



La VENTANA y la eficiencia energética



The world looks better

Mayo 2014



Rol de la ventana en el consumo energético

Índice:

1. Reparto del consumo de energía en la vivienda
2. Incidencia de la ventana en cada factor de consumo
3. Soluciones básicas para mejorar la eficiencia energética de la ventana
4. Lo que nos exige el CTE
5. ¿Cómo explicárselo a un usuario?



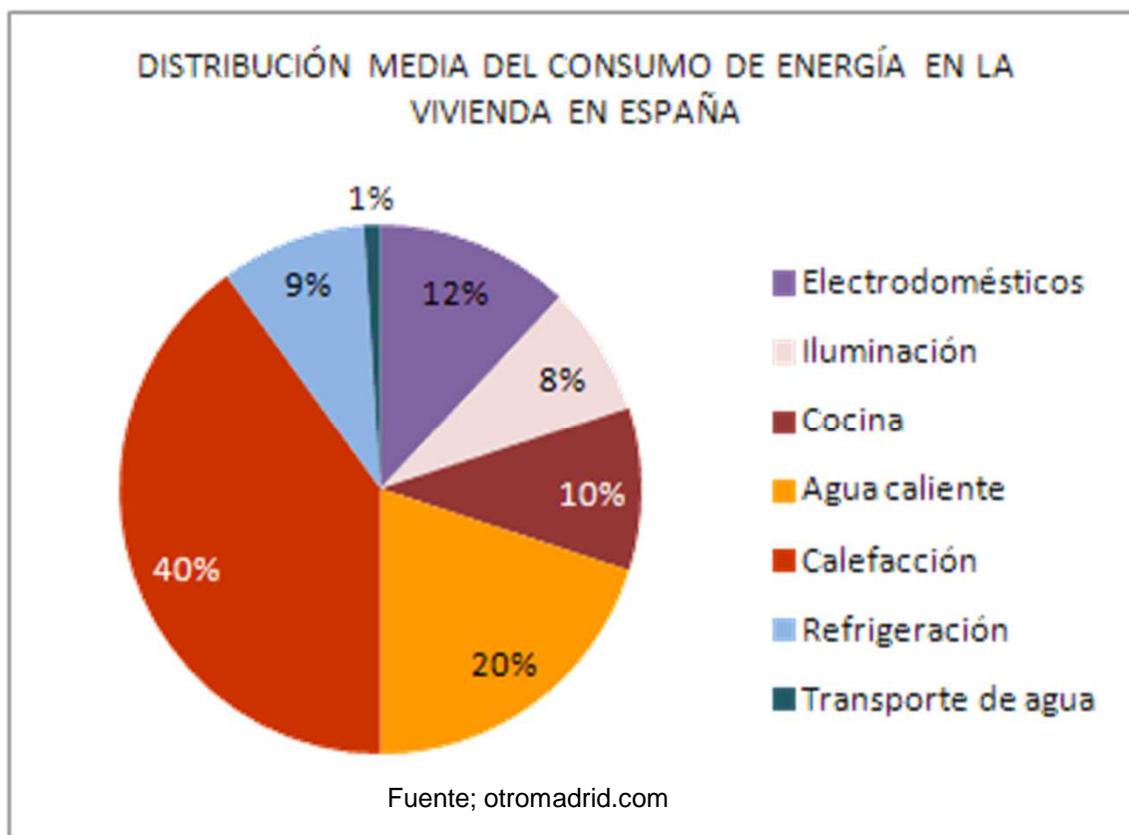
1

Reparto del consumo de energía en la vivienda





1. Reparto del consumo energético en la vivienda





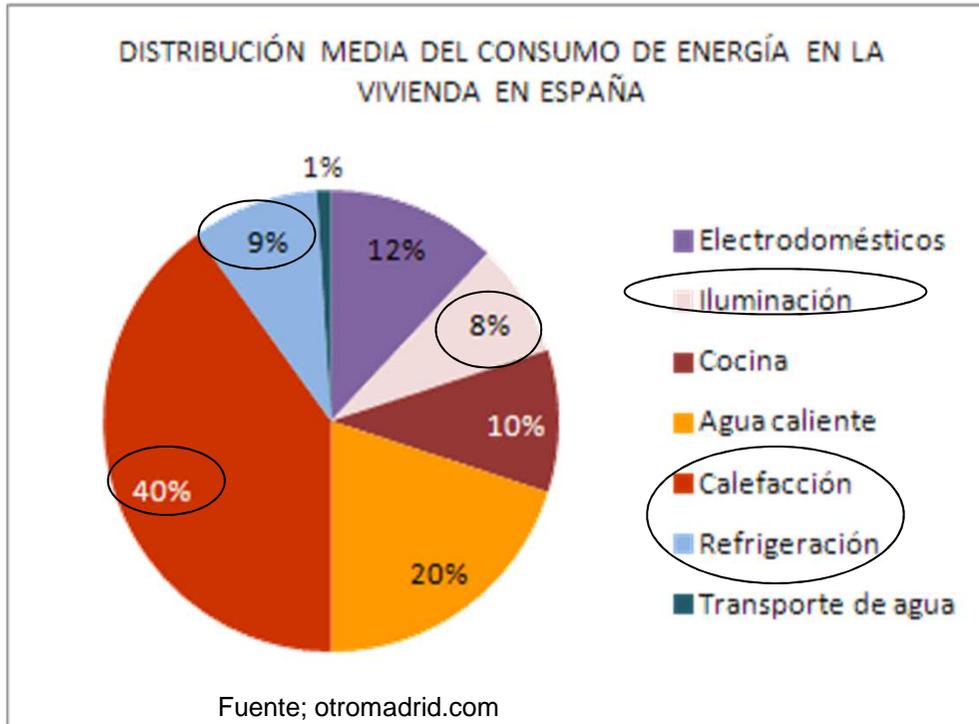
2

Incidencia de la ventana en cada factor de consumo





2. Incidencia de la ventana en cada factor de consumo



- Iluminación natural
- Transmitancia térmica, transparencia, ventilación y protección solar

