condiciones siguientes, salvo cuando sean practicables o fácilmente desmontables, permitiendo su limpieza desde el interior:

- a) toda la superficie exterior del acristalamiento se encontrará comprendida en un radio de 850 mm desde algún punto del borde de la zona practicable situado a una altura no mayor de 1300 mm (véase Figura 16);
- b) los acristalamientos reversibles estarán equipados con un dispositivo que los mantenga bloqueados en la posición invertida durante su limpieza.

Figura 16) Limpieza de acristalamientos desde el interior



FUENTE: FIGURA 5.1 DEL DB SUA2

12.- Resistencia a repetidas aperturas y cierres

Se recomienda que las ventanas sean al menos de Clase 1 (5.000 ciclos).

13.- Aireación mediante las ventanas

En el caso de que el preinscriptor decida realizar la ventilación a través de la ventana se calcularán los caudales mínimos de ventilación, en función del uso de la estancia y se aportarán los detalles del sistema a

emplear (aireadores o sistemas de microventilación, en este último caso se garantizará la permeabilidad al aire clase 1 en posición abierta).

3.4.3.- REQUISITOS MÍNIMOS CARPINTERÍAS EXTERIORES

Prestación	Clase o valor
Resistencia al viento	Clase 2
Resistencia a la carga de nieve, carga permanente y uso	No aplicable
Reacción al fuego	No hay requisito legal
Estanquidad al agua	Clase 6A
Emisión de sustancias peligrosas	No hay requisito legal
Resistencia al impacto	No hay requisito legal
Aislamiento al ruido aéreo	$R_{Atr} = 30$ dBA para estancias $R_{Atr} = 37$ dBA para dormitorios
Permeabilidad al aire	Clase 3
Transmitancia térmica: - Por equilibrio de la calidad térmica entre espacios: - Fachada norte - Fachada sur - Fachada este - Fachada oeste	$U_H \leq 4,4$ W/m ² ·K $U_H \leq 2,9$ W/m ² ·K $U_H \leq 4,3$ W/m ² ·K $U_H \leq 3,3$ W/m ² ·K $U_H \leq 3,3$ W/m ² ·K
Propiedades frente a la radiación solar	No hay requisito legal
Sistema de apertura	No hay requisito legal
Resistencia a repetidas aperturas y cierres	Clase 1

4. FASE DE RECEPCIÓN DEL MATERIAL EN OBRA: EXIGENCIAS DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN Y PRESTACIONES DECLARADAS EN EL MARCADO CE DE LAS VENTANAS.

Una vez analizado el proceso de diseño de las carpinterías exteriores, el capítulo siguiente analiza la relación entre las características de proyecto y las prestaciones aseguradas por el fabricante en el momento de entrega de las ventanas en la obra.

A partir de 01-02-2010 los fabricantes de ventanas deben facilitar el marcado CE de las ventanas, así como la información complementaria relativa al marcado CE. Esta documentación incluye la información sobre las características esenciales, que se analizarán a continuación.

4.1- COMPARACIÓN ENTRE REQUISITOS DE PROYECTO Y CARACTERÍSTICAS DE LAS VENTANAS RECEPCIONADAS EN OBRA

4.1.1.- Marcado CE de ventanas y puertas peatonales exteriores

El marcado CE obliga declarar unas prestaciones, establecidas en la tabla A1 del anexo ZA de la norma de producto UNE EN 14351-1, en función del tipo de ventana o puerta peatonal exterior, que se resumen en la Tabla 16 (los apartados indicados entre paréntesis en la tabla, en cada una de las características, corresponden al apartado de la norma donde se explica cada concepto).

Tabla 16. Características para el marcado CE

CARACTERÍSTICAS (Capítulo de la norma UNE EN 14351-1)	Ventanas	Puertas peatonales exteriores	Ventanas de tejado	Obs.
Comportamiento frente al fuego exterior (4.4.2)	-	-	X	
Reacción al fuego (4.4.1)	-	-	X	
Estanquidad al agua (4.5 y 4.1.5)	X	X	X	
Sustancias peligrosas (4.6)	X	X	X	Declarar "NPD" (17)
Resistencia a la carga de viento (4.2)	X	X	X	Por ensayo o por cálculo (sólo en elementos fijos)
Resistencia a la carga de nieve y carga permanente (4.3)	-	-	X	
Resistencia a los impactos (4.7 y 4.24.1)	-	X	X	En puertas, sólo para puertas acristaladas con riesgo de daños
Capacidad para soportar cargas de los dispositivos de seguridad (4.8)	X	X	X	
Altura (4.9)	-	X	-	
Capacidad de desbloqueo (4.10 y 4.15)	-	X	-	Sólo para puertas que vayan a colocarse en rutas de escape
Fuerza de maniobra de los dispositivos de apertura (4.24.2.2 y 4.15)	-	X	-	Para todo tipo de puertas
Prestaciones acústicas (4.11)	X	X	X	Por ensayo o por cálculo (18)
Transmitancia térmica (4.12 y 4.15)	X	X	X	Por ensayo o por cálculo
Propiedades de radiación (4.13)	-	-	X	
Permeabilidad al aire (4.14 y 4.15)	X	X	X	

FUENTE: INSTRUCCIÓN PARA LA PUESTA EN PRÁCTICA DEL MARCADO CE DE VENTANAS Y PUERTAS PEATONALES EXTERIORES

17) Para su comercialización en España, y en general para todos los productos, en el marcado CE se podrá indicar NPD, es decir, prestación no determinada, ya que en nuestro país no existe regulación de sustancias peligrosas para los materiales componentes habituales de estos productos.

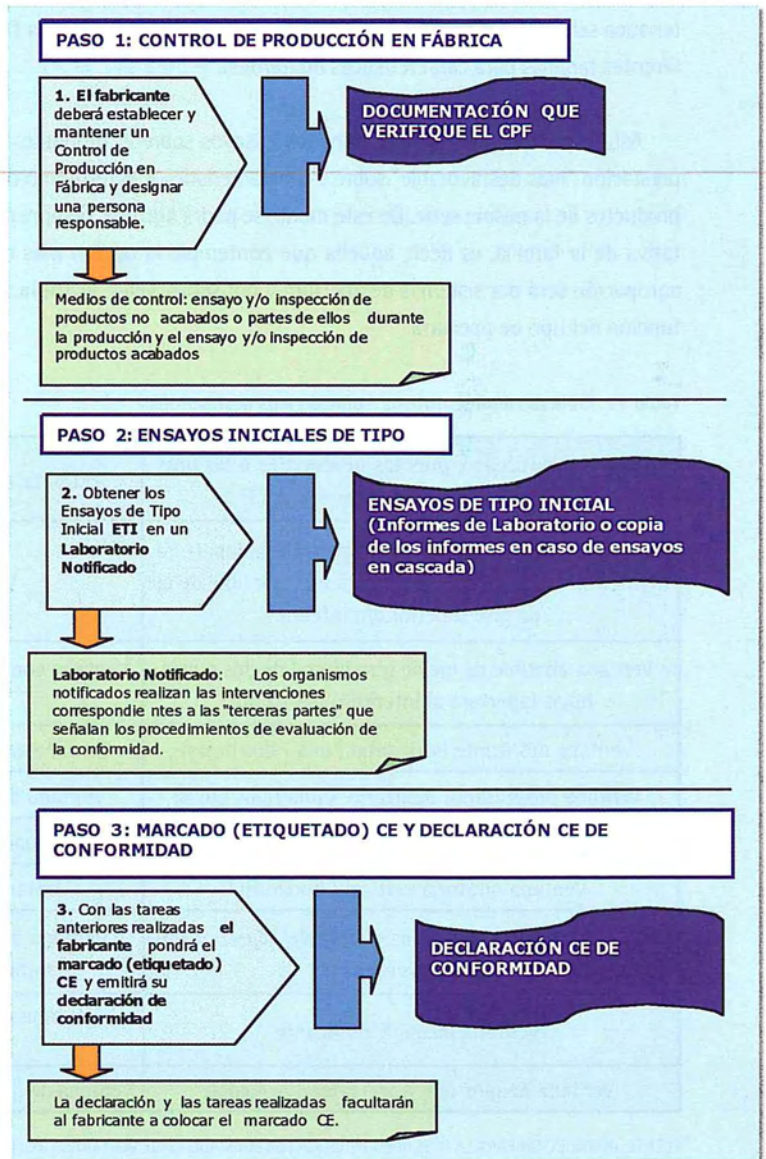
18) Cuando se cumplan los requisitos del anexo B de la norma.

Las anteriores prestaciones son válidas para el mercado CE, no sólo en España, sino en el resto de países de la Unión Europea. Sin embargo, en cada caso habrá que comprobar qué características son de aplicación, ya que el requisito de una cierta característica no es aplicable en aquellos Estados Miembros en los que no existe normativa sobre esta característica para el uso final pretendido dado del producto.

