2ª EDICIÓN

Manual de **Protección Solar del cerramiento**

(Persianas, toldos y textiles)

asefave
ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE FABRICANTES DE FACHADAS LIGERAS Y VENTANAS

PERSAX®
siente el espacio

PERSAX®
siente el espacio

2ª EDICIÓN

Manual de **Protección Solar del cerramiento**

(Persianas, toldos y textiles)

Control solar
para la edificación

Eficiencia Energética
Aislamiento Acústico

Persianas Persax, S.A. · Autovía A-31 (salida 191) · 03400 Villena (Alicante) ESPAÑA
T. 902 010 564 · T. 965 817 520 · central@persax.es
www.persax.es

asefave
ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE FABRICANTES
DE FACHADAS LIGERAS Y VENTANAS

Título: **Manual de Protección Solar del cerramiento** (Persianas, toldos y textiles)

© autor:

asefave
ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE FABRICANTES DE FACHADAS LIGERAS Y VENTANAS

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

© de esta edición:

Interempresas media
Amadeu Vives, 20-22
08750 Molins de Rei (Barcelona)
Tel.: 936 802 027
comercial@interempresas.net
www.interempresas.net

Producción:
saviat
Tel.: 934 103 622
info@saviat.net
www.saviat.net

Edición: Noviembre 2020

Miembro de:
FAECF
Federación Europea de Asociaciones de Fabricantes de Fachadas Ligeras y Ventanas
UNE
Asociación Española de Normalización
CEPCO
Confederación Española de Asociaciones de Fabricantes de Productos de Construcción
FORO IBEROAMERICANO DEL CERRAMIENTO
Miembro adherido de **CONFEMETAL**

Nota del autor: Tanto ASEFAVE y los autores que han colaborado en esta edición, como la editorial Interempresas Media, declinan toda responsabilidad ante el uso y aplicación de los datos publicados en esta obra, recordando que, de modo general, se ha tomado como referencia la normativa española. Esta edición ha sido elaborada conforme a la normativa vigente en Noviembre de 2020. Futuras modificaciones normativas y reglamentarias se introducirían en posteriores ediciones.

Presentación del manual

En la línea de difusión del conocimiento técnico y estado del arte del sector, que ASEFAVE viene realizando a través de sus diferentes manuales (ventanas, fachadas ligeras, fachadas ventiladas, instalación de ventanas,...), se suma una nueva publicación que pretende llenar el hueco que existe en las publicaciones técnicas de nuestro país sobre la protección solar de los cerramientos acristalados.

Con esa intención se presentó el Manual de protección solar del cerramiento. Persianas, toldos y textiles que se revisa en esta 2ª edición, siendo un paso importante en el conocimiento de dichos productos que aúnan su tradicional uso en la arquitectura mediterránea, tan habitual en nuestros edificios, con nuevos materiales que aportan innovadoras prestaciones a unos elementos que no solo protegen las ventanas, sino que aportan importantes prestaciones al hueco y que pueden llegar a constituir el revestimiento completo de la piel del edificio.

A lo largo del Manual se describen los materiales utilizados en la fabricación de los productos de protección solar, una clasificación y descripción de los mismos en función de su situación en el exterior e interior del edificio o en la cámara intermedia en el caso de edificios con doble piel. Asimismo, se refleja la normativa de obligado cumplimiento que les es de aplicación (Código Técnico de la Edificación, marcado CE de toldos y de lamas de persianas) y se incluyen aplicaciones en casos de rehabilitación para no olvidar su importante capacidad de ahorro y eficiencia energética en el caso de edificios existentes.

Un apartado específico se dedica a los sistemas de control automático (domótica) de los productos de protección solar, generalmente asociados a grandes edificios pero que también puede aplicarse de forma individual a nuestras viviendas para facilitarnos la vida e incrementar el confort de nuestros hogares.

En esta segunda edición del Manual de Protección Solar se ha revisado el contenido técnico motivado por la publicación del RD732/2019, de 20 de diciembre, que modifica el Código Técnico de la Edificación, en concreto se ha actualizado el contenido que afecta al Documento Básico de Ahorro de Energía. De especial importancia para los productos incluidos en este Manual es el indicador q de control solar de la envolvente del edificio.

asefave
ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE FABRICANTES DE FACHADAS LIGERAS Y VENTANAS

Índice de Contenidos

PRESENTACIÓN DEL MANUAL 5

INTRODUCCIÓN 8

1. CONCEPTOS GENERALES 9

1.1. La radiación solar

1.2. Parámetros de la protección solar

1.3. Efecto de las ventanas y el resto de elementos del hueco en el confort interior

2. CONSIDERACIONES SOBRE LAS SOLUCIONES DE PROTECCIÓN SOLAR 21

2.1. Flujos de energía

2.2. Flujos de convección

2.3. Efecto de la radiación solar en los flujos de aire de los recintos

2.4. Temperatura superficial de la ventana

2.5. Influencia de la protección solar sobre las necesidades de iluminación

3. MATERIAS PRIMAS EMPLEADAS EN LOS PRODUCTOS DE PROTECCIÓN SOLAR 26

3.1. Aluminio

3.2. PVC

3.3. Madera

3.4. Textiles para la protección solar

3.5. Lámina etfe

3.6. Placas compactas y HPL (High Pressure Laminate)

4. DESCRIPCIÓN DE LOS PRODUCTOS 50

4.1. Sistemas de protección solar por el interior

4.2. Sistemas de protección solar por el exterior

4.3. Fachadas de doble piel

5. CONTROL SOLAR. GESTIÓN, AUTOMATISMOS Y DOMÓTICA 91

5.1. Motorización

5.2. Sensores

5.3. Puntos de mando

5.4. Controladores

6. CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LOS SISTEMAS DE PROTECCIÓN SOLAR 102

6.1. Criterios de selección

6.2. Clasificación de los sistemas en base a sus funciones y beneficios

6.3. Aspectos a considerar en la elección

7. INSTALACIÓN, USO Y MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE PROTECCIÓN SOLAR 107

8. APLICACIÓN EN REHABILITACIÓN 109

8.1. La protección solar en la rehabilitación

TERMINOLOGÍA 114

ANEXO I. COMPOSICIONES DE ACRISTALAMIENTOS Y CONTROL SOLAR 118

ANEXO II. DOCUMENTO BÁSICO DE AHORRO DE ENERGÍA DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN 126

ANEXO III. NORMAS EUROPEAS DE APLICACIÓN PARA SISTEMAS DE PROTECCIÓN SOLAR 134

ANEXO IV. NORMATIVA DE APLICACIÓN GENERAL A LOS PRODUCTOS DE PROTECCIÓN SOLAR 143

ANEXO V. CÁLCULO, DIMENSIONADO Y SELECCIÓN DE PERSIANAS 155

FUENTES DE LAS IMÁGENES DE ESTE MANUAL 159

BIBLIOGRAFÍA 165

Introducción

Uno de los objetivos de ASEFAVE es difundir los beneficios del control y protección solar para conseguir que los proyectos de obra nueva y rehabilitación de edificios incluyan los sistemas adecuados de protección solar en la fachada, contribuyendo notablemente a conseguir Edificios de Consumo de Energía Casi Nulo (EECN). El control y la protección solar integrados arquitectónicamente en la fachada son el primer control energético del edificio para el ahorro de energía que implica un compromiso con el medio ambiente en la reducción de las emisiones de CO_2 y mejora notablemente el confort térmico y lumínico para los usuarios.

¿Qué es el control y protección solar?

Son todos aquellos sistemas capaces de controlar y aprovechar de forma óptima la entrada de la radiación solar, tanto para el ahorro en el consumo de energía necesaria de refrigeración y calefacción del edificio o vivienda, como para el aprovechamiento de la iluminación natural, entre otros beneficios.

El control y protección solar están integrados en la fachada con la arquitectura del edificio adaptándose a la climatología y al entorno urbanístico de la zona. El control solar también trabaja conjuntamente con el resto de sistemas: iluminación, climatización, etc., para conseguir una gestión global del edificio.

¿Qué aporta?

- **Ahorro Energético**. Se reduce el consumo de energía debido a que disminuyen los consumos de iluminación, calefacción y climatización. El control y protección solar contribuyen al ahorro energético y ayudan a mejorar la calificación energética de los edificios. La mejora en la certificación energética significa incrementar el valor inmobiliario del edificio. Además, a través del indicador q de control solar de la envolvente, introducido en el DB HE del CTE, se actúa en la demanda energética del edificio.
- **Confort Térmico**. Se regula la temperatura interior de los recintos manteniéndola entre 22 y 26 ºC mediante el control solar, con un aumento del confort térmico y una reducción del uso de los sistemas de climatización, debido a que la fachada actúa como primer control energético del edificio. En los centros de trabajo, el confort térmico supone un aumento de la productividad y bienestar para los trabajadores dentro del edificio.
- **Confort Lumínico**. Se mejora el confort visual de los usuarios aprovechando la luz natural, regulando la penumbra y el oscurecimiento y evitando el deslumbramiento, permitiendo en muchos casos el control directo del usuario. Optimizando los aportes de luz natural se reduce el uso de los sistemas de iluminación artificial y, por tanto, el consumo eléctrico para la iluminación de los edificios. El aprovechamiento de la luz natural mejora la calidad de vida en el edificio. El sistema de control solar actúa a menudo también como barrera que reduce la suciedad y agresiones al acristalamiento ayudando a mantener su limpieza y transparencia.
- **Sostenibilidad**. El control solar permite una reducción notable del consumo de energía y, por lo tanto, también se reducen las emisiones de CO_2 y el impacto ambiental del ciclo de vida del edificio. El control solar puede estar integrado en los sistemas de captación de energía para reducir la dependencia de los combustibles fósiles. Se contribuye al compromiso de respeto por el medio ambiente, mejorando la sostenibilidad de la edificación y contribuyendo a lograr Edificios de Consumo de Energía Casi Nulo (EECN).
- **Privacidad e intimidad**. Los sistemas de control solar suelen actuar a la vez como un elemento de control de vistas, tanto del interior al exterior como a la inversa, preservando la intimidad de los usuarios de los edificios.
- **Seguridad**. Algunos sistemas de protección solar actúan a la vez como sistemas que aportan una seguridad extra al hueco.

Pero además, el correcto diseño de los edificios y de sus instalaciones de protección solar tiene efecto en la ***salud, el bienestar y la productividad de sus ocupantes***.

El objetivo de este Manual es analizar los conceptos relacionados con la protección solar, los principales sistemas de protección solar, así como la normativa de aplicación y aspectos relacionados con estos sistemas.

1 Conceptos Generales

1. Conceptos Generales

1.1. LA RADIACIÓN SOLAR

La radiación emitida por el Sol llega amortiguada a la superficie terrestre debido a la absorción atmosférica. El espectro solar abarca desde los 320 nm (radiación ultravioleta) hasta los 2500 nm (radiación infrarroja). La luz visible se sitúa entre los 380 nm (violeta) y los 780 nm (rojo).

La distribución de la potencia del espectro solar a nivel del mar se divide en un 53% correspondiente a la luz visible, un 5% corresponde a la radiación ultravioleta y el 42% restante a la radiación infrarroja. No obstante, esta distribución depende de la masa de aire y, por tanto, varía con la altura del sol y la altitud de la ubicación.

El vidrio básico tradicional es prácticamente transparente a la radiación infrarroja de onda corta (la de la luz solar), pero es opaco para la radiación infrarroja de onda larga (de 5.000 a 25.000 nm, de carácter térmico emitida por todos los objetos que nos rodean). Por ello, la radiación solar que entra en un recinto a través de la ventana es absorbida por los objetos en el interior del recinto y, al ser reemitida, no puede escapar en forma de radiación térmica a través del acristalamiento, generando un efecto invernadero que aumenta la temperatura del recinto.

La cantidad de energía solar que incide sobre una ventana depende del ángulo del sol, debido a la inclinación del eje de rotación de la tierra respecto a su elíptica, para una localización determinada, el ángulo del sol varía cada día y cada hora.

Por ello, desde el punto de vista de los huecos acristalados, en nuestras latitudes, la orientación que más radiación recibe es la sur. En esta orientación los huecos que en ella se hallen, permiten que el sol en invierno penetre más en las habitaciones, puesto que está más bajo, mientras que en verano, al encontrarse más alto, reduce su ángulo de incidencia y su penetración es menor.

La irradiancia solar sobre una determinada superficie depende de tres factores:

- la radiación directa del sol, que es la radiación solar absorbida pero no reflejada por la atmósfera,
- la radiación difusa del cielo, que es la parte de la radiación solar absorbida por la atmósfera y emitida en todas las direcciones.
- la radiación reflejada por el suelo y los objetos próximos.

Al considerar un dispositivo de protección solar, es necesario tener en cuenta estas tres partes de la radiación global incidente.

Así en una superficie horizontal, el tercer factor es nulo y, normalmente, la radiación directa es el factor más importante. También la irradiancia se ve afectada, disminuyendo, cuando las condiciones atmosféricas son menos favorables: días nublados, contaminación atmosférica, etc.

En el hemisferio norte, en fachadas orientadas al norte la irradiancia es totalmente plana. Las fachadas este, durante el verano, reciben una fuerte irradiancia hasta el mediodía, por lo que el factor de radiación directa es el más importante. Tras el mediodía, solo hay radiación difusa y reflejada por el suelo. En las fachadas sur, para una superficie vertical, la irradiancia es superior en invierno que en verano. Finalmente, las fachadas oeste se comportan de forma parecida a las fachadas este, con la mayor irradiancia durante la tarde, por lo que en verano son las que mayor atención merecen desde el punto de vista de la protección solar.

La irradiancia, como se ha comentado, depende de la posición del sol en el cielo (altitud y azimut). Esta posición varía a lo largo del año y durante el día.

Analizando la irradiancia solar en superficies verticales en verano y en invierno, en nuestro hemisferio, se puede indicar lo siguiente:

- Las fachadas expuestas a norte reciben el nivel más bajo de irradiancia solar. Solo una pequeña cantidad de radiación solar incide en la superficie vertical al principio de la mañana y en la parte final de la tarde en verano. Dado que no reciben luz directa, conviene dotarlas de huecos grandes acristalados con vidrios de aislamiento térmico reforzado (ATR).
- Las fachadas orientadas al este y al oeste muestran un patrón simétrico: la fachada este recibe la mayor parte de la radiación a mediodía, mientras que la oeste la recibe por la tarde.
- Las fachadas expuestas a sur reciben la radiación solar durante todo el día. Razón por la cual es esencial maximizar las superficies acristaladas en esta orientación si se desea optimizar las ganancias solares que pueden penetrar en el edificio en invierno y para evitar los sobrecalentamientos en verano es necesario disponer de las correspondientes protecciones solares.

En la figura 1 se muestra cómo un material se ve afectado por la radiación.

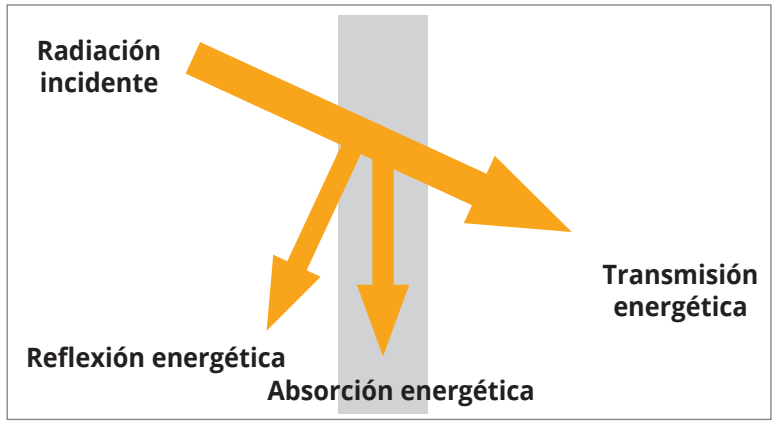


Figura 1. *Comportamiento de la radiación solar al incidir en un material semitransparente (acristalamiento, tejido, etc.)*

De la radiación incidente:

- Una parte se transmite a través del material. Se caracteriza por su transmisión energética (τ)
- Una parte la refleja el material, se caracteriza por su reflexión energética (ρ)
- Una parte la absorbe el material, lo que se caracteriza por su absorción energética (α)

Así: $\tau + \rho + \alpha = 100\%$

1.2. PARÁMETROS DE LA PROTECCIÓN SOLAR

A la hora de evaluar la protección solar en el hueco de un edificio, existen diferentes parámetros que ayudan a evaluar el comportamiento de los materiales / sistemas en relación a distintos parámetros: iluminación, eficiencia energética, visión, etc. Estos parámetros se evalúan para elementos individuales (ej. el acristalamiento) o conjuntos de elementos (ej. acristalamiento + tejido, marco + acristalamiento + cajón, etc).

En primer lugar **se analiza el vidrio**.

Históricamente, el vidrio se ha utilizado en los huecos de los edificios para permitir la entrada de la luz natural y ofrecer protección climática. Desde la mitad del siglo pasado ha evolucionado significativamente la tecnología de fabricación del vidrio. A partir de 1960 se desarrollan las unidades de vidrio aislante (doble acristalamiento), con vidrios de aislamiento térmico reforzado, control solar y vidrios selectivos que permiten grandes aportes de luz frenando los aportes energéticos solares que provocan el sobrecalentamiento en verano. Esta amplia oferta de soluciones permite adaptarse a cada edificio en particular.

Tres son los parámetros que tienen especial importancia en la caracterización de un sistema de protección solar:

- La **transmitancia térmica**, Ug (en W/m²K). Describe la transferencia de calor a través del vidrio, o del conjunto de elementos que conforman el sistema del hueco, debida a la diferencia de temperatura entre el lado exterior e interior del acristalamiento o del conjunto.
- El **factor solar**, g. Indica el porcentaje de la energía solar incidente que finalmente se transmite al interior del recinto en forma de calor, siendo la suma de la transmisión energética (TE) directa y la parte reemitida al interior después de haberse calentado el vidrio. Cuando se trata del factor solar del acristalamiento y una protección solar adicional (por ejemplo un tejido), el parámetro a considerar es el g_{tot}, que se analiza más adelante.
- La **transmitancia luminosa**, T (TL_E). Indica el porcentaje de luz visible que se transmite a través del acristalamiento o del conjunto de acristalamiento y protección solar desde el exterior al interior.

TRANSMITANCIA TÉRMICA DEL HUECO (VALOR U)

El valor U (medido en W/m²K) representa las pérdidas o ganancias energéticas a través de la ventana o el conjunto de elementos del hueco. Para una ventana sencilla (sin persiana) este coeficiente depende del valor U del acristalamiento (U_g) y del valor U del marco (U_f) y de la unión entre el acristalamiento y el marco (Ψ_g).

La transmitancia térmica de la ventana puede evaluarse mediante distintos métodos:

- La tabla F.1de la Norma UNE-EN ISO 10077-1,

o por cálculo utilizando:

- la norma UNE-EN ISO 10077-1 o,

- la norma UNE-EN ISO 10077-1 y UNE-EN ISO 10077-2

o por el método de caja caliente (ensayo) basado en:

- la norma UNE-EN ISO 12567-1 o

- la norma UNE-EN ISO 12567-2

Según sea apropiado.

El apartado 5 de la norma UNE EN ISO 10077-1 define la transmitancia térmica de la ventana sencilla, según la siguiente fórmula:

$$U_w = \frac{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + l_g \Psi_g}{A_g + A_f}$$

Donde:

A_g = es la superficie del acristalamiento (m²)

U_g = es la transmitancia térmica del acristalamiento (W/m² K)

A_f = es la superficie del marco (m²)

U_f = es la transmitancia térmica del marco (W/m² 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 intercalario, en el caso del doble acristalamiento (UVA) (W/m K)

En el caso de ventanas que incorporan cajón de persiana el cálculo de la transmitancia térmica del conjunto es el siguiente:

$$U_H = \frac{A_{H,v} U_{H,v} + A_{H,m} U_{H,m} + l_v \psi_v + A_{H,p} U_{H,p} + l_p \psi_p}{A_{H,v} + A_{H,m} + A_{H,p}}$$

U_H la transmitancia térmica del hueco (ventana, lucernario o puerta) [W/m²K];

$U_{H,v}$ la transmitancia térmica del acristalamiento [W/m²K];

$U_{H,m}$ la transmitancia térmica del marco [W/m²K];

$U_{H,p}$ la transmitancia térmica de la zona con panel opaco o cajón de persiana [W/m²K];

Ψv la transmitancia térmica lineal debida a la unión entre marco y acristalamiento [W/m²K];

Ψp la transmitancia térmica lineal debida a la unión entre marco y paneles opacos o cajón de persiana [W/m²K];

$A_{H,v}$ el área de la parte acristalada [m];

$A_{H,m}$ el área del marco [m];

$A_{H,p}$ el área de la parte con panel opaco o cajón de persiana [m];

$l\ v$ la longitud de contacto entre marco y acristalamiento [m];

$l\ p$ la longitud de contacto entre marco y paneles opacos o cajón de persiana [m];

Un sistema de protección solar desplegado completamente por delante de la ventana genera una cámara de aire adicional caracterizada por una resistencia térmica adicional, designada como ***ΔR*** (medida en m^2K/W). El valor de ***ΔR*** se calcula de acuerdo con la norma UNE-EN 13125 y depende principalmente de la permeabilidad al aire del dispositivo y de la resistencia térmica de la cortina (designada como R_{sh}). El término cortina puede hacer referencia por ejemplo a un paño de persiana.

El efecto de la resistencia térmica adicional de una persiana o celosía en la ventana se calcula según la siguiente fórmula:

$$U_{ws} = 1/((1/U_w)+\Delta R)$$

Donde, U_w es la transmitancia térmica de la ventana y ***ΔR*** es la resistencia térmica adicional debida a la cámara de aire comprendida entre la ventana y el sistema de protección. Esta fórmula se define en la norma UNE-EN ISO 10077-1. Para una ventana dada, puede utilizarse para evaluar la mejora del valor ***U*** de la ventana provista de una persiana o celosía en posición desplegada.

La siguiente tabla aporta ejemplos de cálculo para tres valores diferentes de ***ΔR*** y tres tipos de ventanas. Los valores de ***ΔR*** considerados son:

- 0,08 m^2K/W, por ejemplo una persiana exterior muy permeable
- 0,15 m^2K/W, por ejemplo una persiana estándar enrollable de aluminio
- 0,25 m^2K/W, por ejemplo una persiana enrollable estanca al aire

***Tabla 1**. Valores de U para diferentes ventanas y dispositivos de protección solar*

	VENTANA CON VIDRIO SIMPLE			VENTANA CON VIDRIO DOBLE			VENTANA CON VIDRIO DOBLE		
	U_w = 4,90			U_w = 1,80			U_w = 1,20		
	ΔR (m^2K/W)			ΔR (m^2K/W)			ΔR (m^2K/W)		
	0,08	0,15	0,25	0,08	0,15	0,25	0,08	0,15	0,25
U_{ws} (W/m^2K)	3,52	2,82	2,2	1,57	1,42	1,24	1,09	1,02	0,92
Factor de mejora (%)	28,2	42,4	55,1	12,6	21,3	31,0	8,8	15,2	23,0

Fuente: ES-SO. Solar shading for low energy buildings.

La persiana o la celosía disminuyen en todos los casos el valor de U de la ventana, lo que reduce las pérdidas de calor en invierno.

TRANSMISIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR TOTAL (FACTOR SOLAR) g_{tot}

La transmitancia de la energía solar total, también llamada factor solar, representa la parte de la energía incidente que se transmite hacia el interior del recinto.

Como se indicaba antes, el valor ***g*** es el factor solar del acristalamiento, el valor g_{tot} es el factor solar de la combinación de un acristalamiento y de un sistema de protección solar.

Se define:

- **Factor solar:** es el cociente entre la radiación solar a incidencia normal que se introduce en el edificio a través del acristalamiento y la que se introduciría si el acristalamiento se sustituyese por un hueco perfectamente transparente.
- **Factor 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.

El valor, tanto de ***g*** como de g_{tot}, es un valor entre 0 y 1 (0 significa que no se transmite radiación al interior del recinto y 1 significa que se transmite toda la radiación).

El valor de ***g*** del acristalamiento se mide según la norma UNE-EN 410. Existen dos métodos para el cálculo del g_{tot} de un sistema de protección solar asociado a un acristalamiento:

- Método simplificado dado en la norma UNE-EN 13363-1 (dispositivos de protección solar combinados con acristalamiento. Cálculo del factor de transmitancia solar y luminosa. Parte 1: Método simplificado).
- Método detallado dado en la norma UNE-EN 13363-2 (dispositivos de protección solar combinados con acristalamiento. Cálculo del factor de transmitancia solar y luminosa. Parte 2: Método de cálculo detallado).

En ambos métodos se tienen en cuenta las propiedades del acristalamiento y del material que constituye el dispositivo de protección solar.

Es habitual que los fabricantes de protecciones solares con tejidos aporten tablas de g_{tot} para combinaciones de los tejidos con 4 tipos estándar de acristalamiento, denominados A (vidrio simple), B (vidrio doble), C (vidrio doble bajo emisivo) y D (vidrio doble bajo emisivo con control solar).

En el método simplificado de la norma UNE-EN 13363-1, se tiene en consideración el valor de ***U*** y el valor de ***g*** del acristalamiento y la transmitancia de energía y reflectancia del sistema de protección solar.

Las fórmulas empleadas son las siguientes:

- Para una persiana o celosía exterior:

$$g_{tot} = \tau_e g + \alpha_e \frac{G}{G_2} + \tau_e (1-g)\frac{G}{G_1}$$

- Para una persiana interior:

$$g_{tot} = g\left(1 - g\rho_e - \alpha_e \frac{G}{G_2}\right)$$

- Para una persiana intermedia:

$$g_{tot} = \tau_e g + g(\alpha_e + (1-g)\rho_e)\frac{G}{G_3}$$

Donde:

t_e es la transmitancia solar de la persiana o celosía

r_e es la reflectancia solar de la persiana o celosía

a_e es la absortancia de la persiana o celosía

g es el factor solar del acristalamiento

G_1, G_2 y G_3 son valores fijos dados en la norma

Estas fórmulas pueden aplicarse solo si la transmitancia y la reflectancia solar del dispositivo de protección solar están dentro de los siguientes rangos:

$$0 \leq t_e \leq 0{,}5 \text{ y } 0{,}1 \leq r_e \leq 0{,}8$$

Y con el requisito adicional de que el factor solar del acristalamiento esté comprendido entre 0,15 y 0,85.

TRANSMISIÓN LUMINOSA (TL_E)

Representa la parte de la luz natural que se transmite al interior de un recinto.

Como con el factor solar, es necesario distinguir entre la transmitancia visual del acristalamiento de forma independiente y de un acristalamiento en una ventana y utilizado con un sistema de protección solar (la designación en todos los casos es la misma, TL_E).

El valor de la transmisión es un valor entre 0 y 1 (0 significa que no se transmite luz al interior del recinto y 1 significa que se transmite toda la luz). También puede expresarse en tanto por ciento.

Al igual que el factor solar, la aportación de luz natural se ve reducida por la instalación de elementos de protección solar.

Las normas para su cálculo son las mismas que para el factor solar: UNE-EN 410 para el acristalamiento y dos posibilidades para un sistema de protección solar combinado con un acristalamiento:

- Método simplificado dado en la norma UNE-EN 13363-1.
- Método detallado dado en la norma UNE-EN 13363-2.

En el caso del cálculo simplificado, las fórmulas para el cálculo son las siguientes:

- Sin persiana ni celosía, la transmisión que corresponde a la superficie del vidrio.
- Para una persiana o celosía exterior:

$$\tau_{v,tot} = \frac{\tau_v \tau_{v,blind}}{1 - \rho_v \rho'_{v,blind}}$$

- Para una persiana o celosía interior:

$$\tau_{v,tot} = \frac{\tau_v \tau_{v,blind}}{1 - \rho'_v \rho_{v,blind}}$$

Donde:

t_v es la transmitancia luminosa del acristalamiento

$t_{v,blind}$ es la transmitancia luminosa de la persiana o celosía

r_v es la reflectancia luminosa del lado del acristalamiento sobre el que llega la radiación incidente

r'_v es la reflectancia visual de lado opuesto del acristalamiento a la radiación incidente

1.3. EFECTO DE LAS VENTANAS Y EL RESTO DE ELEMENTOS DEL HUECO EN EL CONFORT INTERIOR

1.3.1. Confort térmico

La sensación térmica de los cuerpos es función de la combinación de la temperatura del aire y la temperatura de las superficies próximas. La temperatura superficial interior de las ventanas puede variar significativamente respecto a la temperatura del aire del recinto y la temperatura de otras superficies. La instalación de vidrios de control solar y protecciones solares exteriores tiene un efecto importante sobre la **temperatura superficial de la ventana y puede mejorar de forma significativa las condiciones térmicas del recinto**, especialmente en verano.

La temperatura tiene diferentes efectos sobre los ocupantes de un edificio:

- Sobre la productividad de los trabajadores. Temperaturas demasiado altas o demasiado bajas reducen la productividad. En trabajos rutinarios, el rango óptimo de temperaturas se sitúa entre 20-24 ºC, con un máximo de productividad en 22 ºC.
- Elevadas temperaturas interiores incrementan los síntomas del síndrome del edificio enfermo (conjunto de sintomatologías y enfermedades originadas o estimuladas por la contaminación del aire en los espacios cerrados) y la sensación de mala calidad del aire interior.
- Elevadas temperaturas en las aulas perjudican el rendimiento de los estudiantes.
- Las bajas temperaturas dificultan la habilidad manual y reducen la productividad en trabajos manuales.
- Las bajas temperaturas agudizan la sensibilidad a los movimientos del aire y las corrientes.
- Las temperaturas elevadas del aire incrementan la sensación de baja humedad.

Una temperatura superficial elevada en la ventana incrementa la carga radiante y puede producir localmente una falta de confort.

Las temperaturas elevadas en la ventana afectan a la distribución del aire en el recinto. En algunos casos, el flujo convectivo desde una ventana con alta temperatura puede obligar a bajar la circulación de aire. Ello puede originar altas velocidades del aire de carácter local e incrementar el riesgo de corrientes.

1.3.2. Confort visual

El ser humano prefiere la luz natural diurna a otras fuentes de iluminación. Asimismo, para el estado emocional de las personas es importante el contacto visual con el exterior desde sus viviendas o puestos de trabajo. No obstante, la falta de confort visual se puede producir fácilmente debido a una iluminación demasiado brillante o a que el recinto presente acusados contrastes de iluminación entre unas zonas y otras. Para obtener el máximo beneficio de la luz natural, hay que regularla.

Un buen confort visual se obtiene cuando la luminancia en el centro del campo visual se sitúa entre un tercio y el triple de la luminancia necesaria para la visión. La luminancia en el campo de visión periférico debe estar entre 0.1 y 10 veces el nivel de luminancia necesario para la visión.

Los problemas por deslumbramiento son debidos a altos índices de luminancia en el campo de visión, ocasionando problemas durante el trabajo e incluso malestar fisiológico. El deslumbramiento, normalmente, se produce cuando la luz del sol cae directamente sobre los objetos en un lugar de trabajo o por darse altos niveles de luminancia exterior en el campo visual. También puede ocurrir durante el uso de pantallas de ordenador, dado que la luminancia de la reflexión del entorno puede ser superior a la luminancia de la pantalla del ordenador. Los sistemas de protección solar, así como los vidrios de control solar, pueden atenuar y difuminar la luz solar directa incrementando el confort visual.

El confort visual también está ligado a los colores. El color viene determinado por la composición espectral de la fuente de iluminación. La luz natural ofrece la mejor definición de colores.

Como se ha apuntado anteriormente, el contacto con el exterior es un factor importante para el confort visual. Obviamente, cuando la protección solar está activa se obstruye parcialmente la vista hacia el exterior. El grado de obstrucción lo determina la obertura de la protección. Los sistemas con lamas pueden permitir la visión a través de ellas dependiendo de su ángulo de inclinación. Normalmente se prefieren las lamas de menor anchura. Las pantallas textiles, en general, tienen un grado de obertura percentual, el cual permite una visión razonable del exterior. Desde este punto de vista se prefieren los tejidos con una cara interior oscura y una baja transmitancia luminosa a través de sus fibras. En este caso, la luminancia de la pantalla es relativamente inferior a la del exterior visible a través de la obertura del tejido y los vidrios de control solar permiten la visión a su través durante todas las horas del día.

En resumen, **la luz natural es esencial para la salud, el bienestar y la productividad de las personas**. Dado que la luz natural varía de un día a otro, e incluso durante un mismo día, solo un sistema dinámico de protección solar puede permitir controlarla y mantener el nivel de iluminación en los límites confortables y evitar efectos no deseables: deslumbramiento, reflejos molestos y ceguera temporal.

Hay que tener en cuenta también los costes de instalación, mantenimiento, operación y vida útil a la hora de evaluar los rendimientos.

El uso de programas de simulación puede ayudar en la fase de diseño a predecir las condiciones de iluminación en un recinto, en función de su orientación, calidad y cantidad de acristalamientos, etc.

Los sistemas de protección solar pueden evaluarse según la norma europea UNE-EN 14501, aportando información de niveles de prestación en relación a cuatro parámetros: utilización de luz diurna, control del deslumbramiento, privacidad nocturna y contacto visual con el exterior. Estableciéndose para cada una de ellas 4 clases de confort visual:

CLASE	0	1	2	3	4
	Efecto muy pequeño	Efecto pequeño	Efecto moderado	Eficiente	Muy Eficiente

1.3.3. Aislamiento acústico

Aunque limitado, los sistemas interiores de protección solar pueden proporcionar un efecto positivo sobre el acondicionamiento acústico, especialmente los sistemas fabricados con textiles tejidos o sin tejer. Estos productos pueden aumentar la absorción acústica en un recinto y reducir el tiempo de reverberación.

También las persianas exteriores enrollables, cuando están desplegadas, pueden reducir la transmisión de sonido entre el exterior y el interior. Uno de los factores principales que influyen en la prestación acústica es la distancia entre la persiana y el acristalamiento, siendo preferibles distancias superiores a 10 cm. El aislamiento acústico del cajón de persiana es mejor cuando la persiana está plegada y tiene el máximo número de lamas en su interior. Véase la Guía de acústica editada por ASEFAVE (www.asefave.org).

1.3.4. Calidad del aire interior

La radiación solar y la protección solar están relacionadas con la calidad del aire interior principalmente a través de los efectos de la temperatura. La radiación solar que atraviesa las ventanas sin protección eleva la temperatura del recinto así como la de la estructura del edificio y la temperatura superficial de la ventana.

La calidad del aire afecta a la productividad. La incomodidad se incrementa con temperaturas ambientales altas. Por tanto, la percepción de una buena calidad del aire interior favorece la productividad y se consigue evitando, mediante sistemas de protección solar, que la temperatura del recinto se eleve.

La temperatura de la superficie interior de la ventana se incrementa en función de la radiación solar incidente. Si su temperatura es superior a la del recinto, origina corrientes convectivas de aire.

Es preciso diseñar adecuadamente la integración de los sistemas de protección solar en el hueco para que no obstaculicen la entrada de aire en las aberturas de admisión para la ventilación, con lo que se disminuye la aportación de aire exterior.

Algunos sistemas de protección solar combinan un dispositivo de ventilación natural en el cajón de la persiana. El llamado aireador puede venir ya diseñado en el mismo cajón y contar con un sistema autorregulable, con la debida atenuación acústica y permite la regulación del caudal de ventilación que se consigue a través del mismo.

En relación a la calidad del aire interior puede consultarse la Guía de calidad del aire interior editada por ASEFAVE con más información en relación a este tema (www.asefave.org).

1.3.5. Luz natural

El aprovechamiento de la luz natural reduce la necesidad de iluminación artificial y ello redunda en disminuir las cargas internas y el consumo en aire acondicionado. La luz diurna conlleva una cantidad de calor por cantidad de luz visible. Esta relación se expresa como eficacia luminosa (lumen/W). No existe ninguna fuente de luz artificial que abarque todo el espectro y se aproxime a la eficacia luminosa de la luz diurna.