La ventana tiene incidencia en el 57% del consumo energético (iluminación, calefacción, refrigeración)



3

Soluciones básicas para mejorar la eficiencia energética de la ventana





3.1. Soluciones básicas para la iluminación natural

Vivienda unifamiliar nueva con presupuesto amplio.
Casuística ideal que afecta a una minoría de la población



Tenemos terreno para elegir la orientación
Tenemos libertad para diseñar los huecos



3.1. Soluciones básicas para la iluminación natural

Vivienda colectiva, con presupuesto restringido.
Casuística habitual que afecta a la mayoría de la población



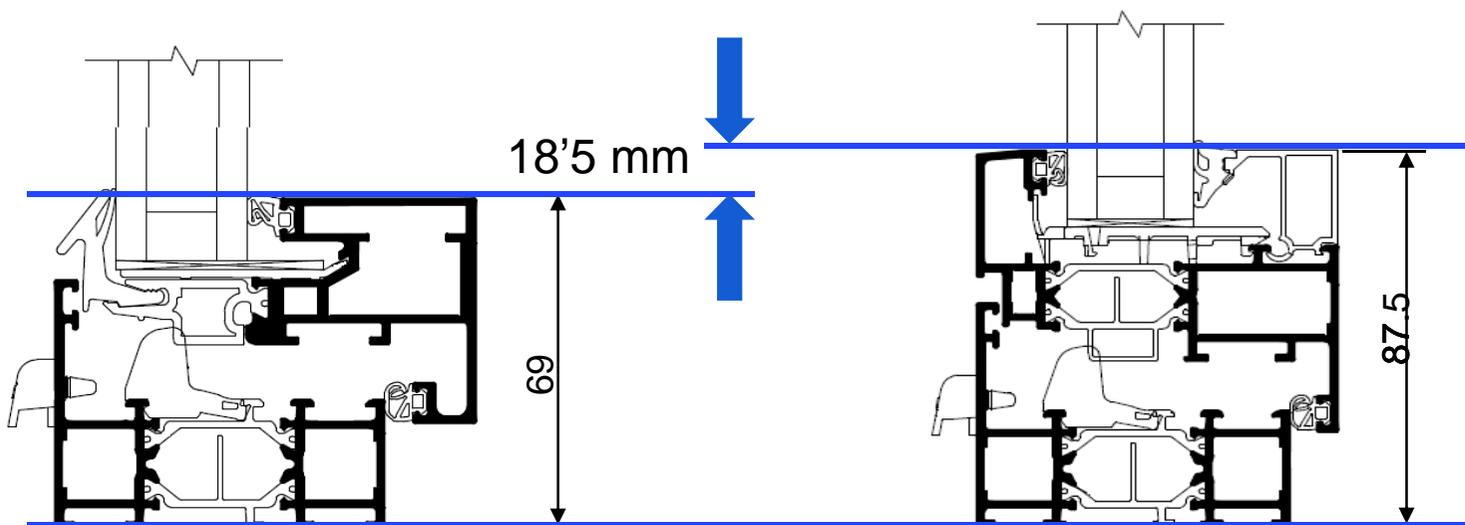
La orientación y la dimensión de los huecos ya están definidos



3.1. Soluciones básicas para la iluminación natural

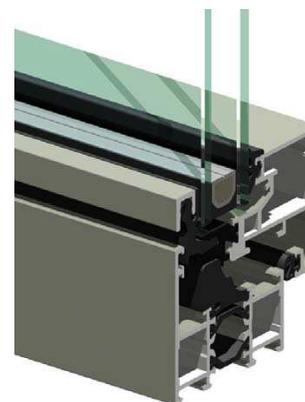
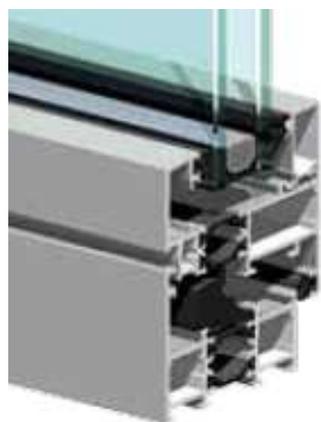
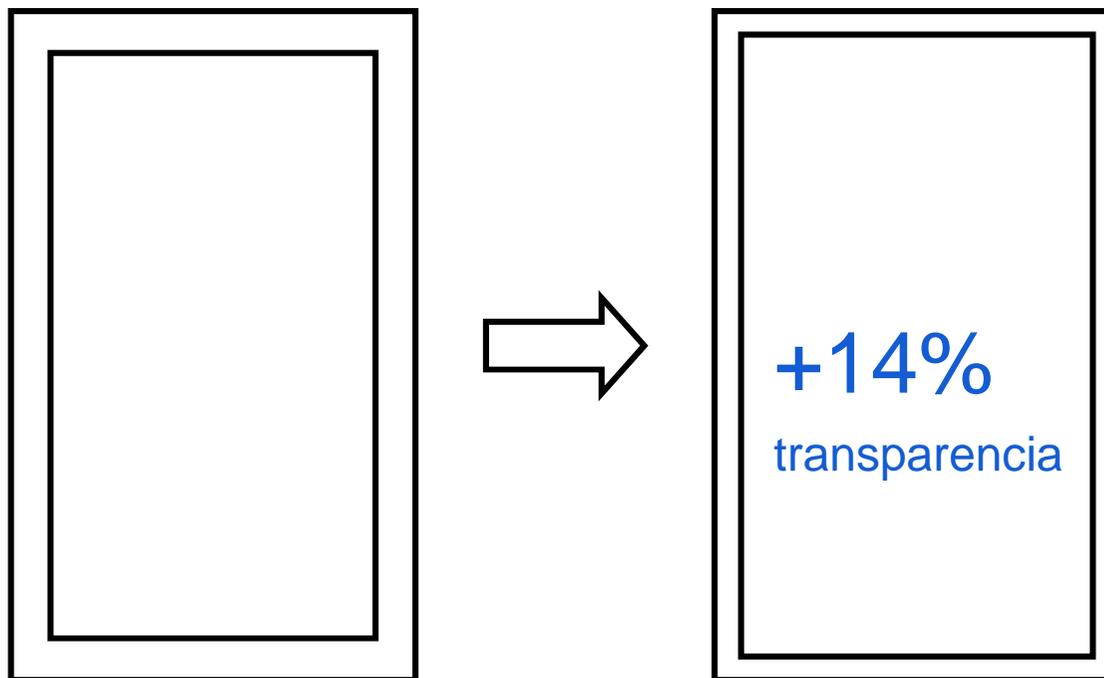