En esos casos, los fabricantes que ponen sus productos en el mercado de estos Estados Miembros no están obligados ni a determinar ni a declarar la prestación de sus productos en referencia a esta característica y puede ser utilizada la opción "prestación no determinada" (PND) en la información que acompaña al marcado CE (véase el documento Preguntas Frecuentes. Marcado CE de ventanas y puertas peatonales exteriores, editado por ASEFAVE que aclara los aspectos relacionados con este marcado CE).

Los pasos esenciales que el fabricante de la ventana debe seguir para poder realizar el marcado CE se resumen en la Figura 17)

Figura 17) Pasos a seguir para marcar CE las ventanas y puertas peatonales exteriores



FUENTE: DOCUMENTO PREGUNTAS FRECUENTES MARCADO CE DE VENTANAS Y PUERTAS PEATONALES EXTERIORES DE ASEFAVE

Los ETI, Ensayos Iniciales de Tipo, son los ensayos y/o cálculos realizados sobre una muestra o probeta representativa para determinar el valor de una determinada prestación o característica. Para cada tipo de ventana que se fabrique se debe disponer de un ensayo y/o cálculo sobre una muestra que sea representativa de dicho tipo de ventana.

Los fabricantes pueden agrupar sus productos en familias para los ensayos, si se considera que la característica seleccionada es común a todas las ventanas dentro de esta familia (un producto puede estar en diferentes familias para características diferentes).

Así, se podrán realizar determinados ensayos sobre el producto que, por su configuración, presente la prestación "más desfavorable" sobre esa característica y el resultado obtenido podrá ser extrapolable a otros productos de la misma serie. De este modo, se podrá agrupar siempre que se ensaye la probeta más representativa de la familia, es decir, aquella que contemple la opción más desfavorable. En general, el criterio de agrupación será por sistemas de apertura y por series, véase la Tabla 17 con las probetas representativas en función del tipo de apertura.

Tabla 17. *Probetas representativas (solución más desfavorable)*

Tipos de ventanas y puertas peatonales a las que puede extenderse el marcado CE	Probeta representativa (más desfavorable)
Ventana Fija. Abatible de eje de giro lateral (apertura al interior o al exterior). Oscilobatiente. Abatible de eje de giro superior y/o inferior.	Ventana oscilobatiente (19)
Ventana abatible de eje de giro lateral de dos o más hojas (apertura al interior o al exterior)	Ventana con el nº máximo de hojas abatibles todas de apertura al interior
Ventana deslizante horizontal (una / dos hojas)	Ventana con dos hojas deslizantes horizontales
Ventana proyectante deslizante (una / dos hojas)	Ventana de doble hoja proyectante deslizante
Ventana deslizante vertical (una / dos hojas)	Ventana de dos hojas deslizantes verticales
Ventana giratoria vertical / horizontal	Ventana giratoria vertical u horizontal
Ventana de celosía con lamas orientables, ejes horizontales o verticales	Ventana de celosía con el nº máximo de lamas orientables, ejes horizontales o verticales
Ventana plegable deslizante	Ventana plegable con el nº máximo de hojas plegables
Ventana de giro superior o lateral reversible	Ventana de giro superior o lateral con hoja reversible


FUENTE: INSTRUCCIÓN PARA LA PUESTA EN PRÁCTICA DEL MARCADO CE DE VENTANAS Y PUERTAS PEATONALES EXTERIORES

19) Para que el modelo de ventana oscilobatiente sea la probeta representativa de los modelos homólogos abatibles, estas deberán tener los mismos cierres perimetrales, bisagras o pernios, como sustitución al compás de la oscilobatiente; en caso contrario la ventana abatible podría ser la muestra más desfavorable y representativa a considerar.

En cualquier caso, será el fabricante el que decida qué aperturas debe ensayar en función de las características de los productos que fabrica.

Se muestra a continuación un ejemplo de la etiqueta de marcado CE para una ventana vertical para uso exterior, véase **Figura 18**).

Figura 18) Ejemplo: información de marcado CE completo para el caso de una ventana vertical exterior.

	Marcado de conformidad CE, que consiste en el símbolo "CE" establecido en la Directiva 93/68/CEE (en principio, y según las reglas generales de utilización del logotipo, este debe ser impreso en color negro)
Fabricante Dirección 09	Nombre o marca comercial del fabricante y dirección registrada del fabricante Los dos últimos dígitos del año en que se fijó el marcado CE
EN 14351-1:2006 Ventana serie RPT, vertical exterior para uso en lugares domésticos y públicos de dos hojas oscilobatiente, con y sin cajón de persiana Dimensiones: 1.600 x 2.200 mm Acristalamiento 4/16/4 Resistencia a la carga de viento: Prestación de ensayo: Clase 2 Resistencia a la carga de viento: Deformación del marco: Clase C Estanquidad al agua – no apantallado (A): Clase 6 A Capacidad de soporte de carga de los dispositivos de seguridad: Valor umbral Prestaciones acústicas: 35 (-1; -4) Transmitancia térmica: 2,5 Permeabilidad al aire: Clase 3 Sustancias peligrosas: NPD	Número de la norma europea Descripción del producto Información sobre las características declaradas.

Una vez recibida la ventana en obra habrá que comprobar si los requisitos mínimos de proyecto se satisfacen con la ventana entregada. Comparando la ventana del ejemplo de la etiqueta (véase **Figura 18**) con cada uno de los ejemplos analizados en la fase de diseño se tendrán diferentes casos que se analizarán a continuación.

El fabricante de la ventana emitirá una Declaración de Conformidad del producto, que es un documento escrito mediante el cual el fabricante o su representante establecido en la Unión Europea declara que el producto comercializado satisface todos los requisitos esenciales de las distintas Directivas de aplicación. La declaración es la garantía de las prestaciones declaradas del producto.

En principio la Directiva de Productos de Construcción no establece que el fabricante esté obligado a entregar la Declaración, no obstante, el receptor del producto puede exigirla, atendiendo a lo especificado en el CTE que establece en su artículo 7.2.1 (Parte I del CTE):

7.2.1. Control de la documentación de los suministros

1. Los suministradores entregarán al constructor, quien los facilitará al director de ejecución de la obra, los documentos de identificación del producto exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Esta documentación comprenderá, al menos, los siguientes documentos:

- a) los documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado;*
- b) el certificado de garantía del fabricante, firmado por persona física; y*
- c) los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, incluida la documentación correspondiente al marcado CE de los productos de construcción, cuando sea pertinente, de acuerdo con las disposiciones que sean transposición de las Directivas Europeas que afecten a los productos suministrados.*

Esto implica que el fabricante puede entregar aparte de los documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado CE, el certificado de garantía del fabricante, firmado por persona física, o la Declaración CE de Conformidad, que se considera equivalente.

4.1.2.- Comparación entre las características de los proyectos evaluados en los ejemplos y las prestaciones declaradas en el mercado CE de las ventanas

EDIFICIO RESIDENCIAL EN MÁLAGA

Dimensiones de la mayor ventana: 1250 x 1600 mm.

Las prestaciones declaradas en la etiqueta de marcado CE serán válidas para el conjunto de ventanas más favorables, en función de las reglas de extrapolación dadas en la tabla E.1 de la norma de producto UNE EN 14351-1 y en el anexo B de la norma UNE EN 14351-1 para las prestaciones acústicas (véase Tabla 18), teniendo en cuenta además que:

- En la etiqueta se indica que las prestaciones declaradas lo son para ventanas con y sin cajón de persiana (si en la etiqueta no se indicara que las prestaciones son válidas para ventanas con cajón el marcado CE se referiría sólo a ventanas sin cajón).
- Las características ensayadas lo han sido con un acristalamiento determinado, por ello estas prestaciones se asegurarán siempre y cuando se coloque en obra un acristalamiento de iguales o mejores prestaciones.

Tabla 18. Determinación separada de características para ventanas: rango de aplicación.

Capítulo de la norma	Característica	Norma de Clasificación	Norma de ensayo/cálculo	Dimensión de probeta	Rango de aplicación (suponiendo diseño similar)
4.2	Resistencia al viento	EN 12210	EN 12211	sin especificar	- 100% de la superficie total de la probeta
4.5	Estanquidad al agua	EN 12208	EN 1027	sin especificar	- 100% a + 50% de la superficie total de la probeta
4.6	Sustancias peligrosas	Cuando se requiera por normativa			
4.8	Capacidad de los dispositivos de seguridad para soportar carga	Valor umbral	EN 14609	sin especificar	- 100% de la superficie total de la probeta
4.11	Prestación acústica	Valores declarados	EN ISO 140-3 EN ISO 717-1	Véase Anexo B de la norma UNE EN 14351-1 (véase Anexo V)	Véase Anexo B de la norma UNE EN 14351-1 (véase Anexo V)
4.12	Transmitancia térmica	Valor declarado	EN ISO 10077-1 Tabla F.1	sin especificar	Todas las dimensiones
			EN ISO 10077-1	1,23 ($\pm 25\%$) m x 1,48 (-25%) m o 1,48 (+25%) m x 2,18 ($\pm 25\%$) m	Superficie total $\leq 2,3$ m ² (a), (b)
			EN ISO 10077-1 y EN ISO 10077-2		Superficie total > 2,3 m ² (a)
			EN ISO 12567-1	1,23 (25%) m x 1,48 (-25%) m o 1,48 ($\pm 25\%$) m x 2,18 ($\pm 25\%$) m	Superficie total $\leq 2,3$ m ² (a), (b)
		EN ISO 12567-2		Superficie total > 2,3 m ² (a)	
4.14	Permeabilidad al aire	EN 12207	EN 1026	sin especificar	- 100% a +50% de la superficie total de la probeta

(a) Si se requiere un cálculo detallado de la pérdida de calor de un edificio específico, el fabricante aportará información relevante sobre los valores calculados o ensayados de transmitancia térmica (valores de diseño), de la (s) dimensión (es) en concreto.