Los sistemas de protección solar tienen una influencia directa en el aprovechamiento de la luz natural, regulando el flujo tanto de la radiación directa como de la difusa. Los niveles de iluminancia por radiación directa pueden alcanzar, en verano, los 100.000 lx, mientras que en una oficina normalmente no se necesitan más de 1.000 lx. La luz directa en el campo de visión de una persona puede provocar deslumbramiento. El poder atenuar y convertir en difusa la luz incidente reduce el riesgo de deslumbramiento y puede hacer que llegue la luz a más lugares del recinto. Esto se consigue mediante sistemas interiores de protección solar y mediante acristalamientos dotados con efecto de luz natural ("daylighting").

Además, cabe mencionar la publicación, en febrero de 2020, de la norma:

- UNE-EN 17037:2020. Iluminación natural de los edificios.

El objeto y campo de aplicación de la norma es especificar elementos para alcanzar, por medio de iluminación natural, una impresión subjetiva adecuada de luminosidad interior, y para proporcionar una vista exterior adecuada. Además, en la norma se dan recomendaciones para la duración de la exposición al sol dentro de habitaciones ocupadas.

Esta norma da información sobre cómo usar la iluminación natural para proporcionar iluminación dentro de interiores, y cómo limitar el deslumbramiento. La norma define métricas usadas para la evaluación de las condiciones de la iluminación natural y da principios de cálculo y verificación. Estos principios permiten abordar la cuestión de variabilidad de la luz natural a lo largo de los días y durante el año.

Esta norma aplica a todos los espacios que pueden estar ocupados regularmente por personas durante periodos prolongados de tiempo salvo en los casos en que la iluminación natural sea contraria a la naturaleza y al papel del trabajo real realizado.

La especificación de los requisitos de iluminación para humanos en lugares de trabajo interior incluyendo tareas visuales se recogen en la Norma EN 12464-1 y no son parte de la norma indicada.

En relación a la iluminación natural puede consultarse la Guía de iluminación natural editada por ASEFAVE con más información al respecto (www.asefave.org).

2 Consideraciones sobre las soluciones de protección solar

2. Consideraciones sobre las soluciones de protección solar

2.1. FLUJOS DE ENERGÍA

La figura 2 muestra los flujos de energía más importantes en una situación con una combinación de acristalamiento y protección solar exterior.

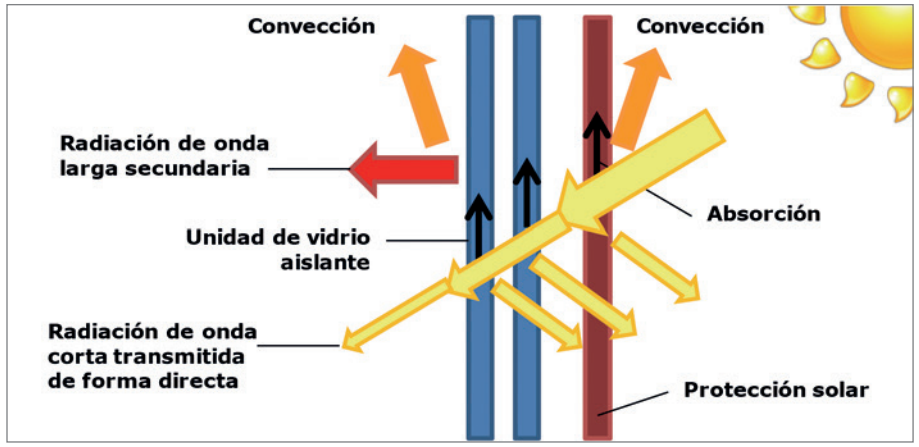


Figura 2. *Flujos de energía con una combinación de unidad de vidrio aislante y un sistema de protección solar exterior*

La flecha amarilla representa la radiación solar de onda corta. A medida que atraviesa cada capa, un parte de la radiación se transmite, otra se refleja y otra se absorbe. Las flechas negras indican la absorción, esta energía provoca el incremento de temperatura en el vidrio y en la protección solar. Parte se pierde en el ambiente en forma de radiación térmica hacia ambos lados de la protección solar (de onda larga, flechas rojas) y de convección (flechas naranjas).

Las protecciones solares pueden también incorporarse en el doble acristalamiento en el interior de la cámara, pero en esta posición es necesario estudiar detenidamente tanto las consecuencias sobre los vidrios (pueden incrementar el riesgo de rotura por estrés térmico y por tanto obligar a utilizar vidrios tratados térmicamente) así como en la estanqueidad de la cámara y la temperatura interior de la misma, pudiendo afectar a los sellantes.

En resumen, la hoja interior transmite energía de tres maneras diferentes al recinto:

1. Directamente, la radiación de onda corta, q_t
2. La radiación de onda larga secundaria emitida por la hoja interior, q_{ri}
3. El calor de convección generado por la hoja interior, q_{ci}

Siendo q_i la radiación incidente, el factor solar se obtiene como:

$$g_{tot} = \frac{q_\tau + q_{ci} + q_{ri}}{q_i} \quad [1]$$

Con esta fórmula, se asegura que el factor solar es siempre superior a la transmitancia solar.

En la norma UNE-EN 410, $(q_{ri} + q_{ci})/q_i$ se denomina factor secundario de transferencia interna de calor.

Sobre el factor solar, g_{tot}, es importante señalar lo siguiente, que se ha de tener en cuenta a la hora de efectuar cálculos detallados:

- El factor solar depende del ángulo de incidencia de la radiación solar.
- En el caso de persianas venecianas, el factor solar depende principalmente del ángulo de la lama y del ángulo de incidencia (tanto vertical como azimutal)
- El factor solar que normalmente se indica en las especificaciones de los productos es con incidencia normal. En el caso de persianas venecianas, el factor solar se indica con la persiana cerrada.

En la figura 3 se muestran los flujos de energía más importantes en el caso de una combinación de un acristalamiento con protección solar interior.

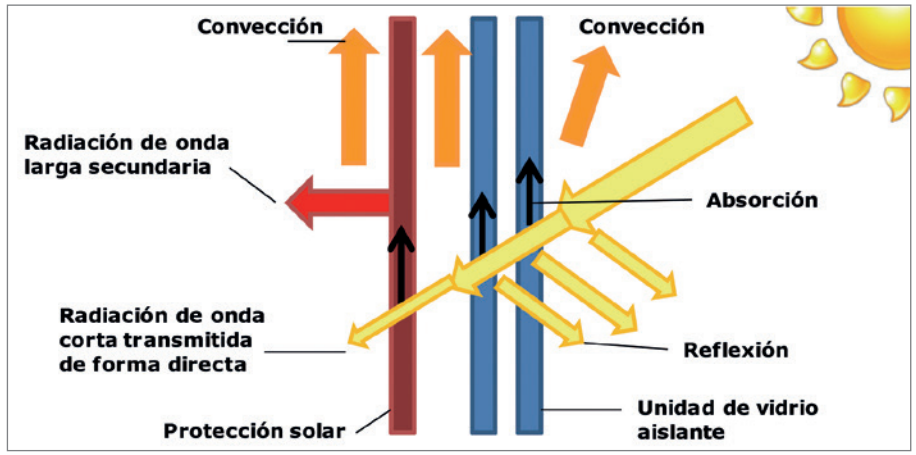


Figura 3. *Flujos de energía con de una combinación de unidad de vidrio aislante y un sistema de protección solar interior*

En este caso, el flujo primario de la radiación de onda corta atraviesa el vidrio. La energía llega al interior del recinto. Dado que el vidrio no es transparente a la radiación infrarroja de onda larga emitida por la protección solar, el calor queda atrapado en el interior del recinto (efecto invernadero).

La protección solar por el interior solo resulta eficiente para el control del calor si es altamente reflectiva o si tiene un elevado valor de aislamiento y va provista de sellados laterales eficientes. En este último caso, el calor queda retenido en la cámara entre la ventana y la protección. La temperatura en esta cavidad se puede incrementar hasta valores elevados y puede provocar la rotura del vidrio, si este no está templado. Este efecto se puede eliminar si el aire caliente se disipa hacia el exterior.

2.2. FLUJOS DE CONVECCIÓN

La calidad de los sistemas de protección solar desde el punto de vista del control del calor viene determinada por la proporción de calor que se transmite al interior mediante convección. Es preferible que la mayor parte de la energía absorbida por el sistema de protección solar se transmita al recinto como radiación térmica, ya que esta radiación será absorbida por la masa del edificio. De esta forma, la temperatura del recinto se incrementa ligeramente debido a la inercia térmica de la masa del edificio. Si la mayor parte se transmite por convección, la temperatura del recinto sube rápidamente.

El factor de convección C_F es un número adimensional entre 0 y 1 que representa la parte de energía transmitida al recinto mediante convección y puede definirse como:

$$C_F = \frac{q_{ci}}{q_\tau + q_{ci} + q_{ri}}$$

De modo similar, se puede definir una fracción de radiación R_F y una fracción directa D_F sustituyendo q_{ci} en el numerador por q_{ri} y q_t respectivamente.

Si se comparan sistemas de protección solar interiores y exteriores, los sistemas exteriores, a priori, tienen mejores características de protección que los interiores en relación al factor solar g_{TOT}. No obstante, existen muy buenos sistemas interiores. Cuando se comparan con los sistemas interiores, o incluso los que van entre las hojas del doble acristalamiento, debe tenerse en cuenta, junto con el factor solar, el factor de convección.

Por ejemplo, si se consideran un sistema de protección exterior y otro interior, ambos con un factor solar g_{TOT}= 0,2, y los factores de convección son, respectivamente, 0,05 y 0,25, para el sistema exterior 0,05x0,2=0,01 (1%) del calor solar pasaría al interior del recinto por convección. Para el sistema interior, el porcentaje sería del 5% (0,25 x 0,02= 0,05).

2.3. EFECTO DE LA RADIACIÓN SOLAR EN LOS FLUJOS DE AIRE DE LOS RECINTOS

La solución más habitual de ventilación en los edificios es la ventilación mixta. Para conseguir bajas velocidades del aire en los recintos con ocupación, se necesitan bajos caudales de aire. Así, para cumplir con las necesidades de acondicionamiento, la diferencia de temperaturas entre el aire de entrada y el de salida suele ser de 10 º C.

Las ventanas tienen una influencia significativa en el acondicionamiento de los recintos. La capacidad de acondicionamiento del aire depende principalmente de la orientación del edificio y el sistema completo de protección solar (conjunto del acristalamiento y los dispositivos de protección solar, exteriores o interiores). De hecho, la situación geográfica del edificio desempeña un papel menos importante del que se podría suponer: las necesidades de acondicionamiento son similares en Europa septentrional y meridional, para una misma configuración de acristalamiento, orientación y protección solar.

La distribución del aire en los recintos es el resultado de una compleja interacción entre el caudal de ventilación y el flujo de convección generado por aparatos, ocupantes, temperatura de la superficie de la ventana y equipamiento, en el caso de las oficinas. Depende de diversos factores: disposición de los equipos de acondicionamiento, caudal de ventilación, distribución de los puestos de trabajo, potencia de los equipos, etc. La distribución del aire es muy sensible a los incrementos de las ganancias de calor en el recinto.

2.4. TEMPERATURA SUPERFICIAL DE LA VENTANA

En caso de doble acristalamiento, un sistema de protección solar por el exterior normalmente reduce la temperatura de la hoja interior y más si contamos con un vidrio exterior con control solar. La temperatura de la hoja exterior, por el contrario, puede ser más alta aún con protección solar exterior. Ello es debido a la transferencia de calor por radiación y convección entre la protección y la hoja exterior. El uso de protecciones solares exteriores que sombrean parcialmente el vidrio puede implicar la necesidad de la utilización de vidrios templados, para evitar la rotura por choque térmico.

En la fase de diseño de un edificio, hay que tener en cuenta el efecto de la asimetría de la temperatura de radiación en la ventana y su efecto sobre el confort interior.

En general, si se utiliza un sistema de protección solar por el interior, la temperatura es más alta ya que la temperatura superficial de la protección es más alta que la de una ventana sin protección solar interior. Mientras que este efecto se ha de evitar en verano, puede ser deseable en invierno (calentamiento pasivo).

La instalación de protecciones solares interiores puede exigir el templado del vidrio para evitar posibles roturas de origen térmico. En el caso de utilizar vidrios recocidos (no templados) no deben situarse las protecciones solares interiores muy próximas al acristalamiento o elementos que impidan la evacuación de la energía acumulada por efecto de la protección solar. Siempre es preferible situar protecciones solares en el exterior.

2.5. INFLUENCIA DE LA PROTECCIÓN SOLAR SOBRE LAS NECESIDADES DE ILUMINACIÓN

El consumo de energía debido a la iluminación artificial puede representar un porcentaje elevado de la energía eléctrica consumida en un edificio típico de oficinas. Un aprovechamiento óptimo de la luz natural puede suponer un ahorro significativo en la factura. En una situación ideal, la luz natural debería ser regulable de modo continuo de forma que se consigan los flujos de luz necesarios para el trabajo. En la práctica, el control de la luz natural se complementa con sensores de ocupación.

Dado que los sistemas de protección solar reducen el flujo de radiación solar en los recintos, y aunque protegen del deslumbramiento también reducen la cantidad de luz. Hay que considerar el equilibrio entre el ahorro de energía en climatización de los edificios y el incremento de consumo debido a la iluminación artificial. En la práctica, se ha comprobado que un sistema de protección solar automatizado correctamente programado no supone un incremento de consumo por iluminación artificial.

Se define la autonomía en luz natural como el porcentaje de horas durante las cuales la luz natural es adecuada para satisfacer las necesidades de iluminación del ser humano. La protección solar, en general, influye en la autonomía en luz natural de un recinto, especialmente para las zonas más alejadas de la ventana.

3 Materias primas empleadas en los productos de protección solar

3. Materias primas empleadas en los productos de protección solar

En el caso de cerramientos acristalados la materia prima principal, por la superficie que ocupa y por sus características frente a la radiación solar, es el vidrio que aun siendo transparente o semitransparente puede incorporar características de protección solar. En el anexo I se aborda el desarrollo de todas las tipologías existentes de este material y sus características.

Respecto a los sistemas de protección solar: persianas, toldos, celosías, estores y otros sistemas textiles, los materiales más utilizados son por un lado, el aluminio, aluminio relleno de poliuretano, PVC y madera para las lamas y cajones de persiana; por otro, los textiles para los tejidos, con gran variedad de composiciones: acrílico, poliéster, fibra de vidrio, PVC, etc.

3.1. ALUMINIO

El aluminio es un metal no ferroso, maleable, ligero, resistente a la corrosión, como características principales.

De esta combinación de características se obtienen productos con amplias prestaciones, que permiten la fabricación de perfiles para carpinterías y la construcción de grandes fachadas estructurales, siempre con unos costes razonables.

Se trata de uno de los metales más importantes, tanto por su abundancia como por su variedad de usos, el aluminio se usa en forma pura, aleado con otros metales o en compuestos no metálicos.

Actualmente las aleaciones de aluminio se clasifican en series, desde la 1000 a la 8000.

Del proceso de extrusión y templado, dependen gran parte de las características mecánicas de los perfiles, así como la calidad en los acabados.

Una de las características a la hora de utilizar el aluminio para la fabricación de productos es el reciclaje.

Con un ciclo de vida sostenible de principio a fin, se puede afirmar que el aluminio es prácticamente un 100% reciclable. Su tasa de recuperación en construcción es de un 95%, y su reciclado ahorra el 95% de la energía usada en su producción inicial.

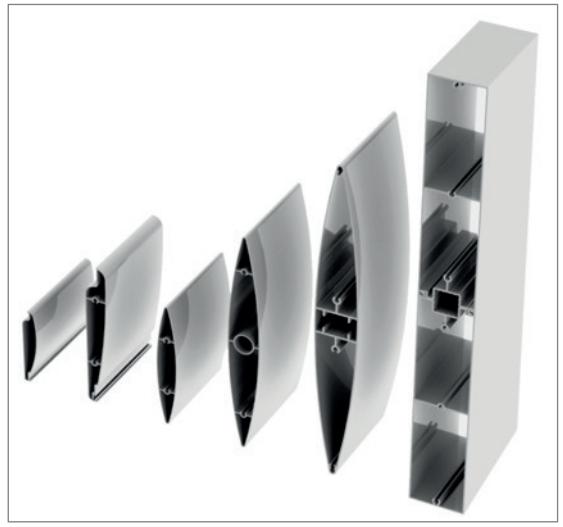
Proceso de extrusionado:

Para realizar la extrusión, el aluminio se suministra en lingotes cilíndricos también llamados "tochos". El proceso de extrusión consiste en aplicar calor y presión al cilindro de aluminio (tocho) haciéndolo pasar por un molde (matriz), para conseguir la forma deseada. Cada tipo de perfil, posee un "molde" adecuado llamado matriz, que es el que determina su forma.

Una vez extrusionado el aluminio, se le aplican procesos de envejecimiento y templado para conseguir las propiedades indicadas para cada aplicación.

Se muestran a continuación varios ejemplos de lamas de aluminio extrusionado:

Figura 4. *Perfiles de aluminio extrusionado para lamas de celosía*



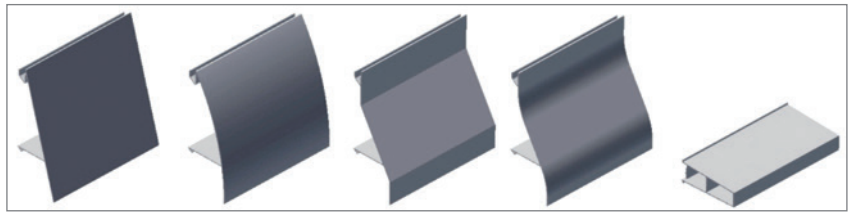


Figura 5. *Lamas de aluminio para persianas autoblocantes*

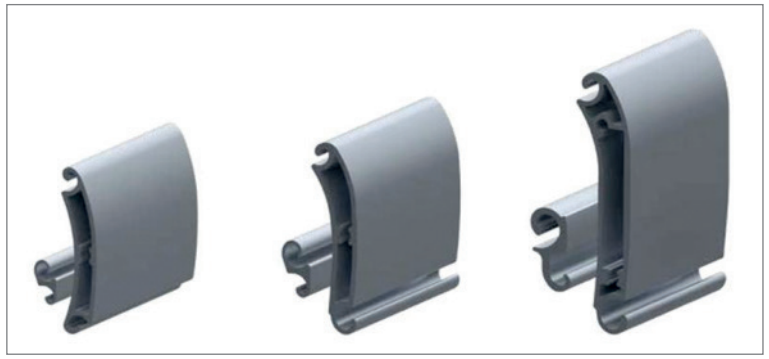


Figura 6. *Lamas de aluminio para persianas*

Figura 7. *Lamas de aluminio para celosías*

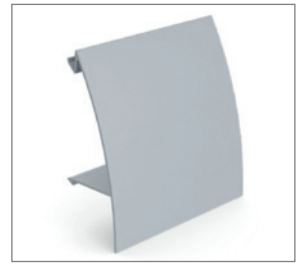


Figura 8. *Perfiles de aluminio extrusionado para lamas de celosía*

Figura 9. *Lamas de aluminio extrusionado para persianas*

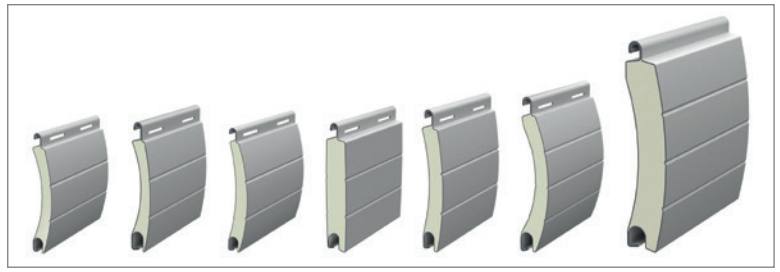
Manual de Protección Solar del cerramiento (Persianas, toldos y textiles)

Perfilado:

El perfilado es un proceso de conformado por deformación plástica. El conformado consiste en una operación de plegado que se realiza de forma gradual en sucesivas estaciones, en cada una de las cuales tiene lugar una pasada, operación o etapa de dicho conformado. De este modo, la sección transversal de la chapa se va aproximando etapa a etapa a la del perfil a obtener.

Figura 10. *Perfiles de aluminio perfilado para lamas de persiana*

Figura 11. *Perfiles de aluminio para lamas de persiana*



Aluminio perfilado + PUR (poliuretano rígido expandido):

Figura 12. *Cajón de aluminio perfilado*

Figura 13. *Cajón de aluminio perfilado 4 partes*

Figura 14. *Cajón de aluminio perfilado 2 partes (1/4 tapa redondeada)*

El poliuretano (PUR) es una mezcla de dos componentes, poliol e isocianato, los cuales son líquidos a temperatura ambiente que, al mezclarlos producen una reacción química exotérmica, en la cual se forman enlaces entre ambos componentes, consiguiendo una estructura sólida, uniforme y muy resistente. Si el calor que desprende la reacción se utiliza para evaporar un agente espumante, se obtiene un producto rígido que posee una estructura celular, con un volumen muy superior al que ocupaban los productos líquidos.

Figura 15. *Lamas aluminio perfilado + PUR persianas*

Manual de Protección Solar del cerramiento (Persianas, toldos y textiles)

La espuma de poliuretano tiene un coeficiente de conductividad térmica (W/mK) en torno a 0,025. Cuanto mayor sea su densidad, se consigue una mayor dureza y un menor coeficiente de transmisión de calor (W/m^2K).

TRATAMIENTOS Y ACABADOS DEL ALUMINIO

El aluminio se presenta en el mercado en una amplia variedad de acabados y posibilidades, entre las más importantes destacan las siguientes.

- Anodizado

El aluminio, después de ser extruido, para protegerse de la acción de los agentes atmosféricos, forma por sí solo una delgada película de óxido de aluminio la cual tiene un espesor más o menos regular del orden de 0,01 micras sobre la superficie de metal que le confiere unas mínimas propiedades de antioxidación y anticorrosión.

Existe un proceso químico electrolítico llamado anodizado que permite obtener de manera artificial películas de óxido de mucho más espesor y con mejores características de protección que las capas naturales.

Según sea el grosor de la capa que se desee obtener existen dos procesos de anodizado:

- Anodizados decorativos coloreados.
- Anodizados de endurecimiento superficial

Las ventajas que tiene el anodizado son:

- La capa superficial de anodizado es más duradera que la capa obtenida por pintura.
- El anodizado no puede pelarse porque forma parte del metal base.
- El anodizado le da al aluminio una apariencia decorativa muy variada al permitir colorearlo en los colores que se desee.
- La luz solar no afecta al anodizado y por tanto no se deteriora.

- Lacado

El lacado, que se aplica a los perfiles de aluminio, consiste en la aplicación electrostática de una pintura en polvo a la superficie del aluminio. Las pinturas más utilizadas son las de tipo poliéster por sus características de alta resistencia que ofrecen a la luz y a la corrosión.

Existe una infinita variedad de colores y texturas.

3.2. PVC

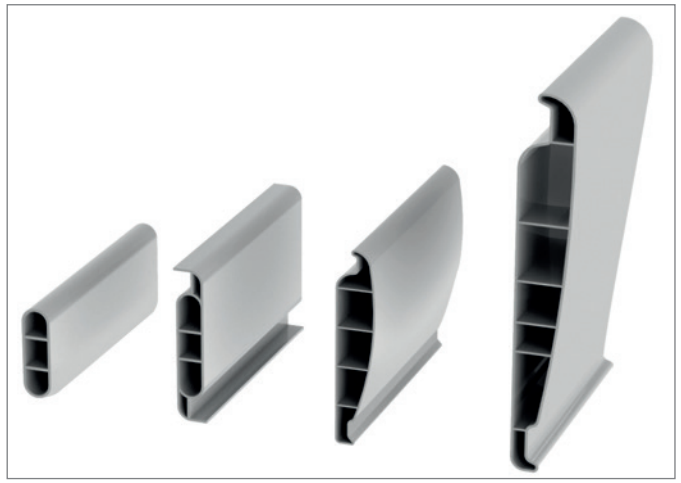
El PVC es el resultado de la polimerización del monómero de cloruro de vinilo a policloruro de vinilo.

Es el derivado del plástico más versátil, se puede producir mediante cuatro procesos diferentes: suspensión, emulsión, masa y solución.

Manual de Protección Solar del cerramiento (Persianas, toldos y textiles)

Se caracteriza por ser dúctil y tenaz; presenta estabilidad dimensional y resistencia ambiental, además, es reciclable por varios métodos.

Figura 16. *Perfiles de PVC para lamas de celosía y de persiana*



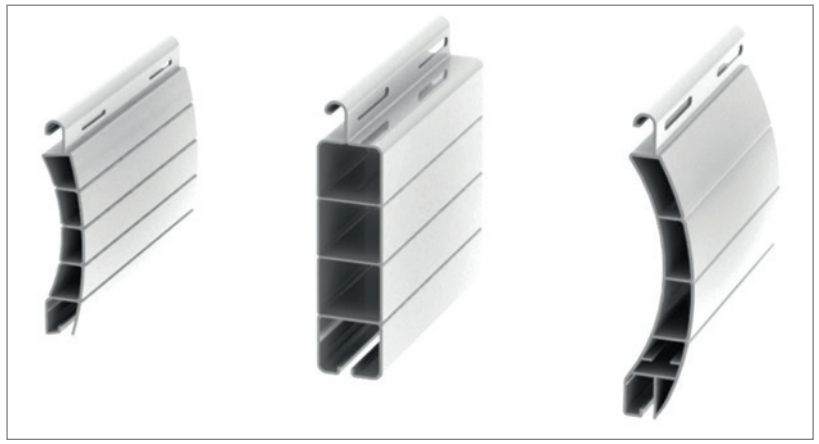


Figura 17. *Lamas de PVC para persianas*

Figura 18. Cajón de persiana PVC

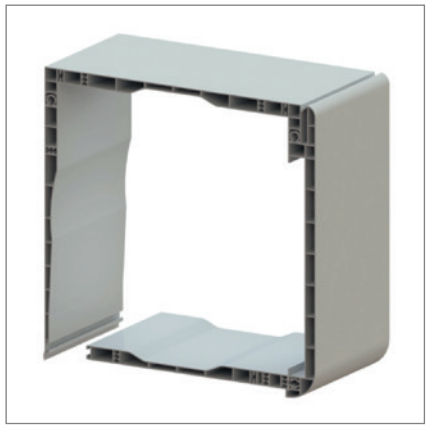


Figura 19. Lamas de PVC para celosía

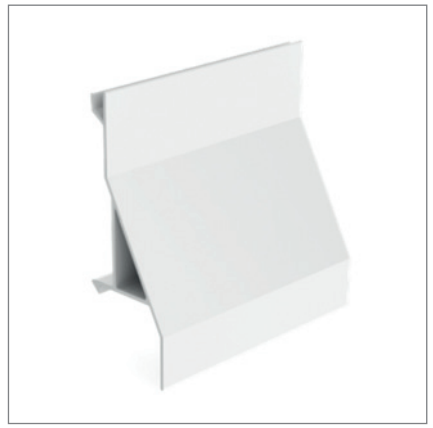


Figura 20. Lamas de PVC para celosía

Figura 21. Lamas de PVC para persiana

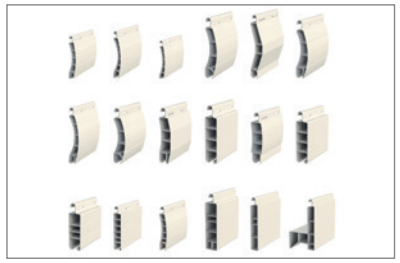
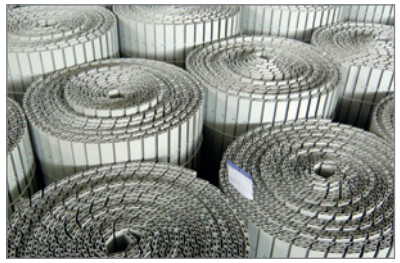


Figura 22. Cajón de persiana de PVC

Figura 23. Persiana alicantina de PVC



Las principales propiedades del PVC son las siguientes:

- Tiene una elevada resistencia a la abrasión, junto con una baja densidad (1,4 g/cm^3), buena resistencia mecánica y al impacto, lo que lo hace común e ideal para la edificación y construcción.
- Es estable e inerte por lo que se emplea extensivamente donde la higiene es una prioridad.
- Altamente resistente y duradero.

- Debido a los átomos de cloro que forman parte del polímero PVC, no se quema con facilidad ni arde por sí solo y cesa de arder una vez que la fuente de calor se ha retirado. Los perfiles de PVC se emplean en la construcción para recubrimientos, cielorrasos, puertas y ventanas, debido a la poca inflamabilidad que presentan.
- Excelente aislante térmico y eléctrico.
- Amplio rango de durezas.
- Es muy resistente a la corrosión.

3.3. MADERA

La madera tiene variadas y diversas funciones; una de ellas es la que guarda relación con el mundo de la decoración y el interiorismo. Como buen material noble, sirve de base y da soporte a cualquier proceso constructivo, especialmente en lo que a arquitectura se refiere, pero además las posibilidades decorativas que ofrece son ilimitadas.

Su apariencia, olor, color, textura, dureza, resistencia, calidad, etc., varía según la especie.

Existen tantas variedades de madera como tipos de árboles. Y además de la madera maciza, existe gran variedad de productos derivados, capaces de satisfacer las exigencias de las diferentes aplicaciones.

Entre otros productos para protección solar en madera destacan las mallorquinas, contraventanas, persianas venecianas o alicantinas.

Figura 24. Lamas de madera

Manual de Protección Solar del cerramiento (Persianas, toldos y textiles)

3.4. TEXTILES PARA LA PROTECCIÓN SOLAR

TEXTILES PARA TOLDOS DE FACHADA

El objetivo de un toldo de fachada es crear una zona de sombra sobre las ventanas y terrazas limitando el aporte de luz y calor proveniente del exterior.

El anexo D de la norma europea UNE-EN 14501 establece, mediante el cálculo de un factor de corrección, los valores térmicos y visuales para dispositivos de protección solar proyectantes con un ángulo de inclinación respecto a la fachada > 30º, ya que por debajo de ésta inclinación se considera "vertical y paralelo a la pared".

Los textiles para toldos de fachada aportan una protección solar segura y eficaz a lo largo del tiempo, garantizando:

Protección frente a la radiación ultravioleta: el riesgo de disminución del efecto protector de la capa de ozono hace que la protección solar se vuelva cada vez más importante. Nuestros ojos y nuestra piel son muy sensibles a la radiación ultravioleta. Incluso en tiempo nuboso, la protección UV es indispensable ya que las nubes absorben la luz visible, pero absorben muy poco los UV. El uso de estos tejidos permite proteger de la incidencia de los rayos UV (según la norma europea UNE-EN 13758-1. Textiles. Propiedades protectoras frente a la radiación solar ultravioleta. Parte 1: Método de ensayo para tejidos de indumentaria. La norma se utiliza para la obtención de la certificación según UV STANDARD 801).

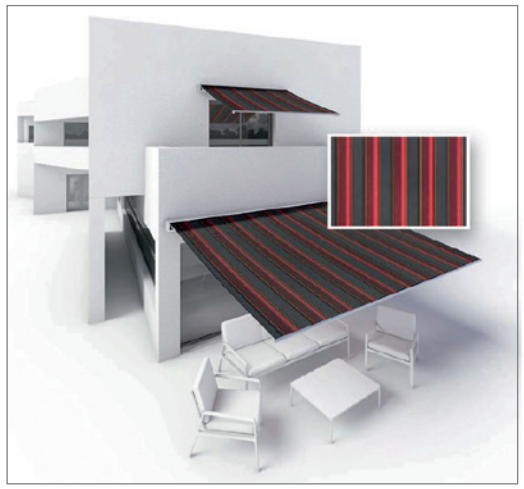
Comportamiento y durabilidad en la intemperie: los tejidos en su aplicación como toldo deben resistir la acción de los agentes químicos a los que se ven expuestos durante su uso y la de los rayos ultravioleta y la intemperie. Estos tejidos para protección solar deben cumplir la norma europea UNE-EN 13561.

En función del tejido y del acabado, estos textiles pueden llegar a ser repelentes del agua o impermeables.

Se utilizan distintos tipos de tejido:

- Tejido de fibra acrílica tintada en masa
- Tejidos de PVC microperforados o de hilos recubiertos

Figura 25. Tejido de fibra acrílica tintada en masa y tejidos de PVC microperforados



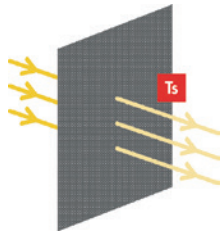
TEXTILES PARA CORTINAS ENROLLABLES DE USO INTERIOR, EXTERIOR O ENTRE VIDRIOS

El objetivo de utilizar un tejido para la protección solar es poder predecir y controlar el confort térmico, lumínico y visual en una estancia, cumpliendo con las normativas y ayudando al prescriptor a optimizar la iluminación y el consumo de energía.

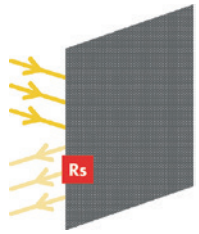
CONFORT TÉRMICO

En este apartado se describen con más detalle los parámetros de confort térmico aplicados al caso de los tejidos para cortinas enrollables.

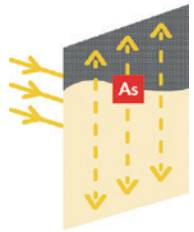
Transmisión solar (Ts): proporción de radiación solar que atraviesa solamente el tejido. Un porcentaje bajo indica una buena reducción de la energía solar conseguida por el tejido.



Reflexión solar (Rs): proporción de la radiación solar reflejada por el tejido. Un porcentaje elevado indica una buena reflexión solar de la energía solar conseguida por el tejido.



Absorción solar (As): proporción de radiación solar absorbida por el propio tejido. Un porcentaje bajo indica una baja absorción de la energía solar conseguida por el tejido.



Ts + Rs + As = 100% de la energía solar

***g_{tot}* (factor solar):** porcentaje de energía solar que penetra efectivamente en el recinto a través del tejido y del acristalamiento. Un valor bajo indica un rendimiento térmico eficaz.

Para calcular el factor solar total, se utilizan dos normas de cálculo:

- EN 13363-1 – o método simplificado – calcula los valores aproximados de transmisión de energía solar (g_{tot}) de un dispositivo de protección solar combinado con el acristalamiento. Para este cálculo, los valores utilizados son los datos integrados (parámetros solares, ópticos y térmicos) del acristalamiento tipo C y del dispositivo de protección solar. El método de cálculo es sencillo y puede realizarse fácilmente con una hoja de cálculo.
- EN 13361-2 – o método detallado – calcula los valores más precisos de transmisión total de la energía solar (g_{tot}) de un dispositivo de protección solar combinado con el acristalamiento. Este cálculo se basa en los valores espectrales de transmisión y reflexión del dispositivo de protección solar combinado con el vidrio.

NOTA. La norma EN 14501 en su Anexo A define los acristalamientos de referencia, para comparaciones globales (acristalamiento desconocido) de persianas, celosías y toldos. El acristalamiento tipo C es un doble acristalamiento (4 mm plano + 16 mm de cámara + 4 mm plano) con capa de baja emisividad en posición 3 (superficie exterior del vidrio interior), cámara llena de argón (*U*=1,2 W/m²K y *g* = 0,59).