A igual dimensión de hueco, la iluminación es una cuestión de sección





3.1. Soluciones básicas para la iluminación natural





3.1. Soluciones básicas para la iluminación natural

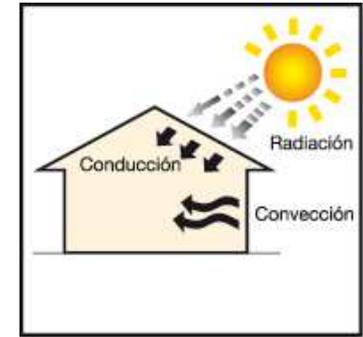


Cuando la dimensión del hueco está limitada, MENOS sección es MÁS luz

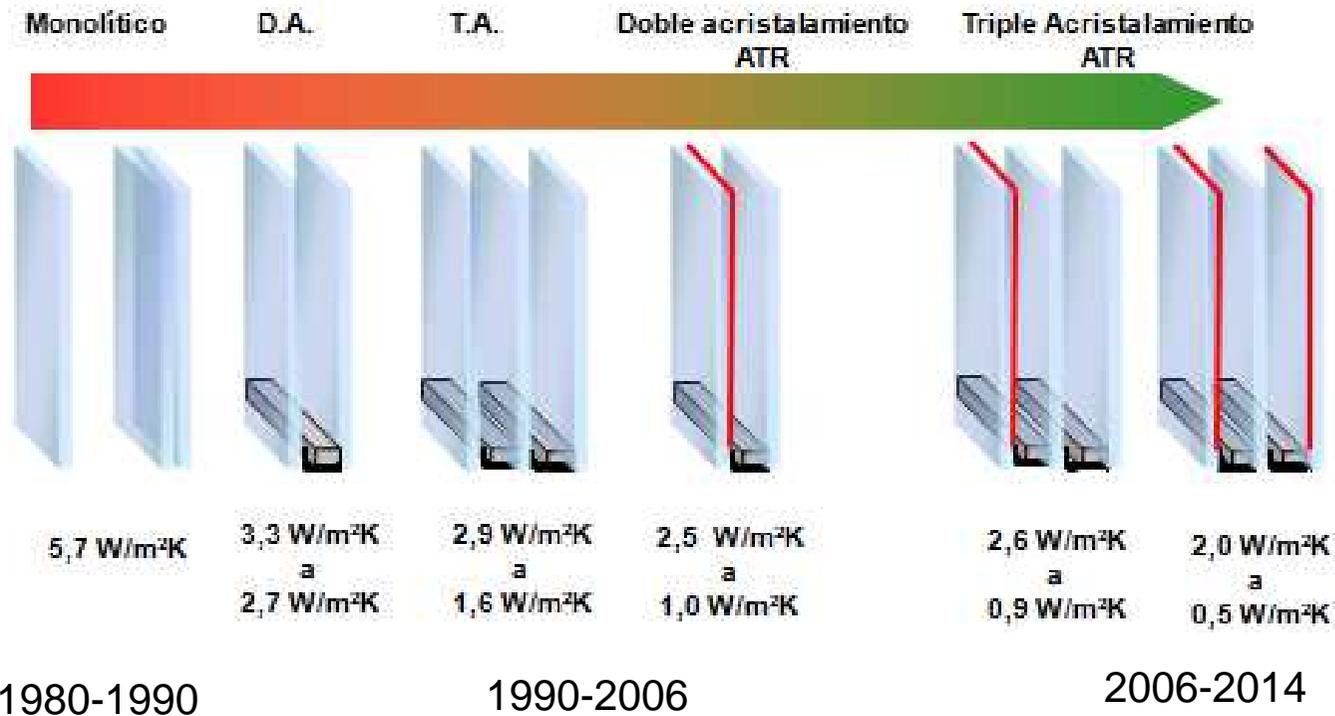




3.2. Soluciones básicas para disminuir la transmitancia térmica



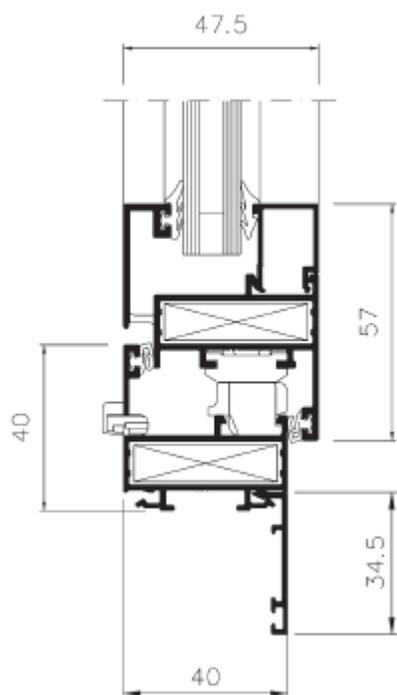
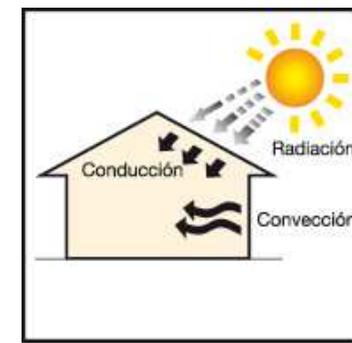
AI SLAMIENTO TÉRMICO REFORZADO (ATR)
- Vidrio de capa bajo emisivo y/o control solar