(b) Siempre que U_g (véase EN 673) $\leq 1,9$ W/(m² K), "área total $\leq 2,3$ m² (a), (b)" es sustituido por "Todas las dimensiones (a)".

FUENTE: ADAPTACIÓN TABLA E.1 DE LA NORMA UNE EN 14351-1

En el caso de las prestaciones acústicas las reglas de extrapolación vienen dadas en el anexo B de la norma UNE EN 14351-1. Véase el Anexo V con el procedimiento de cálculo.

Así, para la ventana suministrada las reglas de extrapolación son las siguientes:

Característica declarada	Valor de la característica declarada	Rango de aplicación
Resistencia a la carga de viento	Clase 2	Prestación válida para todas las ventanas de $S \leq 3,52 \text{ m}^2$ (1600 x 2200 mm); - 100% de la superficie total de la probeta ensayada.
Estanqueidad al agua	Clase 6 A	Prestación válida para todas las ventanas de $S \leq 5,28 \text{ m}^2$; - 100% a + 50% de la superficie total de la probeta
Capacidad de soporte de carga de los dispositivos de seguridad	Valor umbral	-
Prestaciones acústicas	$R_W (C; C_{tr}) = 35$ (-1; -4)	<ul style="list-style-type: none"> - Mismas prestaciones que las ensayadas para todas las ventanas de $S \leq 5,28 \text{ m}^2$ - Para ventanas de $5,28 \leq S \leq 7,04 \text{ m}^2$: R_W y $R_W + C_{tr}$ corregido por -1 dB => 34 (-1; -4) - Para ventanas de $7,04 \leq S \leq 8,8 \text{ m}^2$: R_W y $R_W + C_{tr}$ corregido por -2 dB => 33 (-1; -4) - Para ventanas de $S > 8,8 \text{ m}^2$: R_W y $R_W + C_{tr}$ corregido por -3 dB => 32 (-1; -4)
Transmitancia térmica y factor solar	$U = 2,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ g sin requisitos	Prestación válida para todas las ventanas de Superficie total $> 2,3 \text{ m}^2$ (dimensión de la ventana 1,6 x 2,2)
Permeabilidad al aire	Clase 3	Prestación válida para todas las ventanas de $S \leq 5,28 \text{ m}^2$; - 100% a +50% de la superficie total de la probeta.

Se va a comprobar si las prestaciones de las ventanas suministradas satisfacen el perfil de requisitos exigidos en el proyecto.

EDIFICIO RESIDENCIAL EN MÁLAGA

Dimensiones de la mayor ventana de edificio: 1250 x 1600 mm = 2 m²

Prestaciones	Requisitos de proyecto	Prestaciones de la etiqueta de marcado CE de la ventana suministrada	¿Cumple la ventana el CTE?
Resistencia al viento	Clase 2	Clase 2	C2 = C2 y ventana de $S \leq 3,52 \text{ m}^2$; Cumple
Estanqueidad al agua	Clase 5A	Clase 6A	6A \geq 5A y ventana de $S \leq 5,28 \text{ m}^2$; Cumple
Aislamiento al ruido aéreo	<p>Ventanas en fachadas este y oeste: $R_{Atr} = 26 \text{ dBA}$ (parte ciega $R_A = 35 \text{ dBA}$)</p> <p>Ventanas en fachadas norte y sur: $R_{Atr} = 29 \text{ dBA}$ (parte ciega $R_A = 35 \text{ dBA}$)</p>	$R_W (C; C_{tr}) = 35 (-1; -4)$ $R_{Atr} = R_W + C_{tr}$ $R_{Atr} = 35 - 4 = 31 \text{ dBA.}$	<p>Mismas prestaciones que las ensayadas para todas las ventanas de $S \leq 5,28 \text{ m}^2$</p> <p>$R_{Atr} = 31 \text{ dBA} \geq 26.$ $R_{Atr} = 31 \text{ dBA} \geq 29.$</p> <p>Cumple</p>
Permeabilidad al aire	Clase 1	Clase 3	Clase 3 \geq Clase 1 y ventanas de $S \leq 5,28 \text{ m}^2$ Cumple
<p>Transmitancia térmica:</p> <p>Fachada norte</p> <p>Fachada sur</p> <p>Fachadas este y oeste</p>	<p>$U_H \leq 4,10 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$</p> <p>$U_H \leq 5,70 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$</p> <p>$U_H \leq 5,70 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$</p>	<p>$U_v = 2,5 \text{ W/m}^2 \text{ K:}$</p>	<p>$U \text{ ventana} \leq U_{H \text{ CTE}} \text{ } S < 2,3 \text{ m}^2$ No se puede asegurar el cumplimiento con el ensayo realizado para la dimensión de 1,6 x 2,2 m, será necesario el cálculo de la transmitancia de la ventana, teniendo en cuenta los porcentajes de marco y acristalamiento, la transmitancia térmica de cada componente y las superficies respectivas. (véase Anexo VI con el procedimiento de cálculo según CTE y para marcado CE de ventanas)</p>

EDIFICIO RESIDENCIAL EN MADRID

Dimensiones de las mayores ventanas: 2,40 m x 2,40 = 5,76 m²

Prestaciones	Requisitos de proyecto	Ventana suministrada	¿Cumple la ventana el CTE?
Resistencia al viento	Clase 2	Clase 2	C2 = C2; prestación válida para ventanas de S ≤ 3,52 m ² No se puede asegurar el cumplimiento con la ventana ensayada
Estanquidad al agua	Clase 5A	Clase 6A	6A ≥ 5A ; prestación válida para ventanas de S ≤ 5,28 m ² No se puede asegurar el cumplimiento con la ventana ensayada
Aislamiento al ruido aéreo	R _{Atr} = 33 dBA (parte ciega RA = 40 dBA)	R _W (C;C _{tr}) = 35 (-1;-4) De forma aproximada se puede considerar que: R _{Atr} = R _W + C _{tr} R _{Atr} = 35 - 4 = 31 dBA.	Para ventanas de 5,28 ≤ S ≤ 7,04 m ² : R _W y R _W + C _{tr} corregido por -1 dB => 34 (-1; -4) R _{Atr} = R _W + C _{tr} R _{Atr} = R _W + C _{tr} = 34 - 4 = 30 dBA R _{Atr} = 30 dBA < 33. No Cumple
Permeabilidad al aire	Clase 1	Clase 3	Clase 3 ≥ Clase 1 ; prestación válida para ventanas de S ≤ 5,28 m ² No se puede asegurar el cumplimiento con la ventana ensayada
Transmitancia térmica: Fachada noreste Fachada suroeste Fachada noroeste Fachada sureste	UH ≤ 2,9 W/m ² ·K UH ≤ 3,5 W/m ² ·K UH ≤ 2,9 W/m ² ·K UH ≤ 3,5 W/m ² ·K	U _v = 2,5 W/m ² K	Prestación válida para todas las ventanas de Superficie total > 2,3 m ² U ventana ≤ U H CTE Cumple

HOTEL EN LEÓN

Dimensiones de las mayores ventanas: 2,40 m x 2,40 = 5,76 m²


Prestaciones	Requisitos de proyecto	Ventana suministrada	¿Cumple la ventana el CTE?
Resistencia al viento	Clase 3	Clase 2	$C2 < C3$; No cumple
Estanquidad al agua	Clase 4A	Clase 6A	$6A \geq 4A$; prestación válida para ventanas de $S \leq 5,28 \text{ m}^2$ No se puede asegurar el cumplimiento con la ventana ensayada
Aislamiento al ruido aéreo	$R_{Atr} = 35 \text{ dBA}$ (parte ciega cumple $R_A = 40 \text{ dBA}$)	$R_W (C; C_{tr}) = 35 (-1; -4)$ $R_{Atr} = R_W + C_{tr}$ $R_{Atr} = 35 - 4 = 31 \text{ dBA.}$	Para ventanas de $5,28 \leq S \leq 7,04 \text{ m}^2$: R_W y $R_W + C_{tr}$ corregido por $-1 \text{ dB} \Rightarrow 34 (-1; -4)$ $R_{AtrV} = R_W + C_{tr}$ $R_{Atr} = 34 - 4 = 30 \text{ dBA}$ $R_{Atr} = 30 \text{ dBA} < 35.$ No Cumple
Permeabilidad al aire	Clase 3	Clase 3	Clase 3 = Clase 3; prestación válida para ventanas de $S \leq 5,28 \text{ m}^2$ No se puede asegurar el cumplimiento con la ventana ensayada
Transmitancia térmica: - Fachadas norte y sur - Fachadas este y oeste	Sin requisito $U_H \leq 2,40 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$	$U_v = 2,5 \text{ W/m}^2 \text{ K}$	$U_{\text{ventana}} > U_{H \text{ CTE}}$ No cumple