ÍNDICES DE CLASES TÉRMICAS SEGÚN LA NORMATIVA EN 14501:

CLASE (EN 14501)	0	1	2	3	4
Eficacia	Efecto minimo	Efecto pequeño	Efecto moderado	Eficiente	Muy Eficiente
g_{tot}	$g_{tot} > 0{,}50$	$0{,}35 < g_{tot} < 0{,}50$	$0{,}15 < g_{tot} < 0{,}35$	$0{,}10 < g_{tot} < 0{,}15$	$g_{tot} < 0{,}10$

Controlando la radiación solar que incide en un recinto a través de las ventanas y puertas exteriores, se puede regular el aporte energético recibido a través de estos elementos, contribuyendo de forma decisiva a mejorar el confort térmico en el recinto y disminuyendo los costes asociados a la climatización del edificio.

Este control de la radiación mediante tejidos de protección solar se puede realizar por el exterior del edificio (con cortinas enrollables, toldos verticales o mediante una envolvente textil de la fachada) o por el interior (cortinas enrollables).

Exterior:

Mediante la protección solar en el exterior se consigue reducir la temperatura interior del edificio, de forma más eficiente cuanto más bajo sea el valor de la transmisión solar (Ts).

Utilizando colores oscuros aumentaremos el confort térmico porque tanto la energía que refleje el tejido (Rs) como la que absorba (y reemita, ya que está en el exterior) (As) quedan fuera del recinto.

Ejemplo de los valores obtenidos para los distintos factores en función del color elegido: (Valor *g* calculado con un vidrio de tipo C según la norma europea UNE-EN 13363-1).

COLOR DEL TEJIDO	TRANSMISIÓN SOLAR (TS)	REFLEXIÓN SOLAR (RS)	ABSORCIÓN SOLAR (AS)	G_{TOT}^{EXT}
BLANCO	20	70	10	0,14
GRIS	8	46	46	0,08
NEGRO	3	6	91	0,07

Figura 26. *Textiles para protección solar*

Interior:

Si el objetivo es reducir la temperatura del recinto, mediante la utilización de tejidos como método de protección solar en el interior, se consigue una mejora en el confort térmico cuanto mayor sea el valor de la reflexión del tejido (Rs). Tanto la energía que atraviesa el textil (Ts) como la que éste absorba (As) quedan dentro del recinto, ya que la energía absorbida es reemitida hacia el interior.

Ejemplo de los valores obtenidos para los distintos factores en función del color elegido, esta vez con el sistema de protección solar en el interior: (Valor ***g*** calculado con un vidrio de tipo C según la norma europea UNE-EN 13363-1).

COLOR DEL TEJIDO	TRANSMISIÓN SOLAR (TS)	REFLEXIÓN SOLAR (RS)	ABSORCIÓN SOLAR (AS)	G_{TOT}^{INT}
BLANCO	9	63	28	0,36
GRIS	7	46	47	0,41
NEGRO	3	9	88	0,53

En el caso del uso del color blanco el 63% de la energía incidente queda fuera del recinto (Rs) mientras que con un tejido negro sólo el 9% queda fuera y el 91% restante penetra en el recinto.

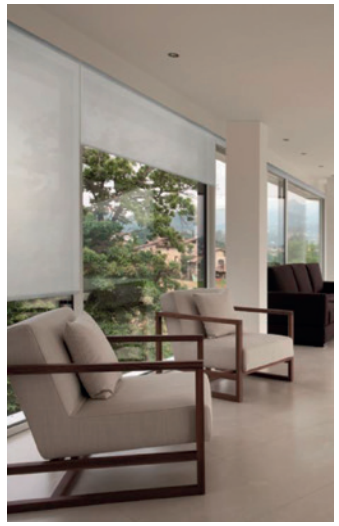


Figura 27.
Estores blancos de protección interior

Observando estas dos tablas comparativas del uso de los tejidos como sistemas de protección solar se puede comprobar que es mucho más eficaz el uso de la protección solar exterior que la interior.

Además, se pueden mejorar estos valores mediante la aplicación a los tejidos de tratamientos de baja emisividad (LowE). La emisividad de un material es su capacidad de emitir la energía recibida por efecto de conducción (calor/frío). Un tejido poco emisor limita el efecto de radiación hacia el interior de un recinto y reduce la sensación de frío en invierno y de calor en verano.

Utilizando este tipo de tejidos con tratamiento LowE se pueden llegar a alcanzar resultados como los siguientes:

COLOR DEL TEJIDO	TRANSMISIÓN SOLAR (TS)	REFLEXIÓN SOLAR (RS)	ABSORCIÓN SOLAR (AS)	G_{TOT}^{INT}
PLATA LowE	4	76	20	0,32

(Valores para el mismo tipo de acristalamiento que el comparado en el ejemplo de uso interior).

Figura 28.
Textiles para protección solar

CONFORT LUMÍNICO

Los factores lumínicos del tejido son:

Transmisión visible (o TL Transmisión Luminosa – Tvnh): porcentaje total de radiación luminosa de las longitudes de onda entre 380 y 780 nm (nanómetros), denominada espectro visible, que pasa a través del tejido (iluminación total).

Reflexión luminosa visible (Rvnh): porcentaje de radiación luminosa reflejado por el tejido.

Factor de transmisión difusa (Tdif): esta parte difuminada de la transmisión luminosa total tiene relevancia en el deslumbramiento y en el reconocimiento de formas (visión hacia el exterior / intimidad de noche). Un valor bajo indica un mejor confort visual.

También permite evaluar el carácter difuminador de una tela. Un valor alto indica un máximo de luz natural a través del tejido.

Las clases de prestaciones se evalúan según 5 niveles: 0 muy poco efecto, 1 poco efecto, 2 efecto moderado, 3 buenos resultados, 4 muy buenos resultados

ÍNDICES DE CLASES OPTICAS SEGÚN LA NORMA UNE-EN 14501:

CLASE (EN 14501)	0	1	2	3	4
Eficacia	Efecto minimo	Efecto pequeño	Efecto moderado	Eficiente	Muy eficiente
Tv %	Tv > 10	5 < Tv < 10	0 < Tv < 5	0 < Tv < 5	Tv = 0
Tvdif %			Tvdif > 2	Tvdif < 2	

Control del deslumbramiento:

Es la capacidad de un textil para controlar el nivel de iluminación en un recinto y reducir los contrastes lumínicos entre distintas zonas en el interior del campo de visión. Un color oscuro reduce los contrastes y es más eficaz que un color claro.

(Valor Tv calculado con un vidrio de tipo C según EN-13363-1:2006)

COLOR DEL TEJIDO	TRANSMISION VISIBLE (TV)	REFLEXIÓN VISIBLE (RV)	TV_{TOT}^{INT}
BLANCO	17	80	11
GRIS	3	17	2
NEGRO	1	5	1

Intimidad de noche:

Es la capacidad de un textil para proteger a los usuarios de la visión desde el exterior del edificio durante la noche, en condiciones normales de luminosidad. Los mejores resultados se consiguen con colores claros, translúcidos o con tejidos 100% opacos.

Visión hacia el exterior:

Es la capacidad del tejido de permitir una visión hacia el exterior. Un color oscuro favorece la transparencia y el reconocimiento de formas.

Figura 29. Textiles para protección solar

Uso de la luz natural:

Es la capacidad de un textil de optimizar la entrada de luz natural. El control de la aportación de luz natural permite reducir el consumo de luz artificial dentro del recinto.

Transmisión de la radiación ultravioleta:

Los tejidos de color claro permiten reducir el paso de los rayos UV en mayor medida que los de color oscuro, hasta llegar a los tejidos opacos que bloquean el 100% de la incidencia de estos rayos UV.

Cuanto más cerrado sea un tejido mayor capacidad tiene de bloquear el paso de estos rayos solares.

Figura 30. Textiles para protección solar – tejidos opacos

NORMA EUROPEA UNE-EN 14501

Los valores térmicos y ópticos, definidos según la norma europea UNE-EN 14501, permiten medir las prestaciones de protección solar de los tejidos. La norma se apoya en distintos criterios y determina las clases de confort:

- Para el confort térmico: el factor solar
- Para el confort visual: el control de la opacidad, la intimidad de noche, la visión hacia el exterior, el control del deslumbramiento y el uso de la luz natural

La norma define el factor solar total g_{tot} (tejido + acristalamiento) como la propiedad más importante para el confort térmico y el valor Tv (transmisión visible) para el confort visual

Índices térmicos y ópticos de los acristalamientos de referencia – EN 14501

ACRISTALAMIENTO DE REFERENCIA	TRANSMISIÓN TÉRMICA W/(M²K)	FACTOR SOLAR	TRANSMISIÓN LUMINOSA	REFLEXIÓN LUMINOSA
	U	g	Tv	Rv
A: acristalamiento sencillo incoloro	5,8	0,85	0,83	0,08
B: doble acristalamiento incoloro cámara rellena de aire	2,9	0,76	0,69	0,14
C: doble acristalamiento con capa de baja emisividad y cámara rellena de argón	1,2	0,59	0,49	0,29
D: doble acristalamiento reflectante con capa de baja emisividad y cámara rellena de argón	1,1	0,32	0,27	0,29

Fachada Textil:

Por fachada textil se entiende una envolvente de la fachada, en forma de segunda piel, que a través de un sistema fijo y ligero aporte control térmico y lumínico a un cerramiento acristalado, con el añadido de permitir jugar con la volumetría de la fachada.

Compuesto por un sistema soporte (mediante cuadros, bastidores, perimetría tubular o cualquier otro tipo de anclaje) que fijado a la fachada, tensa un tejido de poliéster recubierto de PVC, que es el encargado de aportar el control de las radiaciones solares permitiendo a su vez una adecuada transmisión de luz visible (Tv) que facilite la visión hacia el exterior por transparencia del tejido.

COLOR DEL TEJIDO FACHADA TEXTIL	TRANSMISIÓN SOLAR (TS)	REFLEXIÓN SOLAR (RS)	ABSORCIÓN SOLAR (AS)	g_{TOT}^{EXT}	TV
Azul Oscuro	8	23	69	0,19	23

Figura 31. *Fachadas textiles*

Conclusiones: el confort térmico, el confort lumínico, así como la visibilidad, dependen directamente del color elegido, de la estructura del tejido, de la composición y tratamiento de los materiales con los que esté confeccionado, y de la ubicación del sistema de protección solar.

3.5. LÁMINA ETFE

El ETFE es un fluoropolímero fuerte, resistente y transparente. Constituye una alternativa a los materiales convencionales avalada por aplicaciones existentes desde hace más de 25 años.

Se trata de un material de larga durabilidad, que ofrece posibilidades muy amplias en sus formas y geometrías para proyectar edificios innovadores y espectaculares.

El bajo peso de las láminas y del sistema de fijación supone un menor consumo en estructura soporte y, en definitiva, un ahorro económico importante, más aún en estructuras de grandes luces y superficies elevadas.

Características principales:

- Peso reducido, aproximadamente 175 g/m2 para una lámina de 100 µm
- Alta transparencia (95% luz visible /85% luz ultravioleta)
- Excelente comportamiento al fuego (B-s1, d0, según EN 13501- 1:2007)
- Impermeable
- Autolimpiable con agua de lluvia
- Permeable a los rayos UVA, impide el paso de los rayos UV-C
- Mínimo mantenimiento
- Muy resistente a la intemperie
- Reciclable
- Buena resistencia al impacto (granizo, etc.)
- No tiene deterioro mecánico visible
- No se decolora ni endurece

Aplicaciones: Zoológicos, cubiertas de grandes dimensiones, centros comerciales, oficinas, estadios deportivos, lucernarios, edificios convencionales, etc.

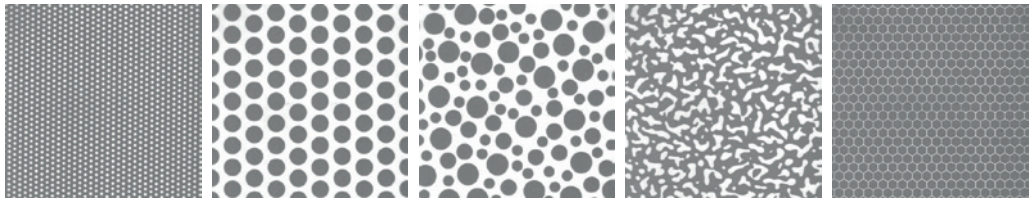
Características técnicas de la lámina transparente:

PROPIEDADES	UNIDAD	MÉTODO DE ENSAYO	VALORES TÍPICOS
Densidad	g/cm^3	DIN 53479	1,75
Resistencia a la tracción longitudinal	N/mm^2	UNE-EN ISO 527-1	>40
Resistencia a la tracción transversal	N/mm^2		>40
Alargamiento a la rotura longitudinal	%	UNE-EN ISO 527-1	>300
Alargamiento a la rotura transversal	%		>300
Desgarro de la resistencia longitudinal	N/mm^2	DIN 53363	>300
Desgarro de la resistencia transversal	N/mm^2	on trapezium	>300
Transmisión de luz total	%	DIN 5036-Ulbricht sphere	>90
Clasificación al fuego		EN 13501-1:2007	B-s1, d0

Sobre este material se pueden imprimir diferentes diseños, ya sea estandarizados o personalizados, o añadir color según la gama RAL, consiguiendo un control solar adecuado.

En la figura 32 se pueden observar diversos acabados del ETFE en lámina impresa.

Figura 32. *Acabado del ETFE*



En la siguiente figura 33 se incluye el acabado del ETFE en lámina de color según la gama RAL.

Figura 33. *Acabado del ETFE en lámina de color*

Las características de este material permiten también su combinación con sistemas de iluminación.

Figura 34. *ETFE en combinación con sistemas de iluminación*

3.6. PLACAS COMPACTAS y HPL (High Pressure Laminate)

Las placas compactas y HPL son uno de los materiales utilizados por arquitectos para dar continuidad a la fachada en el hueco con un material de excelente comportamiento a la intemperie y control solar.

Las placas compactas y HPL se utilizan como revestimiento en fachadas ventiladas en España desde principios de los años 90 y en Europa desde hace 50 años, y las primeras aplicaciones en control solar datan de finales de los 90 en las Islas Canarias en España. Sin embargo, la primera aplicación HPL como control solar fue realizada en un edificio de oficinas en Deft, Holanda. Su origen, como sobremesas en laboratorios, ha dotado este material de elevadas prestaciones a los agentes químicos. Aunque hay diferentes tecnologías, se basa en un núcleo de virutas de madera de un 70% o bien en hojas de celulosa con un contenido aproximado de un 60%. El resto del material son resinas termoestables y retardantes al fuego que confieren al material la protección al agua, fuego, agentes químicos y bióticos necesaria para que la madera y la celulosa no pierdan sus propiedades mecánicas.

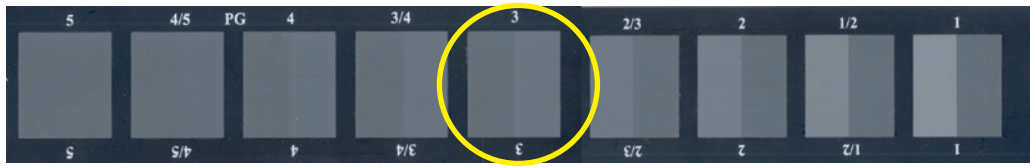
NORMA DE PRODUCTO Y PRESTACIONES

La norma UNE-EN 438, en su apartado 6, define dos tipos de materiales para exteriores HPL, aquellos cuya aplicación es temporal EGS y aquellos para una aplicación permanente, como son las fachadas de edificios EDS. También define el material EDF, con una clasificación de reacción al fuego B-s2,d0 para ≥ 6 mm según la norma UNE-EN 13501-1.

La norma define también unos mínimos de estabilidad a los UV en la gama de laminados compactos para exteriores. Para ello, establece varios ensayos con el fin de garantizar no solamente la estabilidad del color superficial expuesto a los UV sino también la integridad de todo el material. El ensayo de choque climático según la norma UNE-EN 438-6.19 , el ensayo de resistencia a la luz ultravioleta UNE-EN-438-6.28 y finalmente el ensayo de resistencia a la intemperie artificial en una cabina de ensayo de Xenon de 3000 h, con ciclos de aspersión de agua sobre la superficie, lo que permite establecer unas propiedades mínimas del material para poder utilizarse en exteriores.

Esta batería de ensayos aprobada en la primera edición de la norma UNE-EN-438:2005 se ha mantenido en la actualización del 2016 y permite mantener una calidad en los productos para exteriores de los HPL.

Los resultados del ensayo de resistencia a la luz ultravioleta y resistencia a la intemperie artificial son contrastados con la escala de grises definida por la norma ISO 105-A2. Su valor de contraste debe ser ≥ 3.



Escala de Grises. Valores mínimo de norma para contraste simulando 10 años de exposición a los UV en Europa Occidental.

Sin embargo, muchos fabricantes han desarrollado tecnologías para aumentar su resistencia a los UV como son diferentes films acrílicos, láminas PVDF o la tecnología EBC, que han permitido mantener la estabilidad del color en obras de más de 20 años en España con valores 4-5 según la escala de grises.

La aplicación de las placas compactas como protección solar viene de la mano de empresas del sector y de la innovación de arquitectos con el objetico de solucionar el cerramiento con un material uniforme, idóneo para aplicaciones exteriores.

Véase la figura 35 de la Escuela de Arte en Burgos, donde se combina el cerramiento con placas compactas en los huecos continuos con un sistema. En esta ocasión, los arquitectos plantean una caja de azul intenso para las aulas con protección solares verticales móviles con el mismo material.

Figura 35. *Escuela de Arte en Burgos 2006. Fachada y Lamas Verticales. Primitivo González Arquitectos*

DISEÑO DEL SISTEMA PROTECCIÓN SOLAR

Las placas compactas y HPL son materiales que permiten adaptarse a toda tipología de obra, ya sea, obra nueva o rehabilitación. Sus grandes formatos, ligereza, diferentes grosores y durabilidad a todo tipo de ambiente, ya sea, en el interior o en costa, a nivel del suelo o grandes alturas y sus infinitos acabados y texturas hacen de él un material idóneo para el control solar en multitud de proyectos en España y en diferentes climatologías.

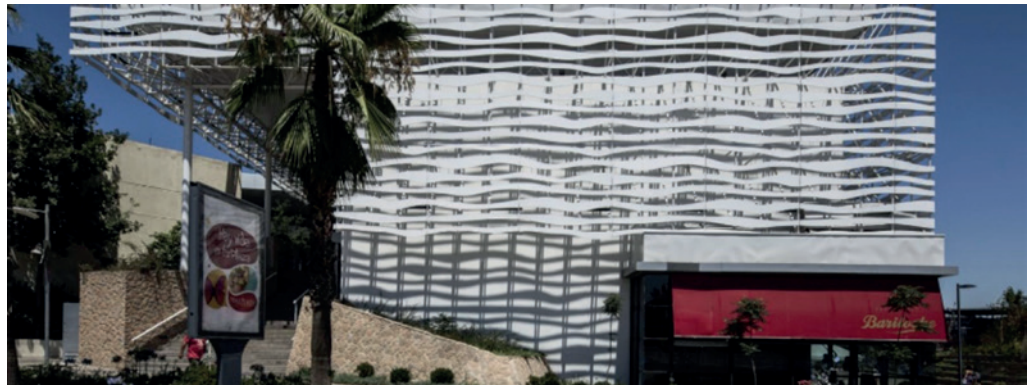


Figura 36. *Aires Mall Plaza Oeste 2014 , Santiago de Chile. Lamas horizontales Sinusoidales. Luis Villanueva Arquitectos Lda.*

La flexibilidad de las placas compactas permite utilizarlo para diferentes tipologías de protecciones solares en vertical u horizontal, con formas geométrica rectas o curvas como es el caso de Centro Comercial Plaza Oeste en Santiago de Chile.

Su fácil mecanización, equilibrio entre su peso y rigidez, permiten multi fresados según el diseño o la necesidad de iluminación. Véase el ejemplo de los Apartamentos en China con placas fresadas en ranuras horizontales para tamizar la iluminación.

Figura 37. *Tianjing Guoming Centre en China 2008. Lauyinzhihua Design Group*

La simbiosis diseño arquitectónico con empresa del sector de control solar ha permitido personalizar cada proyecto con soluciones únicas en proyectos por toda la geografía de España. Las soluciones van desde lamas verticales y horizontales manuales hasta soluciones domotizadas. Se muestra a continuación el ejemplo de un Centro Asistencial con lamas verticales domotizadas cerrando el cerramiento completo de fachada.

Figura 38. *Centro Asistencial en Zaragoza. TAMILUZ y Arquitectos Carroquin&Finner*

4 Descripción de los productos

4. Descripción de los productos

Se incluye como introducción a este apartado una clasificación genérica de los sistemas de protección solar.

INTERIOR:

FACHADA DE DOBLE PIEL DE VIDRIO

Veneciana interior
Estor enrollable

INTERIOR

Estor enrollable
Veneciana
Panel deslizante (panel japonés)
Lamas verticales
Cortina riel

EXTERIOR:

ESTÁTICA Celosías fijas
Sistemas textiles fijos
Vidrios de control solar
Vinilos
Sistemas de lámina ETFE
Aleros y voladizos
Sombras de edificios cercanos

DINÁMICA Sistemas textiles dinámicos
- Panel deslizante
- Panel de lamas

Persianas
- Enrollables
- Enrollables orientables

Veneciana exterior

Mosquiteras

Toldos de fachada
- Sistemas de brazo
- Estor vertical exterior (cremallera, cable, guía varilla acero)
- Marquisoletas

Mallorquinas
- Abatibles
- Correderas
- Librillo

Celosías orientables
- Verticales
- Horizontales

Sistemas para terrazas (toldos, pérgolas, marquesinas, velas y parasoles)

Los materiales de los diferentes sistemas pueden ser: aluminio, textil, PVC, madera, acero, hormigón, polimeros, HPL.

Se realiza a continuación la descripción de los sistemas anteriores (definiciones incluidas en la norma europea UNE-EN 12216. Persianas, celosías exteriores y celosías interiores. Terminología, glosario y definiciones).

4.1. SISTEMAS DE PROTECCIÓN SOLAR POR EL INTERIOR

• Cortina veneciana

Producto formado por lamas horizontales que pueden orientarse. Pueden replegarse.

La principal ventaja es que permiten regular la cantidad y la orientación de la luz solar. Las lamas de la celosía evitan que penetre la luz directa no deseada.

Son ideales para cuartos de baño y cocina al tener una excelente resistencia a la humedad.

Figura 39.
Cortina veneciana

Figura 40.
Cortina veneciana de aluminio

• Cortina interior enrollable o estor

Producto formado por una hoja de material que puede replegarse por enrollamiento.

La principal ventaja es que permite atenuar la luz solar y decorar.

Figura 41. *Cortina enrrollable*

Figura 42. *Estor*

El mejor resultado se obtiene combinando dos colores en el mismo tejido:

- Los **colores oscuros** reducen los deslumbramientos y aseguran una buena visibilidad hacia el exterior, sin embargo, dada su gran capacidad de absorción, emiten demasiada radiación al interior de la estancia.
- Con colores claros se obtiene la máxima reflexión.

Los tejidos microperforados con tratamiento LowE reducen la emisividad al interior del recinto y a la cámara de aire entre el tejido y el vidrio favoreciendo, además, la reflexión.

Los tejidos microperforados permiten una buena visibilidad desde el interior al exterior preservando, a su vez, la privacidad diurna al evitar la visibilidad desde el exterior hacia el interior. La privacidad nocturna puede conseguirse disponiendo, en el exterior, focos que iluminen al tejido o con tejidos Black Out y DimOut.

En estos sistemas cobran especial relevancia los requisitos de seguridad que marca la norma UNE-EN 13120:2010+A1:2014. Celosías interiores. Requisitos de prestaciones incluyendo la seguridad.

Así hay que advertir al usuario de los riesgos para niños pequeños y tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Los niños pequeños pueden estrangularse debido a lazos en las cuerdas de estirado, cadenas, cintas y cuerdas interiores que maniobran el producto.
- Para evitar los estrangulamientos y el enredado de las cuerdas, hay que mantenerlas fuera del alcance de los niños pequeños. Las cuerdas pueden enredarse alrededor del cuello de un niño.

- Alejar las camas, cunas y mobiliario de estos accionamientos.
- No entrelazar las cuerdas. Asegurar que las cuerdas no se enredan y forman un lazo.
- Instalar y utilizar los dispositivos de seguridad incluidos de conformidad con las instrucciones de cada sistema, para reducir así los riesgos de accidente.

Tres ejemplos de sistemas de protección infantil para cuerdas / cadenas / cintas:

- **Sistema de acumulación:**

  Este sistema tiene que asegurar que la longitud total de las cuerdas /cadenas, pueda acumularse y retenerse en cualquier posición de la cortina, incluyendo cuando está totalmente replegada.

  Este sistema debe instalarse a una distancia mínima de **1,50 m** desde el pavimento hasta el extremo inferior de la cuerda / cadena.

- **Sistema fijo de tensionado:**

  Este sistema debe evitar que se aflojen las cuerdas / cadenas de estirado en forma de lazo, y asegurarnos de que quedan tensionadas y retenidas de forma segura.

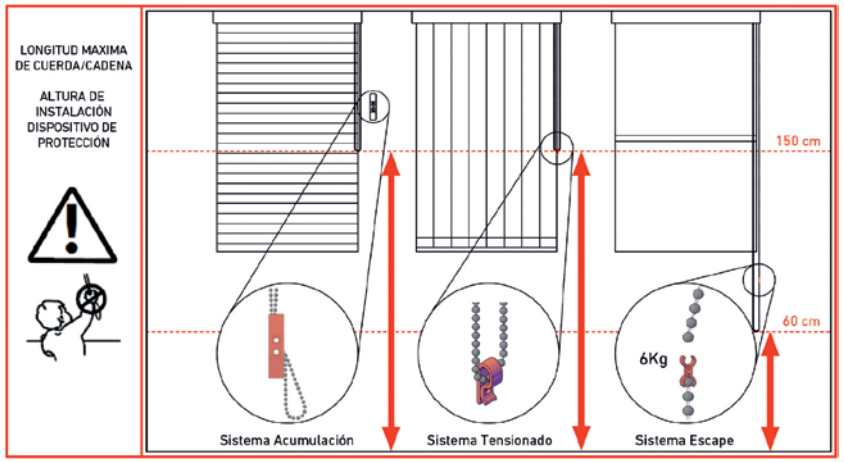
  Este sistema debe instalarse a una distancia mínima de **1,50 m** desde el pavimento hasta el extremo inferior de la cuerda / cadena.

- **Sistema de escape:**

  Este sistema de seguridad puede usarse en cuerdas / cadenas de estirado, para asegurar que el lazo se deshaga cuando se aplica una fuerza de 6 Kg a las cuerdas / cadenas.

  Este sistema debe instalarse a una distancia mínima de **0,60 m** desde el pavimento hasta el extremo inferior de la cuerda / cadena.

Figura 43. *Ejemplos de sistemas de protección infantil*



• Panel deslizante

Sistema de paneles deslizantes, especialmente indicado para grandes huecos acristalados y para separación de ambientes.

Figura 44. *Paneles deslizantes*

• Cortina vertical

Producto formado por bandas verticales que pueden ser orientables. Puede replegarse por deslizamiento sobre un lado, dos lados o el centro.

Figura 45. *Cortina vertical*

• Cortina plisada

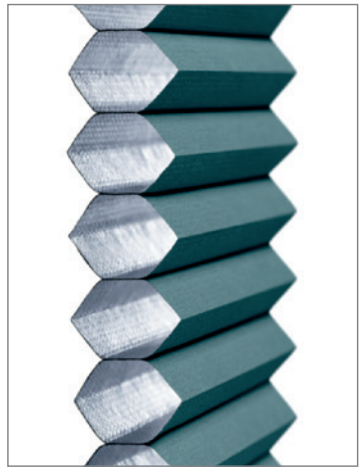
Producto formado por un material plisado y que puede replegarse por plegado.

La principal ventaja es que permite que pase sólo la cantidad de luz deseada, en función de la regulación de la posición.

Figura 46. *Cortina plisada*

Las cortinas plisadas pueden proporcionar mayor aislamiento si se fabrican con tejidos y recubrimientos especiales, reduciendo la pérdida de calor a través de la misma.

Figura 47. *Cortina plisada de máximo aislamiento*



• Cortina plegable

La característica primordial de este sistema es la caída natural de la tela.

Figura 48. *Cortina plegable*

• Cortina riel

Figura 49. *Cortina riel*

Manual de Protección Solar del cerramiento (Persianas, toldos y textiles)

• Cortina enrollable integrada en la ventana

Producto que aporta un alto nivel de exclusión de luz.

Figura 50. Cortina de oscurecimiento

4.2. SISTEMAS DE PROTECCIÓN SOLAR POR EL EXTERIOR

Existen numerosos tipos de protección solar. Se diferencia entre protección solar estática y dinámica.

4.2.1. Protección solar estática

• Voladizos fijos

Instalados de forma continua debajo de una estructura portante. Disponer de un voladizo mantiene la visión hacia el exterior completamente despejada. Cuando el sol está muy elevado, en temporada de verano, da un buen sombreamiento. En el invierno, por el contrario, cuando el sol está bajo, permite que la radiación solar entre en el edificio.

Figura 51. Voladizos fijos

• Lamas de aluminio

Instaladas de forma vertical u horizontal delante de las ventanas fijadas sobre una estructura portante, anclada en la fachada. Las características de este tipo de instalaciones, y el hecho que las lamas – fijas u orientables- quedan siempre delante del acristalamiento, hace que pocas veces se utilice este sistema en viviendas, más bien se emplean en proyectos de edificios de otros usos. La producción de un sistema semejante siempre se hace a medida y el montaje debe realizarlo un instalador reconocido, fachadista o especialista en construcciones metálicas.

Figura 52. Lamas de aluminio

Figura 53. Lamas de aluminio

Figura 54. Celosía fija

Figura 55. Celosía fija

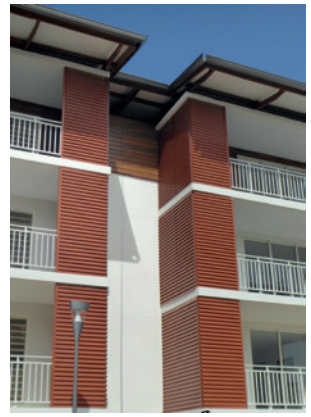


Figura 56. Celosía fija

Figura 57. Celosía fija

Figura 58. Protección solar estática

SISTEMAS TEXTILES FIJOS

Paneles de tejido pretensados construidos con marcos de perfiles de aluminio extrusionado sobre el que se fija una membrana textil. El panel completo se coloca en obra a través de una estructura secundaria formada por rastreles o soportes.

Se pueden utilizar diferentes tipos de tejido, ya sean cerrados traslúcidos o abiertos tipo rejilla. Estos últimos son los más utilizados habitualmente, pues tienen una buena transparencia. Permite también el uso de diferentes tipos de materiales: fibra de poliéster/PVC, fibra de vidrio/silicona, o fibra de vidrio/ETFE.

Con este sistema se obtiene transparencia, confort, aislamiento térmico y ahorro energético. Es resistente a la deformación.

Sistema indicado tanto para rehabilitación de fachadas como para el control solar de fachadas tipo muro cortina.

Existen dos sistemas:

Sistemas industrializados de paneles textiles: Paneles fabricados en medidas que suelen limitarse al transporte y al ancho del material. Así pues el ancho máximo suele ser de 2,5 m y la longitud también es variable aunque una medida aconsejada para el buen manejo, es inferior a 6 m.

Manual de Protección Solar del cerramiento (Persianas, toldos y textiles)

Figura 59. Sistemas industrializados de paneles textiles

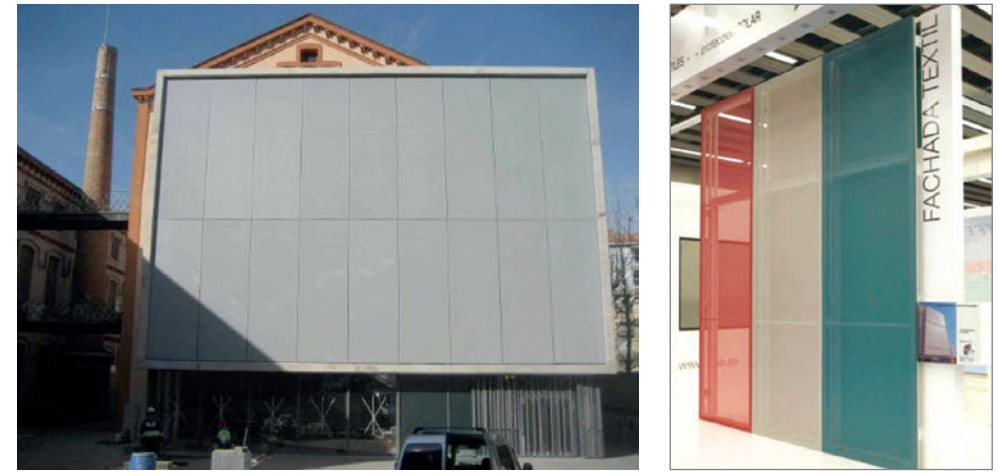
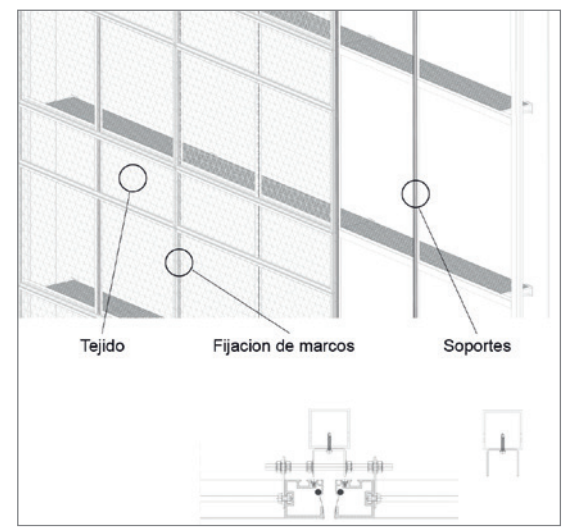
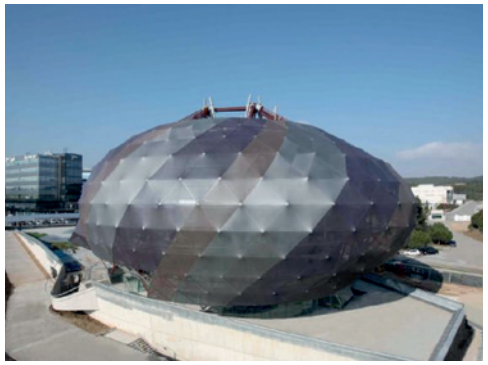


Figura 60. Fijación de sistemas industrializados de paneles textiles



Sistemas envolventes: Sistema textil pretensado en obra, permitiendo resolver geometrías complejas y así obtener libertad de formas. Permite realizar envolventes más grandes sin juntas, todo en una única pieza, limitándose a criterios de manejo, o sustitución.

Figura 61. Sistemas envolventes

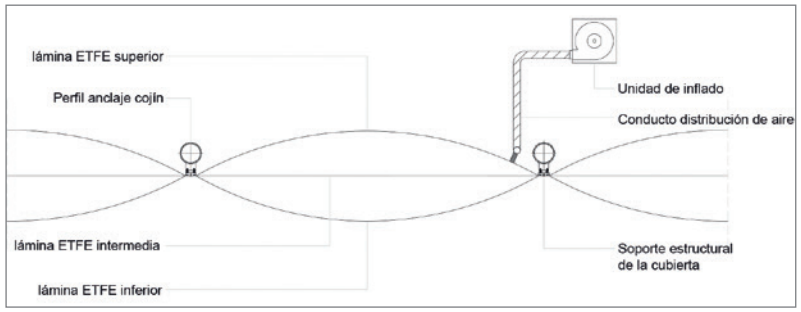


SISTEMAS DE LÁMINA ETFE

1.- Multicapa (cojines inflados):

Se construyen con dos o más láminas de ETFE cerradas en su perímetro y fijadas al sistema de anclaje perimetral. Precisan de un sistema de inflado de aire de baja humedad y baja presión, que se produce mediante una unidad compuesta por ventiladores y red de distribución de tubos. Se controla mediante un sistema inteligente que activa y desactiva la unidad de inflado para que la presión se mantenga dentro del rango establecido.