Del simple acristalamiento al doble con cámara de aire, cada vez mayor, argón en lugar de aire, triples acristalamientos, capas bajo emisivas, capas de control solar...

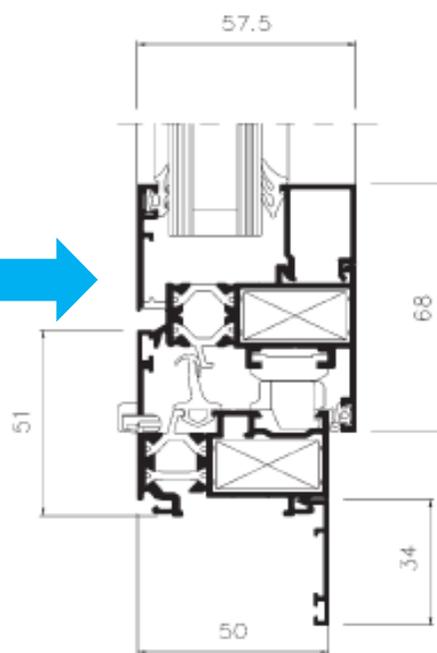


3.2. Soluciones básicas para disminuir la transmitancia térmica



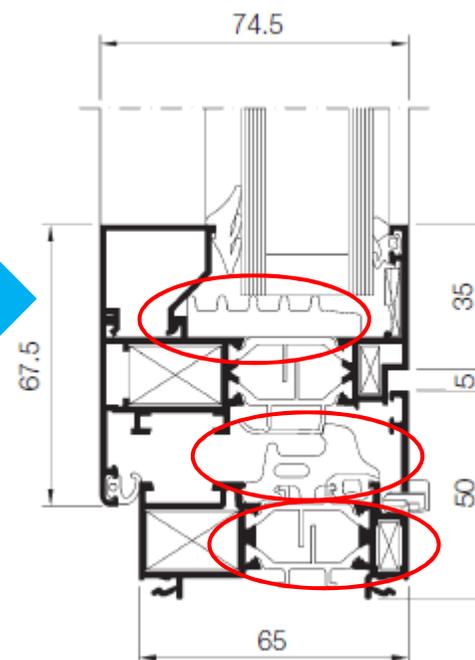
1980-1990

Módulos pequeños
Sin rotura
Vidrios cámara 6 -10 mm
 $U_h = > 5 \text{ W/m}^2\text{K}$



1990-2006

Módulos medianos
Con rotura
Vidrios cámara 12 mm
 $U_h = > 3 \text{ W/m}^2\text{K}$

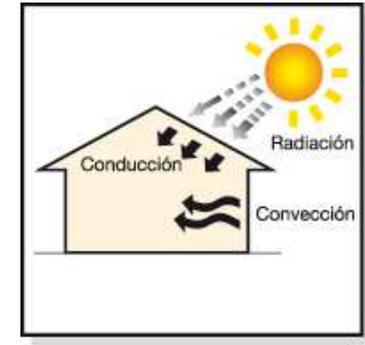


2006-2014

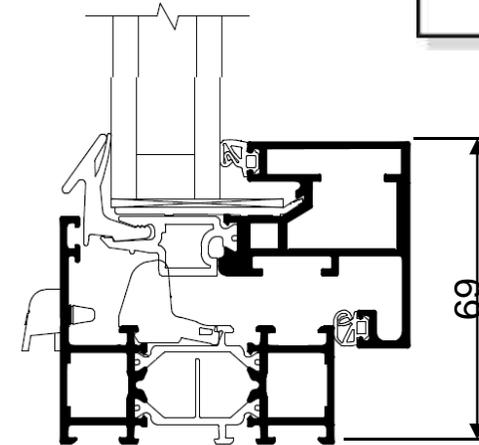
Módulos grandes
Con mejores roturas, reduciendo convección
Con protección vidrio perimetralmente
Vidrios cámara 16 a 20 mm, con capas bajo emisivas
 $U_h = > 1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$



3.2. Soluciones básicas para disminuir la transmitancia térmica



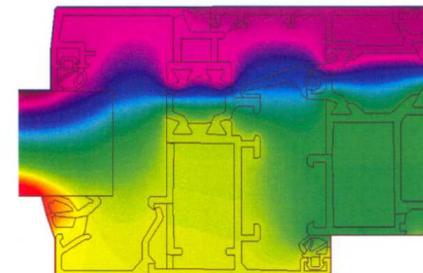
El valor UH se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$UH = (1 - FM) \times UH,v + FM \times UH,m$$


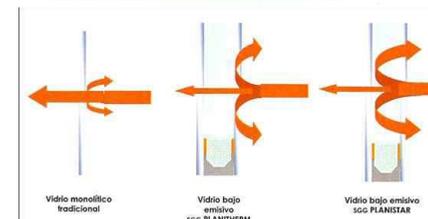
Reducir

Fracción de marco

L_f^{2D} (W/mK)	U_p (W/m ² K)	b_p (m)	b_r (m)	U_f (W/m ² K)
0,587	1,169	0,200	0,099	3,6