EDIFICIO RESIDENCIAL EN GIRONA

Dimensiones de las mayores ventanas situada en ultima planta: 2,40 m x 2 = 4,80 m²

Prestaciones	Requisitos de proyecto	Ventana suministrada	¿Cumple la ventana el CTE?
Resistencia al viento	Clase 2	Clase 2	C2 = C2; prestación válida para ventana de $S \leq 3,52 \text{ m}^2$. No se puede asegurar que cumpla por la superficie de la ventana
Estanqueidad al agua	Clase 6A	Clase 6A	6A = 6A; prestación válida para ventanas de $S \leq 5,28 \text{ m}^2$ Cumple
Aislamiento al ruido aéreo	$R_{Atr} = 30 \text{ dBA}$ para estancias $R_{Atr} = 37 \text{ dBA}$ para dormitorios	$R_W (C; C_{tr}) = 35 (-1; -4)$ $R_{Atr} = R_W + C_{tr}$ $R_{Atr} = 35 - 4 = 31 \text{ dBA}$.	Mismas prestaciones que las ensayadas para todas las ventanas de $S \leq 5,28 \text{ m}^2$ $R_{Atr} = 31 \text{ dBA} > 30$. Cumple para estancias. $R_{Atr} = 31 \text{ dBA} < 37$. No Cumple para dormitorios.
Permeabilidad al aire	Clase 3	Clase 3	Clase 3 = Clase 3; prestación válida para ventanas de $S \leq 5,28 \text{ m}^2$ Cumple
Transmitancia térmica: - Fachada norte - Fachada sur - Fachada este - Fachada oeste	$U_H \leq 2,9 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ $U_H \leq 4,3 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ $U_H \leq 3,3 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ $U_H \leq 3,3 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	$U_v = 2,5 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	$U_{\text{ventana}} < U_{H \text{ CTE}}$ $S > 2,3 \text{ m}^2$ Cumple

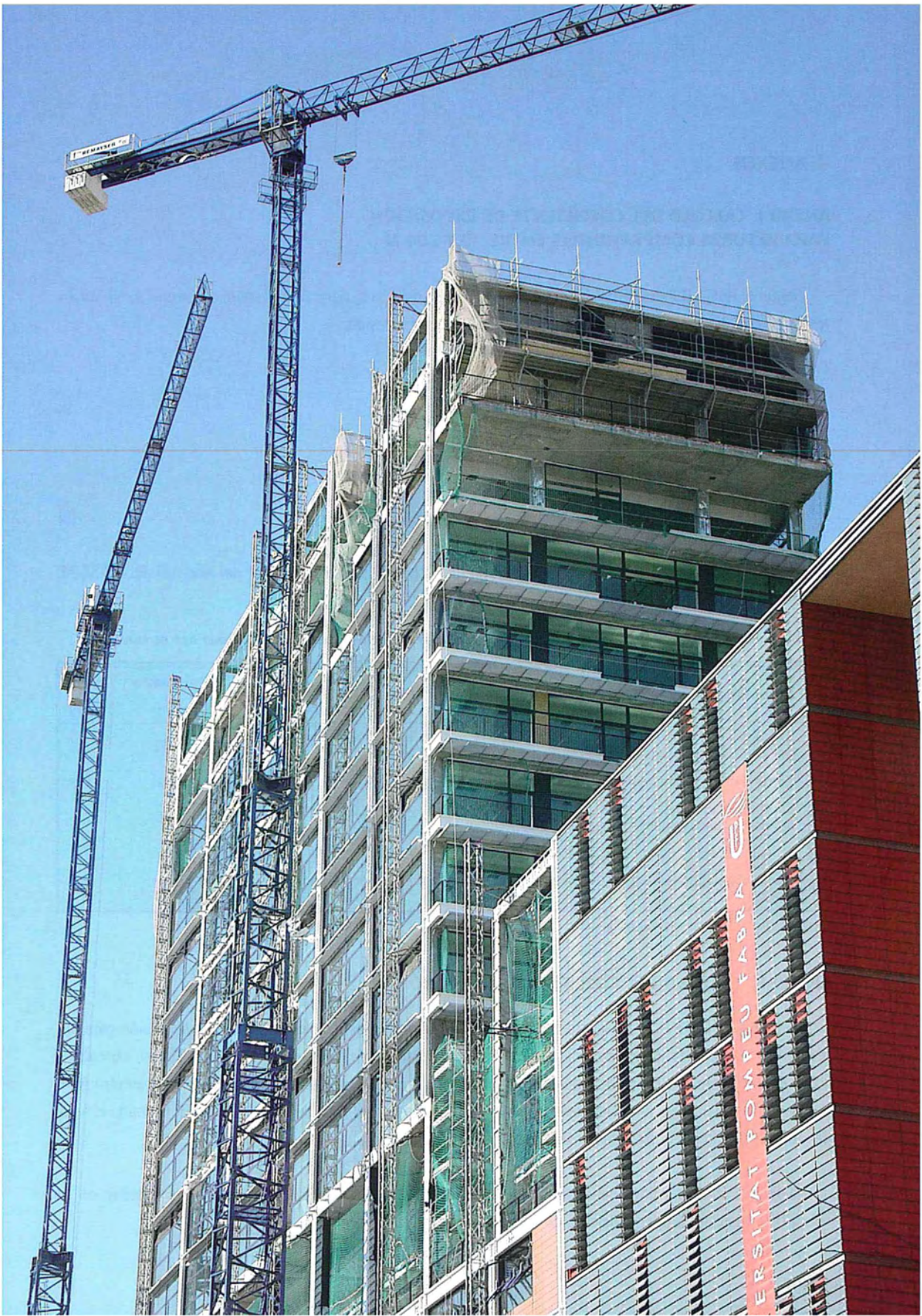
En este caso que se refiere a ventanas con cajón de persiana, la etiqueta de marcado CE de las ventanas suministradas deberá hacer referencia a que las prestaciones declaradas se refieren a la ventana con cajón, véase ejemplo de etiqueta:

	<p>Marcado de conformidad CE, que consiste en el símbolo "CE" establecido en la Directiva 93/68/CEE (en principio, y según las reglas generales de utilización del logotipo, este debe ser impreso en color negro)</p>
<p>Fabricante Dirección</p> <p>08</p>	<p>Nombre o marca comercial del fabricante y dirección registrada del fabricante</p> <p>Los dos últimos dígitos del año en que se fijó el marcado CE</p>
<p>EN 14351-1:2006</p> <p>Ventana serie RPT, vertical exterior para uso en lugares domésticos y públicos de dos hojas oscilobatiente, con cajón de persiana. Dimensiones: 1.600 x 2.200 mm Acristalamiento 4/16/4</p> <p>Resistencia a la carga de viento: Prestación de ensayo: Clase 2 Resistencia a la carga de viento: Deformación del marco: Clase C Estanquidad al agua – no apantallado (A): Clase 6 A Capacidad de soporte de carga de los dispositivos de seguridad: Valor umbral Prestaciones acústicas: 35 (-1; -4) Transmitancia térmica: 2,5 Permeabilidad al aire: Clase 3 Sustancias peligrosas: NPD</p>	<p>Número de la norma europea</p> <p>Descripción del producto</p> <p>Información sobre las características declaradas.</p>

CONCLUSIONES:

- El marcado CE de la ventana es un requisito obligatorio de carácter legal pero no garantiza el cumplimiento de los requisitos del CTE.
- La misma ventana será apta o no para poder instalarse en un determinado edificio dependiendo del proyecto (ubicación, tipología del edificio, uso del edificio, etc.).
- El prescriptor definirá los requisitos que deben satisfacer las ventanas, a instalar, garantizando el cumplimiento del CTE y que el fabricante asegurará con las ventanas suministradas.





UNIVERSITAS POMPEU FABRA

ANEXOS

ANEXO I. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE EXPOSICIÓN PARA ALTURAS COMPRENDIDAS ENTRE 30 Y 200 M

Según el Anejo D.2 del DB SE AE, el coeficiente de exposición c_e para alturas sobre el terreno, z , no mayores de 200 m ($30 < z < 200$ m) puede determinarse con la expresión:

$$c_e = F \cdot (F + 7 k)$$

[I]

Donde:

$$F = k \ln (\max (z,Z) / L)$$

[II]

k , L , Z son parámetros característicos de cada tipo de entorno, según la tabla D.2 del Anejo D del DB SE AE (véase Tabla I. 1).