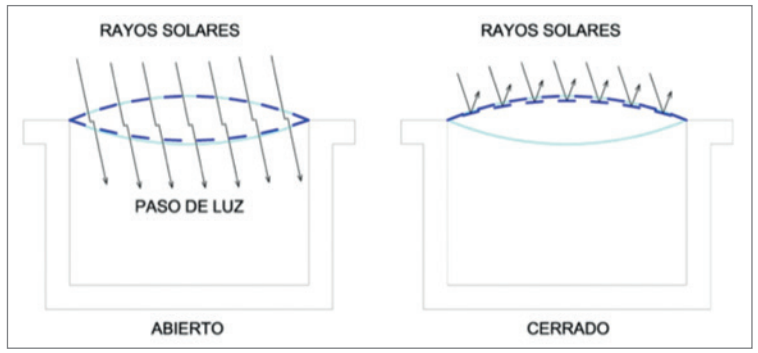
Figura 62. Sistemas de lámina ETFE de cojines inflados



Existe también la posibilidad de que la lámina intermedia se pueda desplazar. En este caso, la combinación de una lámina superior impresa con una lámina intermedia móvil impresa en negativo en relación a la superior, permite modificar el paso de luz a través del cojín, teniendo una posición de invierno y una de verano.

El llenado o vaciado del aire en cada una de las cámaras, hace que la lámina intermedia descienda con lo que habrá un mayor paso de luz, o que ascienda y por tanto se reduzca el paso de luz al acercarse a la lámina superior.

Figura 63. Posición lámina intermedia en sistemas de lámina ETFE de cojines inflados



2.- Monocapa:

Se construyen mediante una sola lámina de ETFE.

Figura 64. Sistemas de lámina ETFE monocapa

En general esta configuración de una sola capa se adopta cuando no es necesario tener un aislamiento térmico elevado. Si las dimensiones de la lámina son grandes, se deben introducir cables de refuerzo para contribuir a la resistencia de la membrana. A modo orientativo estos cables se pueden situar con un espaciado de 1 m entre cada uno de ellos.

4.2.2. Protección solar dinámica

• Sistemas textiles dinámicos

Paneles de tejido pretensados construidos con marcos de perfiles de aluminio extrusionado sobre el que se fija una membrana textil. El panel completo se coloca en obra a través de una estructura secundaria formada por rastreles o soportes.

Se pueden utilizar diferentes tipos de tejido, ya sean cerrados traslúcidos o abiertos tipo rejilla. Estos últimos son los más utilizados habitualmente. Permite también el uso de diferentes tipos de materiales: fibra de poliéster/PVC, fibra de vidrio/silicona, o fibra de vidrio/ETFE.

Con este sistema se obtiene transparencia, confort y aislamiento térmico, ahorro energético. Es resistente a la deformación.

Sistema indicado tanto para rehabilitación de fachadas como para el control solar de fachadas tipo muro cortina.

Existen dos sistemas:

Panel deslizante: paneles colocados con guías horizontales para permitir su desplazamiento.

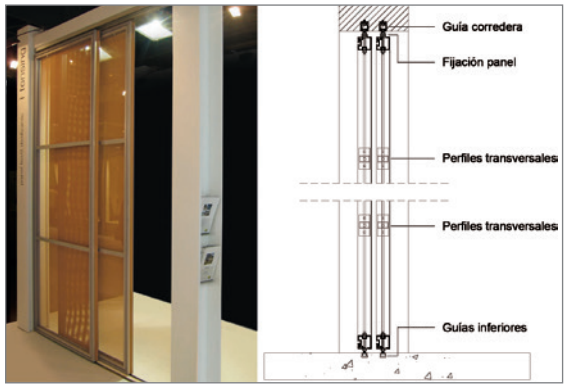


Figura 65. *Panel deslizante*

Panel de lamas: paneles dotados de un sistema móvil motorizado, permitiendo el giro y su orientación sobre un eje, adaptándose a la posición del sol.

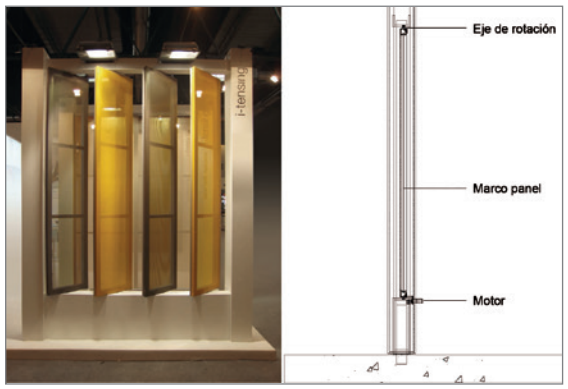


Figura 66. *Panel de lamas*

• Persianas

Persianas enrollables

Producto formado por lamas horizontales rígidas (de PVC, banda de aluminio perfilada, rellena o no de poliuretano, y aluminio extrusionado son los más habituales por su ligereza y resistencia al deterioro) interconectadas, que se deslizan por raíles guía. El repliegue se efectúa por enrollamiento.

Posiblemente el sistema más tradicional en España de protección solar.

Mediante su sistema de elevación detiene los rayos solares antes de que incidan en la ventana, protegiendo del calor sin perjuicio de la entrada de luz natural y asegurando el confort interno tanto en verano como en invierno.

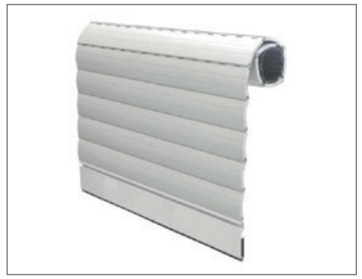
La persiana enrollable contribuye al aislamiento térmico y acústico de la vivienda al constituir una barrera física. Debido a estas características de atenuación es recomendable tanto en climas fríos como cálidos y en todas las estaciones.

Por lo general instaladas por el exterior del cerramiento hacen de protector de la fachada formando una cámara de aire entre el cerramiento y la fachada. Mejoran el aislamiento térmico al disminuir la transmitancia térmica, contribuyendo a conservar el clima del interior de la vivienda y reducir el consumo energético (calorías-frigorías).

Desde el punto de vista de los requisitos de calidad orientativos relativos a persianas enrollables de ventanas se puede consultar el Guía editada por ASEFAVE con información al respecto. En la Guía se analizan criterios orientados a la prescripción de estos productos, desde el punto de vista de materiales, criterios estéticos, opacidad, ruido, agentes externos, durabilidad, ahorro energético, seguridad, etc. Además, la guía incorpora criterios de instalación.

Más información:
https://www.asefave.org/publicaciones/guia-orientativa-calidad-persianas-enrollables-ventanas

Figura 67. *Persiana enrollable*



La norma UNE-EN 12216 describe diferentes tipos de accionamiento para la persiana. Actualmente en el mercado están disponibles con **accionamiento** manual mediante cinta, cardan o torno, y eléctrico mediante motor con o sin sensores.

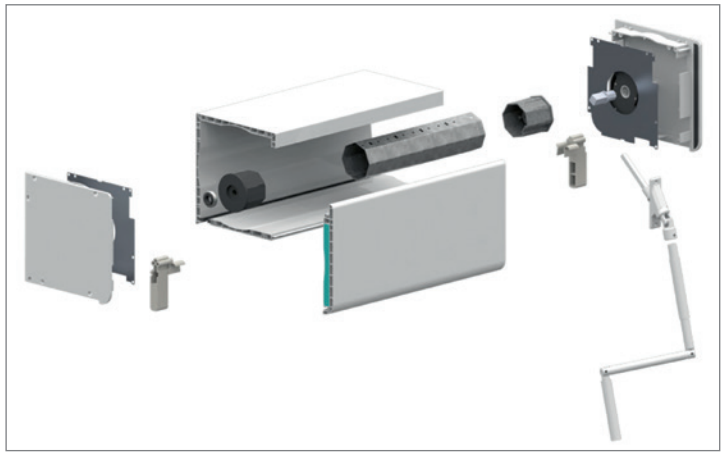
Manual de Protección Solar del cerramiento (Persianas, toldos y textiles)

- Accionamiento a cinta: es un sistema muy cómodo y es probablemente el más conocido. Si la persiana no es muy grande ni sus lamas muy pesadas es un sistema ideal porque aúna comodidad de uso con economía. No es apto para persianas muy pesadas.

Figura 68. *Accionamiento a cinta.*

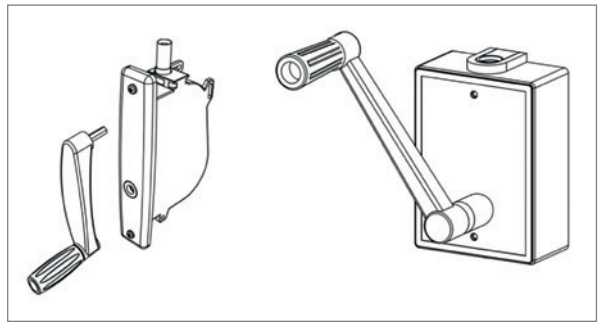
- Accionamiento a cardan: es un sistema habitual en toldos pero es muy poco usual en persianas en nuestro país. Una de sus ventajas es el accionamiento (la manivela) que puede ser retirado, pero no se considera un accionamiento cómodo ni rápido, con el que los usuarios en nuestro país no están familiarizados.

Figura 69*. Accionamiento a cardan*



- Accionamiento a torno: incluye una manivela que se gira respecto a un eje horizontal. Al igual que en el caso del cardan, la manivela puede ser retirada, siendo probablemente su principal ventaja. Como en el caso del cardan, su accionamiento no es cómodo ni rápido, ni los usuarios, en general, están familiarizados con este sistema en nuestro país.

Figura 70*. Accionamiento a torno*



- Accionamiento a motor: está experimentando un gran crecimiento en los últimos años. Sus ventajas a nivel de eficiencia energética y acústica al reducir la posibilidad de pérdida de aire del cajón que sí se pueden encontrar en la cinta hacen que sea un elemento muy adecuado para el cumplimiento normativo. Además, posibilita la domótica y la conexión al móvil empleando el modelo adecuado. El motor puede ser mecánico, radio o radio de comunicación bidireccional. Se pueden añadir sensores para incorporar automatismos. Este tipo de accionamiento se desarrolla en un apartado posterior.

Figura 71*. Accionamiento a motor*

Actualmente en el mercado están disponibles con accionamiento manual, eléctrico o con sensores.

Las lamas que conforman la persiana pueden ser de PVC, aluminio o madera, aportando cada material unas características concretas a la persiana.

Manual de Protección Solar del cerramiento (Persianas, toldos y textiles)

1. Lamas de PVC: son muy ligeras, proporcionan un elevado aislamiento y son económicas.

Figura 72. *Lamas de PVC*

Figura 73. *Composición lamas de PVC*

2. Lamas de aluminio

- Aluminio perfilado rellenas de poliuretano: ligeras y con gran capacidad de aislamiento.

Figura 74. *Lamas de aluminio perfilado*

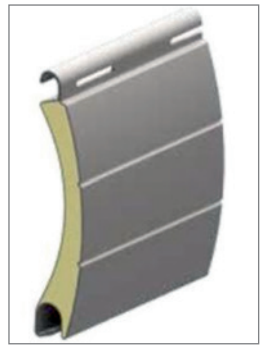


Figura 75. *Composición lamas de aluminio*

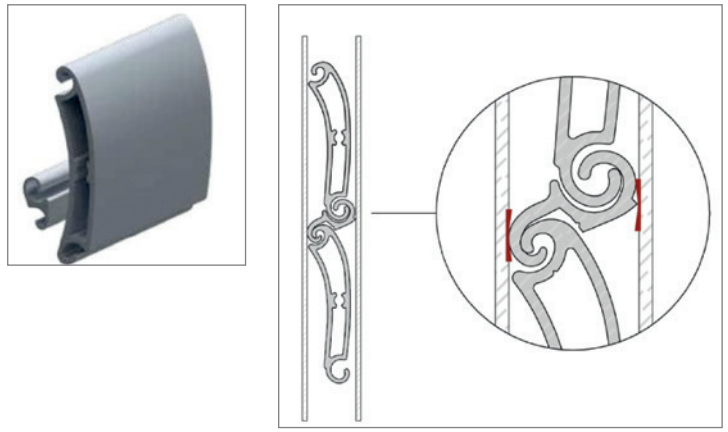
- Aluminio extrusionado: aportan mayor seguridad y mayor resistencia al viento.

Figura 76. *Lamas de aluminio extrusionado*

En aluminio existe una amplia variedad de soluciones, entre las más importantes destacan:

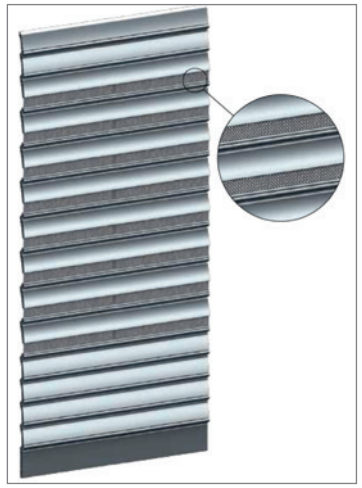
- Sistemas autoblocantes: cuando se requiere un nivel alto de seguridad. Gracias a un perfil de bloqueo colocado entre las lamas, que cuando gira, produce rozamiento con los laterales de las guías. Cuando la persiana está cerrada completamente y los perfiles de bloqueo girados, es prácticamente imposible levantar la persiana.

Figura 77. *Sistemas autoblocantes*



- Sistemas microperforados: además de ofrecer las mismas funciones que una persiana de aluminio normal o autoblocante, en una posición determinada, permiten la ventilación, el paso de la luz, y además impiden el paso de insectos.

Figura 78. *Sistemas microperforados*



- Sistemas basculantes y orientables: además de ofrecer las mismas funciones que una persiana de aluminio normal o autoblocante, gracias a la orientación de algunas de sus lamas cuando la persiana se encuentra en una posición determinada, permiten la ventilación y el paso de la luz, además este sistema puede combinarse con un sistema microperforado, impidiendo así el paso de insectos.

Figura 79. *Sistemas basculantes y orientables*

3. Lamas de madera: además de las persianas enrollables con lamas de madera, es relevante nombrar en este apartado uno de los productos más tradicionales y típicos de nuestro país, la "Alicantina". Aunque se suele asociar a la persiana, la alicantina técnicamente al no ir guiada no es una persiana. Es un producto tradicional muy empleado por arquitectos y diseñadores para dotar a la vivienda de un sistema de protección solar, que permite la ventilación, que se integra perfectamente en edificios tradicionales posibilitando actuaciones especiales en edificios singulares y que está integrado perfectamente en nuestra cultura.

Figura 80. *Lamas de madera*

En el anexo V se incluye el cálculo para el dimensionado y selección de persianas.

Cortinas alicantinas

Figura 81. Cortina alicantina

Persiana enrollable orientable

Este tipo de producto es aconsejable por sus prestaciones: sube, baja y a voluntad se puede orientar las lamas para proteger frente a las inclemencias climatológicas del exterior y así conseguir el bienestar de los usuarios del edificio.

A voluntad o con automatismos se puede controlar la cantidad de luz que se desee en el interior del recinto sin renunciar a la visión y deteniendo los rayos solares para que no penetren en la vivienda.

Figura 82. Persiana enrollable orientable

Figura 83. Persiana enrollable orientable

En combinación con sensores de luz y temperatura se puede crear una fachada dinámica, la cual permite proteger al usuario y, a la vez, conseguir una mayor eficiencia energética y ahorro.

Se muestran a continuación tres esquemas de los sistemas de montaje para persianas enrollable orientable (graduables):

Figura 84. Sistemas de montaje para persianas enrollables graduables

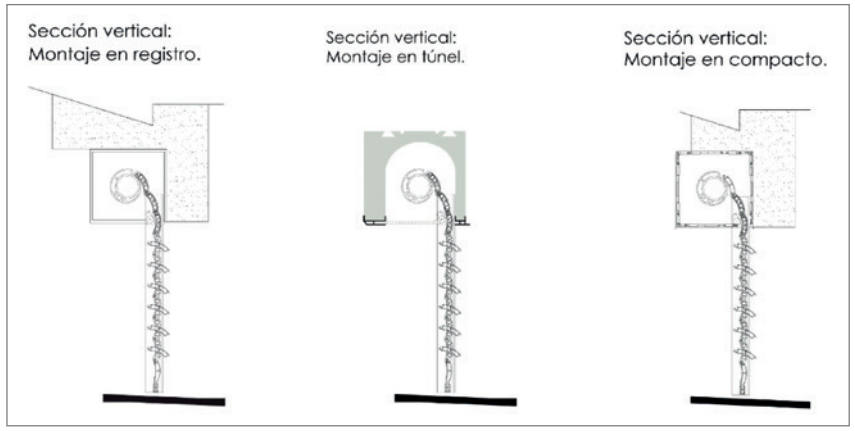


Figura 85. Persiana enrollable graduable

Figura 86. Persiana de cubierta inclinada

Manual de Protección Solar del cerramiento (Persianas, toldos y textiles)

Cajones de persiana

Según sea su instalación, se pueden clasificar en tres grandes grupos:

1. Sistema compacto: el cajón de la persiana se coloca encima de la ventana formando un bloque uniforme que simplifica la instalación. Además facilita el acceso al mecanismo interior para mantenimiento y reparaciones.

Figura 87. *Sistema compacto*

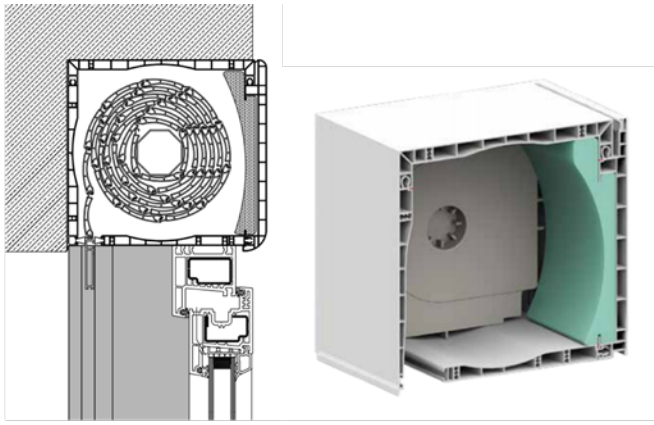
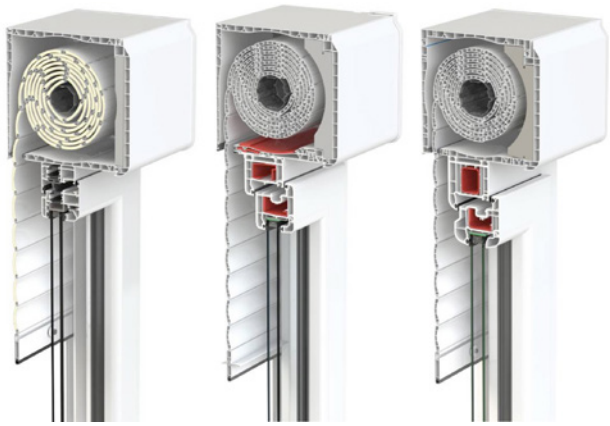


Figura 88. *Detalle cajón de persiana compacto*

Figura 89. *Detalle interior cajón de persiana*

Figura 90. *Detalles interiores de cajones de persiana*



2. Sistema mini o exterior: para incorporar una persiana en una ventana que no la tiene y no se pretende realizar obra. El cajón no queda encima de la ventana, sino que se instala por el exterior, delante de la ventana o sobre la fachada.

Figura 91. *Sistema mini o exterior*

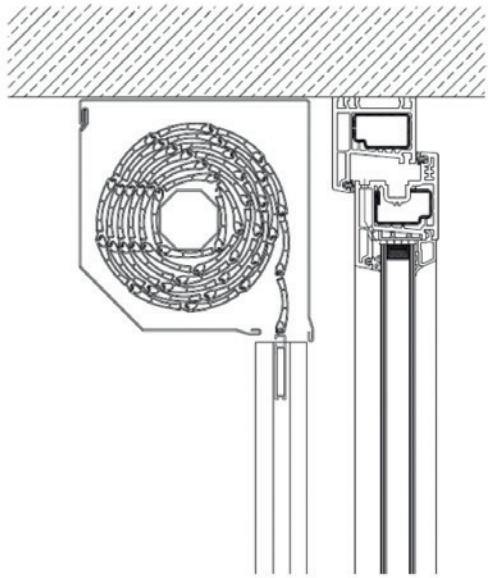


Figura 92. *Detalle cajón de persiana por el exterior*

3. Sistema integrado en obra: está pensado para que quede totalmente oculto en la obra. Con este sistema, una vez realizada la instalación no se aprecia nada en el interior o exterior de la vivienda. Además, permite obtener grandes niveles de aislamiento tanto térmico como acústico.

Figura 93. *Sistema integrado en obra*

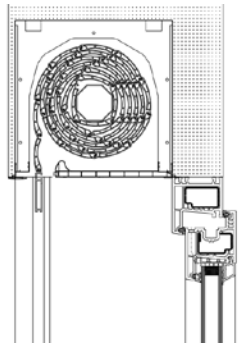
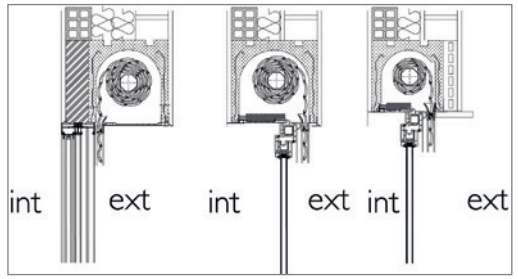


Figura 94. *Ejemplo sistema integrado en obra*

Figura 95. *Detalles constructivos del sistema integrado en obra*



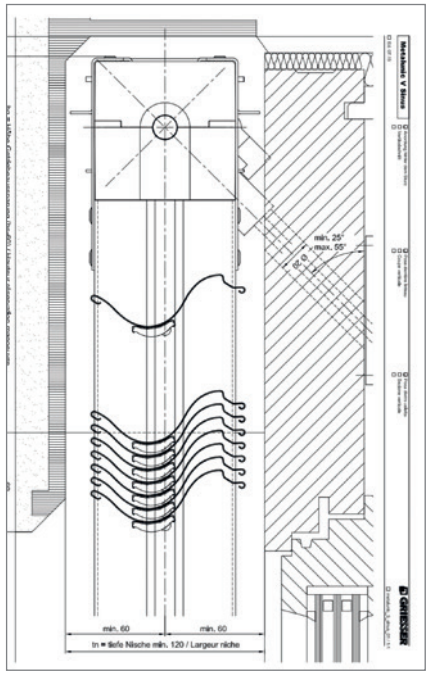
• Sistema de cajón nicho – sin registro

El sistema de capialzado en nicho elimina la necesidad de registro interior y exterior. El producto se instala y mantiene por la zona inferior.

Es un capialzado que permite incrementar el aislamiento de la zona por encima de la ventana y reduce los requerimientos de espacio en la fachada.

Es un sistema de uso habitual en viviendas con estándar Passivhaus ya que elimina los puentes térmicos y la permeabilidad acústica y térmica de los capialzados tradicionales con registro interior.

Figura 96. *Sistema de cajón nicho*



• Persianas graduables

Las persianas graduables ofrecen protección frente al deslumbramiento al permitir regular la intensidad de la luz del día. Las persianas graduables no solamente evitan el deslumbramiento y el sobrecalentamiento, sino que también aseguran un ahorro energético.

a. Venecianas de exterior

Las venecianas de exterior son un conjunto de lamas unidas entre sí por una banda de tracción y escalerilla y fijadas lateralmente a una guía de aluminio de extrusión o un cable de acero tensado.

La disposición de las lamas permite que se desplieguen de forma progresiva desde la posición superior en la que permanecen apiladas. El intercalado entre las lamas permite su orientación en cualquier punto de altura y el control de la entrada de luz natural por la ventana eliminando la radiación solar directa sobre el vidrio hasta la extensión completa.

Las persianas graduables con lamas convexas reflejan más luz y de mayor calidad al interior que las lamas planas convencionales.

b. Lama plana

La forma de la lama permite reducir el espacio requerido en el dintel. La técnica permite generar inclinaciones diferentes en una misma persiana para crear un mayor confort visual y lumínico.

Figura 97. *Persiana graduable de lama plana*

c. Lama de cantos rebordeados

La forma de la lama dota de más robustez a la persiana.

Figura 98. *Persiana graduable de lama de cantos rebordeados*

Manual de Protección Solar del cerramiento (Persianas, toldos y textiles)

d. Lama en Z

La forma de la lama dota de más robustez a la persiana y permite un mejor oscurecimiento al solapar una lama sobre la otra.

Figura 99. Persiana graduable de lama en z

Figura 100. Detalle de persiana graduable de lama en z

e. Persianas graduables metálicas

Conjunto de lamas unidas fijadas directamente a un portalamas en la guía. La tracción y orientación de las lamas se produce mediante un sistema de pantógrafo y una cadena integradas en las guías.

La disposición de las lamas permite que se desplieguen de forma progresiva desde la posición superior en la que permanecen apiladas. El intercalado entre las lamas permite su orientación en cualquier punto de altura y el control de la entrada de luz natural por la ventana eliminando la radiación solar directa sobre el vidrio hasta la extensión completa. Además, por su construcción, tienen una alta resistencia al viento y constituyen un buen sistema de protección ante las adversidades del clima e intentos de intrusión.

Figura 101. Persiana graduable metálica

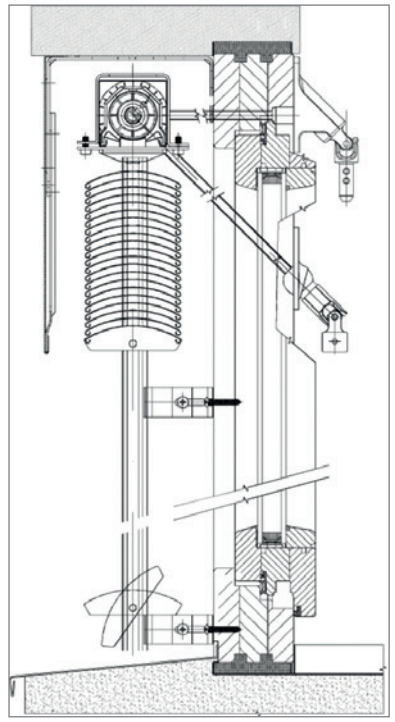
Figura 102. Persiana graduable metálica

• Venecianas exteriores

Figura 103. Veneciana exterior

Figura 104. Veneciana exterior

Figura 105. Sección vertical veneciana exterior



• Mosquitera

Producto normalmente de malla, suficientemente fina para evitar que los insectos la atraviesen. El producto puede ser fijo, pivotante, deslizante, plisado o enrollable.

Figura 106. Mosquitera enrollable

Figura 107. Mosquitera plisada

Figura 108. Mosquiteras fijas

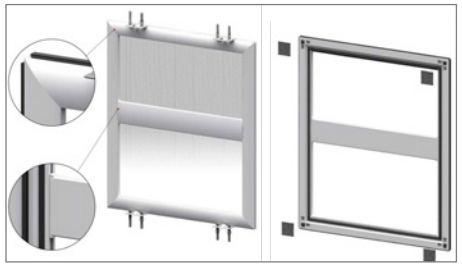


Figura 109. Mosquiteras correderas

Figura 110. Mosquiteras abatibles

• Toldos de fachada

Producto formado por material/tejido, situado en el exterior por la parte superior, delante o dentro de un hueco y que se extiende en un plano horizontal o inclinado o vertical. Un toldo puede ser replegable o fijo. Un toldo replegable puede replegarse por enrollamiento o por plegado de la tela.

Proporciona una protección eficaz contra el calor sin oscurecer la habitación totalmente.

En relación a los colores de los toldos:

- Utilizando **colores claros** se limita la absorción solar (A_S) para que el calor no se emita hacia abajo y se favorece la reflexión solar (R_S)
- Con **colores oscuros** el aire caliente que se acumula en la parte inferior del tejido, se evacúa hacia arriba gracias a las microperforaciones que facilitan la ventilación.
- Los tejidos microperforados con tratamiento **LowE** reducen la emisividad y favorecen la reflexión.

Figura 111. Esquema de toldos

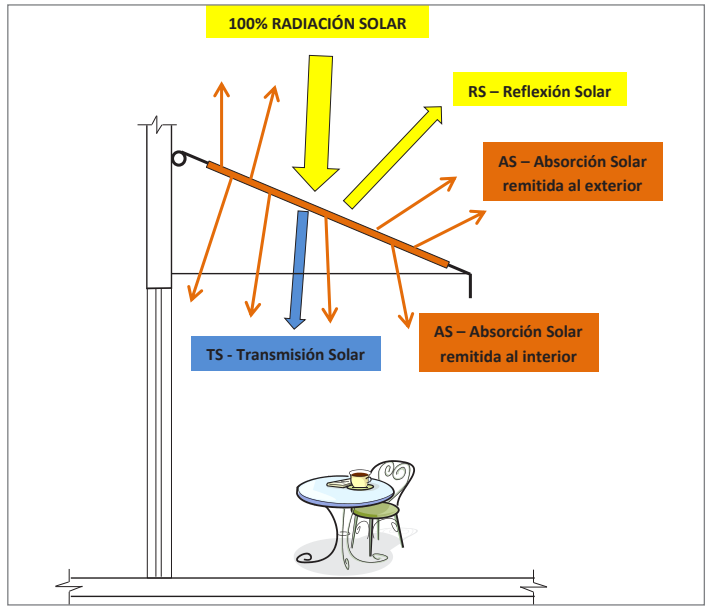
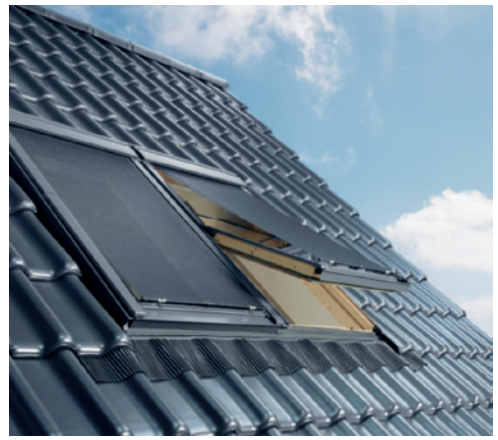


Figura 112. Toldo en ventana de tejado



Sistemas de brazo

Existen diversos sistemas de brazo. En los sistemas con brazo de punto recto es posible el abatimiento frontal de los brazos del toldo con independencia de los soportes superiores del tubo de enrollamiento de la lona.

Figura 113. Toldo con brazo de punto recto

Los sistemas pueden disponer de cofre, que facilita la integración en las ventanas y fachada del edificio. Los sistemas con cofre permiten la instalación tanto de brazo de punto como de brazo estor. Cuando están recogidos, el cofre protege la tela y las piezas mecánicas de las influencias meteorológicas o, incluso, de la suciedad.

Figura 114. Toldo cofre con brazo de punto recto

Figura 115. Toldo cofre de brazos invisibles

Figura 116. Toldo con brazo estor

Toldos de brazos articulados y extensibles

Figura 117. Toldo con brazos articulados y telescópicos

Toldos de brazo proyectante

Figura 118. Toldo de brazo proyectante

Figura 119. Toldo de capota

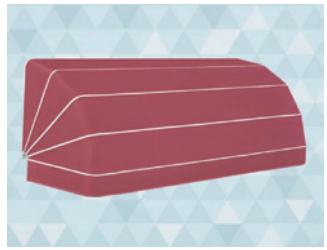


Figura 120. Toldo de capota

Toldo vertical de cremallera. Los sistemas de toldo vertical con cremallera (también llamados screen zip) pueden actuar como una alternativa a la persiana. Pueden incorporar tejidos traslúcidos u opacos. Son una opción interesante para grandes tamaños de hueco o entornos ruidosos.

Figura 121. Toldo vertical de cremallera

Figura 122. Toldo vertical de cremallera

• Mallorquinas

Sistema clásico de control solar con diferentes acabados originariamente con hojas batientes de madera sujetas mediante goznes directamente a la fachada o al intradós. Han evolucionado en estética, formas, sistemas de anclaje y accionamiento siendo una solución que aporta un aspecto muy dinámico a la fachada.

a. Batientes

1 hoja / 2 hojas / Dobles

Figura 123. *Mallorquina batiente*

b. Correderas

Una hoja de aluminio con diferentes acabados que se desliza de izquierda a derecha entre dos guías de aluminio. Se pueden hacer sistemas de hasta 3 carriles para optimizar el espacio en la fachada.

Figura 124. *Mallorquina corredera*

Figura 125. *Mallorquina corredera*

c. De Librillo

Hasta 8 hojas correderas y plegables entre si que se deslizan entre dos guías de aluminio.

Figura 126. *Mallorquina de librillo*

d. De Pantógrafo

Hasta 8 hojas que se despliegan desde una zona de almacenamiento y se deslizan entre dos guías de aluminio.

Figura 127. *Mallorquina de pantógrafo*

• Sistemas para terrazas

Toldos para terrazas:

Figura 128. Toldo brazos invisibles

Figura 129. Toldos para terrazas

Figura 130. Toldos correderos

Figura 131. Toldos correderos

Figura 132. Toldo autoportante

Pérgolas:

Es un sistema guiado de lona móvil retráctil. La cubierta de lona, dotada de perfiles de apoyo transversales, se desliza por unas guías a través de carros con ruedas.

Este sistema puede apoyarse en una fachada, o bien ser autoportante.

Se pueden utilizar diferentes tipos de tejido, ya sean cerrados opacos o abiertos, tipo rejilla. Los primeros son los más utilizados habitualmente.

El accionamiento se puede realizar mediante motor, asegurando la correcta tensión de la cubierta.

Figura 133. Sistemas de palillerías

Figura 134. Pérgola bioclimática

Parasol:

Es un sistema de lona plegable, articulado sobre un mástil. La apertura y cierre puede ser manual o motorizada.

La cubierta de lona se apoya en una estructura de varillas conectada al mástil mediante una pieza de unión o portavarillas.

Se pueden utilizar diferentes tejidos. Este sistema permite la incorporación de sistemas de iluminación y climatización, entre otros.

Figura 135. Parasoles para terrazas

4.3. FACHADAS DE DOBLE PIEL

Cada vez es más habitual el diseño de dobles pieles acristaladas en edificios de oficinas, buscando conjugar el aprovechamiento de la luz natural, un mejor contacto con el ambiente exterior y ofrecer una imagen corporativa de transparencia, a la vez que ofrecer el adecuado control solar. Este tipo de edificios se diseña con vidrios de altas prestaciones en sus características de aislamiento y control solar, que pueden combinarse con otros sistemas de protección solar.

En este tipo de edificios, los sistemas de protección solar pueden ofrecer soluciones para responder de forma dinámica a las variaciones de las condiciones climáticas y de las necesidades de sus ocupantes.

Un sistema de doble piel consiste en un acristalamiento exterior, una cámara ventilada y un acristalamiento interior. Pueden ser:

- Fachadas ventiladas de forma natural, también llamadas fachadas interactivas, compuestas por un acristalamiento sencillo exterior y una unidad de doble vidrio por el interior. La cámara entre ambas pieles se ventila de forma natural con el aire exterior, que asciende desde la base del acristalamiento y retorna al exterior por la parte superior.
- Fachada ventilada mecánicamente, o fachada activa. La cámara entre las dos pieles se ventila mediante el aire de retorno del recinto interior, el cual se extrae desde la base del acristalamiento en el recinto y retorna a través de una unidad de extracción en la parte superior. Puede estar compuesta de una unidad de vidrio aislante por el exterior y un acristalamiento sencillo por el interior o viceversa.