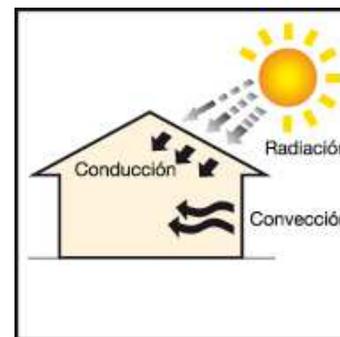
Transmitancia térmica del marco



Transmitancia térmica del vidrio



3.2. Soluciones básicas para disminuir la transmitancia térmica



Clase	Permeabilidad al aire a 100 Pa (46 km/h) (m ³ /h·m ²)	Presión máxima de ensayo Pa (km/h)
0	Sin ensayar	Sin ensayar
1	≤ 50	150 (56 km/h)
2	≤ 27	300 (80 km/h)
3	≤ 9	600 (113 km/h)
4	≤ 3	600 (113 km/h)

La permeabilidad al aire debe ser mínimo **clase 3** o superior

Clase de eficiencia energética	Transmitancia térmica de la ventana, U _h , en W/m ² K	Permeabilidad al aire
A	U _h ≤ 1,2	Clase 4
B	1,2 < U _h ≤ 1,4	Clase 3 o superior
C	1,4 < U _h ≤ 1,8	Clase 3 o superior
D	1,8 < U _h ≤ 2,0	Clase 3 o superior
E	2,0 < U _h ≤ 2,5	Clase 3 o superior
F	2,5 < U _h ≤ 3,0	Clase 3 o superior
G	U _h > 3,0	Clases 1 ó 2



3.2. Soluciones básicas para disminuir la transmitancia térmica

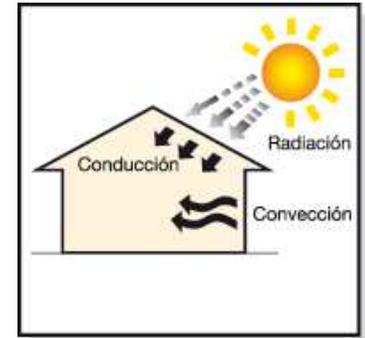


Tabla E.10 Absortividad del marco para radiación solar α

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	—

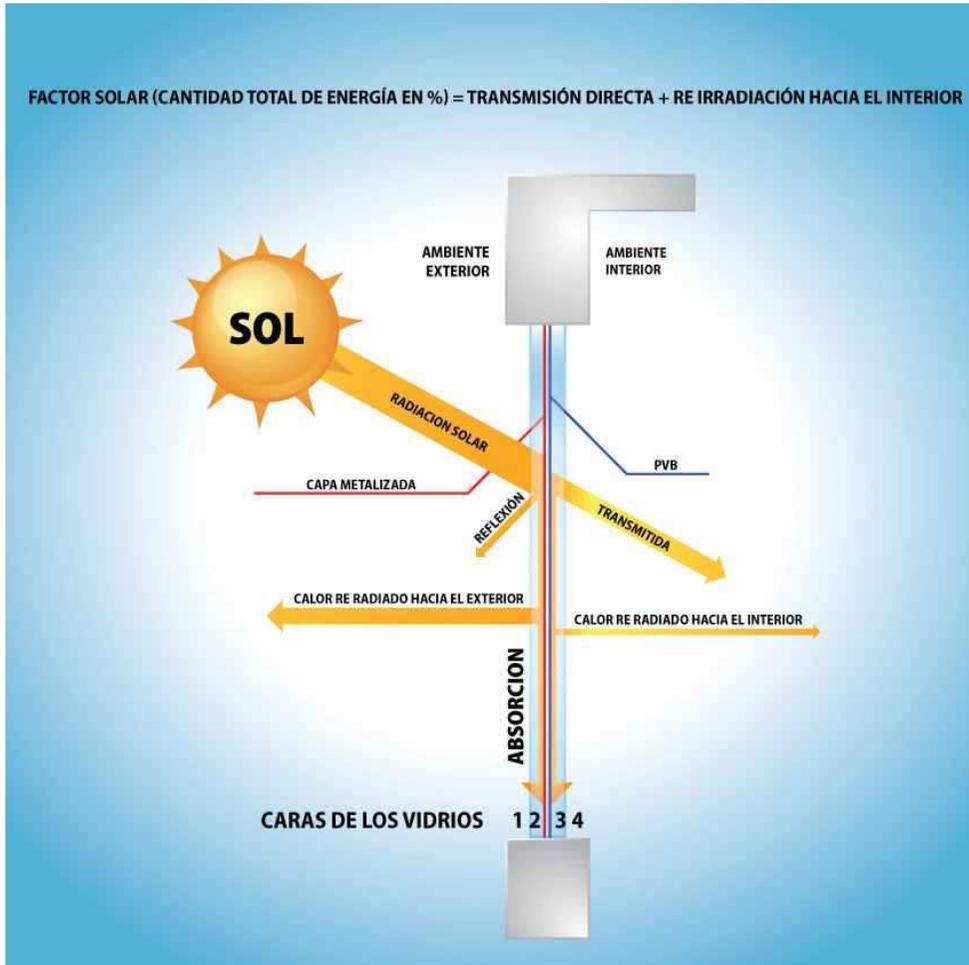
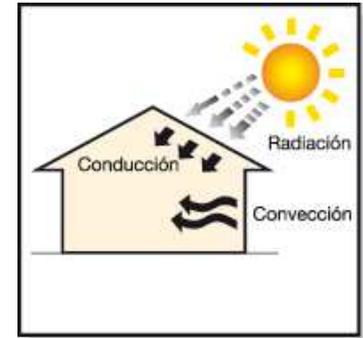


Elegir el color no es sólo una cuestión estética. **La absortividad** de cada color a la radiación solar es distinta e incide en la transmitancia térmica.