Tabla I. 1. Valores de los parámetros k , L , Z para el cálculo del coeficiente de exposición para cada tipo de entorno

	Grado de aspereza del entorno	Parámetro		
		k	L (m)	Z (m)
I	Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	0,156	0,003	1,0
II	Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	0,17	0,01	1,0
III	Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	0,19	0,05	2,0
IV	Zona urbana en general, industrial o forestal	0,22	0,3	5,0
V	Centro de negocios de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	0,24	1,0	10,0

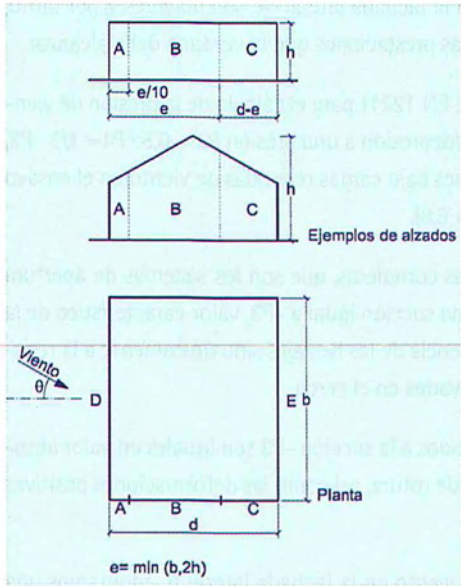
FUENTE: TABLA D.2 DEL ANEJO D DEL DB SE-AE

ANEXO II. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE PRESIÓN

En las tablas D.3 a D.14 del Anejo D.3 del DB SE-AE se dan valores de los coeficientes de presión para diversas formas simples de construcciones (parámetros verticales y distintos tipos de cubiertas), obtenidos como el pésimo de entre los del abanico de direcciones de viento definidas en cada caso. El parámetro A se refiere al área de influencia del elemento o punto considerado. En el caso de los elementos de fachada el área de influencia es la del propio elemento.

La Figura II.1) identifica las distintas zonas en los parámetros verticales, que permiten obtener, en la Tabla II. 1, los valores del coeficiente de presión.

Figura II. 1) Parámetros verticales



FUENTE: ANEJO D.3 DEL DB SE-AE

Tabla II. 1. Valores del coeficiente de presión en función de la zona

A (m ²)	h/d	Zona (según figura), -45° < θ < 45°				
		A	B	C	D	E
≥ 10	5	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	0,7	-0,3
5	5	-1,3	-0,9	-0,5	0,9	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	0,8	-0,3
2	5	-1,3	-1,0	-0,5	0,9	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	0,7	-0,3
≤ 1	5	-1,4	-1,1	-0,5	1,0	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	"	-0,3

FUENTE: ANEJO D.3 DEL DB SE-AE

Para elementos con área de influencia A, entre 1m² y 10 m² el coeficiente de presión exterior se puede obtener mediante la siguiente expresión:

$$C_{pe,A} = C_{pe,1} + (C_{pe,10} - C_{pe,1}) \log_{10} A$$

[III]

Siendo,

$C_{pe,10}$ = coeficiente de presión exterior para elementos con un área de influencia $A \geq 10 \text{ m}^2$

$C_{pe,1}$ = coeficiente de presión exterior para elementos con un área de influencia $A \leq 1 \text{ m}^2$

Ejemplo:

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 II.1):

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

- Para la fachada A (figura II.1):

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

Estos valores del coeficiente de presión exterior suponen que, para iguales valores de la presión básica del viento y coeficiente de exposición, los valores de la succión en la fachada lateral "A" son mayores y, por tanto, son los que deben ser determinantes a la hora de establecer las prestaciones que la ventana debe alcanzar.

Sin embargo, el ensayo de la ventana según la norma UNE EN 12211 para el cálculo de la presión de viento sólo contempla la succión en el ensayo de ciclos de presión/depresión a una presión $P_2 = 0,5 \cdot P_1 = 1/3 \cdot P_3$, presión con pulsación aplicada para determinar las prestaciones bajo cargas repetidas de viento en el ensayo de funcionalidad (véase definición de las presiones en la tabla 6.8).

Para las ventanas practicables hacia el interior o ventanas correderas, que son los sistemas de apertura más usuales en España, el comportamiento de la ventana a una succión igual a $-P_3$, valor característico de la succión del viento en la fachada lateral A, no afecta a la resistencia de los herrajes sino únicamente a la resistencia de los perfiles de la carpintería que trabajan como apoyados en el cerco.

Las solicitaciones, que deben soportar estos perfiles sometidos a la succión $-P_3$ son iguales en valor absoluto a las que produce la presión P_3 y siempre inferiores a las de rotura, así como las deformaciones positivas o negativas.

Por tanto, si para un valor característico de la presión de viento en la fachada lateral A, adoptamos una ventana clasificada según la norma UNE EN 12210 para un valor de la presión de seguridad P_3 , se puede garantizar que la ventana, con los sistemas de apertura que se contemplan, soportará la succión $-P_3$ con mayor seguridad que la presión P_3 , ya que quedan excluidos los defectos debidos a la flexión o a la torsión de los herrajes.

ANEXO III. CÁLCULO DEL AISLAMIENTO ACÚSTICO DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS MIXTOS

Un elemento constructivo mixto es aquel elemento formado por dos o más partes de cuantías de aislamiento diferentes, montadas unas como prolongación de otras hasta cubrir el total de la superficie. Ejemplos: pared formada por un murete sobre el que monta una cristalera, muro de fachada con ventanas, tabique con una puerta, etc.

El método de cálculo de elementos constructivos mixtos puede ser tenido en cuenta en el caso de ventanas con cajón de persiana.

De acuerdo con el Anejo G, del DB HR, el índice global de reducción acústica de elementos constructivos mixtos (aislamiento mixto) se puede calcular con la siguiente expresión:

$$R_{m,A} = -10 \cdot \lg \left(\sum_{j=1}^n \frac{S_j}{S} \cdot 10^{\frac{-R_{j,A}}{10}} \right) \quad [\text{dBA}]$$

[IV]

Donde:

$R_{m,A}$ = índice global de reducción acústica ponderado A del elemento constructivo mixto, en dBA;

$R_{i,A}$ = índice global de reducción acústica ponderado A, del elemento i, en dBA;

S = área total del elemento constructivo mixto, en m²;

S_i = área del elemento i, en m².

En la Guía de Aplicación del DH HR se analiza un ejemplo de cálculo para el caso de ventanas con cajón de persiana, véase Figura III. 1)

Figura III. 1) Cálculo del aislamiento acústico de una ventana con cajón de persiana

El aislamiento acústico de un elemento mixto, tal como una ventana con una caja de persiana incorporada, puede estimarse mediante la siguiente fórmula:

$$R_{A,tr} = -10 \cdot \lg \left(\frac{S_v \cdot 10^{-0,1R_{v,A,tr}} + S_c \cdot 10^{-0,1R_{c,A,tr}}}{S} \right) \quad [\text{dBA}]$$

donde

$R_{A,tr}$ índice global de reducción acústica, para ruido de tráfico del conjunto formado por la ventana y la caja de persiana,

$R_{v,A,tr}$ índice global de reducción acústica, para ruido de tráfico de la ventana, [dBA];

$R_{c,A,tr}$ índice global de reducción acústica, para ruido de tráfico de la caja de persiana, [dBA];

S área total del conjunto ventana + caja de persiana [m²];

S_v área de la ventana, [m²];

S_c área de la caja de persiana, [m²];

Cuando se dispongan de valores de $R_{A,tr}$ de la caja de persiana y de la ventana, pueden tomarse los siguientes valores de $R_{A,tr}$ para el conjunto de ventana y la caja de persiana.

Tabla 2.1.4.20. Valores de la ventana junto con la caja de persiana

$R_{A,tr}$ de la ventana (dBA)	$R_{A,tr}$ caja de persiana (dBA)	$R_{A,tr}$ total (dBA)
27	25	26
29		28
30		28
31		29
32		30
27	30	27
29		29
30		30
31		30
32		31

Valores válidos para ventanas desde 80 cm² a 8 m² de superficie y cajas de persiana de hasta 0,25 m de altura.

ANEXO IV. CÁLCULO DEL FACTOR SOLAR MODIFICADO DE LOS HUECOS

El factor solar modificado en el hueco F_H se determina por la expresión:

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

M

Siendo:

F_S = el factor de sombra del hueco obtenido de las tablas E.11 a E.14 del Anejo E del DB HE1, en función del dispositivo de sombra o mediante simulación. En caso de que no se justifique adecuadamente el valor de F_S se debe considerar igual a la unidad (véanse **Figura V. 1**) a **Figura V. 4**)

FM = la fracción del hueco ocupada por el marco en el caso de ventanas o la fracción de parte maciza en el caso de puertas;

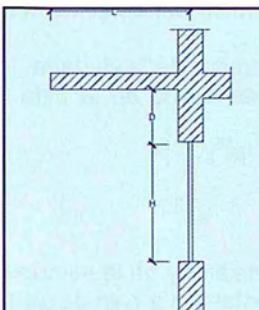
g_{\perp} = el factor solar de la parte semitransparente del hueco a incidencia normal. El factor solar puede ser obtenido por el método descrito en la norma UNE EN 410.