La protección solar se sitúa en la cámara donde la ventilación (bien sea mediante ventilación natural, ventilación forzada, ventilación mecánica o mixta) crea una corriente de aire, ascendente o descendente, que depende del tipo de ventilación y del diseño general del sistema. La piel acristalada interior puede ser practicable para su limpieza y mantenimiento, lo cual puede permitir la ventilación natural de la cámara o contar con accesos al pasillo de mantenimiento.

Para más información es posible consultar los Manuales de Producto de ASEFAVE de Fachadas Ligeras y Fachadas Ventiladas.

Más información: www.asefave.org/publicaciones

4.3.1. Función del sistema de protección solar en una fachada de doble piel

Los sistemas de protección solar pueden situarse entre las dos pieles y combinar, de este modo, los beneficios de la protección solar por el exterior y por el interior.

El sistema puede utilizarse durante todo el año y no se ve afectado ni por el viento ni por las condiciones atmosféricas. El sistema de protección solar absorbe la radiación de onda corta que llega hasta la cámara y parte de esta energía se evacúa a través de la ventilación (natural o mecánica) de la cámara. Ello resulta en un menor factor solar de la fachada y mejores condiciones de confort en el interior del edificio.

La principal ventaja de los sistemas de doble piel es que la fachada puede diseñarse para tener propiedades variables, optimizándose la ganancia solar y la pérdida de calor con la implantación de un sistema de gestión del edificio. La prestación del sistema depende de diversos parámetros de diseño (tipo de acristalamiento, tipo de protección solar, instalación de la protección solar, caudales de aire de ventilación y geometría de los paneles).

Una vez elegida la composición de los acristalamientos de la fachada, debe dedicarse especial consideración a la elección del sistema de protección solar y su instalación. El tipo de acristalamiento y de ventilación de la cámara tiene una considerable influencia en la prestación del sistema de protección solar, por lo que es aconsejable el asesoramiento de un profesional. Por ejemplo, el color de la protección tiene su importancia; los colores oscuros absorben más calor mientras que los colores claros reflejan más la energía solar. Ello influye en la temperatura de la protección solar y su temperatura dentro de la cámara.

La interrelación entre la fachada y su entorno puede resultar en unas mejores prestaciones de visión, térmica y acústica, aumentando el confort de los usuarios y por ello su productividad, y generando ahorros de energía.

Los flujos de energía son función del tipo de acristalamiento utilizados, los sistemas de protección solar y el tipo de ventilación elegida.

4.3.2. Fachadas de doble piel

La elección de una segunda piel del edificio como protección solar también requiere escoger un material que permita la misma durabilidad a los agentes atmosféricos que tendría una fachada, pero también la permeabilidad, la entrada de luz y un confort visual del exterior.

Para ello, es necesario materiales que permitan procesos de mecanizados personalizados a las necesidades del edificio, del diseño del arquitecto y que permitan ahorros energéticos. Se muestra a continuación un ejemplo de diseño de doble piel con necesidades empresariales, imagen corporativa y eficiencia energética.

Se trata del Proyecto VITACURA de Microsoft en Chile. Se plantea un edificio innovador con un muro cortina exterior que requiere un coste inicial importante para no trasladar la importante radiación solar al interior del edificio, para ello, tras un estudio del soleamiento de las cuatro fachadas en todas sus alturas se plantea una doble piel orgánica que permita un confort visual pero consiga reducir el impacto energético en su vida útil. El resultado fue reducir un 48% las cargas térmicas.

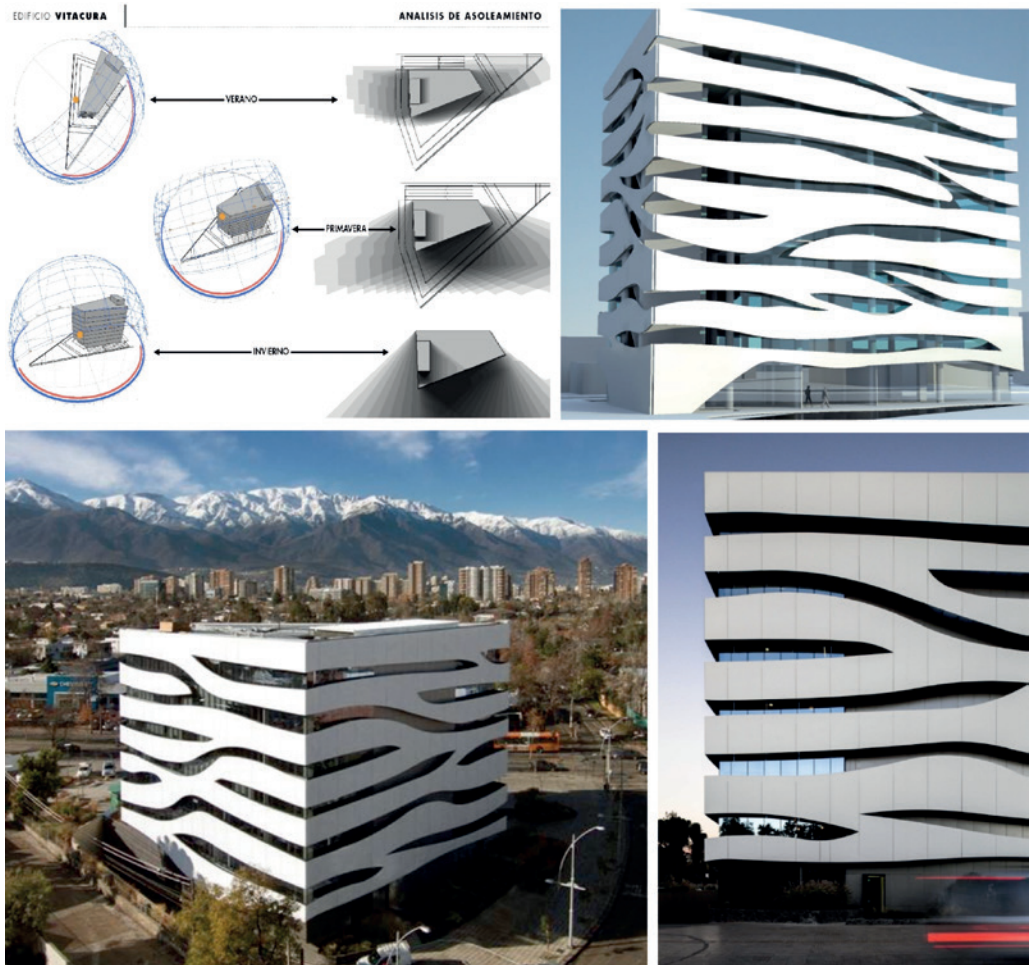


Figura 136. Edificio VITACURA en Santiago de Chile. BL Arquitectos Asociados
De izquierda a derecha y de arriba a abajo: estudio de soleamiento, render, foto edificio acabado y doble piel sobre muro cortina.

5 Control solar. Gestión, automatismos y domótica

5. Control solar. Gestión, automatismos y domótica

La función de la gestión, automatismos y domótica del control solar es mover los elementos de protección solar, ventanas, iluminación, para mejorar el confort, la seguridad y el ahorro energético.

La automatización de los sistemas de protección solar es la forma de optimizar sus beneficios en cuanto a la mejora del confort interior, el confort visual, el ahorro de energía y el uso de la luz natural. De este modo, el sistema funciona permanentemente, incluso cuando el usuario no está presente, reaccionando al sol y al viento automáticamente.

El control solar automático está formado por 4 elementos:

- Protecciones solares motorizadas.
- Sensores.
- Mandos a distancia o emisores.
- Controladores.

CONFORT	SEGURIDAD	AHORRO ENERGÉTICO
Punto de mando	Control	Sensor

Figura 137. Esquema de control solar en una vivienda

Véase más información sobre el marcado CE de productos motorizados en el ANEXO IV de normativa de aplicación general a los productos de protección solar. Se puede además consultar el documento de marcado CE de cerramientos motorizados editado por ASEFAVE.
Más información: https://www.asefave.org/publicaciones

5.1. MOTORIZACIÓN

Son dispositivos importantes en una instalación de control solar ya que proporcionan movimiento a las protecciones solares. Habitualmente van insertados dentro del tubo o eje de enrollamiento de la persiana o cortina y por lo tanto su instalación no implica ninguna alteración estética del hueco.

Para su instalación se precisa conocer:

1. El diámetro del eje.
2. El tipo de eje para definir las adaptaciones.
3. El peso del producto (Ej.: peso de la persiana en Kg/m^2).

Figura 138. Motor tubular

5.1.1. Motorización vía cable

En un sistema motorizado vía cable el punto de mando está conectado al motor por medio de un cableado eléctrico desde el motor hasta el punto de mando, se suele instalar en obra nueva por la necesidad de hacer rozas para empotrar el cableado.

En las instalaciones básicas de motor cableado un fallo que se comete frecuentemente es la conexión en paralelo de los motores.

Este fallo, la regulación manual y la falta de funciones avanzadas para estos motores se ha solventado con el desarrollo de los motores llamados “Enchufar y listo”. Son motores auto-regulables, con funciones avanzadas para todos los sistemas de protección solar y que permiten la conexión en paralelo de los mismos.

5.1.2. Motorización vía radio

La tecnología de radiofrecuencia permite realizar el manejo del motor sin cableado, sólo se necesita una conexión a 230 V AC, lo que resulta idóneo para la vivienda residencial, para las reformas o para la protección solar exterior.

Los motores con radiofrecuencia presentan funciones avanzadas que convierten a la protección solar en todo un sistema: persianas con detección de obstáculos, orientación de lamas, cierre perfecto de los sistemas tipo ‘cofre’,...

La tecnología de radiofrecuencia es adecuada para realizar pequeñas centralizaciones.

Es necesario tomar las precauciones necesarias en la instalación de varios motores vía radio, para que no interfieran entre ellos.

5.2. SENSORES

Dispositivo que "lee" las condiciones ambientales, tales como, intensidad de luz, temperatura, etc. para que las protecciones solares actúen en consecuencia según la programación prefijada.

Si los tres objetivos principales de un sistema de control automático son crear mejores condiciones de confort interior, reducir el gasto energético y evitar que las protecciones se dañen, se necesitan sensores que verifiquen las condiciones climáticas en la proximidad de la vivienda. Obviamente su uso es más eficiente para sistemas de protección solar por el exterior, pero la mayoría de los principios pueden aplicarse a las cortinas interiores.

5.2.1. Sensores de exterior

- **Sensor de sol**. Es el dispositivo más importante y es sensible a la radiación incidente, tanto directa como difusa. Mide los W/m² o lux. El valor umbral del sensor (normalmente entre 150-250 W/m² o 15.000-20.000 lux) determina el valor por encima del cual el sistema de protección solar empieza a funcionar. Para una prestación óptima, cada fachada puede necesitar un sensor por separado, en ocasiones incluso más de uno, dado que la irradiación vertical sobre una fachada en particular determina la cantidad de energía que entra en el edificio.

Figura 139. Sensor de sol

- **Sensor de viento (anemómetro).** Registra la velocidad del viento en km/h. El valor umbral del sensor determina la velocidad máxima del viento a partir de la cual la protección solar debe replegarse y protegerse de cualquier daño.
- **Sensor de viento (vibración)**. Registra los movimientos originados en el toldo a consecuencia del viento.
- **Sensor de dirección del viento**. Monitoriza la dirección del viento y se usa en combinación con el anemómetro para indicar a la unidad central de control la información sobre qué fachada debe actuar.

  En los proyectos más simples, se suelen utilizar sensores de viento situados en cada fachada, pero cuando el proyecto es más complejo puede usarse la combinación del anemómetro y veleta, para tener un control de todo el edificio desde un solo mástil en la cubierta, de esta manera no es el sensor el que tiene la última palabra sino que este recoge la información y es la unidad central la que envía la señal a la fachada/zona que le corresponda.

Figura 140. Sensor de dirección de viento

- **Sensor de temperatura exterior**. Gestiona los productos, favoreciendo que la temperatura exterior influya en el interior del edificio, de la manera más eficiente posible. (Ej: durante el invierno, una persiana puede recogerse cuando el sol incida en la fachada, favoreciendo el aporte calórico gratuito del sol, evitando así el uso excesivo de la calefacción).

  En la mayoría de ocasiones, están relacionadas la temperatura interior y la exterior, incrementando la eficiencia del sistema.

Figura 141. Sensor de temperatura exterior

- **Sensor de lluvia**. Detecta si hay precipitación y actúa sobre las protecciones solares enviándolas a una posición de seguridad.

5.2.2. Sensores de interior

Para su uso en el interior del edificio se disponen los siguientes sensores:

- **Sensor de temperatura interior**. Se trata de una sonda que mide la temperatura interior y puede usarse solo o en combinación con el sensor de temperatura exterior, para actuar sobre las protecciones solares y así mantener el equilibrio térmico en la vivienda.

Figura 142. Sensor de temperatura interior

- **Sensor de luz y temperatura interior**. Estos sensores permiten mantener en el interior de una estancia unos valores de luz y temperatura confortables. Se establecen los valores con respecto a la luz y la temperatura o con respecto a uno independiente, y ajusta las protecciones solares en función de valores preestablecidos por el usuario.
- **Detector de ocupación**. Es un sensor volumétrico que detecta la presencia humana y permite la interacción de los dispositivos de protección solar e iluminación de una forma activa frente al ahorro energético.

Figura 143. Sensor de movimiento

Algunos de estos sensores son de uso reciente, dado que hasta ahora había prevalecido el uso de la protección solar en función de la presencia del sol y evitar que se dañase debido a inclemencias meteorológicas. Pero actualmente, su versatilidad permite el control no solo sobre el clima interior sino también controlar el deslumbramiento, el uso de la energía y un control individualizado. Con la ayuda de un sistema de control puede conseguirse la interacción entre protección solar, iluminación, calefacción, ventilación y climatización.

5.3. PUNTOS DE MANDO

Son puntos de mando cableados o inalámbricos que permiten gestionar una instalación de motores.

5.3.1. Punto de mando cableados

Estos puntos de mando se requieren en instalaciones con motores mecánicos de accionamiento con interruptor, necesitan cableado entre el motor y el punto de mando, existen puntos de mando sencillos como el inversor interruptor y algunos más complejos como programadores horarios.

5.3.2. Mandos a distancia

Son puntos de control inalámbrico, portátil o de fijación a pared, alimentados con unas baterías, que permiten gestionar una instalación de motores y sensores de la misma tecnología, con la ventaja de poder ubicarlos en cualquier punto de la vivienda sin necesidad de realizar ninguna roza.

Permiten gestionar un número ilimitado de motores, pudiendo utilizarse como mandos individuales o como mando general.

Figura 144. Mando a distancia fijo a pared

5.4. CONTROLADORES

Un controlador es todo dispositivo con la capacidad de programar, gestionar, y visualizar otros dispositivos, ya sean motores, sensores u otros elementos (iluminación, climatización, alarmas,...) haciendo que trabajen de manera conjunta, con el fin de conseguir el máximo confort con el mínimo consumo posible.

Las prestaciones que se piden a un sistema de gestión de fachadas (protecciones solares) son las siguientes: ofrecer una mejora en el confort interior, maximizar los ahorros de energía y al mismo tiempo satisfacer las expectativas de los usuarios. Los sistemas de control solar instalados en el exterior del edificio, además, deben ser resistentes frente a vientos intensos u otras condiciones atmosféricas adversas o en su defecto que el sistema sea capaz de bloquearlas por seguridad e incluso durante trabajos de mantenimiento. Con un sistema accionado manualmente, cumplir todas estas condiciones es imposible.

Figura 145. Controlador PAD IO

Para optimizar las prestaciones y funcionamiento de las protecciones solares (persianas, cortinas, celosías, etc.) es necesario conectarlas a un sistema central de control para gestionar el edificio desde un mismo BMS (Building Management System) y contribuir a la eficiencia energética del conjunto. Esto no impide el control individual o zonal por parte del usuario.

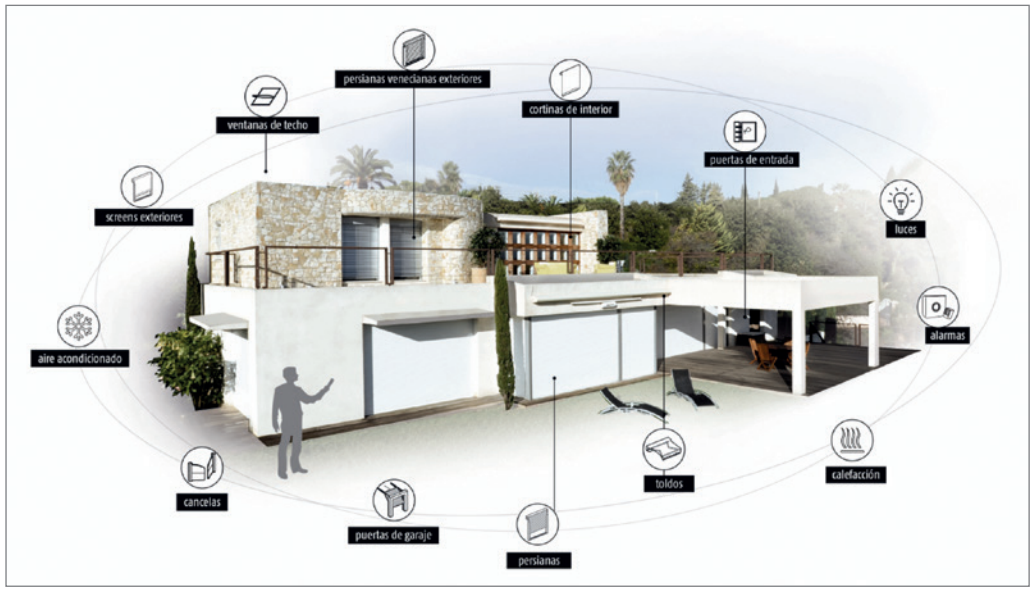
5.4.1. Controladores según la tipologia de edificios

Existen múltiples sistemas de control en el mercado, desde un sistema básico que activa la protección solar cuando se detecta la presencia del sol y la protege de vientos excesivos, pudiendo combinarlo con programaciones horarias para cerrar o abrir pequeños edificios.

Si por el contrario queremos controlar simultáneamente varios sistemas integrados en el edificio (climatización, iluminación, seguridad, etc.) nos inclinaremos a una solución de bus abierto (open), basada en una tecnología de bus, como KNX, LON, como estándares más comunes.

5.4.1.1. Gestión de viviendas (radiofrecuencia)

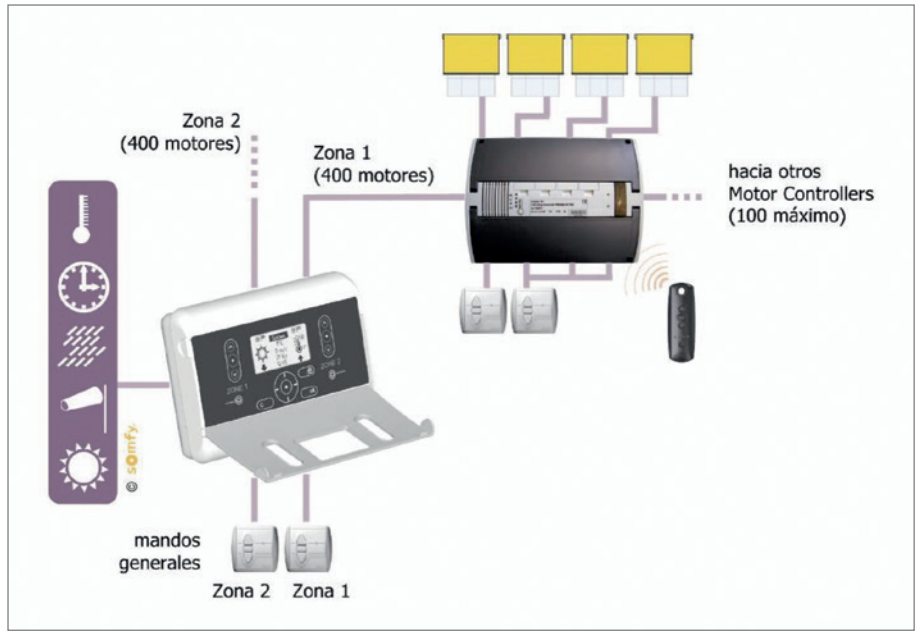
Figura 146. Casa radiofrecuencia



Las soluciones de radiofrecuencia son adecuadas para viviendas, pequeñas escuelas, pequeñas oficinas, centros de día, etc. Normalmente constan de uno a cuatro grupos de control (de 1 a 4 fachadas) y la posibilidad de conectar sensores de luz, viento, temperatura y lluvia. Son de gran versatilidad y pueden accionar varias zonas desde un mismo punto/mando. La media de productos no suele superar los cuarenta elementos. Pudiendo ampliarse sin necesidad de obras.

5.4.1.2. Gestión del pequeño edificio

Figura 147. Esquema gestión fachada



El número de subgrupos de control puede determinarlo el usuario, lo cual permite satisfacer las necesidades de cualquier tipo de edificio de oficinas, escuelas, hospitales u hoteles. Con este tipo de sistema es posible subdividir una misma fachada según la orientación y la incidencia del sol sobre el paramento. Se pueden conectar más sensores y el nivel de funcionalidad aumenta, ya que permite al usuario combinar ahorros optimizados de energía con un control local, funciones de reinicio, contactos secos para calefacción y climatización, etc. Es posible conectar un ordenador que registre todos los sucesos y valores, controlando el sistema (monitorizado).

5.4.1.3. Gestión del gran edificio

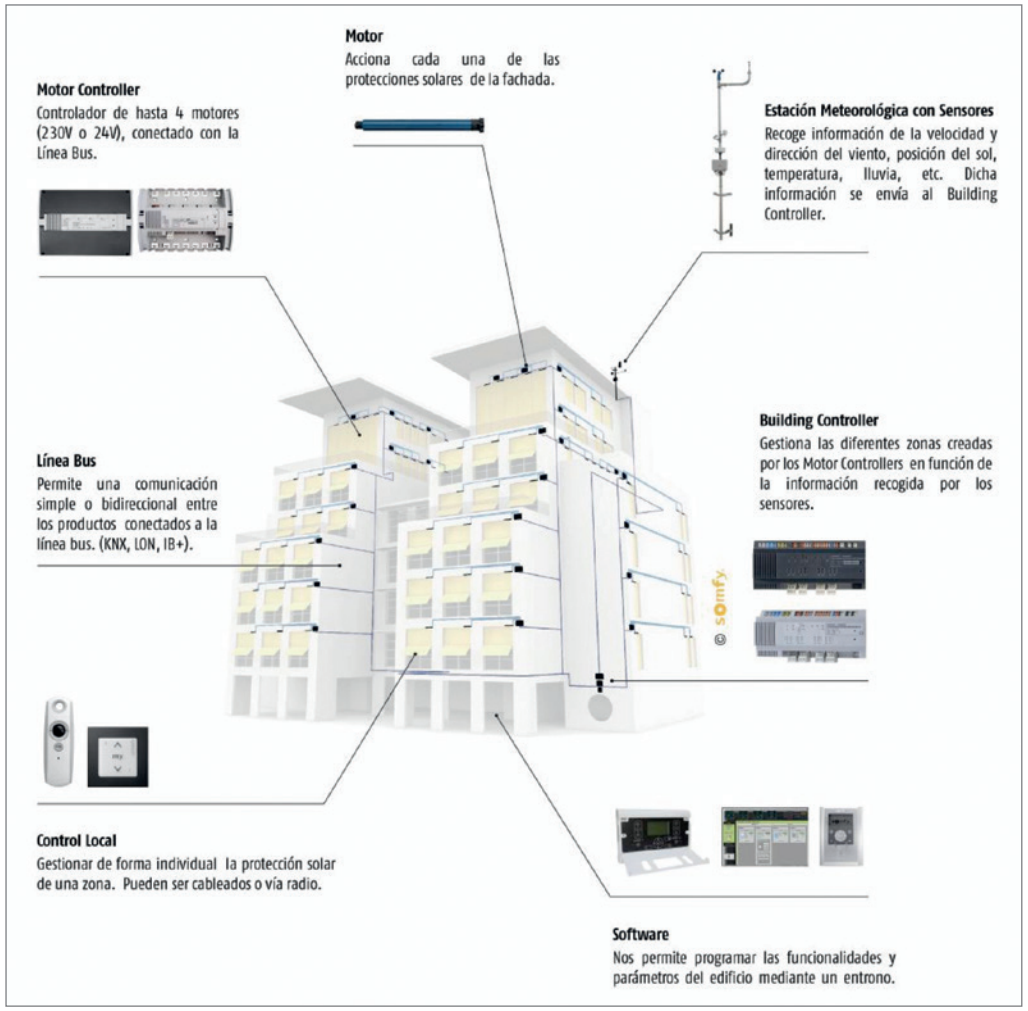
En la mayoría de edificios se han considerado como sistemas independientes la calefacción, iluminación, climatización, seguridad, protecciones solares. Éstos se accionaban por separado y no interactuaban. No se tenía en consideración la posible influencia de unas tecnologías sobre las otras. Desde el punto de vista de la eficiencia energética, esta no es la mejor solución. La respuesta es la integración, que permite conectar de modo inteligente todos los elementos antes aislados y tener presente la influencia de unos sobre otros.

La línea de datos que une todos estos sistemas se denomina "Línea Bus". Un Bus es una red a la cual se conectan los dispositivos y la información de los sensores transcurre a través del Bus enviando las órdenes pertinentes a los controladores. Cada dispositivo tiene su propia dirección (ID).

Las soluciones más habituales para estos sistemas son las de tipo KNX (anteriormente denominada EIB) y LONWORKS. Todas ellas están basadas en un protocolo abierto (open) de transferencia de datos. Varias marcas

utilizan el mismo lenguaje-protocolo por lo que en una instalación se encontrarán sistemas de varias marcas y todas se entenderán entre ellas, esto permite la supervisión desde un mismo punto de control, facilitando las labores del Building Manager (gestor del edificio). En caso de que se produzcan modificaciones o de uso en el edificio, los sistemas se pueden reprogramar y adaptarse a las nuevas necesidades. La flexibilidad es prácticamente absoluta, pero es esencial la coordinación entre el integrador del sistema con el proveedor del sistema de protección solar para lograr el máximo provecho posible.

Figura 148. *Esquema de control del edificio*



El sistema de control solar para el edificio es cableado.

Manual de Protección Solar del cerramiento (Persianas, toldos y textiles)

5.4.1.4. Consideraciones

Antes de configurar el sistema de control, cabe realizar unas reflexiones sencillas:

- ¿Qué funciones realmente se necesitan?
- ¿Para qué se necesitan?
- ¿Cómo se utilizarán?
- ¿Se consigue un ahorro apreciable?

Para evitar problemas en un sistema de control automático, se debe realizar de modo correcto su diseño y ejecución. En primer lugar, debe llevarse a cabo una especificación detallada antes de elegir el sistema de control, para evitar una mala funcionalidad, la insatisfacción del usuario y un coste de mantenimiento elevado.

Es útil elaborar un listado de comprobaciones que contemple los factores más importantes que debe incluir, tanto para el instalador de la protección solar como para el instalador de la parte eléctrica.

Por ejemplo, la ubicación de los sensores siempre se debe verificar con el instalador del sistema de protección solar y localizarse en los alzados de la fachada junto con la definición de los grupos o zonas de control. De este modo, el responsable del cableado eléctrico lo podrá realizar de forma conveniente.

Puesta en marcha del sistema

Cuando se escoja una solución autónoma, se debe asegurar que el instalador del sistema de protección solar participa en la puesta en marcha del sistema, en el seguimiento después de su funcionamiento y en la formación del personal indicado del edificio. Con ello se asegura una instalación más duradera y satisfactoria.

Cuando se escoja una solución de sistema abierto tipo LON o KNX, normalmente corresponde al integrador del sistema crear y programar todas las funciones. No obstante, la experiencia demuestra que tienen un conocimiento limitado de los sistemas de protección solar, limitando la funcionalidad de la presencia de sol/viento y despliegue/repliegue, lo cual puede disminuir la eficiencia energética y el confort del usuario. El instalador del sistema de protección solar debe participar activamente aconsejando al integrador.

La información al usuario final es básica y a menudo se obvia, es importante para la satisfacción del usuario y para obtener los ahorros energéticos previstos. Se debe informar a cualquier usuario acerca de las funciones generales del sistema automático, cuándo debe replegarse el sistema en un día soleado (debido al viento) o cómo usar el control local en su habitación.

6 Criterios de selección de los sistemas de protección solar

6. Criterios de selección de los sistemas de protección solar

Existen numerosos sistemas de protección solar tal y como se ha visto en un apartado anterior: interiores o exteriores, fijos o móviles, automáticos o manuales, metálicos o fabricados con textiles. La elección en cada caso depende del tipo de edificio, dimensiones y forma de las ventanas, el clima, la estética buscada por el arquitecto o la propia decisión del usuario final. A continuación se analizan los diferentes sistemas desde el punto de vista de las propiedades funcionales. Para un análisis que tenga en cuenta más implicaciones se recomienda la lectura del Manual de Prescripción y recepción de ventanas en obra de ASEFAVE (véase www.asefave.org/publicaciones), en el que se incluye además el parámetro de control solar obligatorio tras la última actualización del CTE.

6.1. CRITERIOS DE SELECCIÓN

Los tres beneficios principales que se espera obtener con un sistema de protección solar están relacionados con el ahorro energético y la mejora del confort interior de los recintos:

- **Reducir la demanda de climatización en verano** (enfriamiento pasivo);
- **Reducir la demanda de calefacción en invierno** (calentamiento pasivo):
- **Mejorar el confort visual** (evitando deslumbramientos) y mantener la visión con el exterior durante todo el año.

La protección solar también tiene un efecto sobre la capacidad de aislamiento de la ventana. Pero a menudo, la elección del usuario (y del arquitecto) se rige por consideraciones estéticas, por una fácil maniobrabilidad, modas y otros criterios más subjetivos.

El primer criterio a considerar es elegir dónde se coloca la protección solar: por el exterior, por el interior o en posición intermedia (en el caso de fachadas de doble piel). En función de los tres beneficios antes mencionados, la elección más lógica sería la siguiente:

TIPO	ACONDICIONAMIENTO	CALEFACCIÓN	CONFORT VISUAL
Exterior	***	*	*
Intermedia	**	*	**
Interior	*	-	**

Lo ideal sería combinar la protección por el exterior (para el control del calor) con la protección por el interior (para el control de la luz).

Cuando se busca protección solar eficaz ésta debe situarse lo más exterior posible. También cuando se trata de vidrio de control solar.

Pero además de los criterios de selección mencionados anteriormente, relacionados con el confort térmico y el confort visual, es importante destacar que los sistemas de protección solar pueden además seleccionarse con criterios adicionales como son: aspectos relacionados con la seguridad, mejora de las propiedades acústicas o aspectos relacionados con la privacidad, que proporcionan estos sistemas.

Además, hay que tener en cuenta que gracias a la incorporación de estos sistemas de protección solar es posible mejorar la calificación energética de los edificios. El Real Decreto 235/2013 de 5 de abril, establece la obligación de poner a disposición de los compradores o usuarios de los edificios un certificado de eficiencia energética que debe incluir información objetiva sobre la eficiencia energética de un edificio y valores de referencia tales como requisitos mínimos de eficiencia energética con el fin de que los propietarios o arrendatarios del edificio o de una unidad de éste puedan comparar y evaluar su eficiencia energética. De esta forma, valorando y comparando la eficiencia energética de los edificios, se favorece la promoción de edificios de alta eficiencia energética y las inversiones en ahorro de energía.

A la hora de establecer los criterios de selección es necesario considerar dos situaciones de partida diferentes, edificios de obra nueva o intervenciones en edificios existentes. En los edificios de obra nueva deben estudiarse todas las situaciones posibles con los diferentes acristalamientos y sistemas de protección solar, mientras que en el segundo caso deben valorarse las condiciones existentes del hueco y de la fachada.

6.2. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS EN BASE A SUS FUNCIONES Y BENEFICIOS

No es fácil resumir y clasificar todos los beneficios en una única tabla. A continuación se clasifican los diferentes sistemas en función de su capacidad de contribuir a los diferentes beneficios, como una primera aproximación.

Tabla 4. Clasificación de sistemas y beneficios asociados

		Enfriamiento pasivo	Calentamiento pasivo	Reducción de las pérdidas de calor (invierno)	Confort térmico	Confort visual	Contacto con el exterior	Preferencia en la orientación de la fachada	Resistencia al viento	Vida útil
Exterior retraíble	Persiana veneciana	++	++	-	++	0	0	ESW	+	+
	Pantallas	++	++	0	++	++	+	ESW	0	+
	Persiana enrollable	++	++	+	++	0	0	ESW	++	+
	Toldos	+	++	-	++	+	+	ESW	0	+
	Toldo de protección solar	++	++	-	++	+	0	ESW	+	+
Exterior no retraíble	Protecciones solares horizontales, lamas estáticas	0	0	nr	+	-	+	S	++	++
	Protecciones solares horizontales, lamas dinámicas	++	+	nr	++	0	+	S	++	++
	Protecciones solares verticales, lamas estáticas	-	0	nr	0	-	+	EW	++	++
	Protecciones solares verticales, lamas dinámicas	++	+	nr	++	0	+	EW	++	++
Intermedias	Persianas venecianas, no ventiladas	+	++	nr	+	++	+	ESW	nr	++
	Persianas venecianas, ventiladas	++	++	nr	++	++	+	ESW	nr	++
	Persianas venecianas		++	nr	0					
Interior retraíble	Persiana veneciana interior	0	++	-	+	++	0	NSEW	nr	+
	Pantallas metalizadas	+	++	0	0	++	+	ESW	nr	+
	Pantallas	0	++	0	+	++	+	NSEW	nr	+
	Pantallas de nido de abeja	+	++	++	+	+	-	NSEW	nr	+
Estático	Acristalamiento de protección solar	+	-	nr	+	-	++	ESW	nr	++
	Láminas de protección solar	+	-	nr	+	-	++	ESW	nr	+

++ Excelente + Bueno 0 Moderado - No apto nr no relevante

Fuente: Manual de Protección Solar. ES-SO. European Solar-Shading Organization

NOTA. La instalación de láminas de protección solar requiere un estudio previo del acristalamiento existente que verifique la viabilidad de aplicación, así como una valoración de la colocación de las láminas, por el interior o exterior del acristalamiento, así como la vida útil.

6.3. ASPECTOS A CONSIDERAR EN LA ELECCIÓN

Obviamente, no hay una única fórmula para la elección de un sistema de protección solar. Hay demasiadas variables a tener en cuenta. A continuación se dan algunas orientaciones:

- **El clima**. La localización geográfica del edificio determina que se esté en una u otra zona climática, con lo cual variará la intensidad de la energía solar. Los datos climáticos incluyen la temperatura exterior y la energía solar incidente.
- **La orientación de la fachada**. Afectará en la elección del sistema de protección dado que según la orientación se tendrá diferente incidencia solar de una fachada respecto a otra del mismo edificio.
- **Las condiciones de viento habitual**. Tiene especial importancia en la elección de los sistemas de protección solar por el exterior. Los edificios cerca de la costa suelen sufrir vientos más intensos por lo que queda más limitada la elección de los sistemas adecuados.
- **La altura del edificio**. Las torres muy altas pueden tener condiciones por el viento que hagan imposible el uso de sistemas de protección por el exterior. A partir, aproximadamente, de una altura de 15 plantas la protección solar se limita a sistemas por el interior, a no ser que se trate de un edificio con doble piel.
- **La tipología del edificio**. Los edificios históricos, monumentos o de patrimonio a menudo necesitan soluciones especiales que pueden limitar el abanico de opciones disponibles.
- **Preferencias locales**. Algunos sistemas son de uso más habitual en unos países que en otros, con lo que se limita el número de opciones de mayor disponibilidad.
- **Los elementos constructivos del edificio**. En función del diseño del edificio, se puede haber tenido o no en cuenta un sistema de protección solar. En caso de no haberlo previsto, se ha de comprobar antes de la elección la posibilidad de montar el sistema de protección por el exterior.
- **Los hábitos y las expectativas del usuario**. Los edificios en muchos casos se construyen sin conocer quién será su usuario final. Cuando el edificio lo plantea su propietario ya tiene en cuenta sus expectativas, en caso contrario difícilmente se podrán suponer estas expectativas.