3.3. Soluciones básicas para disminuir la aportación de calor en verano.

Factor solar



Vidrios de control solar

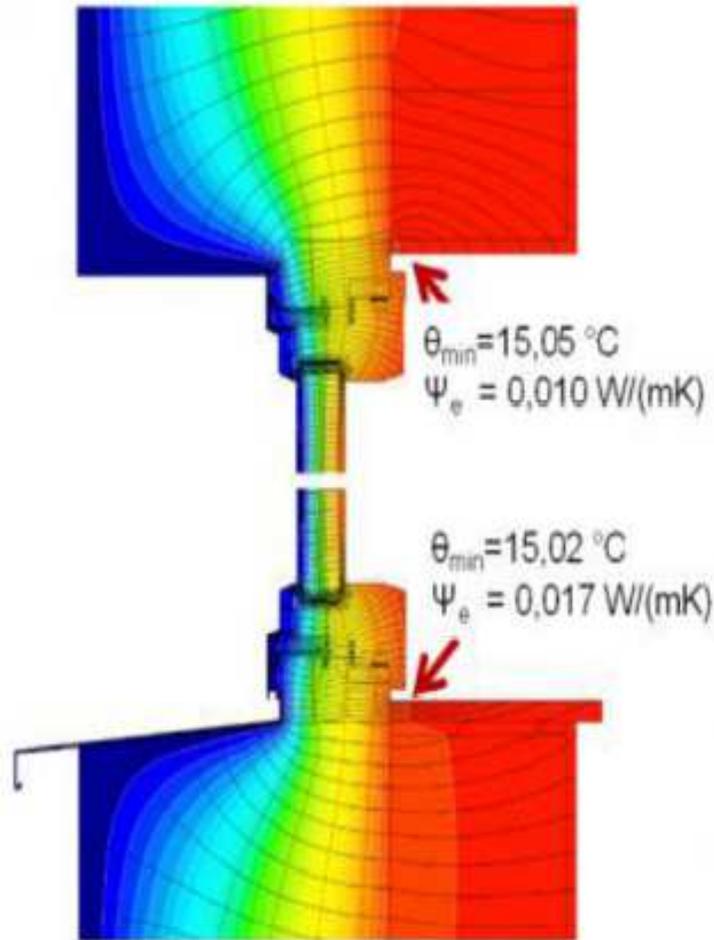
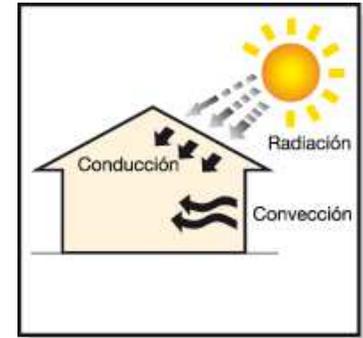
Protección solar mediante aleros

Protección mediante lamas fijas o móviles

Protección solar mediante paneles, estores, persianas....capas



3.2. Soluciones básicas para mejorar la eficiencia energética de la ventana



Resumiendo,
La eficiencia energética de la ventana

1. La proporción marco / vidrio
2. El valor U_m (transmitancia térmica del nudo marco/hoja)
3. El valor U_v (transmitancia térmica del vidrio)
4. La permeabilidad al aire
5. La absorptividad del color del perfil
6. El factor solar modificado del hueco



4

Lo que nos exige el CTE





4. Lo que el CTE exige a los huecos



1. Permeabilidad al aire

Permeabilidad aire (CTE HE1) 100 Pa

Zonas A, B: $<50\text{m}^3/\text{h m}^2$

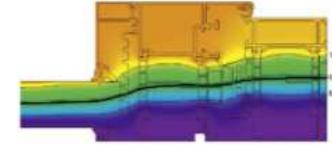
Zonas C, D, E: $<27\text{m}^3/\text{h m}^2$

Clase	Permeabilidad al aire a 100 Pa (46 km/h) ($\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$)	Presión máxima de ensayo Pa (km/h)
0	Sin ensayar	Sin ensayar
1	≤ 50	150 (56 km/h)
2	≤ 27	300 (80 km/h)
3	≤ 9	600 (113 km/h)
4	≤ 3	600 (113 km/h)

Poco exigente en este apartado



4. Lo que el CTE exige a los huecos



2. Transmitancia térmica U (Wm²K)

Tabla 2.1 Transmitancia térmica máxima de *cerramientos y particiones interiores* de la envolvente térmica U en W/m²K

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

De forma genérica según la zona, limita:

- transmitancia U_m
- transmitancia U_v

De forma específica según zona, altitud y % de superficie de huecos, limita:

- transmitancia U_H
- factor solar modificado

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

⁽²⁾ Las particiones interiores en contacto con espacios no habitables, como en el caso de cámaras sanitarias, se consideran como suelos

⁽³⁾ Las particiones interiores en contacto con espacios no habitables, como en el caso de desvanes no habitables, se consideran como cubiertas

ZONA CLIMÁTICA C2

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

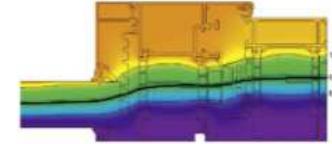
U_{Mlim}: 0,73 W/m²K
 U_{Slim}: 0,50 W/m²K
 U_{Clim}: 0,41 W/m²K
 F_{Llim}: 0,32

% 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	-	-
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_{Hlim} indicado entre paréntesis para las zonas climáticas C1, C2, C3 y C4.