$U_m = U_f$ = la transmitancia térmica del marco del hueco ($W/m^2.K$);

α = La absorptividad del marco obtenido de la tabla E10 del Anejo E del DB HE1, en función de su color (véase **Figura V. 5**).

Figura V. 1) Factor de sombra F_S para obstáculos de fachada: Voladizo.

FUENTE: TABLA E.11 DEL ANEJO E DEL DB HE1

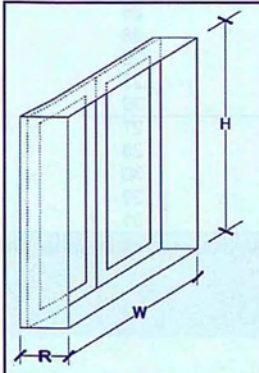


		$0,2 < L/H \leq 0,5$	$0,5 < L/H \leq 1$	$1 < L/H \leq 2$	$L/H > 2$
S	$0 < D/H \leq 0,2$	0,82	0,50	0,28	0,16
	$0,2 < D/H \leq 0,5$	0,87	0,64	0,39	0,22
	$D/H > 0,5$	0,93	0,82	0,60	0,39
SE/SO	$0 < D/H \leq 0,2$	0,90	0,71	0,43	0,16
	$0,2 < D/H \leq 0,5$	0,94	0,82	0,60	0,27
	$D/H > 0,5$	0,98	0,93	0,84	0,65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

NOTA: En caso de que exista un retranqueo, la longitud L se medirá desde el centro del acristalamiento.

Figura V. 2.) Factor de sombra F_S para obstáculos de fachada: Retranqueo.

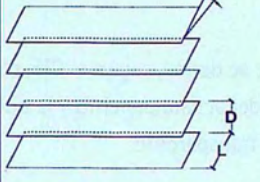
FUENTE: TABLA E.12 DEL ANEJO E DEL DB HE1



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

Figura V. 3) Factor de sombra F_S para obstáculos de fachada: Lamas.

FUENTE: TABLA E.13 DEL ANEJO E DEL DB H

LAMAS HORIZONTALES		ORIENTACIÓN	ANGULO DE INCLINACIÓN (β)		
			0	30	60
	SUR	0,49	0,42	0,26	
	SURESTE/ SUROESTE	0,54	0,44	0,26	
	ESTE/ OESTE	0,57	0,45	0,27	

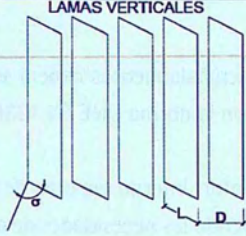
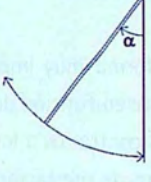
LAMAS VERTICALES		ORIENTACIÓN	ANGULO DE INCLINACIÓN (σ)					
			-60	-45	-30	0	30	45
	SUR	0,37	0,44	0,49	0,53	0,47	0,41	0,32
	SURESTE	0,46	0,53	0,56	0,56	0,47	0,40	0,30
	ESTE	0,39	0,47	0,54	0,63	0,55	0,45	0,32
	OESTE	0,44	0,52	0,58	0,63	0,50	0,41	0,29
	SUROESTE	0,38	0,44	0,50	0,56	0,53	0,48	0,38

Figura V. 4) Factor de sombra F_S para obstáculos de fachada: Toldos.

FUENTE: TABLA E.14 DEL ANEJO E DEL DB HE1

	CASO A	Tejido opacos $\tau=0$		Tejidos translúcidos $\tau=0,2$	
	α	SE/S/SO	E/O	SE/S/SO	E/O
	30	0,02	0,04	0,22	0,24
45	0,05	0,08	0,25	0,28	
60	0,22	0,28	0,42	0,48	

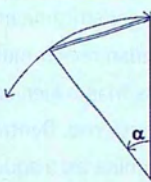
	CASO B	Tejido opacos $\tau=0$			Tejidos translúcidos $\tau=0,2$		
	α	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	E/O
	30	0,43	0,61	0,67	0,63	0,81	0,87
45	0,20	0,30	0,40	0,40	0,50	0,60	
60	0,14	0,39	0,28	0,34	0,42	0,48	

Figura V. 5) Absortividad del marco para radiación solar

Color	Claro	Medio	Oscuro
Blanco	0,20	0,30	---
Amarillo	0,30	0,50	0,70
Beige	0,35	0,55	0,75
Marrón	0,50	0,75	0,92
Rojo	0,65	0,80	0,90
Verde	0,40	0,70	0,88
Azul	0,50	0,80	0,95
Gris	0,40	0,65	---
Negro	---	0,96	---

FUENTE: TABLA E.10 DEL ANEJO E DEL DB HE1

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 que propone el DB HE 1.

La determinación del factor solar y la transmisión luminosa de los acristalamientos deberá ser llevada a cabo de acuerdo con la norma europea EN 410:1998, o si es relevante, con la norma UNE EN 13363-1.

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:

o Vidrios de Control Solar: reducen los aportes de calor producidos por soleamiento disminuyendo el efecto invernadero. Deben 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. Dentro de los vidrios de control solar destacan los vidrios de alta selectividad. Se denomina así a aquellos vidrios de control solar que permiten el paso de grandes porcentajes de luz. Es decir, frenan las radiaciones de alto contenido energético y sin embargo permiten el paso de la radiación correspondiente al espectro visible, realizando así una "selección" de las longitudes de onda que los atraviesan. La selectividad queda definida por el cociente T_{Lg} , siendo más selectivo cuanto mayor sea dicho cociente. Normalmente se utiliza este concepto aplicado a vidrios neutros y de considerable control solar. Este concepto puede aplicarse al conjunto del acristalamiento instalado.

o 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 ex-

terior del edificio sin que varíen sus prestaciones de aislamiento (valor U W/m^2 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 los 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 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 un 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.

NOTAS:

Es importante tener en cuenta que los vidrios de baja emisividad reflejan y absorben más energía que los vidrios tradicionales normales. Por esta razón su instalación sobre ventanas correderas, cuando las hojas están superpuestas, puede dar lugar a una acumulación de energía entre ambas llegando incluso a producir una rotura de origen térmico en el vidrio.

Igualmente los vidrios de control solar requieren precaución en su instalación. Normalmente absorben más energía que los vidrios normales y, por esta razón, en muchas ocasiones deben templarse para evitar su rotura térmica. Estos vidrios presentan una reflexión de energía elevada, de ahí su control solar, y sobre ventanas correderas pueden producirse acumulaciones de calor cuando las hojas están superpuestas llegando a producir la rotura del vidrio.

En estas situaciones es mejor informarse con el suministrador del acristalamiento y si es preciso proceder a la instalación de vidrios templados

ANEXO V. DETERMINACIÓN DEL AISLAMIENTO ACÚSTICO EN VENTANAS Y RANGOS DE APLICACIÓN

V.1 Determinación por ensayo

Según la norma de producto de ventanas UNE EN 14351-1, el aislamiento acústico R_W (C ; C_{tr}) de las ventanas será determinado por ensayo de acuerdo con la Norma Europea EN ISO 140-3 (Método de referencia). Los resultados deberán ser expresados de acuerdo con la Norma Europea EN ISO 717-1. Los valores de aislamiento acústico de ventanas $R_W \geq 39$ dB o $(R_W + C_{tr}) \geq 35$ dB deben ser determinados por ensayo.

En el caso de extrapolación para unidades de vidrio aislante (UVA) se permite el cambio de la UVA sin un nuevo ensayo de la ventana, en el caso de que la unidad tenga el mismo o mejor R_W y/o $(R_W + C_{tr})$ (datos de ensayo de acuerdo con la Norma Europea EN ISO 140-3 o datos genéricos, véanse las Normas Europeas EN 12758 o EN 12354-3).

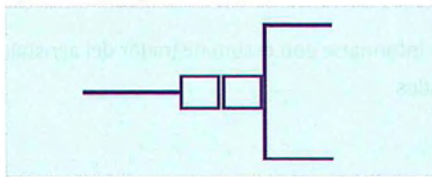
El tipo de vidrio (vidrio recocido, vidrio templado térmicamente, vidrio termoendurecido, vidrio endurecido químicamente) no tiene influencia en el aislamiento acústico, en cambio sí tiene influencia en el aislamiento acústico la composición física (espesores y vidrios laminares, vidrio de cámara asimétrica, etc.).

V.2 Determinación por cálculo

Como alternativa al ensayo, el aislamiento acústico de ventanas sencillas con unidades de vidrio aislante puede ser determinado utilizando valores tabulados, según el anexo B.3 de la norma UNE EN 14351-1.