En cualquier caso, es recomendable consultar a los fabricantes de sistemas de protección solar para elegir el producto idóneo en cada situación.

7 Instalación, uso y mantenimiento de los sistemas de protección solar

7. Instalación, uso y mantenimiento de los sistemas de protección solar

Es necesario considerar que los diferentes sistemas de protección solar tienen distintos requisitos de mantenimiento, que pueden ir desde la simple limpieza hasta operaciones específicas sobre los distintos elementos. Los sistemas de protección solar con partes móviles necesitan mantenimiento. En muchos casos, se aprecia que los sistemas de protección solar por el exterior se dejan sin mantenimiento durante años, con lo cual pueden dejar de funcionar correctamente.

Especialmente los sistemas móviles y automatizados deben instalarse correctamente, regulados convenientemente y tener un mínimo mantenimiento de forma regular. Algunas recomendaciones, para todas las fases del proyecto de construcción, son:

- Integrar el sistema de protección solar en el diseño inicial. Así se evita tener que adaptar a un edificio existente los sistemas comerciales. El sistema de protección solar puede ser un atractivo estético más del edificio si se ha considerado en el diseño.
- Buscar la solución práctica que sea eficiente. Los sistemas actuales pueden ser atractivos y eficientes, satisfaciendo tanto al arquitecto como a los usuarios finales.
- Asegurarse de que las condiciones de funcionamiento se corresponden con los límites técnicos del sistema elegido de protección solar. Deben respetarse las dimensiones máximas de los sistemas o la resistencia máxima al viento.
- Asegurarse de una correcta instalación. Es un punto crucial para asegurar las prestaciones del sistema elegido. Debe hacerse siguiendo las recomendaciones del fabricante, para asegurar que se cumplen las medidas de seguridad y el sistema es conforme con la normativa.
- Asegurarse de que los valores de control del sistema son correctos. Los sistemas automáticos de control responden a los niveles de parámetros establecidos: el nivel de luz ante el que el sistema se activa, la velocidad del viento para la que el sistema se repliega, la temperatura por debajo de la cual no se desplegará. Suele ocurrir que los niveles óptimos para la eficiencia energética no coinciden con las preferencias del usuario, por lo que se le ha de explicar claramente.
- Colocar los sensores en sitios accesibles, de forma que se puedan alcanzar para su ajuste y mantenimiento sin necesidad de equipos especiales.
- Contemplar una revisión anual del sistema a cargo de un profesional competente. Se debe verificar regularmente el funcionamiento del sistema de protección solar, al menos una vez al año. El fabricante debe entregar las instrucciones de mantenimiento y limpieza, y deben seguirse al pie de la letra. Es importante el uso de recambios originales.
- En caso de escoger sistemas textiles de protección solar por el exterior considerar sus características en cuanto a fácil limpieza, resistencia y durabilidad del color. Se recomienda su sustitución cada 5 a 10 años.
- Cuando sea posible, realizar un análisis de coste del ciclo de vida (ACV), considerando el mantenimiento y la limpieza. El mantenimiento preventivo regular tiene un coste pero asegura la durabilidad del sistema.
- Usar los sistemas de control disponibles. El sistema de protección solar ofrece mejores resultados en el confort interior y en ahorros energéticos, si se automatiza de forma correcta. Actualmente están disponibles en el mercado sistemas flexibles de control que se adaptan fácilmente a las necesidades cambiantes de los usuarios, simplemente cambiando los algoritmos. En algunos casos, el control remoto del sistema permite una resolución sencilla de los problemas y una detección precoz de los mismos.

8 Aplicación en rehabilitación

8. Aplicación en rehabilitación

Es obvio que las medidas para reducir el consumo de energía no pueden limitarse únicamente a edificios de obra nueva. El stock de edificios existentes constituye la mayor parte de la edificación y es por ello por lo que las autoridades comunitarias están enfatizando el potencial de ahorro en los edificios ya construidos. Al mismo tiempo, el objeto y campo de aplicación de las Directivas de ecodiseño y etiquetado energético se han ampliado desde los productos que usan la energía a los productos relacionados con la energía.

La rehabilitación de edificios aparece como un gran potencial de ahorro energético, dado que los sistemas eficientes energéticamente forman parte de las soluciones de ahorro energético en los edificios. Aprovechar el cambio de ventanas para colocar vidrios de control solar o sistemas de protección solar en edificios existentes ha sido una buena práctica desde hace tiempo. Dada la estrecha relación entre el acristalamiento y la protección solar, y la necesidad de obtener ahorros energéticos, es necesario estudiar con detenimiento cada rehabilitación y elegir la mejor combinación del acristalamiento y la protección solar, para conseguir el máximo de eficiencia energética y confort. El uso de protección solar, especialmente por el exterior, reduce los picos de consumo energético.

8.1. LA PROTECCIÓN SOLAR EN LA REHABILITACIÓN

Son numerosos los edificios construidos sin adecuadas soluciones de protección solar. En el sector de las oficinas, son frecuentes los cambios de instalaciones y en ocasiones las nuevas oficinas no reúnen unas condiciones de iluminación adecuadas, entra demasiada luz natural y no se ha previsto nada para controlar la iluminancia excesiva y el riesgo de deslumbramiento. La primera actuación es instalar un sistema de protección solar para reducir los niveles a sus valores normales, o láminas de control solar o la instalación de vidrios de control solar. Además, en edificios sin climatización es muy probable el sobrecalentamiento en verano, con lo que las condiciones laborales no son las más idóneas. Por tanto, en aquellos edificios existentes en los que, en su diseño, no se contó con la protección solar, son los más indicados para ser rehabilitados.

Para las soluciones de protección solar por el interior, no suele haber grandes problemas. Pero en las soluciones por el exterior, pueden surgir dificultades por el propio diseño original del edificio. Por ello es necesario contar con el asesoramiento de un profesional para conseguir una buena prestación junto con una buena estética.

PROYECTO DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO DEL DEPARTAMENTO DE DESARROLLO RURAL Y MEDIO AMBIENTE DEL GOBIERNO DE NAVARRA EN PAMPLONA

El ejemplo de actuación es un proyecto de rehabilitación energética exterior con una Fachada Dinámica para el Departamento de Desarrollo Rural y Medio Ambiente, que agrupó todos los departamentos en un nuevo edificio reubicando las oficinas que este departamento tenía en distintos lugares de la capital navarra. (Figura 149)

Figura 149. *Fachadas del edificio antes de la rehabilitación energética*

La parcela donde se ubica el edificio está situada en la esquina con la calle de Francisco Bergamín y tiene forma rectangular. El edificio de oficinas de 5 plantas de altura (PB + 4) con una superficie de 6.043 m² de oficinas, un aparcamiento subterráneo de 240 plazas vecinales y una zona ajardina de uso público en pleno centro de la ciudad de 1.500 m². La longitud de las fachadas de las plantas es de 50-58 x 17-22 m.

El resto fue una distribución estándar de despachos, zonas abiertas de trabajo y salas de reuniones. Todas las salas tienen luz natural ya que el edificio no linda con construcciones vecinas. El conjunto tiene un alto grado de T_L (transmitancia lumínica) permitiendo una gran entrada de la luz natural y con un voladizo en la cubierta de la planta cuatro.

El espesor del acristalamiento es de 28 mm con una distribución de vidrio exterior de 4+4 mm + cámara de aire de 12 mm + vidrio interior de 8 mm.

El sistema de gestión del edificio controla las instalaciones de climatización, iluminación y alarmas.

El Gobierno de Navarra en 2011 después de un año de funcionamiento busca una solución a una serie de inconvenientes o deficiencias de confort a nivel e iluminación y climatización.

- La luminosidad interior es excesiva produciéndose deslumbramientos.
- La radiación solar es excesiva produciendo un disconfort lumínico y aumento de la temperatura interior.
- Consumo alto de climatización con picos en los consumos eléctricos debido a que la temperatura interior es excesiva.
- Quejas diarias de los usuarios y servicios de limpieza por el calor interior de las oficinas.

Se propone una fachada dinámica con lama orientable.

Se instala por la parte exterior del vidrio unas persianas de lamas horizontales (venecianas) orientables y replegables. Las persianas se mueven siguiendo los parámetros de confort fijados por el cliente en el interior de la oficina que eran 21 ºC en invierno y 26 ºC en verano con una iluminación media en la mesa de trabajo de 500 lx. Dichas persianas están conectadas a un sistema automático de control que según las condiciones climatológicas exteriores suben, bajan y orientan en tiempo real para conseguir los parámetros de confort del usuario.

Figura 150. Fachada dinámica con lamas orientables exteriores

Descripción del funcionamiento de la fachada dinámica:

La estación meteorológica detecta las condiciones exteriores (sol, viento, lluvia, y temperatura) y conjuntamente con el sensor interior (iluminación y temperatura) de la planta procesa dicha información en el Building Controller (Buco) del edificio. A partir de las necesidades de confort y ahorro energético del usuario la fachada se comportará con la mejor opción. Cada momento la información se verifica y se actualiza la posición de la protección solar para conseguir la mejor opción de confort y ahorro energético.

Figura 151. Estación metereológica y esquema

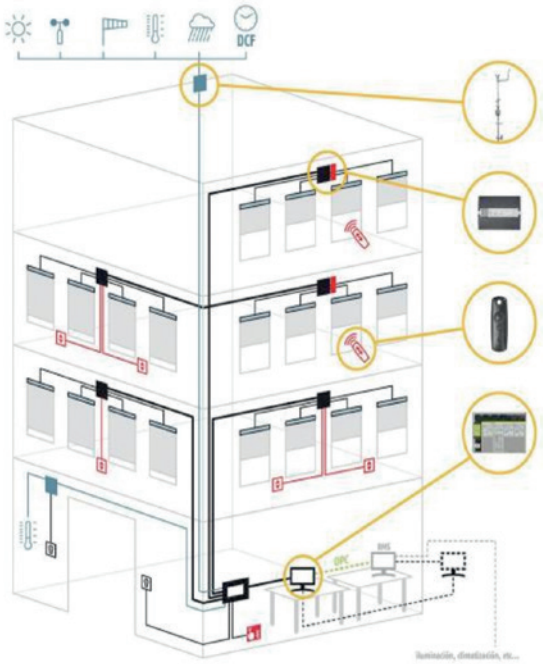
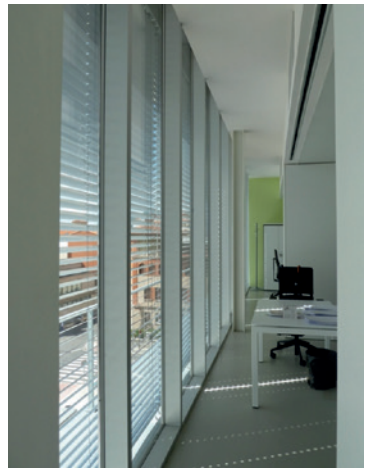


Figura 152. Fachada dinámica con lamas orientables exteriores



Después de la instalación de la fachada dinámica se registran 6 ºC menos de temperatura en el interior del edificio mejorando el confort del usuario y el ahorro energético en climatización.

Terminología

Terminología

Terminología contenida, parcialmente, en el DB HE del CTE

Absortividad (α): fracción de la radiación solar incidente sobre una superficie que es absorbida por la misma. Puede tomar valores de 0,0 (0% de radiación absorbida) hasta 1,0 (100% de radiación absorbida).

Cerramiento: elemento constructivo del edificio que lo separa del exterior, ya sea aire, terreno u otros edificios. Comprende las cubiertas, suelos, huecos, fachadas/muros y medianeras. En la intervención en edificios existentes, cuando un elemento de cerramiento separe una zona ampliada respecto a otra existente, se considerará perteneciente a la zona ampliada

Clima de referencia: clima normalizado que define los parámetros climáticos (temperatura, radiación solar…) representativos de una zona climática concreta para el cálculo de la demanda. Permite estandarizar las solicitaciones exteriores.

Coeficiente de transmisión luminosa del vidrio (T): porcentaje de luz natural en su espectro visible que deja pasar un vidrio. Se expresa en tanto por uno (fracción) o tanto por ciento (%).

Coeficiente global de transmisión de calor (a través de la envolvente térmica del edificio) (K): Valor medio del coeficiente de transmisión de calor para la superficie de intercambio térmico de la envolvente (Aint). Se expresa en $W/m^2 \cdot K$.

Consumo (energético): energía que es necesario suministrar a los sistemas (existentes o supuestos) para atender los servicios de calefacción, refrigeración, ventilación, ACS, control de la humedad y, en edificios de uso distinto al residencial privado, de iluminación, del edificio, teniendo en cuenta la eficiencia de los sistemas empleados. Se expresa con unidades kWh/m^2 año. Puede expresarse como consumo de energía final (por vector energético) o consumo de energía primaria y referirse al conjunto de los servicios (total) o a un servicio específico.

Consumo de energía primaria no renovable: parte no renovable de la energía primaria que es necesario suministrar a los sistemas. Se determina teniendo en cuenta el valor del coeficiente de paso del componente no renovable de cada vector energético.

Consumo de energía primaria total: valor global de la energía primaria que es necesario suministrar a los sistemas. Incluye tanto la energía suministrada y la producida in situ, como la extraída del medioambiente.

Control solar(qsol;jul): Es la relación entre las ganancias solares para el mes de julio (Qsol;jul) de los huecos pertenecientes a la envolvente térmica con sus protecciones solares móviles activadas, y la superficie útil de los espacios incluidos dentro de la envolvente térmica (Autil). Puede aplicarse al edificio o a parte del mismo.

Demanda (energética): energía útil necesaria que tendrían que proporcionar los sistemas técnicos para mantener en el interior del edificio unas condiciones definidas reglamentariamente. Se puede dividir en demanda energética de calefacción, de refrigeración, de agua caliente sanitaria (ACS), de ventilación, de control de la humedad y de iluminación, y se expresa en $kW \cdot h/m^2$.año.

Edificio de consumo de energía casi nulo: edificio, nuevo o existente, que cumple con las exigencias reglamentarias establecidas en el Documento Básico "DB HE Ahorro de Energía" del Código Técnico de la Edificación en lo referente a la limitación de consumo energético para edificios de nueva construcción.

Energía final: energía tal y como se utiliza en los puntos de consumo. Es la que compran los consumidores, en forma de electricidad, carburantes u otros combustibles usados de forma directa. Según su origen de generación puede clasificarse la energía final en:

a) in situ, que comprende aquella generada en el edificio o en la parcela de emplazamiento del edificio, sea de tipo solar fotovoltaica, solar térmica, energía térmica extraída del ambiente, etc.;

b) en las proximidades del edificio, que comprende aquella con procedencia local o en el distrito, como la biomasa sólida, los sistemas urbanos de calefacción o refrigeración, la electricidad generada en las proximidades del edificio, etc.;

c) distante, que comprende el resto de orígenes, como en el caso de los combustibles fósiles o el de la electricidad de red.

Energía primaria: energía suministrada al edificio procedente de fuentes renovables y no renovables, que no ha sufrido ningún proceso previo de conversión o transformación. Es la energía contenida en los combustibles y otras fuentes de energía e incluye la energía necesaria para generar la energía final consumida, incluyendo las pérdidas por su transporte hasta el edificio, almacenamiento, etc.

Energía primaria = Energía final + Pérdidas en transformación + Pérdidas en transporte

La energía primaria (total) puede descomponerse en energía primaria procedente de fuentes renovables, o energía primaria renovable, y en energía primaria procedente de fuentes no renovables, o energía primaria no renovable, de acuerdo con la Directiva de Energías Renovables (2009/28/CE). De forma simplificada, la relación entre energía final y primaria se puede expresar con un coeficiente de paso, que refleja, para una zona geográfica determinada, el efecto de las pérdidas en transformación y transporte en cada una de las partes de la energía primaria (renovable y no renovable) de cada vector energético.

Energía procedente de fuentes renovables: energía procedente de fuentes renovables no fósiles, es decir, energía eólica, solar, aerotérmica, geotérmica, hidrotérmica y oceánica, hidráulica, biomasa, gases de vertedero, gases de plantas de depuración y biogás. Debe tenerse en cuenta que no toda la energía generada a partir de fuentes renovables puede ser considerada renovable. La energía generada a partir de fuentes renovables puede tener, en algunos casos, un componente de energía no renovable que debe ser tratado como tal en el cálculo energético.

Fachada: cerramiento en contacto con el aire exterior cuya inclinación es superior a 60º respecto al plano horizontal. Está compuesto de una parte opaca (muro) y otra semitransparente (huecos).

Factor de sombra (Fs): 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 (g): 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. Se refiere exclusivamente a la parte semitransparente de un hueco.

Hueco: cualquier elemento transparente o semitransparente de la envolvente térmica del edificio. Comprende las ventanas, lucernarios (huecos de cubierta) así como las puertas acristaladas con una superficie semitransparente superior al 50%.

Solicitaciones exteriores: acciones exteriores al edificio que tienen efecto sobre el comportamiento térmico del mismo. Comprende, fundamentalmente, las cargas térmicas debidas al clima. Para caracterizar estas acciones a efectos de cálculo, se definen, diversas zonas climáticas en función de unas necesidades convencionales de calefacción y refrigeración.

Transmitancia térmica (U): flujo de calor, en régimen estacionario, para un área y diferencia de temperaturas unitarias de los medios situados a cada lado del elemento que se considera.

Transmitancia térmica lineal: flujo de calor, en régimen estacionario, para una longitud y diferencia de temperaturas unitarias de los medios situados a cada lado del puente térmico que se considera.

Zona climática: zona para la que se definen unas solicitaciones exteriores comunes. Se identifica mediante una letra, correspondiente a la zona climática de invierno, y un número, correspondiente a la zona climática de verano. Además de los que puedan establecer documentos reconocidos elaborados por las Comunidades Autónomas, el Anejo B del DB HE del CTE permite determinar la zona climática de cada localidad, y su clima de referencia.

Manual de Protección Solar del cerramiento (Persianas, toldos y textiles)

ANEXO I. Composiciones de acristalamientos

ANEXO I.
Composiciones de acristalamientos

Algunas de las composiciones más habituales empleadas como acristalamiento de ventanas y fachadas son las siguientes:

• Unidad de vidrio aislante

Consiste en, como mínimo, dos hojas de vidrio separadas por una cámara herméticamente cerrada de entre 6 y 16 mm de espesor. Dado que el vidrio es bastante buen conductor del calor, el aislamiento térmico del doble o triple acristalamiento proviene principalmente del aislamiento de la cámara. Como valor orientativo, la transmitancia de la unidad de vidrio aislante (2,7 W/m^{2}K) es la mitad aproximadamente de la transmitancia del vidrio monolítico. Si la cámara va rellena con argón, la transmitancia puede reducirse aún en 0,2-0,3 W/m^{2}K.

***Tabla 6:** Valores de U para diferentes composiciones de acristalamientos*

ACRISTALAMIENTOS	U (W/(m²K))	% (1)	% (2)
Vidrio monolítico 6 mm (e = 0,89)	5,7	0	-
Unidad de Vidrio Aislante 4/6/4 (e = 0,89)	3,3	42	0
Unidad de Vidrio Aislante 4/16/4 (e = 0,89)	2,7	53	18
Unidad de Vidrio Aislante con ATR 4/6/4 (e = 0,10)	2,6	54	21
Unidad de Vidrio Aislante con ATR 4/6/4 (e = 0,01)	2,4	58	27
Unidad de Vidrio Aislante con ATR 4/16/4 (e = 0,10)	1,5	26	54
Unidad de Vidrio Aislante con ATR 4/16/4 (e = 0,01)	1,3	77	61
UVA con ATR 4/16/4 (e = 0,01) y gas Argón al 90%	1,0	82	70
UVA con 2 ATR 4/16/4/16/4 (e = 0,01) y gas Argón al 90%	0,6	89	81

(1) Reducción respecto al vidrio monolítico (2) Reducción respecto a la Unidad de Vidrio Aislante básica

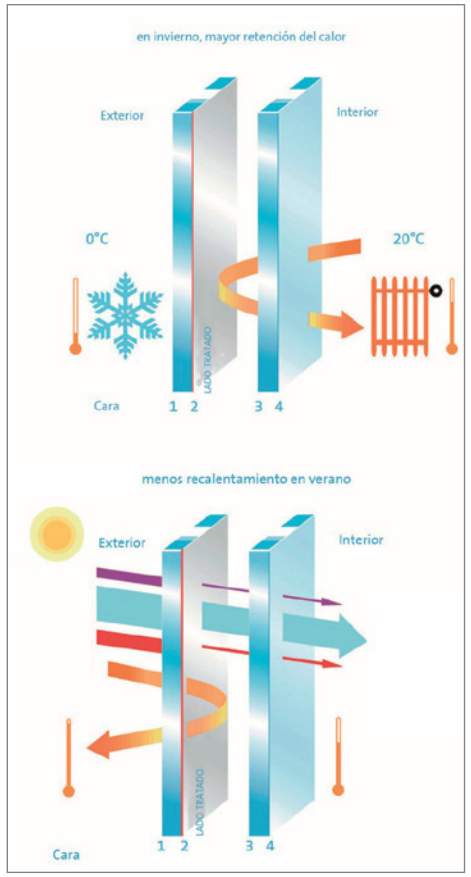
Fuente: Guía sobre materiales aislantes y eficiencia energética – FENERCOM 2012

• Vidrios bajo emisivos o de Aislamiento Térmico Reforzado (ATR)

Una de las innovaciones más importantes ha sido el desarrollo de los vidrios bajo emisivos. El recubrimiento de baja emisividad consiste en una fina capa de metales, óxidos metálicos y otros componentes aplicados mediante líneas magnetrónicas a alto vacío. Este recubrimiento tiene un efecto tanto sobre las propiedades térmicas como ópticas del acristalamiento.

Mientras que en un vidrio sin tratamiento la emisividad es del 0,89, un vidrio bajo emisivo puede alcanzar valores de emisividad de 0,01. Los vidrios de capa pueden situarse como vidrio interior o exterior, con las capas en las posiciones 2 y 3. Normalmente en posición 2 favorece un mejor control solar. Cada fabricante define la posición en la que deben colocarse la capa y las prestaciones que proporciona.

Figura 153. *Esquema de funcionamiento de los vidrios ATR respecto a la radiación interior (calefacción) y la radiación exterior (refrigeración)*



El recubrimiento bajo emisivo reduce la energía de radiación que se transmite desde la hoja interior a la exterior en un factor de 1 a 20. Dado que la energía por radiación es la forma principal de transmisión de calor en una unidad de vidrio aislante, su transmitancia se puede reducir de 2,7 a 1,3 W/m^{2}K. Si, además, se introduce argón en vez de aire en la cámara entre las hojas de vidrio, la transmitancia se puede reducir a 1,0 W/m^{2}K.

El recubrimiento de baja emisividad también puede tener un efecto sobre las propiedades ópticas del acristalamiento. Para las longitudes de onda correspondientes al espectro visible no hay prácticamente efecto, pero en la radiación infrarroja sí que hay una reducción en la transmitancia luminosa frente al vidrio sin recubrimiento. Se incrementa la reflexión en el espectro infrarrojo, reduciendo el factor solar en comparación con un vidrio sin capa.

• Vidrios de control solar

El control solar puede realizarse a través del acristalamiento de diferentes maneras. Desde los vidrios de color a los acristalamientos altamente selectivos pasando por diferentes tipos de vidrios de capa de control solar.

No existe una definición de "vidrio de control solar" que permita agrupar y clasificar a los mismos. Puede hablarse de vidrios de control solar cuando el factor solar del vidrio g se ve modificado a la baja partiendo de lo que es un vidrio incoloro monolítico (g = 0,85) o un doble acristalamiento incoloro sin ningún tratamiento de capa (g=0,75).

Así se puede hablar de control solar moderado (g entre 0,75 y 0,50), control solar medio (g entre 0,50 y 0,40) o control solar reforzado (g entre 0,40 y 0,10), teniendo en cuenta también el mercado hacia el que van destinados y la tipología de huecos que en el mismo se presenta.

El control solar de los vidrios y en definitiva el del hueco hay que entenderlo siempre en relación a la luz que deja pasar y la visibilidad que permite. Protegerse del sol renunciando a la luz o a la visibilidad a través del hueco es relativamente sencillo con una persiana.

Algunos de los vidrios de control solar pueden utilizarse como vidrio monolítico para aplicaciones singulares tales como cerramientos de terrazas, verandas, en las que no se requiere una reducción de la transmitancia. Son también empleados en doble acristalamiento, favoreciendo el aislamiento térmico frente a la diferencia de temperaturas, tanto en invierno como en verano, y en muchas ocasiones en combinación con vidrios de baja emisividad o Aislamiento Térmico Reforzado.

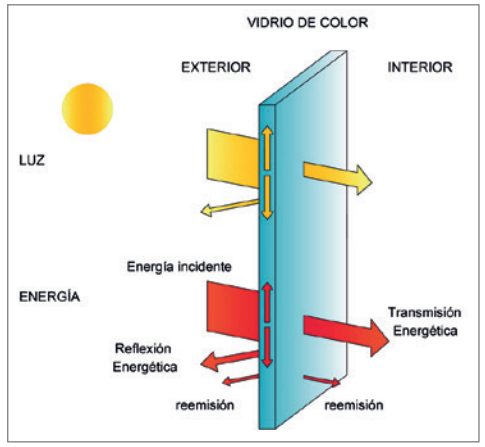
Los acristalamientos de control solar han evolucionado mucho en los últimos años. Una clasificación de los mismos según sus prestaciones y su aparición en la edificación puede ser la siguiente:

- Acristalamientos de color en masa.
- Acristalamientos reflectantes.
- Acristalamientos neutros.
- Acristalamientos de alta selectividad.

ACRISTALAMIENTOS DE CONTROL SOLAR CON VIDRIOS DE COLOR EN MASA

Los vidrios de color en masa se obtienen por la inclusión de diferentes óxidos en la masa del vidrio fundido, modificando así sus prestaciones de absorción de energía y modificando su color. Como cualquier otro cuerpo de color, cuanto más oscuro es, mayor energía absorbe y más se calienta.

Figura 154. *Acristalamientos de color en masa*



La energía de la radiación solar que incide sobre el vidrio y que éste absorbe es energía que no penetra en el interior del recinto, con lo que se cuenta ya con un primer escalón de control solar. El control solar ofrecido es función del color del vidrio empleado y del tono más o menos oscuro del mismo. Estos vidrios por tanto trabajan mediante absorción.

Si la solución contemplada queda en la utilización de estos vidrios, se puede encontrar un efecto secundario que disminuye su eficacia. El vidrio una vez se calienta por absorción del infrarrojo próximo, reemite la energía hacia el interior recalentando el recinto en forma de radiación infrarroja lejana y produciendo un efecto invernadero. La cantidad reemitida siempre es inferior a la cantidad que hubiese pasado directamente, ya que una parte se reemite hacia el exterior. Este funcionamiento puede generar disconfort para usuarios situados en las proximidades del vidrio

Además de estos efectos el color en masa de estos acristalamientos genera una distorsión cromática de los objetos vistos a través del mismo.

Para evitar este efecto secundario, se instala el vidrio de color como vidrio exterior de un doble acristalamiento. Con ello se consigue que el calor reemitido esté amortiguado por la cámara de aire, que aumenta su temperatura, por lo que se reemite mayor cantidad hacia el exterior y por otra parte la parte reemitida por radiación en el infrarrojo lejano hacia el interior se ve frenada por el vidrio interior ya que el vidrio es opaco a este tipo de radiación.

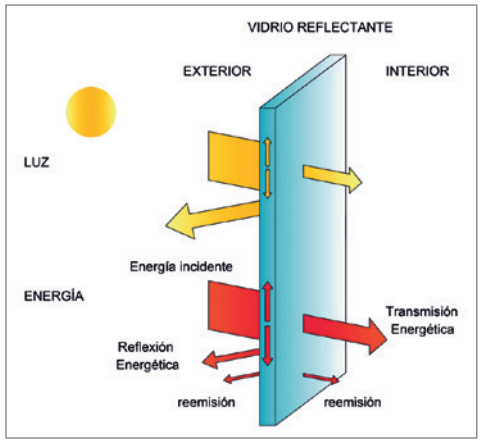
La cantidad de luz que deja pasar el acristalamiento se ve modificada en función de lo oscuro que sea el vidrio empleado.

ACRISTALAMIENTOS DE CONTROL SOLAR CON VIDRIOS DE CAPA REFLECTANTE

Se trata de vidrios sobre los que se ha depositado una finísima capa, del orden de 100 nm, de diversos materiales, óxido y metales fundamentalmente, que modifican el comportamiento espectrofotométrico del vidrio tanto en el espectro visible como en el infrarrojo.

En el espectro visible reflejan parte de las longitudes de onda ofreciendo un aspecto espejado más o menos intenso en función de su reflexión luminosa exterior (RLE %), que incluso puede hacer que se modifique el color observado por reflexión cuando las longitudes de onda reflejadas corresponden a un color determinado. La cantidad de luz reflejada disminuye la cantidad de luz que entra por transmisión, pero no deja de perderse la visibilidad a través del acristalamiento. Existen vidrios de control solar reflectantes que prácticamente no tienen aspecto espejo, hasta vidrios que son altamente espejados produciendo una reflexión prácticamente total de las imágenes.

Figura 155. *Acristalamientos de control solar con vidrios reflectantes*



En el espectro infrarrojo se produce una reflexión energética RE (%) en distinto grado para cada producto con lo que se impide que esta energía penetre en el recinto. Con este tipo de vidrios reflectantes puede obtenerse un gran control solar, es decir factores solares muy reducidos, o bien un control solar moderado. La gama de posibilidades es muy amplia (0.10 < g < 0.60). Normalmente los acristalamientos de menores factores solares están dirigidos al sector terciario, debido a las grandes superficies acristaladas que poseen este tipo de edificios, mientras que los menos reflectantes pueden utilizarse en todo tipo de edificios residenciales o terciarios.

De forma resumida puede decirse que el vidrio reflectante efectúa su control solar sin seleccionar el tipo de longitud de onda que refleja, luz o energía.

Estos vidrios de control solar pueden combinarse en doble acristalamiento con otro vidrio de Aislamiento Térmico Reforzado (ATR).

ACRISTALAMIENTOS DE CONTROL SOLAR CON VIDRIOS DE CAPA NEUTROS

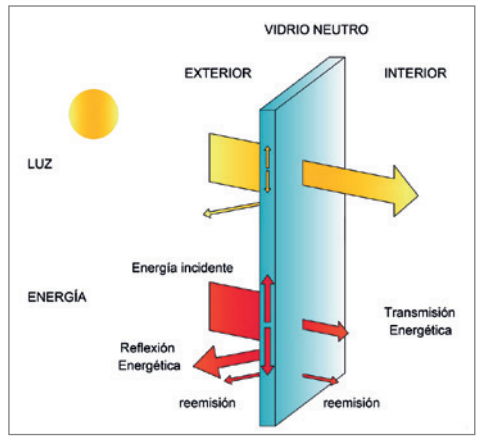
Para evitar el efecto espejado de los vidrios de control solar reflectantes se han desarrollado los vidrios de control solar neutro. Estos vidrios logran reducir la transmisión energética directa y su absorción energética con lo que alcanzan valores de factor solar reducidos. La diferencia respecto a los vidrios reflectantes es que producen muy baja reflexión en el espectro visible con lo que logran mantener su aspecto de vidrios transparentes y neutros. Normalmente estos vidrios pueden estar dotados a la vez de baja emisividad, lo que les proporciona una mayor capacidad aislante patente en sus bajos valores de transmitancia térmica.

Los vidrios neutros de control solar permiten grandes aportes luminosos a la vez que permiten una perfecta visión a través de los mismos. Existe un amplio rango de valores de control solar respetando los grandes aportes de luz y el aspecto neutro de los mismos. Por esta razón son muy empleados en el sector residencial para el cual existen productos adaptados (factores solares g entre 0,40 y 0,30) con elevadas transmisiones luminosas. La neutralidad y la transmisión luminosa ofrecida llegan a límites en los que es necesario detectar la presencia de la capa mediante dispositivos específicos para ello ya que no se logra su identificación a simple vista.

Figura 156. *Dispositivo para identificación de vidrio de capas*

Los factores solares más bajos, es decir los mayores controles solares, se obtienen con pequeñas reducciones de transmisión luminosa que son perfectamente asumibles en grandes superficies acristaladas aportando además una pequeña matización de la cantidad de luz entrante.

Figura 157. Acristalamientos de control solar con vidrios de capa neutros

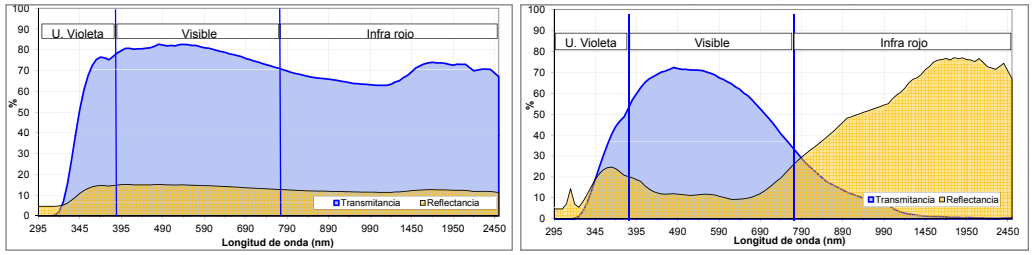


ACRISTALAMIENTOS DE CONTROL SOLAR CON VIDRIOS DE CAPA DE ALTA SELECTIVIDAD

Puede considerarse que lo vidrios de alta selectividad son el último escalón en lo que se refiere al control solar y alta transmisión luminosa. Se trata de vidrios muy neutros de control solar que maximizan el paso de la luz a la vez que ofrecen factores solares muy bajos. En términos de transmitancia son vidrios de capa que permiten el paso en un alto porcentaje de las radiaciones de longitudes de onda entre los 380nm y los 780 nm, es decir luz visible, mientras que no transmiten gran parte de las longitudes de onda superiores a los 780 nm, es decir infrarrojo próximo.

En términos de reflectancia se comportan al revés. En el visible presentan reflectancia baja, próximas a las de un vidrio convencional, y en el espectro infrarrojo elevan sus valores de reflectancia impidiendo la entrada energética.

Figura 158. Vidrio normal - doble acristalamiento



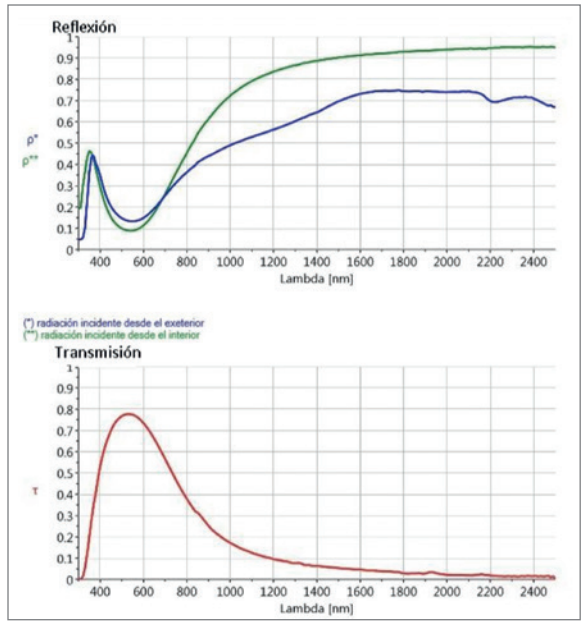
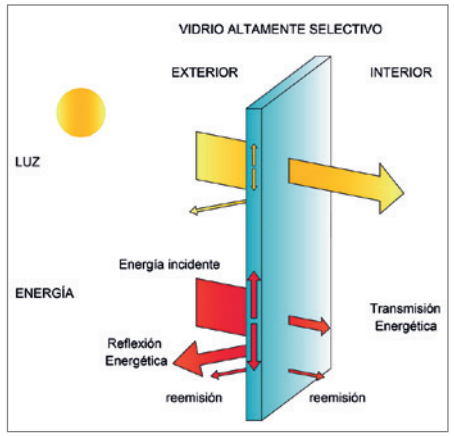


Figura 159. Vidrio normal - doble acristalamiento

Figura 160. Vidrio altamente selectivo



Se define la selectividad del acristalamiento como la relación entre la cantidad de luz que deja pasar y la protección solar que ofrece, es decir el cociente entre su transmisión luminosa y el factor solar del mismo. Este valor está limitado por la propia naturaleza física de la luz que es a la vez portadora de energía, por lo que la selectividad no puede superar el valor de 2,37. En ocasiones algunos industriales manejan el concepto de selectividad como el cociente entre la transmisión luminosa y la transmisión energética directa, prescindiendo del flujo reemitido al interior. En estos casos la selectividad puede superar el valor indicado.