4. Lo que el CTE exige a los huecos



3. Factor solar modificado

E.2 Factor solar modificado de huecos y lucernarios

1 El factor solar modificado en el hueco F_H o en el lucernario F_L se determinará utilizando la siguiente expresión:

$$F = F_S \left[(1 - FM) \cdot g_L + FM \cdot 0,04 U_m \alpha \right] \quad (E.11)$$

siendo

F_S el factor de sombra del hueco o lucernario obtenido de las tablas E.11 a E.15 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;

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_L el factor solar de la parte semitransparente del hueco o lucernario a incidencia normal. El factor solar puede ser obtenido por el método descrito en la norma UNE EN 410:1993;

U_m la transmitancia térmica del marco del hueco o lucernario [$W/m^2 K$];

α la absorptividad del marco obtenida de la tabla E.10 en función de su color.

Tabla E.10 Absorptividad del marco para radiación solar α

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	---

Tabla E.11: Factor de sombra para obstáculos de fachada: Voladizo

ORIENTACIONES DE FACHADAS	0,2 < L/H ≤ 0,5				0,5 < L/H ≤ 1				1 < L/H ≤ 2				L/H > 2			
	SE		S		SE		S		SE		S		SE		S	
SESO	0 < D/H ≤ 0,2		0,82		0,50		0,28		0,16		0,16		0,16		0,16	
	0,2 < D/H ≤ 0,5		0,87		0,64		0,39		0,22		0,22		0,22		0,22	
	D/H > 0,5		0,93		0,82		0,60		0,49		0,49		0,49		0,49	
	D/H > 0,5		0,98		0,93		0,84		0,65		0,65		0,65		0,65	
E/O	0 < D/H ≤ 0,2		0,92		0,77		0,55		0,22		0,22		0,22		0,22	
	0,2 < D/H ≤ 0,5		0,96		0,86		0,70		0,43		0,43		0,43		0,43	
	D/H > 0,5		0,99		0,96		0,89		0,75		0,75		0,75		0,75	
	D/H > 0,5		0,99		0,96		0,89		0,75		0,75		0,75		0,75	

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

Tabla E.12: Factor de sombra para obstáculos de fachada: Retranqueo

ORIENTACIONES DE FACHADAS	0,05 < RW ≤ 0,1				0,1 < RW ≤ 0,2				0,2 < RW ≤ 0,5				RW > 0,5			
	SE		S		SE		S		SE		S		SE		S	
SESO	0,05 < RH ≤ 0,1		0,82		0,74		0,62		0,39		0,39		0,39		0,39	
	0,1 < RH ≤ 0,2		0,76		0,67		0,56		0,35		0,35		0,35		0,35	
	0,2 < RH ≤ 0,5		0,56		0,51		0,39		0,27		0,27		0,27		0,27	
	RH > 0,5		0,35		0,32		0,27		0,17		0,17		0,17		0,17	
E/O	0,05 < RH ≤ 0,1		0,86		0,81		0,72		0,51		0,51		0,51		0,51	
	0,1 < RH ≤ 0,2		0,79		0,74		0,66		0,47		0,47		0,47		0,47	
	0,2 < RH ≤ 0,5		0,59		0,56		0,47		0,36		0,36		0,36		0,36	
	RH > 0,5		0,38		0,36		0,32		0,23		0,23		0,23		0,23	

Tabla E.13 Factor de sombra para obstáculos de fachada: lamas

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

NOTAS: Los valores de factor de sombra que se indican en estas tablas han sido calculados para una relación D/L igual o inferior a 0,5. El ángulo α debe ser medido desde la normal a la fachada hacia el plano de las lamas, considerándose positivo en dirección horaria.

Como casi siempre, el diseño tiene tanta importancia como los productos



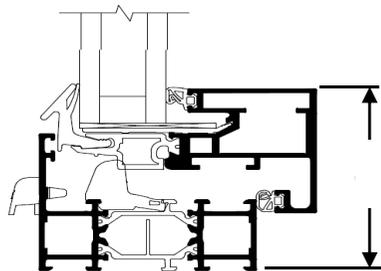
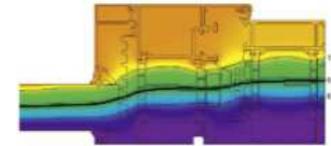
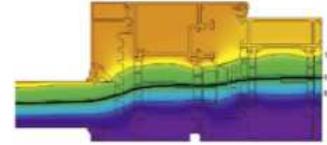
4. Lo que el CTE exige a los huecos

Resumiendo:

1. Baja permeabilidad al aire

2. Baja transmitancia térmica de marcos , vidrios y hueco (UH)

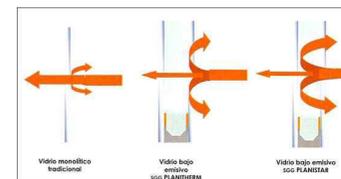
3. Factor solar modificado



Fracción de marco
“Um” transmitancia



Absortividad del color



Factor solar del vidrio
“g”



Protecciones solares,
factor de sombra



4

¿Cómo explicárselo a un usuario?





5. ¿ Cómo explicárselo a un usuario ?



CE	
0380 NF EN 14351-1	
Talleres Guay / c/Estrías nº 25 SAN XUXO España	
13	
001-Ddp 25/06/2013	
EN-14351-1: 2006+A1:2010	
Ventana corredera Soleal, VS	
Ventana en fachada	
Estanquidad al agua	7A
Resistencia a la carga de viento	B2
Altura (mm) x longitud (mm)	100X1200
Transmitancia térmica (Uh) W/m2k	2,2
Factor solar (g) %	0,52
Transmitancia luminosa (tv) %	60
Permeabilidad al aire	3
Atenuación acústica RA, tr , dB	31

Tenemos el marcado CE



¿Lo entenderá?