Son ventanas sencillas, según la definición de la norma UNE EN 12519 apartado 2.2.10, las fijas o practicables (batientes superior/lateral/inferiormente, pivotantes o deslizantes) con unidades de vidrio aislante (doble acristalamiento), según el siguiente esquema:

Figura V. 1.) Esquema de ventana sencilla



FUENTE: UNE EN 12519

Los valores tabulados dados en la norma de producto se derivan de resultados de ensayo utilizando preferentemente una probeta de tamaño 1,23 m x 1,48 m (tamaño de referencia) que corresponde a una superficie total de 1,82 m². Las reglas de extrapolación aparecen en la Tabla B.3 (véanse los rangos de aplicación en el siguiente apartado).

Requisitos para la aplicación del método de cálculo:

- Ventanas sencillas
- Se requiere que los sellados sean lisos, permanentemente flexibles, resistentes a la intemperie y fáciles de remplazar y al menos un sellado deberá ser continuo.
- La permeabilidad al aire de la ventana deberá ser como mínimo clase 3; para ventanas deslizantes será como mínimo clase 2.

Para las ventanas que cumplan estas condiciones, se podrá realizar el cálculo basado en las siguientes etapas:

a) Tabla B.1: R_W para la ventana se determina basado en el R_W para la unidad de vidrio aislante.

Se calcula el R_W para la ventana en función de la R_W de la unidad de vidrio aislante.

Tabla B.1. R_W para ventana basado en R_W de unidad de vidrio aislante

Unidad vidrio aislante R_W ^a [dB]	Ventanas sencillas ^b		Ventanas deslizantes sencillas ^c	
	Ventana R_W [dB]	Número de sellados requeridos ^d	Ventana R_W [dB]	Número de sellados requeridos ^d
27	30	1	25	1
28	31	1	26	1
29	32	1	27	1
30	33	1	28	1
32	34	1	29	1
34	35	1	29	1
36	36	2	30	1
38	37	2	N / A	N / A
40	38	2	N / A	N / A

^a Ensayo de acuerdo con la EN ISO 140-3 (método de referencia o datos genéricos de acuerdo con las Normas Europeas EN 12758 o EN 12354-3)

^b Ventanas sencillas fijas y practicables (abisagradas superior / lateral / inferior o pivotantes) cumplimentando una clase 3 de permeabilidad al aire.

^c Ventanas deslizantes sencillas cumpliendo una clase 2 de permeabilidad al aire.

^d Solamente ventanas practicables

b) **Tabla B.2:** $R_W + C_{tr}$ para la ventana se determina basado en $R_W + C_{tr}$ para la unidad de vidrio aislante.

Se calcula el valor de $R_W + C_{tr}$ para la ventana en función del valor de $R_W + C_{tr}$ de la unidad de vidrio aislante.

Tabla B.2. $R_W + C_{tr}$ para ventanas basado en $R_W + C_{tr}$ para unidades de vidrio aislante

Unidad vidrio aislante $R_W + C_{tr}$ ^a [dB]	Ventanas sencillas ^b		Ventanas deslizantes sencillas ^c	
	Ventana $R_W + C_{tr}$ [dB]	Número de sellados requeridos ^d	Ventana $R_W + C_{tr}$ [dB]	Número de sellados requeridos ^d
24	26	1	24	1
25	27	1	25	1
26	28	1	26	1
27	29	1	26	1
28	30	1	27	1
30	31	1	27	1
32	32	2	28	1
34	33	2	N / A	N / A
36	34	2	N / A	N / A

^a Ensayo de acuerdo con la EN ISO 140-3 (método de referencia o datos genéricos de acuerdo con las Normas Europeas EN 12758 o EN 12354-3)
^b Ventanas sencillas fijas y practicables (abisagradas superior / lateral / inferior o pivotantes) cumplimentando una clase 3 de permeabilidad al aire, véase apartado 4.14
^c Ventanas deslizantes sencillas cumplimentando una clase 2 de permeabilidad al aire, véase apartado 4.14
^d Solamente ventanas practicables

FUENTE: ANEXO B NORMA UNE EN 14351-1

c) Se considera que el valor del término de adaptación espectral del índice de reducción acústica para ruido rosa incidente para la ventana es:

$$C = -1 \text{ dB}$$

d) Se calcula el valor del término C_{tr} para la ventana:

$$C_{tr} = \text{"Tabla B.2"} (R_W + C_{tr} (\text{ventana})) - \text{"Tabla B.1"} (R_W (\text{ventana}))$$

e) Corrección de acuerdo con la Tabla B.3, si es necesario (reglas de extrapolación).

f) Marcado CE para la ventana: $R_W (C; C_{tr})$ basado en los resultados de las etapas anteriores.

V.3 Rango de aplicación para resultados de ensayo y valores tabulados

Respecto al tamaño de las ventanas, las reglas de extensión y extrapolación para valores de aislamiento acústico determinados por cualquier método, tanto por ensayo como por cálculo, están especificadas en la tabla B.3 de la norma de producto.

Las reglas de extensión son reglas para cambios permitidos de componentes sin cambio de valor (es decir, diseño similar⁽²⁰⁾). Las reglas de extrapolación son reglas para el cambio de valor debidos a cambios del tamaño del producto. Las reglas de extrapolación para los resultados de los ensayos y los valores tabulados se muestran en la tabla B.3:

Tabla B.3. Reglas de extrapolación para diferentes dimensiones de ventanas

Rango de tamaño de la ventana	Valor del aislamiento acústico para la ventana
Resultados de ensayos para probetas de cualquier tamaño	
-100% a + 50% del área total de la probeta	R_W y $R_W + C_{tr}$ de acuerdo con el ensayo o el valor tabulado
+ 50% a + 100% del área total de la probeta	R_W y $R_W + C_{tr}$ corregido por -1 dB
+ 100% a + 150% del área total de la probeta	R_W y $R_W + C_{tr}$ corregido por -2 dB
> + 150% del área total de la probeta	R_W y $R_W + C_{tr}$ corregido por -3 dB
(a) Los intervalos indicados para valores tabulados son idénticos a los intervalos de resultados de ensayo de acuerdo con el ensayo utilizando la dimensión recomendada de probeta 1,23 x 1,48 m.	

FUENTE: ANEXO B NORMA UNE EN 14351-1

EJEMPLO DE CÁLCULO: El marcado CE de una ventana sencilla abisagrada por la parte superior, de dimensiones 1,2 m X 1,6 m, 1 sellado, permeabilidad al aire clase 3 y unidad de vidrio aislante con $R_W(C; C_{tr}) = 30(-1; -4)$ dB.

- Unidad de vidrio aislante: $R_W = 30$ dB implica Ventana: $R_W = 33$ dB
- Unidad de vidrio aislante: $R_W + C_{tr} = 26$ dB implica Ventana: $R_W + C_{tr} = 28$ dB
- $C = -1$ dB
- $C_{tr} = 28$ dB - 33 dB = -5 dB

Superficie 1,2 m x 1,6 m = 1,92 m² < 2,7 m², no es necesaria corrección, por tanto, para el marcado CE $R_W(C; C_{tr}) = 33(-1; -5)$.

²⁰ Diseño similar: modificación de un producto, por la sustitución de componentes (por ejemplo, acristalamiento, herrajes, juntas de estanquidad) y/o un cambio de especificación de material y/o un cambio dimensional de la sección del perfil y/o métodos y medios de ensamblaje que no cambian la clasificación y/o valor declarado de una característica de prestación.

ANEXO VI. DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE TRANSMITANCIA TÉRMICA DE LA VENTANA

En los cálculos que se muestran a continuación no se ha tenido en cuenta el caso de ventanas con cajón de persiana. Si fuera el caso deberá tenerse en cuenta en el cálculo.

VI.1 Determinación según el DB HE 1

La transmitancia térmica de los huecos U_H (W/m^2K) se determinará mediante la siguiente expresión:

$$U_H = (1-FM) \cdot U_{H,v} + FM \cdot U_{H,m}$$

[VI]

Siendo,

$U_{H,v}$ la transmitancia térmica de la parte semitransparente ($W/m^2 K$);

$U_{H,m}$ la transmitancia térmica del marco de la ventana ($W/m^2 K$);

FM la fracción del hueco ocupada por el marco;

$(1-FM)$ la fracción del hueco ocupada por el acristalamiento.

VI.2 Determinación según el marcado CE de la ventana

Según la norma de producto de ventanas, UNE EN 14351-1, la transmitancia térmica de las ventanas se determinará mediante valores tabulados (tabla F.1 de la norma EN ISO 10077-1), por ensayo (método de la caja caliente) o por ensayo. En este último caso, hace referencia al cálculo según la norma UNE EN ISO 10077-1.