En definitiva, los vidrios selectivos y altamente selectivos son los que proporcionan protección solar mediante la "selección" de las longitudes de onda que dejan pasar a su través, permitiendo el paso de la luz y no de la radiación infrarroja portadora de calor.

Los vidrios selectivos y altamente selectivos, debido a los materiales utilizados en su fabricación, suelen estar dotados de Aislamiento Térmico Reforzado, por lo que no requieren la incorporación de estos como vidrios interiores para alcanzar valores de transmitancia térmica de 1.3 W/m² K con cámara de aire o valores 1.0 W/m² K con cámara de argón al 90 %.

ANEXO II.
Documento Básico de Ahorro de Energía del Código Técnico de la Edificación

ANEXO II.
Documento Básico de Ahorro de Energía del Código Técnico de la Edificación (DB HE)

SECCIÓN HE 0. LIMITACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO

Ámbito de aplicación

Esta sección es de aplicación a:

a) edificios de nueva construcción;

b) intervenciones en edificios existentes, en los siguientes casos:

- ampliaciones en las que se incremente más de un 10% la superficie o el volumen construido de la unidad o unidades de uso sobre las que se intervenga, cuando la superficie útil total ampliada supere los 50 m^2;
- cambios de uso, cuando la superficie útil total supere los 50 m^2;
- reformas en las que se renueven de forma conjunta las instalaciones de generación térmica y más del 25% de la superficie total de la envolvente térmica final del edificio.

Las exigencias derivadas de ampliaciones y cambios de uso son de aplicación, respectivamente, a la parte ampliada y a la unidad o unidades de uso que cambian su uso, mientras que, en el caso de las reformas referidas en este apartado, son de aplicación al conjunto del edificio.

Caracterización de la exigencia

El consumo energético de los edificios se limitará en función de la zona climática de invierno de su localidad de ubicación, el uso del edificio y, en el caso de edificios existentes, el alcance de la intervención.

Cuantificación de la exigencia

Consumo de energía primaria no renovable

El consumo de **energía primaria no renovable (Cep,nren)** de los espacios contenidos en el interior de la envolvente térmica del edificio o, en su caso, de la parte del edificio considerada, no superará el valor límite (*Cep,nren,lim*) obtenido de la tabla 3.1.a-HE0 o la tabla 3.1.b-HE0:

Tabla 3.1.a - HE0

Valor límite $C_{ep,nren,lim}$ [kW·h/m²·año] para uso residencial privado

	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Edificios nuevos y ampliaciones	20	25	28	32	38	43
Cambios de uso a residencial privado y reformas	40	50	55	65	70	80

En territorio extrapeninsular (Illes Balears, Canarias, Ceuta y Melilla) se multiplicarán los valores de la tabla por 1,25

Tabla 3.1.b - HE0

Valor límite $C_{ep,nren,lim}$ [kW·h/m²·año] para uso distinto del residencial privado

Zona climática de invierno					
α	A	B	C	D	E
70 + 8 · C_{FI}	55 + 8 · C_{FI}	50 + 8 · C_{FI}	35 + 8 · C_{FI}	20 + 8 · C_{FI}	10 + 8 · C_{FI}

C_{FI}: *Carga interna media*[W/m²]

En territorio extrapeninsular (Illes Balears, Canarias, Ceuta y Melilla) se multiplicarán los valores resultantes por 1,40

Debe tenerse en cuenta (ver terminología), que la *carga interna media* se calcula como el valor promedio de la *carga interna* durante una semana tipo y no como promedio durante el tiempo de ocupación o como la carga máxima durante el tiempo de ocupación.

Carga interna media (CFI): carga media horaria de una semana tipo, repercutida por unidad de superficie del edificio o zona del edificio, teniendo en cuenta la carga sensible debida a la ocupación, la carga debida a iluminación y la carga debida a los equipos.

Consumo de energía primaria total

El **consumo de energía primaria total (Cep,tot)** de los espacios contenidos en el interior de la envolvente térmica del edificio o, en su caso, de la parte del edificio considerada, no superará el valor límite (Cep,tot,lim) obtenido de la tabla 3.2.a-HE0 o de la tabla 3.2.b-HE0:

Tabla 3.2.a - HE0

Valor límite $C_{ep,tot,lim}$ [kW·h/m²·año] para uso residencial privado

	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Edificios nuevos y ampliaciones	40	50	56	64	76	86
Cambios de uso a residencial privado y reformas	55	75	80	90	105	115

En territorio extrapeninsular (Illes Balears, Canarias, Ceuta y Melilla) se multiplicarán los valores de la tabla por 1,15

Tabla 3.2.b - HE0

Valor límite $C_{ep,tot,lim}$ [kW·h/m²·año] para uso distinto del residencial privado

Zona climática de invierno					
α	A	B	C	D	E
165 + 9 · C_{FI}	155 + 9 · C_{FI}	150 + 9 · C_{FI}	140 + 9 · C_{FI}	130 + 9 · C_{FI}	120 + 9 · C_{FI}

C_{FI}: *Carga interna media*[W/m²]

En territorio extrapeninsular (Illes Balears, Canarias, Ceuta y Melilla) se multiplicarán los valores resultantes por 1,40

Debe tenerse en cuenta (ver terminología), que la *carga interna media* se calcula como el valor promedio de la carga interna durante una semana tipo y no como promedio durante el tiempo de ocupación o como la carga máxima durante el tiempo de ocupación.

SECCIÓN HE 1 CONDICIONES PARA EL CONTROL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA

Ámbito de aplicación

Esta sección es de aplicación a:

a) edificios de nueva construcción;

b) intervenciones en edificios existentes:

- ampliaciones;
- cambios de uso;
- reformas.

Cuantificación de la exigencia

Condiciones de la envolvente térmica

La **envolvente térmica** del edificio, definida según los criterios del Anejo C, cumplirá las siguientes condiciones:

Transmitancia de la envolvente térmica

La **transmitancia térmica (U)** de cada elemento perteneciente a la envolvente térmica no superará el valor límite (Ulim) de la tabla 3.1.1.a-HE1:

3.1.1 Transmitancia de la *envolvente térmica*

1 La *transmitancia térmica* (U) de cada elemento perteneciente a la *envolvente térmica* no superará el valor límite (U_{lim}) de la tabla 3.1.1.a-HE1:

Tabla 3.1.1.a - HE1 Valores límite de *transmitancia térmica*, U_{lim} [W/m²K]

Elemento	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Muros y suelos en contacto con el aire exterior (U_S, U_M)	0,80	0,70	0,56	0,49	0,41	0,37
Cubiertas en contacto con el aire exterior (U_C)	0,55	0,50	0,44	0,40	0,35	0,33
Muros, suelos y cubiertas en contacto con espacios no habitables o con el terreno (U_T) Medianerías o particiones interiores pertenecientes a la *envolvente térmica* (U_{MD})	0,90	0,80	0,75	0,70	0,65	0,59
Huecos (conjunto de marco, vidrio y, en su caso, cajón de persiana) (U_H)*	3,2	2,7	2,3	2,1	1,8	1,80
Puertas con superficie semitransparente igual o inferior al 50%	5,7					

En el **caso de reformas**, el valor límite (Ulim) de la tabla 3.1.1.a-HE1 será de aplicación únicamente a aquellos elementos de la envolvente térmica:

a) **que se sustituyan, incorporen, o modifiquen sustancialmente**;

b) que vean modificadas sus condiciones interiores o exteriores como resultado de la intervención, cuando estas supongan un incremento de las necesidades energéticas del edificio.

Asimismo, en reformas se podrán superar los valores de la tabla 3.1.1.a-HE1 cuando el coeficiente global de transmisión de calor (K) obtenido considerando la transmitancia térmica final de los elementos afectados no supere el obtenido aplicando los valores de la tabla.

El **coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica (K)** del edificio, o parte del mismo, **con uso residencial privado**, no superará el valor límite (Klim) obtenido de la tabla 3.1.1.b-HE1:

Tabla 3.1.1.b - HE1 Valor límite K_{lim} [W/m²K] para uso residencial privado

	Compacidad V/A [m³/m²]	Zona climática de invierno					
		α	A	B	C	D	E
Edificios nuevos y ampliaciones	V/A ≤ 1	0,67	0,60	0,58	0,53	0,48	0,43
	V/A ≥ 4	0,86	0,80	0,77	0,72	0,67	0,62
Cambios de uso. Reformas en las que se renueve más del 25% de la superficie total de la *envolvente térmica* final del edificio	V/A ≤ 1	1,00	0,87	0,83	0,73	0,63	0,54
	V/A ≥ 4	1,07	0,94	0,90	0,81	0,70	0,62

Los valores límite de las compacidades intermedias (1<V/A<4) se obtienen por interpolación.

En el caso de ampliaciones los valores límite se aplicarán sólo en caso de que la superficie o el volumen construido se incrementen más del 10%.

El **coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica (K)** del edificio, o parte del mismo, **con uso distinto al residencial privado** no superará el valor límite (Klim) obtenido de la tabla 3.1.1.c-HE1:

4 El *coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica* (*K*) del edificio, o parte del mismo, con uso distinto al residencial privado no superará el valor límite (K_{lim}) obtenido de la tabla 3.1.1.c-HE1:

Tabla 3.1.1.c - HE1 Valor límite K_{lim} [W/m²K] para uso distinto del residencial privado

	Compacidad V/A [m³/m²]	Zona climática de invierno					
		α	A	B	C	D	E
Edificios nuevos. Ampliaciones. Cambios de uso. Reformas en las que se renueve más del 25% de la superficie total de la *envolvente térmica* final del edificio	V/A ≤ 1	0,96	0,81	0,76	0,65	0,54	0,43
	V/A ≥ 4	1,12	0,98	0,92	0,82	0,70	0,59

Los valores límite de las compacidades intermedias (1<V/A<4) se obtienen por interpolación.

En el caso de ampliaciones los valores límite se aplicarán sólo en caso de que la superficie o el volumen construido se incrementen más del 10%.

Las *unidades de uso* con actividad comercial cuya compacidad V/A sea mayor que 5 se eximen del cumplimiento de los valores de esta tabla.

Coeficiente global de transmisión de calor (a través de la envolvente térmica del edificio) (K): Valor medio del coeficiente de transmisión de calor para la superficie de intercambio térmico de la envolvente (Aint). Se expresa en W/m²·K:

$$K = \sum H_x / A_{int}$$

donde:

H_x corresponde al coeficiente de transferencia de calor del elemento x perteneciente a la *envolvente térmica* (incluyendo sus puentes térmicos). Se incluyen aquellos elementos en contacto con el terreno, con el ambiente exterior, y se excluyen aquellos en contacto con otros edificios u otros espacios adyacentes;

A_{int} es el área de intercambio de la envolvente térmica obtenida como suma de los distintos componentes considerados en la transmisión de calor. Excluye, por tanto, las áreas de elementos de la envolvente térmica en contacto con edificios o espacios adyacentes exteriores a la envolvente térmica.

De forma simplificada, puede calcularse este parámetro a partir de las *transmitancias térmicas* y superficies de los elementos de la envolvente térmica y de un factor de ajuste:

$$K = \Sigma_x b_{tr,x} [\Sigma_i A_{x,i} U_{x,i} + \Sigma_k l_{x,k} \psi_{x,k} + \Sigma_j x_{x,j}] / \Sigma_x \Sigma_i b_{tr,x} A_{x,i}$$

donde:

$b_{tr,x}$ es el factor de ajuste para los elementos de la envolvente. Su valor es 1 excepto para elementos en contacto con edificios o espacios adyacentes exteriores a la *envolvente térmica*, donde toma el valor 0;

$A_{x,i}$ es el área de intercambio del elemento de la *envolvente térmica* considerado;

$U_{x,i}$ es el valor de la *transmitancia térmica* del elemento de la *envolvente térmica* considerado;

En el Documento de Apoyo DB-HE/1 Cálculo de parámetros característicos de la *envolvente térmica* y en las normas UNE-EN ISO relacionadas se dispone de valores orientativos de *transmitancia térmica* de los diferentes elementos de la *envolvente térmica*.

La *transmitancia térmica* aplicable a los elementos en contacto con el terreno incluye no sólo la transmitancia intrínseca del elemento sino también el efecto del terreno.

$l_{x,k}$ es la longitud del puente térmico considerado;

$\psi_{x,k}$ es el valor de la transmitancia térmica lineal del puente térmico considerado;

$x_{x,j}$ es la transmitancia puntual del puente térmico considerado.

Control solar de la envolvente térmica

En el caso de edificios nuevos y ampliaciones, cambios de uso o reformas en las que se renueve **más del 25% de la superficie total de la envolvente térmica** final del edificio, el parámetro de control solar (qsol;jul) no superará el valor límite de la tabla 3.1.2-HE1:

3.1.2 Control solar de la *envolvente térmica*

1 En el caso de edificios nuevos y ampliaciones, cambios de uso o reformas en las que se renueve más del 25% de la superficie total de la *envolvente térmica* final del edificio, el parámetro de *control solar* ($q_{sol;jul}$) no superará el valor límite de la tabla 3.1.2-HE1:

Tabla 3.1.2-HE1 Valor límite del parámetro de control solar, qsol;jul,lim [kWh/m²·mes]

Uso	$q_{sol;jul}$
Residencial privado	2,00
Otros usos	4,00

Este parámetro de control solar cuantifica una prestación del edificio que consiste en su capacidad para bloquear la radiación solar y presupone la activación completa de los dispositivos de sombra móviles. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que, para el cálculo del consumo energético del edificio, el valor efectivo del control solar, dependerá en menor medida de la eficacia de las protecciones solares móviles, debido al régimen efectivo de activación y desactivación de las mismas, y más del resto de elementos que intervienen en el control solar (sombras fijas, características de los huecos, etc.), que deben, por tanto, proyectarse adecuadamente.

Se puede encontrar un análisis detallado de este parámetro en el Manual de Prescripción y recepción de ventanas en obra de ASEFAVE (véase www.asefave.org/publicaciones).

Control solar (qsol;jul): Es la relación entre las ganancias solares para el mes de julio (Qsol;jul) de los huecos pertenecientes a la envolvente térmica con sus protecciones solares móviles activadas, y la superficie útil de los espacios incluidos dentro de la *envolvente térmica* (Autil). Puede aplicarse al edificio o a parte del mismo.

Ver Anexo IV.2 con información adicional.

Permeabilidad al aire de la envolvente térmica

Las soluciones constructivas y condiciones de ejecución de los elementos de la *envolvente térmica* asegurarán una adecuada estanqueidad al aire. Particularmente, se cuidarán los encuentros entre huecos y opacos, puntos de paso a través de la *envolvente térmica* y puertas de paso a espacios no acondicionados.

La **norma UNE 85219:2016** trata la ejecución de los encuentros entre huecos y opacos para lograr una adecuada estanqueidad.

La permeabilidad al aire (Q100) de los huecos (incluyendo el cajón de persiana si lo llevan), que pertenezcan a la envolvente térmica no superará el valor límite de la tabla 3.1.3.a-HE1:

2 La *permeabilidad al aire* (Q_{100}) de los *huecos* que pertenezcan a la *envolvente térmica* no superará el valor límite de la tabla 3.1.3.a-HE1:

Tabla 3.1.3.a-HE1 Valor límite de *permeabilidad al aire* de *huecos* de la *envolvente térmica*, $Q_{100,lim}$ [m³/h·m²]

	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Permeabilidad al aire de huecos ($Q_{100,lim}$)*	≤ 27	≤ 27	≤ 27	≤ 9	≤ 9	≤ 9

* La permeabilidad indicada es la medida con una sobrepresión de 100Pa, Q_{100}.
Los valores de permeabilidad establecidos se corresponden con los que definen la clase 2 (≤27 m³/h·m²) y clase 3 (≤9 m³/h·m²) de la UNE-EN 12207:2017.
La permeabilidad del hueco se obtendrá teniendo en cuenta, en su caso, el cajón de persiana.

En edificios nuevos de uso residencial privado con una **superficie útil total superior a 120 m²**, la **relación del cambio de aire con una presión diferencial de 50 Pa** (n50) no superará el valor límite de la tabla 3.1.3.b-HE1:

3 En edificios nuevos de uso residencial privado con una superficie útil total superior a 120 m², la *relación del cambio de aire* con una presión diferencial de 50 Pa (n_{50}) no superará el valor límite de la tabla 3.1.3.b-HE1.

Tabla 3.1.3.b-HE1 Valor límite de la *relación del cambio de aire* con una presión de 50 Pa, n_{50} [h⁻¹]

Compacidad V/A [m³/m2]	n_{50}
V/A <= 2	6
V/A >= 4	3

Los valores límite de las compacidades intermedias (2<V/A<4) se obtienen por interpolación.

4 El Anejo H establece la metodología para la determinación de la *permeabilidad al aire* del edificio.

El Anejo H del DB HE establece la metodología para la determinación de la permeabilidad al aire del edificio.

SECCIÓN HE 3 CONDICIONES DE LAS INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN

Caracterización de la exigencia

Los edificios dispondrán de instalaciones de iluminación adecuadas a las necesidades de sus usuarios y a la vez eficaces energéticamente disponiendo de un sistema de control que permita ajustar el encendido a la ocupación real de la zona, así como de un **sistema de regulación que optimice el aprovechamiento de la luz natural**, en las zonas que reúnan unas determinadas condiciones.

Sistemas de aprovechamiento de la luz natural

Se instalarán sistemas de aprovechamiento de la luz natural que regulen, automáticamente y de forma proporcional al aporte de luz natural, el nivel de iluminación de las luminarias situadas a menos de 5 metros de una ventana y de las situadas bajo un lucernario, cuando se cumpla la expresión T(Aw / A) > 0,11 junto con alguna de las condiciones indicadas en el apartado 3.4

El DB HE incorpora los siguientes apéndices:

- Anejo A Terminología
- Anejo B Zonas climáticas
- Anejo C Consideraciones para la definición de la envolvente térmica
- Anejo D Condiciones operacionales y perfiles de uso
- **Anejo E Valores orientativos de transmitancia**
- Anejo F Demanda de referencia de ACS
- Anejo G Temperatura del agua de red
- Anejo H Determinación de la permeabilidad al aire del edificio

Anejo E. Valores orientativos de transmitancia

La tabla a-Anejo E aporta valores orientativos de los parámetros característicos de la envolvente térmica que pueden resultar útiles para el predimensionado de soluciones constructivas de edificios de uso residencial privado, para el cumplimiento de las condiciones establecidas para el coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente (apartado 3.1.1 – HE1):

Anejo E Valores orientativos de transmitancia

1 La tabla a-Anejo E aporta valores orientativos de los parámetros característicos de la envolvente térmica que pueden resultar útiles para el predimensionado de soluciones constructivas de edificios de uso residencial privado, para el cumplimiento de las condiciones establecidas para el coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente (apartado 3.1.1 – HE1):

Tabla a-Anejo E. Transmitancia térmica del elemento, U [W/m² K]

	Zona Climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Muros y suelos en contacto con el aire exterior, U_M, U_S	0,56	0,50	0,38	0,29	0,27	0,23
Cubiertas en contacto con el aire exterior, U_C	0,50	0,44	0,33	0,23	0,22	0,19
Elementos en contacto con espacios no habitables o con el terreno, U_T	0,80	0,80	0,69	0,48	0,48	0,48
Huecos (conjunto de marco, vidrio y, en su caso, cajón de persiana), U_H	2,7	2,7	2,0	2,0	1,6	1,5

Los valores de esta tabla son para la intervención en la globalidad del edificio, es decir, para edificios nuevos o intervenciones sobre edificios existentes que afecten a la globalidad de la *envolvente térmica* (>25%)
Para el caso de reformas que afecten a <25% de la *envolvente térmica* los valores límite de *transmitancia térmica* para los diferentes elementos constructivos son los de la tabla 3.1.1.a-HE1

2 Los valores anteriores presuponen un correcto tratamiento de los puentes térmicos.

ANEXO III.
Normas europeas y nacionales de aplicación para sistemas de protección solar

ANEXO III.
Normas europeas y nacionales de aplicación para sistemas de protección solar

Normas pertenecientes al Comité Técnico Europeo CEN/TC 33 - Doors, windows, shutters, building hardware and curtain walling.

- **UNE-EN 410:2011**. Vidrio para la edificación. Determinación de las características luminosas y solares de los acristalamientos.
- **UNE-EN 673:2011**. Vidrio en la construcción. Determinación del coeficiente de transmisión térmica (valor U). Método de cálculo.
- **UNE-EN 949:1999**. Ventanas y muros cortina, puertas, cierres y persianas. Determinación de la resistencia al impacto de cuerpo blando y duro para puertas.
- **UNE-EN 949 ERR: 2000**. Ventanas y muros cortina, puertas, cierres y persianas. Determinación de la resistencia al impacto de cuerpo blando y pesado para puertas.
- **UNE-EN 1096-1:2012**. Vidrio para la edificación. Vidrio de capa. Parte 1: Definiciones y clasificación.
- **UNE-EN 1522:1999**. Ventanas, puertas, persianas y celosías - Resistencia a la bala. Requisitos y clasificación.
- **UNE-EN 1523:1999**. Ventanas, puertas, persianas y celosías - Resistencia a la bala. Método de ensayo.
- **UNE-EN 1627:2011**. Puertas peatonales, ventanas, fachadas ligeras, rejas y persianas. Resistencia a la efracción. Requisitos y clasificación.
- **UNE-EN 1628:2011+A1:2017**. Puertas peatonales, ventanas, fachadas ligeras, rejas y persianas. Resistencia a la efracción. Método de ensayo para la determinación de la resistencia bajo carga estática.
- **UNE-EN 1629:2011+A1:2017**. Puertas peatonales, ventanas, fachadas ligeras, rejas y persianas. Resistencia a la efracción. Método de ensayo para la determinación de la resistencia bajo carga dinámica.
- **UNE-EN 1630:2011+A1:2017**. Puertas peatonales, ventanas, fachadas ligeras, rejas y persianas. Resistencia a la efracción. Método de ensayo para la determinación de la resistencia a intentos manuales de efracción.
- **UNE-EN 1932:2014**. Toldos y persianas - Resistencia a las cargas de viento - Método de ensayo.
- **UNE-EN 1933:1999**. Toldos - Resistencia a la carga debida al embolsamiento de agua – Método de ensayo.
- **UNE-EN ISO 10077-1:2020**. Comportamiento térmico de ventanas, puertas y persianas. Cálculo de la transmitancia térmica. Parte 1: Generalidades.
- **UNE-EN ISO 10077-2:2020**. Eficiencia térmica de ventanas, puertas y persianas - Cálculo de la transmitancia térmica - Parte 2: Método numérico para los marcos.
- **UNE-EN 12045:2000**. Persianas y celosías motorizadas - Seguridad de uso - Medición de la fuerza transmitida.
- **UNE-EN 12194:2000**. Persianas, toldos y celosías - Falsas maniobras - Métodos de ensayo.

- **UNE-EN 12216: 2018**. Persianas, celosías exteriores y celosías interiores. Terminología, glosario y definiciones.
- **UNE-EN 12833:2001**. Persianas enrollables para lucernarios y verandas - Resistencia a la carga de nieve - Método de ensayo.
- **UNE-EN 12835:2001**. Persianas estancas - Ensayo de permeabilidad al aire.
- **UNE-EN 13120:2010+A1:2014**. Celosías interiores - Requisitos de prestaciones incluida la seguridad.
- **UNE-EN 13123-1:2001**. Ventanas, puertas y persianas - Resistencia a la explosión - Requisitos y clasificación - Parte 1: tubo impacto.
- **UNE-EN 13123-2:2004**. Ventanas, puertas y persianas - Resistencia a la explosión - Requisitos y Clasificación - Parte 2: Ensayo en campo abierto.
- **UNE-EN 13124-1:2001**. Ventanas, puertas y persianas - Resistencia a la explosión - Métodos de ensayo - Parte 1: tubo de impacto.
- **UNE-EN 13124-2:2004**. Ventanas, puertas y persianas - Resistencia a la explosión - Método de ensayo - Parte 2: Ensayo en campo abierto.
- **UNE-EN 13125:2001**. Persianas y celosías - Resistencia térmica adicional - Atribución de una clase de permeabilidad al aire a un producto.
- **UNE-EN 13330:2014**. Persianas - Resistencia al impacto de cuerpo duro - Método de ensayo.
- **UNE-EN 13363-1:2006+A1:2008**. Dispositivos de protección solar combinados con acristalamiento. Cálculo del factor de transmitancia solar y luminosa. Parte 1: Método simplificado.
- **UNE-EN 13363-1:2006+A1:2008/AC:2009**. Dispositivos de protección solar combinados con acristalamiento. Cálculo del factor de transmitancia solar y luminosa. Parte 1: Método simplificado.
- **UNE-EN 13363-2:2008**. Dispositivos de protección solar combinados con acristalamiento. Cálculo del factor de transmitancia solar y luminosa. Parte 2: Método de cálculo detallado.
- **UNE-EN 13527:2000**. Persianas y celosías - Medición de la fuerza de maniobra - Métodos de ensayo.
- **UNE-EN 13561:2015/AC:2016**. Toldos. Persianas exteriores y toldos. Requisitos de prestaciones incluida la seguridad.
- **UNE-EN 13659:2016**. Persianas y persianas venecianas exteriores. Requisitos de prestaciones incluida la seguridad.
- **UNE-EN 13758-1:2002+A1:2007**. Textiles. Propiedades protectoras frente a la radiación solar ultravioleta. Parte 1: Método de ensayo para tejidos de indumentaria.
- **UNE-EN 14201:2004**. Persianas y celosías - Resistencia a maniobras repetidas - Métodos de ensayo.
- **UNE-EN 14202:2005**. Persianas y celosías - Idoneidad para el uso de motorización tubular y cuadrada - Requisitos y métodos de ensayo.
- **UNE-EN 14203:2004**. Persianas y celosías - Capacidad para el uso de sistemas mecánicos de maniobra con manivela - Requisitos y métodos de ensayo.
- **UNE-EN 14351-1:2006+A2:2017**. Ventanas y puertas. Norma de producto, características de prestación. Parte 1: Ventanas y puertas exteriores peatonales.

Manual de Protección Solar del cerramiento (Persianas, toldos y textiles)

- **UNE-EN 14500:2010**. Toldos y persianas. Confort térmico y acústico. Métodos de ensayo y de cálculo.
- **UNE-EN 14501:2006**. Persianas y celosías - Confort térmico y visual – Características de prestaciones y clasificación.
- **UNE-EN 14759:2006**. Persianas - Atenuación acústica al ruido aéreo - Expresión de prestaciones.
- **UNE-EN 16433:2014**. Celosías interiores. Protección frente a los peligros de estrangulamiento. Métodos de ensayo.
- **UNE-EN 16434:2014**. Celosías interiores. Protección frente a los peligros de estrangulamiento. Requisitos y métodos de ensayo de los dispositivos de seguridad.

Normas de la serie UNE-EN 1627 a 1630

Las cuatro normas siguientes describen la clasificación y los ensayos para ventanas, puertas, persianas y rejas, desde el punto de vista del ataque a la efracción (forzamiento o ruptura de las medidas de seguridad que protegen un lugar). Son las siguientes:

- **UNE-EN 1627**. Puertas peatonales, ventanas, fachadas ligeras, rejas y persianas. Resistencia a la efracción. Requisitos y clasificación.
- **UNE-EN 1628**. Puertas peatonales, ventanas, fachadas ligeras, rejas y persianas. Resistencia a la efracción. Método de ensayo para la determinación de la resistencia bajo carga estática.
- **UNE-EN 1629**. Puertas peatonales, ventanas, fachadas ligeras, rejas y persianas. Resistencia a la efracción. Método de ensayo para la determinación de la resistencia bajo carga dinámica.
- **UNE-EN 1630**. Puertas peatonales, ventanas, fachadas ligeras, rejas y persianas. Resistencia a la efracción. Método.

La primera de las normas especifica los requisitos y sistemas de clasificación para las características de resistencia a la efracción de puertas peatonales, ventanas, fachadas ligeras, **rejas y persianas**. Se aplica a los siguientes sistemas de apertura: batiente, oscilante, plegable, oscilobatiente, proyectante de eje superior o inferior, deslizantes (horizontal y verticalmente) y giratorias, así como fijas. También incluye productos que incorporen buzones o rejillas de ventilación.

La norma europea no incluye expresamente la resistencia de cerraduras y cilindros frente al ataque con herramientas. Tampoco incluye elementos prefabricados de hormigón. Tampoco cubre el ataque a productos de construcción resistentes a la efracción maniobrados eléctrica, electrónica y electromagnéticamente utilizando métodos de ataque que puedan anular estas características.

La norma define la resistencia a la efracción como la **capacidad de un producto para resistir intentos de entrada forzada** utilizando fuerza física y con la ayuda de herramientas predefinidas.

Cada producto conforme a la norma se clasifica en una de **las seis clases de resistencia establecidas (RC1, RC2, RC3, RC4, RC5 y RC6), que son niveles de resistencia que ofrece el producto contra los intentos de efracción** y que se corresponden con los métodos de ensayo conocidos utilizados por los ladrones. Véase la Tabla 5.

Tabla 5. Clases de resistencia en función del método anticipado

CLASE DE RESISTENCIA (RC)	MÉTODO ANTICIPADO E INTENTOS PARA PODER ENTRAR
1	El ladrón ocasional intenta entrar utilizando herramientas pequeñas y sencillas y violencia física, por ejemplo, patadas, embestidas con el hombro, elevación, arrancamiento.
2	El ladrón ocasional además intenta entrar utilizando herramientas sencillas, por ejemplo destornillador, alicates, cuñas y en el caso de rejas y bisagras visibles, usando pequeñas sierras manuales. No se asocian con este nivel de ladrón los taladros mecánicos, debido al uso de cilindros resistentes al taladro.
3	El ladrón trata de entrar utilizando una palanca de uña, un destornillador adicional y herramientas manuales como un pequeño martillo, punzones y un taladro mecánico.
4	El ladrón con práctica usa además, un martillo pesado, hacha, cinceles y un taladro motorizado que funciona con baterías.
5	El ladrón experimentado utiliza además herramientas eléctricas, por ejemplo taladros, sierras de calar y una amoladora angular con un disco de 125 mm de diámetro como máximo.
6	El ladrón experimentado utiliza además un martillo de mango largo, potentes herramientas eléctricas, por ejemplo taladros y sierra de calar y una amoladora angular con un disco de 230 mm de diámetro como máximo.

Fuente: Norma europea UNE-EN 1627

La norma UNE-EN 1628 especifica un método de ensayo para la determinación de la resistencia a la carga estática. El método de ensayo consiste en aplicar cargas mediante martillo hidráulico en diferentes partes del producto (principalmente en los puntos de cierre) y medir la deformación que sufre. La fuerza de la carga varía de 1,5 a 15 kN (en función de la clase de resistencia del producto y los puntos de carga). El ensayo se utiliza como método para determinar el fallo o límite del producto sometido a ensayo.

En el caso del ensayo estático para cada clase de resistencia (RC), de 1 a 6, se definen la carga del ensayo, las sondas, las placas de presión y los puntos de carga (ejemplo, entre puntos de fijación, entre puntos de unión, puntos de cierre, etc.).

La norma UNE-EN 1629 especifica un método de ensayo para la determinación de la resistencia a la carga dinámica para evaluar las propiedades de resistencia a la efracción de puertas peatonales, ventanas, fachadas ligeras, rejas y persianas. Se aplica a los siguientes sistemas de apertura: batiente, oscilante, plegable, oscilobatiente, proyectantes de eje superior o inferior, deslizantes (horizontal y vertical) y enrollables así como fijas.

El ensayo descrito en esta norma tiene como fin simular los ataques físicos, por ejemplo, embestidas con el hombro, patadas. El método de ensayo consiste proyectar un péndulo que impacta sobre el producto y medir su comportamiento ante el impacto. Para clases RC4 a RC6 no se requiere ensayo dinámico. Se define para cada clase de resistencia (RC) de 1 a 6, la masa del impactador y la altura de caída, siendo mayor la altura de caída a medida que aumenta la clase de resistencia.

En el caso de la norma europea UNE-EN 1630 la norma especifica un método de ensayo de la determinación de la resistencia a intentos manuales de efracción, para evaluar las características de resistencia a la efracción de las puertas peatonales, ventanas, fachadas ligeras, rejas y persianas. El ensayo manual descrito en esta norma cubre las áreas de vulnerabilidad no suficientemente evaluadas por los ensayos de carga estática y carga dinámica.

Norma UNE-EN 1932:2014. Toldos y persianas. Resistencia a las cargas de viento. Método de ensayo

Esta norma europea especifica los métodos de ensayo para evaluar la resistencia al viento de las celosías y persianas exteriores para edificación, destinadas a su instalación delante de ventanas, puertas o fachadas y que se suministran como una unidad completa.

La norma es de aplicación a:

- Persianas: persianas enrollables, celosías venecianas exteriores, persianas batientes, persianas venecianas, persianas acordeón de cierre plano, y persianas de panel deslizante (incluyendo las que tengan sistemas de proyección).
- Celosías exteriores: toldos de brazo plegable, toldos de proyección pantográfica, toldos de brazo pivotante, marquesinas, toldos verticales, toldos de fachada, toldos de veranda, toldos para ventanas de tejado, toldos para pérgola y mosquiteras.

Sea cual sea el tipo de material de los componentes, en condiciones normales de accionamiento e instalado según las instrucciones de montaje del fabricante.

La norma no incluye persianas y toldos que no sean replegables, tales como los toldos a la holandesa y los parasoles, así como las partes estructurales de las pérgolas. La resistencia al viento de estos productos puede evaluarse mediante cálculos.

Normas de cálculo de la transmitancia térmica de las persianas

Las dos normas existentes son las siguientes:

- **UNE-EN ISO 10077-1:2020**. Comportamiento térmico de ventanas, puertas y persianas. Cálculo de la transmitancia térmica. Parte 1: Generalidades.
- **UNE-EN ISO 10077-2:2020**. Eficiencia térmica de ventanas, puertas y persianas - Cálculo de la transmitancia térmica - Parte 2: Método numérico para los marcos.

La instalación de una persiana, en posición desplegada y cerrada, delante de una ventana produce una resistencia térmica adicional ΔR expresada en m^2K/W.

La determinación se realiza según el método de cálculo especificado en la Norma Europea EN ISO 10077-1.

La asignación de la clase de resistencia térmica de una persiana se da en función de su permeabilidad al aire como se especifica en la norma europea EN 13125 y se mide como se especifica en la norma EN 12835 para persianas estancas para las que solamente un ensayo de permeabilidad al aire puede probarlo (persianas clase 5).

La segunda parte de la norma incluye el método de cálculo para evaluar la resistencia térmica de perfiles de persiana y las características térmicas de cajones de persiana enrollable.

Norma UNE-EN 13120:2010+A1:2014. Celosías interiores - Requisitos de prestaciones incluida la seguridad

La norma europea especifica los requisitos que deben cumplir las celosías interiores instaladas en los edificios. Trata también de los peligros significativos de la maquinaria en relación con la fabricación, transporte, instalación, utilización y mantenimiento de las celosías interiores.