5. ¿ Cómo explicárselo a un usuario ? Por comparación



Entiende que A⁺⁺⁺ es más eficiente que B



5. ¿ Cómo explicárselo a un usuario ? Por comparación



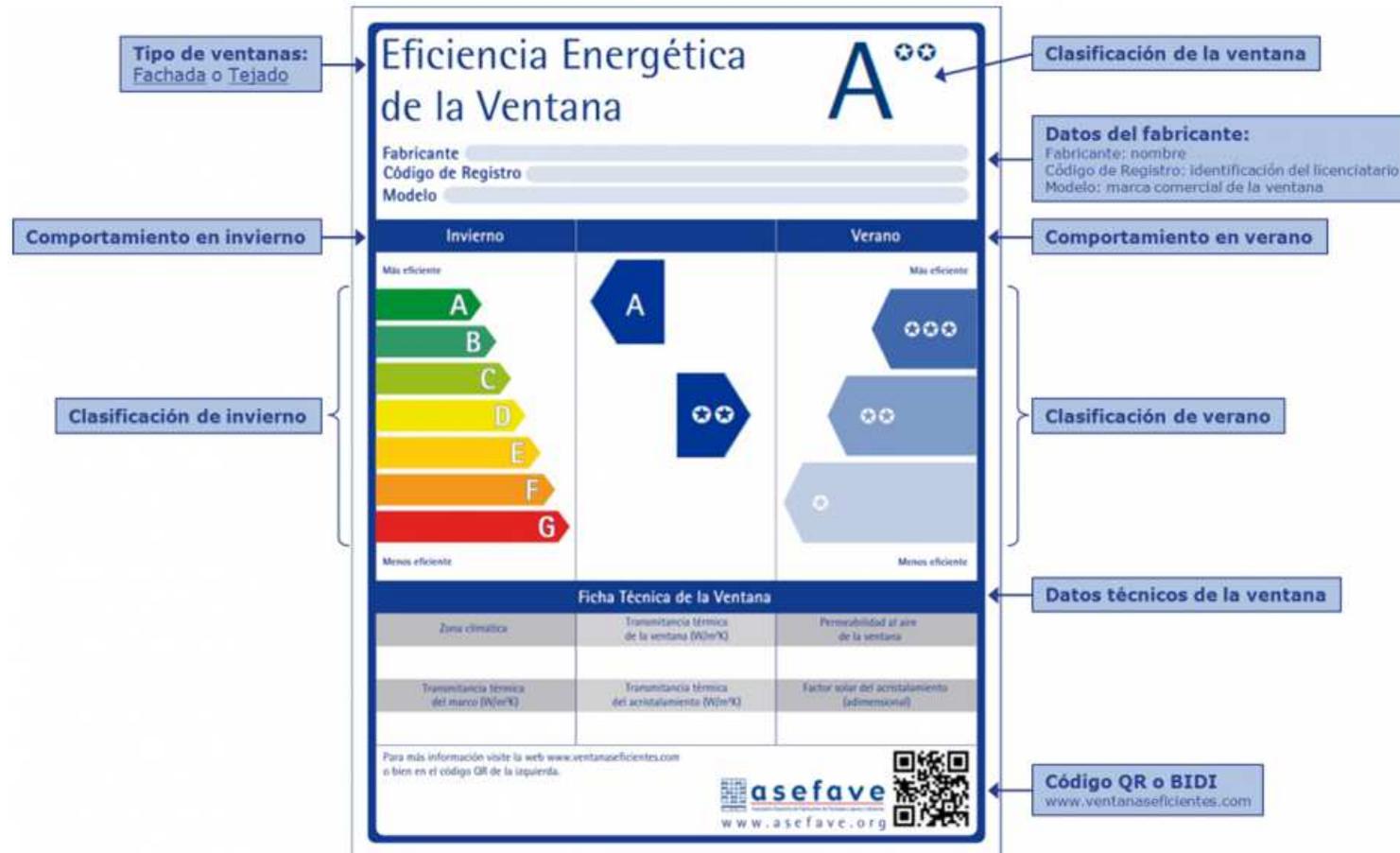
Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO ₂ /m ²	Edificio Objeto	Edificio Referencia
<16,5 A	0,5 A	
16,5-25,2 B		
25,2-37,7 C		
37,7-56,5 D		
>56,5 E		69,5 E
Demanda calefacción kWh/m ²	E 158,7	E 171,7
Demanda refrigeración kWh/m ²	-	-
Emisiones CO ₂ calefacción kgCO ₂ /m ²	A 0,0	E 65,3
Emisiones CO ₂ refrigeración kgCO ₂ /m ²	-	-
Emisiones CO ₂ ACS kgCO ₂ /m ²	A 0,0	D 3,4



Entiende que A es más eficiente que B y mucho más que G



5. ¿ Cómo explicárselo a un usuario ?



Asefave (asociación española de fabricantes de ventanas) ha creado una etiqueta para ventanas



5. ¿ Cómo explicárselo a un usuario ?

Por comparación



ETIQUETA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA VENTANA			
INVIERNO		VERANO	
A			***
B	B		
C			
D		**	**
E			
F			*
G			
Zona climática CTE	ESPAÑA		
Transmitancia térmica ventana (W/m ² K) - Mercado CE	1,80		
Transmitancia térmica marco (W/m ² K)	1,97		
Transmitancia térmica del acristalamiento (W/m ² K)	1,30		
Factor solar acristalamiento (adimensional)	0,41		
Permeabilidad al aire de la ventana (clase)	4		

Entenderán que

B es mejor que **F** en régimen de invierno

y que ** es mejor que * en régimen de verano



Gracias por su atención

angel.ripoll@technal.com