El apartado 5 de la norma UNE EN ISO 10077-1 define el coeficiente de transmisión térmica de la ventana sencilla como sigue:

$$U_w = (A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + l_g \Psi_g) / (A_g + A_f)$$

[VII]

Así,

$$U_w = (A_g / A_g + A_f) \cdot U_g + (A_f / A_g + A_f) \cdot U_f + (l_g / A_g + A_f) \Psi_g$$

Donde:

A_g es la superficie del acristalamiento (m^2)

U_g es el coeficiente de transmisión térmica del acristalamiento ($W/m^2 K$)

A_f es la superficie del marco (m^2)

U_f es el coeficiente de transmisión térmica del marco ($W/m^2 K$)

l_g	es el perímetro total del acristalamiento (m)
Ψ_g	es el coeficiente de transmisión térmica lineal debido a los efectos térmicos combinados del marco, el vidrio y el intercalado, en el caso del doble acristalamiento (UVA) (W/m K)
$(A_g / A_g + A_f)$	es la fracción del hueco ocupada por el acristalamiento
$(A_f / A_g + A_f)$	es la fracción del hueco ocupada por el marco
$(l_g / A_g + A_f)$	es la longitud del perímetro del acristalamiento por unidad de superficie total del hueco

La comparación de las fórmulas VI y VII pone de manifiesto que el cálculo según en el DB HE 1 no tiene en cuenta la transmisión térmica lineal que introduce la norma UNE EN ISO 11077-1. Esto supone que la transmitancia térmica U_H calculada según dicho DB es inferior a la determinada para el mercado CE de las ventanas.

Para el mercado CE de las ventanas el cálculo de la transmitancia térmica se realizará según la norma 10077-1, teniendo en cuenta la transmisión térmica lineal.

BIBLIOGRAFÍA

- Instrucción sobre criterios para la puesta en práctica del marcado CE de las ventanas, ventanas para tejados y puertas exteriores peatonales (versión Septiembre 2008). Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.
- Manual de Producto – Ventanas. 2ª Edición. ASEFAVE. Edita AENOR. ISBN: 978-84-8143-630-3.
- Mercado CE para ventanas y puertas peatonales exteriores. Preguntas frecuentes. Editado por ASEFAVE.
- Orden VIV/984/2009, de 15 de abril, por la que se modifican determinados documentos básicos del Código Técnico de la Edificación aprobados por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, y el Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. (BOE número 74, de 28 de marzo de 2006) y Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre, REAL DECRETO 1371/2007, de 19 de octubre, por el que se aprueba el documento básico «DB-HR Protección frente al ruido» del Código Técnico de la Edificación y se modifica el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

NORMATIVA DE VENTANAS:

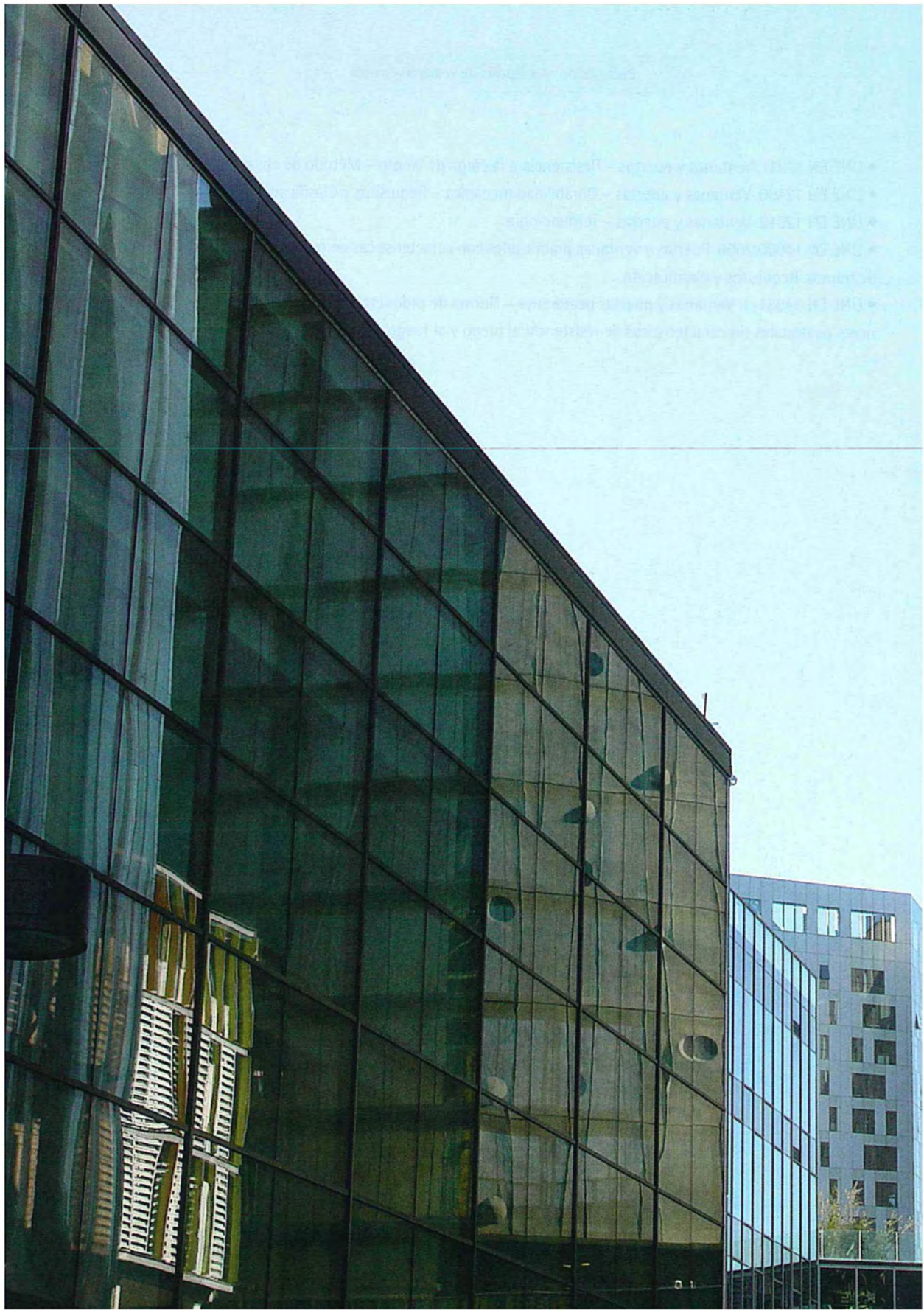
Normativa UNE para ventanas:

- UNE 85220. Criterios de elección de las características de las ventanas relacionadas con su ubicación y aspectos ambientales.
- UNE 85247 EX. Ventanas. Estanquidad al agua. Ensayo in situ.

Normativa UNE-EN para ventanas:

- UNE EN 1026. Ventanas y puertas – Permeabilidad al aire – Método de ensayo.
- UNE EN 1027. Ventanas y puertas – Estanquidad al agua – Métodos de ensayo.
- UNE EN 1191. Ventanas y puertas – Resistencia a aperturas y cierres repetidos – Método de ensayo.
- UNE EN 1191. ERRATUM. Ventanas y puertas – Resistencia a aperturas y cierres repetidos – Método de ensayo.
- UNE EN ISO 10077-1. Características térmicas de ventanas, puertas y contraventanas – Cálculo del coeficiente de transmisión térmica – Parte 1: Método simplificado.
- EN ISO 10077-2. Prestaciones térmicas de ventanas, puertas y persianas – Cálculo de la transmisión térmica – Parte 2: Método numérico para marcos.
- UNE EN 12207. Puertas y ventanas – Permeabilidad al aire – Clasificación.
- UNE EN 12208. Puertas y ventanas – Estanquidad al agua – Clasificación.
- UNE EN 12210. Puertas y ventanas – Resistencia al viento – Clasificación.

- UNE EN 12211. Ventanas y puertas – Resistencia a la carga de viento – Método de ensayo.
- UNE EN 12400. Ventanas y puertas – Durabilidad mecánica – Requisitos y Clasificación.
- UNE EN 12519. Ventanas y puertas – Terminología.
- UNE EN 14600:2006. Puertas y ventanas practicables con características de resistencia al fuego y/o control de humos. Requisitos y clasificación.
- UNE EN 14351-1. Ventanas y puertas peatonales – Norma de producto – Parte 1: Ventanas y puertas exteriores peatonales sin características de resistencia al fuego y al fuego exterior





El aluminio, diseño sostenible



El arte de crear es ilimitado, las posibilidades y ventajas del aluminio también. Diseño, ligereza, innovación, durabilidad y el más alto nivel de aislamiento térmico y acústico, son algunas de sus características.

Los sistemas de aluminio Schüco ofrecen soluciones eficientes que contribuyen de forma sostenible a conservar nuestro planeta azul.

Actúa y únete a nuestra misión Energy²: ahorrando y generando energía. Ahorrando energía con las fachadas, ventanas y puertas Schüco, de gran aislamiento térmico. Generándola con nuestras soluciones solares integrales. Es el momento, Ahora.

Schüco International KG

www.schuco.es

El referente en ventanas y energía solar

SCHÜCO