Se aplica a las celosías interiores, cualquiera que sea su diseño y la naturaleza de los materiales empleados, citadas a continuación:

- celosía veneciana: libre, guiada, no retráctil;
- celosía enrollable: libre, guiada, con el tejido tensionado;
- celosía de bandas verticales: libre, con guía superior e inferior, raíl inclinado;
- celosía plisada y de nido de abeja: libre, guiada, de movimiento lateral, tensionada;
- celosías romanas;
- celosía austriaca/festonada;
- celosía de panel;
- persianas interiores de lamas tipo plantation shutter;
- persianas enrollables.

Estos productos pueden accionarse manualmente, con o sin resortes de compensación, o mediante motores eléctricos (productos motorizados).

La norma no se aplica ni a cortinas ni a mosquiteras. Tampoco a celosías integradas en unidades de acristalamiento sellado, con la excepción de los requisitos relacionados con la protección frente al estrangulamiento.

NOTA: Las mosquiteras pueden instalarse interior o exteriormente. Sin embargo, ya que siempre están expuestas a la intemperie (ventanas/puertas abiertas), las mosquiteras se incluyen en la norma europea EN 13561 de aplicación a celosías exteriores y toldos.

Normas de confort térmico y acústico de toldos y persianas

- **UNE-EN 14500:2010**. Toldos y persianas. Confort térmico y acústico. Métodos de ensayo y de cálculo.

Esta norma define los métodos de ensayo y de cálculo para la determinación de las características de reflexión y transmisión que deben emplearse para determinar las clases de prestaciones de confort visual y térmicas para celosías exteriores, celosías interiores, persianas y toldos, como se especifican en la norma europea EN 14501.

El documento también especifica el método para determinar las características de opacidad de celosías exteriores, celosías interiores y persianas para oscurecimiento / opacidad, como se especifican en la norma europea EN 14501.

Manual de Protección Solar del cerramiento (Persianas, toldos y textiles)

La norma europea se aplica a todo el conjunto de persianas, toldos y celosías definidos en la norma europea EN 12216, descritos como dispositivos de protección solar.

- **UNE-EN 14501:2006**. Persianas y celosías - Confort térmico y visual – Características de prestaciones y clasificación.

La norma se aplica a todo el rango de persianas, toldos y celosías definidas en la Norma Europea EN 12216, designadas como dispositivos de protección solar. Establece las propiedades a tener en cuenta para la comparación de productos.

Especifica también los correspondientes parámetros y clasificaciones para cuantificar las siguientes propiedades:

Para el confort térmico:
- el factor solar (transmitancia de energía solar total)
- el factor de transferencia de calor secundario
- la transmitancia solar directa

Para el confort visual:
- el control de opacidad
- la privacidad nocturna
- el contacto visual con el exterior
- el control de deslumbramiento
- la utilización de luz diurna
- la reproducción de colores

Normas para la protección frente al riesgo de estrangulamiento

- **UNE-EN 16433:2014**. Celosías interiores. Protección frente a los peligros de estrangulamiento. Métodos de ensayo.

La norma europea especifica los métodos de ensayo para la verificación de los requisitos relacionados con la protección frente al estrangulamiento.

Se aplica a todas las celosías interiores especificadas en la norma EN 13120, a las mosquiteras especificadas en la norma EN 13561 y a las celosías instaladas en unidades de vidrio selladas.

Estos productos pueden accionarse manualmente, con o sin resortes de compensación, o mediante motores eléctricos (productos motorizados).

Aunque en el momento de publicación de la norma no existe norma de producto para telas colgadas, los métodos de ensayo especificados en esta norma pueden usarse para dichos productos.

- **UNE-EN 16434:2014**. Celosías interiores. Protección frente a los peligros de estrangulamiento. Requisitos y métodos de ensayo de los dispositivos de seguridad.

La norma europea especifica los requisitos y métodos de ensayo para los dispositivos de seguridad utilizados en las celosías interiores para la protección frente al estrangulamiento como se especifica en la norma EN 13120 y en las mosquiteras como se especifica en la norma EN 13561.

Estos dispositivos pueden incorporarse a las celosías interiores y a las mosquiteras durante su fabricación o cuando se renueven.

La norma europea es de aplicación a cualquier diseño del dispositivo, entre otros:

- Dispositivos de tensionado;
- Dispositivos de escape;
- Dispositivos de acumulación;
- Dispositivos para evitar el enredado;
- Paradas de cuerdas internas.

Aunque en el momento de publicación de esta norma no existe norma de producto para telas colgadas, los requisitos y métodos de ensayo especificados en esta norma pueden aplicarse a los dispositivos de seguridad instalados en dichos productos.

Es de destacar además la publicación de las normas de persianas: EN 13120:2009+A1:2014, EN 16433:2014 y EN 16434:2014.

- **EN 13120:2009+A1:2014**. Internal blinds - Performance requirements including safety.
- **EN 16433:2014**. Internal blinds - Protection from strangulation hazards - Test methods.
- **EN 16434:2014**. Internal blinds - Protection from strangulation hazards - Requirements and test methods for safety devices,

Otras normas de interés:

- **UNE 85219:2016**. Ventanas. Colocación en obra.
- **UNE 85160:2017**. Puertas y herrajes de seguridad. Requisitos mínimos relacionados con la protección y clase de resistencia. Criterios de selección, aplicación e instalación.

ANEXO IV. Normativa de aplicación general a los productos de protección solar

ANEXO IV. Normativa de aplicación general a los productos de protección solar

IV.1. PRODUCTOS CON MARCADO CE SEGÚN EL REGLAMENTO EUROPEO DE PRODUCTOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y NORMAS ARMONIZADAS DE APLICACIÓN

El principal objetivo del Marcado CE es declarar la conformidad del producto con todos los requisitos comunitarios impuestos al fabricante por las Directivas Europeas y Reglamentos de aplicación, que se acreditan con el marcado CE.

El Marcado CE garantiza la libre circulación de los productos de construcción en la Unión Europea, mediante la armonización de las legislaciones nacionales relativas a los requisitos esenciales de los productos en materia de salud, seguridad y bienestar.

El Marcado CE es un pasaporte técnico que se aplica a un producto indicando la conformidad con la parte armonizada de la Norma Europea EN que le corresponda (EN 13561 para el caso de toldos y EN 13659 para el caso de lamas de persianas). Esto significa que el producto puede comercializarse en toda la UE, pero además debe comprobarse que el producto cumple los requisitos del lugar de utilización; por ejemplo, los requisitos del Código Técnico de la Edificación en el caso de España.

El Marcado CE no es una marca de calidad ni implica, por tanto, que el producto ofrece unas garantías o prestaciones de calidad adicionales; el marcado CE es el cumplimiento de unos requisitos mínimos relacionados con la seguridad y un requisito imprescindible legal para que se pueda comercializar un producto. El hecho de disponer de marcas de calidad no exime de la obligación de disponer del Marcado CE.

El Marcado CE de un producto de construcción significa que el producto cumple las disposiciones del Reglamento de Productos de la Construcción, vía especificaciones técnicas armonizadas, incluyendo los procedimientos de evaluación y verificación de la constancia de las prestaciones. Si el producto está sometido a otras Directivas en referencia a otros aspectos, que también estipulan la fijación del marcado CE, el marcado CE indica que el producto cumple también los requisitos esenciales de estas otras Directivas.

El Marcado CE de los productos de construcción es una consecuencia de la derogada Directiva Europea de Productos de Construcción, sustituida por el Reglamento Europeo de Productos de la Construcción (en vigor desde el 01 de julio de 2013).

En el caso de toldos, su Marcado CE es obligatorio desde el 01-08-2010 según su norma armonizada:

- **EN 13561**. Toldos. Requisitos de prestaciones incluida la seguridad.

Se trata de un sistema de evaluación y verificación de la constancia de las prestaciones tipo 4, que según el Anexo V del Reglamento establece que el fabricante efectuará:

i) una evaluación de las prestaciones del producto de construcción en base a ensayos, cálculos, valores tabulados o documentación descriptiva de ese producto,

ii) el control de producción en fábrica;

Ninguna de las tareas requiere la intervención de organismos notificados.

El objeto y campo de aplicación de la norma indica que la norma europea especifica los requisitos que deben cumplir las celosías y toldos previstos para instalarse exteriormente en edificios u otras construcciones. Trata también de los riesgos significativos del montaje, transporte, instalación, utilización y mantenimiento.

Se aplica a todas las celosías exteriores y toldos, cualquiera que sea su diseño y la naturaleza de los materiales empleados, como los siguientes y que se definen en la norma EN 12216:

- toldo de brazos plegables, toldo de proyección por pantógrafo, toldo de brazo pivotante, toldo de brazo deslizante, celosía vertical enrollable, marquisoleta, toldo de fachada, toldo para lucernario, toldo de veranda, toldo de pérgola, toldo a la holandesa, mosquitera; parasol.

Esta norma no cubre la resistencia al viento de productos sin retracción, como por ejemplo, los toldos a la holandesa o los quitasoles.

La parte estructural a la cual se fijan los toldos de pérgola no está cubierta.

Los productos cubiertos por esta Norma Europea pueden accionarse manualmente, con o sin resortes de compensación o por medio de motores eléctricos (productos motorizados). Sin embargo la durabilidad y mantenimiento del suministro autónomo para las celosías y toldos exteriores operados automáticamente no conectados a los principales suministros, no están cubiertos.

La norma europea también trata de los riesgos significativos, situaciones y casos de riesgo en las celosías y los toldos exteriores según su uso previsto y en condiciones de mal uso que el fabricante pueda prever razonablemente.

La norma cubre los toldos y celosías exteriores montadas exteriormente. En caso de que estos productos se instalen interiormente deben cumplir los requisitos relevantes de seguridad definidos en la norma europea EN 13120.

En la tabla ZA.1 de la norma se indican las características esenciales a declarar en el marcado CE, que son la resistencia a las cargas de viento (clase) y la transmitancia de energía solar total, g_{tot} (valor).

La resistencia al viento de un toldo exterior se caracteriza por su capacidad para soportar las cargas especificadas simulando la acción del viento a presiones positivas y negativas.

El ensayo se realiza según la norma europea EN 1932 y la clase de resistencia al viento del toldo exterior debe indicarse según la tabla siguiente.

***Tabla 7.** Clases de resistencia al viento para toldos exteriores según EN 13561:2015*

CLASES	0	1	2	3	4	5	6
Presión de viento nominal PN (N/m^2)	<40	40	70	110	170	270	400
Presión de viento de seguridad PS (N/m^2)	<48	48	84	132	204	324	480

Fuente: Norma EN 13561:2015

El fabricante debe definir una velocidad máxima a partir de la cual la celosía exterior debe retraerse. Esta velocidad de viento debe indicarse en las instrucciones de uso.

Respecto a la transmitancia de energía solar total, la norma indica que la limitación de las ganancias solares es uno de los aspectos más importantes para el confort térmico en verano.

Las ganancias solares son directamente proporcionales a la transmitancia de energía solar total, gtot. Este g_{tot}, depende del acristalamiento y de la celosía exterior. Cuando se calcula, de acuerdo a la norma europea EN 13363-1, en base a las propiedades de los materiales, según la norma europea EN 14500, el valor de la transmitancia de energía solar total de una celosía exterior debe determinarse de acuerdo a las condiciones dadas en la norma europea EN 14501. Para la declaración del valor g_{tot} se pueden considerar las tolerancias dadas en la norma EN 13363-1.

Según la norma EN 14501 la clasificación es la siguiente:

CLASES	0	1	2	3	4
g_{tot}	≥0,50	0,35 ≤g_{tot} <0,50	0,15 ≤g_{tot} <0,35	0,10 ≤g_{tot} <0,15	g_{tot} <0,10

Se muestra a continuación un ejemplo de Declaración de Prestaciones para un toldo de brazos plegables para uso en edificios y otras construcciones.

***Figura 161**. Ejemplo de Declaración de Prestaciones para toldos*

DECLARACIÓN DE PRESTACIONES
Nº 001CPR2014-06-25

1. **Código de identificación única del producto tipo:** TOLDO – AW-12345. Toldo de brazos plegables ref. 12345
2. **Usos previstos:** Uso exterior en edificios y otras construcciones
3. **Fabricante:**
   Fabricante, S.A.
   Dirección – Teléfono – Fax – Mail
4. **Sistemas de evaluación y verificación de la constancia de las prestaciones:** 4
5. **Prestaciones declaradas:**

Características esenciales	Prestaciones	Especificaciones técnicas armonizadas
Resistencia a la carga de viento	Clase 2	EN 13561:2015
Transmitancia de energía solar total g_{tot}	0,10	

Las prestaciones del producto identificado anteriormente son conformes con el conjunto de prestaciones declaradas. La presente declaración de prestaciones se emite, de conformidad con el Reglamento (UE) no 305/2011, bajo la sola responsabilidad del fabricante arriba identificado. Firmado por y en nombre del fabricante por:

[Nombre] .....

En [lugar] ..... el [fecha de emisión] ..... [Firma] .....

Fuente: Norma EN 13561:2014

Se muestra a continuación un ejemplo de etiqueta de marcado CE para este toldo.

***Figura 162**. Ejemplo de Etiqueta de marcado CE para toldos*

CE

FABRICANTE
DIRECCIÓN
15
Nº 001CPR2014-06-25

EN 13561:2015

TOLDO – AW-12345. Toldo de brazos plegables ref. 12345
Uso exterior en edificios y otras construcciones

Resistencia a la carga de viento: Clase 2

Transmitancia de energía solar total g_{tot}: 0,10

Fuente: Norma EN 13561:2015

NOTA IMPORTANTE: Es importante señalar que la versión de la norma correspondiente al año 2015 todavía no está citada en el Diario Oficial de la Unión Europea, por lo que hasta que la nueva versión se cite en el DOUE es obligatorio realizar el marcado CE de los toldos con la versión anterior de la norma, que es la que está citada, la EN 13561:2004+A1:2008. En el anexo ZA de esta norma se indican las prestaciones a declarar (solo resistencia a la carga de viento).

En el caso de las persianas, su marcado CE es obligatorio desde el 01-08-2010, según su norma armonizada:

- **EN 13659**. Persianas. Requisitos de prestaciones incluida la seguridad.

En el caso de las persianas se trata también de un sistema de evaluación y verificación de la constancia de las prestaciones tipo 4.

En el objeto y campo de aplicación de la norma, se incluyen los productos a los que se aplica la norma, y por tanto, deben realizar su marcado CE.

La norma europea especifica los requisitos de prestaciones para persianas y persianas venecianas exteriores previstas para instalarse externamente en edificios u otras construcciones. Trata también de los riesgos significativos del montaje, transporte, instalación, utilización y mantenimiento.

Se aplica a todas las persianas y persianas venecianas exteriores cualquiera que sea su uso y la naturaleza de los materiales empleados, como los siguientes y que se definen en la norma EN 12216:

- celosía veneciana exterior, persiana enrollable, persiana batiente, persiana veneciana, persiana acordeón de cierre plano, persiana acordeón o persiana de panel deslizante, con o sin sistema de proyección.

Los productos cubiertos por esta norma europea pueden accionarse manualmente, con o sin resortes de compensación o por medio de motores eléctricos (productos motorizados). Sin embargo la durabilidad y manteni-

miento del suministro autónomo para las celosías y toldos exteriores operados automáticamente no conectados a los principales suministros, no están cubiertos.

La norma europea también trata de los riesgos significativos, situaciones y casos de riesgo en las celosías y los toldos exteriores según su uso previsto y en condiciones de mal uso que el fabricante pueda prever razonablemente.

La norma contempla las persianas y venecianas exteriores montadas exteriormente. En caso de que estos productos estén instalados interiormente deben cumplir los requisitos relevantes de seguridad definidos en la norma EN 13120.

En la tabla ZA.1 de la norma se indican las características esenciales a declarar en el marcado CE para estos productos, que son la resistencia a las cargas de viento (clase), la resistencia térmica adicional (valor) y la transmitancia de energía solar total, g_{tot} (valor).

La resistencia al viento de una persiana se caracteriza por su habilidad para soportar las cargas especificadas simulando la acción del viento a presiones positivas y negativas.

El ensayo se realiza según la norma europea EN 1932, y la clase de resistencia al viento de la persiana debe darse según la tabla siguiente.

Tabla 8. *Clases de resistencia al viento para persianas exteriores*

CLASES	0	1	2	3	4	5	6
Presión nominal pN (N/m²)	<50	50	70	100	170	270	400
Presión de seguridad pS = 1,5 pN (N/m²)	<75	75	100	150	250	400	600

Fuente: Norma EN 13659:2015

Respecto a la resistencia térmica adicional la persiana, en posición extendida y cerrada, produce una resistencia térmica adicional ΔR, expresada en m^2K/W.

Cuando se calcula según el método especificado en la norma EN ISO 10077-1, en base a la permeabilidad de la persiana de acuerdo a la norma EN 13125, se debe determinar el valor de la resistencia térmica adicional de la persiana.

Respecto a la transmitancia de energía solar total, la norma indica también que la limitación de las ganancias solares es uno de los aspectos más importantes para el confort térmico en verano.

Las ganancias solares son directamente proporcionales a la transmitancia de energía solar total, g_{tot}. Este g_{tot}, depende del acristalamiento y de la persiana. Cuando se calcula, de acuerdo a la norma europea EN 13363-1, en base a las propiedades de los materiales según la norma europea EN 14500, el valor de la transmitancia de energía solar total de la persiana debe determinarse de acuerdo a las condiciones dadas en la norma europea EN 14501. Para la declaración del valor g_{tot} se pueden considerar las tolerancias dadas en la norma EN 13363-1.

Se muestra a continuación un ejemplo de Declaración de Prestaciones para persianas para uso en edificios y otras construcciones.

Figura 163. *Ejemplo de Declaración de Prestaciones para persianas*

DECLARACIÓN DE PRESTACIONES
Nº 001CPR2014-06-28

1. **Código de identificación única del producto tipo:** PERSIANA – RS-ALU-12345. Persiana enrollable de aluminio ref. 12345
2. **Usos previstos:** Uso exterior en edificios y otras construcciones
3. **Fabricante:**
   Fabricante, S.A.
   Dirección – Teléfono – Fax – Mail
4. **Sistemas de evaluación y verificación de la constancia de las prestaciones:** sistema 4
5. **Prestaciones declaradas:**

Características esenciales	Prestaciones	Especificaciones técnicas armonizadas
Resistencia a la carga de viento	Clase 3	EN 13659:2015
Resistencia térmica adicional ΔR	0,15 m^2K/W	
Transmitancia de energía solar total g_{tot}	0,10	

Las prestaciones del producto identificado anteriormente son conformes con el conjunto de prestaciones declaradas. La presente declaración de prestaciones se emite, de conformidad con el Reglamento (UE) no 305/2011, bajo la sola responsabilidad del fabricante arriba identificado. Firmado por y en nombre del fabricante por:

[Nombre] .....

En [lugar] ..... el [fecha de emisión] ..... [Firma] .....

Fuente: Norma EN 13659:2015

Se muestra a continuación un ejemplo de etiqueta de marcado CE para esta persiana.

Figura 164. *Ejemplo de Etiqueta de marcado CE para persianas*

CE

FABRICANTE
DIRECCIÓN
15
Nº 001CPR2014-06-28

EN 13659:2015

PERSIANA – RS-ALU-12345. Persiana enrollable de aluminio ref. 12345
Uso exterior en edificios y otras construcciones

Resistencia a la carga de viento: Clase 3
Resistencia térmica adicional ΔR: 0,15 m^2K/W
Transmitancia de energía solar total g_{tot}: 0,10

Fuente: Norma EN 13659:2015

NOTA IMPORTANTE: Es importante señalar que la versión de la norma correspondiente al año 2015 todavía no está citada en el Diario Oficial de la Unión Europea, por lo que hasta que la nueva versión se cite en el DOUE es obligatorio realizar el marcado CE de los toldos con la versión anterior de la norma, que es la que está citada, la EN 13659:2004+A1:2008. En el anexo ZA de esta norma se indican las prestaciones a declarar (solo resistencia a la carga de viento).

Toldos y persianas motorizados

En el caso de que los toldos o las persianas sean motorizados, estos productos se consideran «máquinas» y, por tanto, desde el año 1992 (año en el que se transpuso a la normativa española la Directiva 89/392/CEE) están sometidos a las disposiciones europeas relativas a las máquinas.

Esta normativa exige que estos productos motorizadas lleven el marcado CE desde el 1 de enero de 1995. A partir de esa fecha, está prohibido comercializar en España un producto motorizado que no cumpla lo establecido en el Real Decreto 1435/1992, de 27 de noviembre[1], o posteriormente en el Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre[2], que lo sustituyó.

Estas disposiciones exigen que cada uno de estos productos motorizados que se comercialice en España lleve el marcado CE y el resto de las inscripciones recogidas en las mismas y vaya acompañada de un documento llamado «Declaración CE de conformidad».

Además, si el motor que las mueve es de accionamiento eléctrico, como suele ser lo habitual, estos productos motorizados deben cumplir también las disposiciones europeas relativas a la compatibilidad electromagnética de los equipos eléctricos y electrónicos, actualmente transpuestas por el Real Decreto 186/2016, de 6 de mayo. Estas disposiciones también exigen que cada producto motorizado que se comercialice en España lleve el marcado CE y el resto de las inscripciones recogidas en las mismas y vaya acompañada de una «Declaración CE/UE de Conformidad[3]».

La declaración CE/UE de conformidad debe contener los siguientes elementos:

[1] *Real Decreto 1435/1992, de 27 de noviembre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas.*

[2] *Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.*

[3] *El nombre de este documento ha variado en el tiempo de «Declaración CE de conformidad» a «Declaración UE de conformidad» en función de la disposición aplicable (Directiva de máquinas o Directiva de compatibilidad electromagnética) y de la fecha de aprobación de la misma.*

DECLARACIÓN CE/UE DE CONFORMIDAD
Nº .....

1. Razón social y dirección completa del fabricante y, en su caso, de su representante autorizado.

2. Nombre y dirección de la persona facultada para reunir el expediente técnico, quien deberá estar establecida en la Comunidad.

3. Descripción e identificación de la puerta incluyendo denominación genérica, función, modelo, tipo, número de serie y denominación comercial.

4. Un párrafo que indique expresamente que la máquina cumple todas las disposiciones aplicables de la Directiva 2006/42/CE y de la Directiva 2014/30/UE. Cuando proceda, un párrafo similar para declarar que la máquina es conforme con otras directivas comunitarias y/o disposiciones pertinentes.

5. Si procede, el organismo notificado ... (nombre, número) ... ha efectuado la siguiente tarea en relación con la Directiva 2006/42/CE ... (descripción de la intervención) ... y expide el certificado: ... (número de certificado).

6. Si procede, el organismo notificado ... (nombre, número) ... ha efectuado la siguiente tarea en relación con la Directiva 2014/30/UE ... (descripción de la intervención) ... y expide el certificado: ... (número de certificado).

7. En su caso, referencia a las normas armonizadas que se hayan utilizado.

8. En su caso, la referencia a otras normas y especificaciones técnicas que se hayan utilizado.

9. La presente declaración de prestaciones se emite bajo la sola responsabilidad del fabricante identificado en el punto 1.

Firmado por y en nombre del fabricante por:

..... *(nombre, cargo)*

..... *(lugar y fecha de emisión)*	..... *(firma)*

Es posible ampliar toda la información relativa al marcado CE de productos motorizados en el documento elaborado por ASEFAVE sobre **Marcado CE de ventanas motorizadas. Cumplimiento de la Directiva de Máquinas**.

Más información: www.asefave.org/publicaciones

IV.2. REQUISITOS DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN

El **Documento Básico de Ahorro de Energía** establece las limitaciones de consumo de energía y las condiciones de control de la demanda de energía de los edificios. Véase el Anexo I con la explicación de las limitaciones en función de la zona climática.

Tal y como se ha indicado en el Anexo I, el DB HE recoge un indicador específico para el control solar de la envolvente térmica. Indica que en el caso de edificios nuevos y ampliaciones, cambios de uso o reformas en las que se renueve **más del 25% de la superficie total de la envolvente térmica** final del edificio, el parámetro de control solar (qsol;jul) no superará el valor límite de la tabla 3.1.2-HE1:

3.1.2 Control solar de la *envolvente térmica*

1 En el caso de edificios nuevos y ampliaciones, cambios de uso o reformas en las que se renueve más del 25% de la superficie total de la *envolvente térmica* final del edificio, el parámetro de *control solar* ($q_{sol;jul}$) no superará el valor límite de la tabla 3.1.2-HE1:

Tabla 3.1.2-HE1 Valor límite del parámetro de control solar, qsol;jul,lim [kWh/m²·mes]

Uso	$q_{sol;jul}$
Residencial privado	2,00
Otros usos	4,00

Como se ha comentado anteriormente, el parámetro de control solar ($q_{sol;jul}$) es la relación entre las ganancias solares para el mes de julio ($Q_{sol;jul}$) de los huecos pertenecientes a la envolvente térmica con sus protecciones solares móviles activadas, y la superficie útil de los espacios incluidos dentro de la envolvente térmica (A_{util}). Puede aplicarse al edificio o a parte del mismo.

Para su cálculo de forma simplificada, se considera nula la energía reirradiada al cielo.

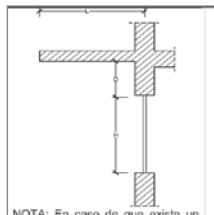
$$q_{sol;jul} = Q_{sol;jul} / A_{util} = (\Sigma_k F_{sh;obst} \cdot g_{gl;sh;wi} \cdot (1 - F_F) \cdot A_{w;p} \cdot H_{sol;jul}) / A_{util}$$

donde:

$F_{sh;obst}$ es el factor reductor por sombreamiento por obstáculos externos (comprende todos los elementos exteriores al hueco como voladizos, aletas laterales, retranqueos, obstáculos remotos, etc.), para el mes de julio, del hueco k, y representa la reducción en irradiación solar incidente debida al sombreamiento permanente de dichos obstáculos.

El $F_{sh;obst}$ se corresponde con la anterior nomenclatura del factor de sombra del hueco (F_s) del cálculo del factor solar modificado de huecos y lucernarios en el DA DB-HE/1. En este Documento de Apoyo pueden encontrarse los valores de este factor reductor por sombreamiento para diferentes situaciones:

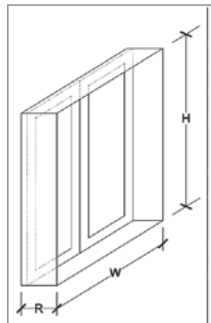
Factor de sombra F_s para obstáculos de fachada: Voladizo.



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

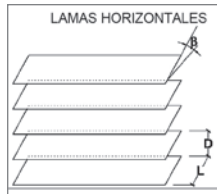
ORIENTACIÓNES DE FACHADAS		0,2 < L / H ≤ 0,5	0,5 < L / H ≤ 1	1 < L / H ≤ 2	L / H > 2
S	0 < D / H ≤ 0,2	0,82	0,50	0,28	0,16
	0,2 < D / H ≤ 0,5	0,87	0,64	0,39	0,22
	D / H > 0,5	0,93	0,82	0,60	0,39
SE/SO	0 < D / H ≤ 0,2	0,90	0,71	0,43	0,16
	0,2 < D / H ≤ 0,5	0,94	0,82	0,60	0,27
	D / H > 0,5	0,98	0,93	0,84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

Factor de sombra F_s para obstáculos de fachada: Retranqueo.

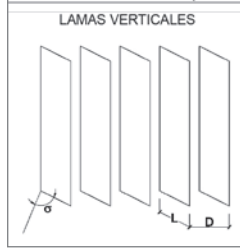


ORIENTACIÓNES DE FACHADAS		0,05 < R/W ≤ 0,1	0,1 < R/W ≤ 0,2	0,2 < R/W ≤ 0,5	R/W > 0,5
S	0,05 < R/H ≤ 0,1	0,82	0,74	0,62	0,39
	0,1 < R/H ≤ 0,2	0,76	0,67	0,56	0,35
	0,2 < R/H ≤ 0,5	0,56	0,51	0,39	0,27
	RH > 0,5	0,35	0,32	0,27	0,17
SE/SO	0,05 < R/H ≤ 0,1	0,86	0,81	0,72	0,51
	0,1 < R/H ≤ 0,2	0,79	0,74	0,66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

Factor de sombra F_s para obstáculos de fachada: Lamas.

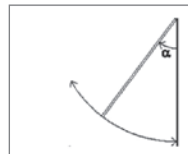


ORIENTACIÓN	ANGULO DE INCLINACIÓN (β) 0	30	60
SUR	0,49	0,42	0,26
SURESTE/ SUROESTE	0,54	0,44	0,26
ESTE/ OESTE	0,57	0,45	0,27

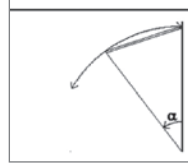


ORIENTACIÓN	ANGULO DE INCLINACIÓN (σ) -60	-45	-30	0	30	45	60
SUR	0,37	0,44	0,49	0,53	0,47	0,41	0,32
SURESTE	0,46	0,53	0,56	0,56	0,47	0,40	0,30
ESTE	0,39	0,47	0,54	0,63	0,55	0,45	0,32
OESTE	0,44	0,52	0,58	0,63	0,50	0,41	0,29
SUROESTE	0,38	0,44	0,50	0,56	0,53	0,48	0,38

Factor de sombra F_s para obstáculos de fachada: Toldos.



CASO A	Tejido opacos τ=0		Tejidos translúcidos τ=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 τ=0			Tejidos translúcidos τ=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

$g_{gl;sh;wi}$ es la transmitancia total de energía solar del acristalamiento con el dispositivo de sombra móvil activado, para el mes de julio y del hueco k;

En el Documento de Apoyo se incluye una tabla con valores de la transmitancia total de energía solar para diferentes acristalamientos y sistemas de protección solar:

Tabla 12 Transmitancia total de energía solar de huecos para distintos dispositivos de sombra móvil ($g_{gl;sh,wi}$)

Factor de transmitancia solar del dispositivo de protección solar		Protección exterior				Protección interior			
		Factor de reflexión ($\rho_{e,B}$)				Factor de reflexión ($\rho_{e,B}$)			
$\tau_{e,B}$	Tipo de vidrio	blanco	pastel	oscuro	negro	blanco	pastel	oscuro	negro
0 (p.ej: persianas)	Vidrio sencillo	0,06	0,11	0,15	0,19	0,34	0,43	0,54	0,66
	Vidrio doble	0,05	0,08	0,11	0,14	0,34	0,43	0,53	0,63
	Vidrio doble bajo emisivo	0,03	0,05	0,08	0,10	0,34	0,42	0,51	0,59
	Vidrio triple bajo emisivo	0,03	0,05	0,06	0,08	0,30	0,34	0,38	0,41
0,2 (p.ej: toldos)	Vidrio sencillo	0,22	0,27	0,31	0,33	0,39	0,51	0,62	0,68
	Vidrio doble	0,20	0,23	0,26	0,28	0,39	0,50	0,60	0,65
	Vidrio doble bajo emisivo	0,17	0,20	0,22	0,23	0,39	0,48	0,56	0,61
	Vidrio triple bajo emisivo	0,13	0,15	0,16	0,17	0,32	0,36	0,40	0,42
0,4 (p.ej: cortinas)	Vidrio sencillo	0,41	0,43	0,45	0,47	0,53	0,59	0,65	0,71
	Vidrio doble	0,36	0,38	0,39	0,41	0,51	0,56	0,61	0,66
	Vidrio doble bajo emisivo	0,33	0,34	0,35	0,36	0,49	0,53	0,58	0,62
	Vidrio triple bajo emisivo	0,24	0,25	0,26	0,27	0,37	0,38	0,40	0,42

NOTA: Para el cálculo de la transmitancia total de energía solar de otro tipo de acristalamiento o dispositivo de sombra puede consultarse la norma UNE-EN ISO 52022-3.

NOTA: Para la obtención de los valores de la transmitancia total de energía solar para distintos dispositivos de sombra móvil ($g_{gl;sh,wi}$) recogidos en la tabla 12, se han tomado los valores del factor de transmitancia solar del dispositivo de protección solar tipo ($\tau_{e,B}$) y del factor de reflexión tipo en función del color ($\rho_{e,B}$), así como los valores de la transmitancia térmica del vidrio (U_g) y la transmitancia total de energía solar a incidencia normal ($g_{gl,n}$) de la norma UNE-EN ISO:52022-3 que se detallan a continuación:

F_F es la fracción de marco del hueco k (de forma simplificada puede adoptarse el valor de 0,25);

$A_{w;p}$ es la superficie (m^2) del hueco k;

$H_{sol;jul}$ es la irradiación solar media acumulada del mes de julio ($kWh/m^2 \cdot mes$) para el clima considerado y la inclinación y orientación del hueco k.

El valor $H_{sol;jul}$ puede obtenerse también de la tabla correspondiente del DA DB-HE/1 Cálculo de parámetros característicos de la envolvente térmica.

Dentro del **Documento Básico de Seguridad en caso de incendio, DB SI, del Código Técnico de la Edificación**, se establecen las clases de reacción al fuego de los elementos constructivos, decorativos y de mobiliario.

En los comentarios al articulado para la aplicación del DB SI se indica que los toldos tienen la consideración de "productos de construcción" en el marco del Reglamento del Parlamento y el Consejo nº 305/2011.

El anejo ZA de la norma de producto de toldos UNE-EN 13561 determina los requisitos esenciales que debe contemplar el marcado CE de dichos productos. Dado que el requisito "Seguridad en caso de incendio", y dentro de él, la característica "Reacción al fuego" no aparecen citados, de ello se deduce que dicho requisito y característica no pueden ser objeto de exigencias reglamentarias en el ámbito de los Estados miembro de la UE.

Lo cual da respuesta, en sentido negativo, a la pregunta sobre si a los toldos de fachada les son aplicables las condiciones de reacción al fuego que el DB SI establece para las fachadas.

El documento también aclara que las condiciones de reacción al fuego de las fachadas son también aplicables a los cerramientos ligeros y a los petos y defensas de las terrazas, así como a las celosías y protecciones solares de fachada.

ANEXO V. Cálculo, dimensionado y selección de persianas

ANEXO V.
Cálculo, dimensionado y selección de persianas

Para una correcta selección del perfil de persiana que debe instalarse en un hueco prestablecido es necesario conocer la presión de viento ejercida sobre la misma.

En el Documento Básico SE-AE, Seguridad Estructural. Acciones en la Edificación, del Código Técnico de la Edificación, se incluye el método de cálculo para determinar la magnitud de la presión de viento dinámica ejercida sobre cualquier elemento constructivo.

La presión estática debida a la acción del viento se define como:

$W = q_b \cdot C_e \cdot C_p$

Siendo:

W: presión estática o presión neta.

q_b: presión dinámica del viento.

C_e: coeficiente de exposición.

C_p: coeficiente eólico o de presión.

Presión dinámica de viento:

El valor básico de la presión dinámica del viento puede obtenerse con la expresión:

$q_b = 0{,}5 \cdot \delta \cdot v^2_b$

siendo **δ** la densidad del aire y v_b el valor básico de la velocidad del viento.

δ: 1,25 kg/m³

v_b: Tabla D.1 del DB SE AE. Valor básico de la velocidad del viento, v_b.

TIPO DE ZONA	VELOCIDAD BÁSICA DEL VIENTO V_b (m/s)
A	26
B	27
C	29

Para las persianas, que no son elementos estructurales, el periodo de retorno medio se considera de 20 años (una probabilidad anual de sobrepasar de 0,05). Este periodo sobrepasa la duración media esperada para un paño de persiana, siendo más realista que el periodo de 50 años utilizado para cálculos estructurales. Según la norma EN 13659 se tiene:

T(años)	50	20
Probabilidad Pr	0,02	0,05
V_{ref} (Pr)/ V_{ref}	1,0	0,946
$[V_{ref}(Pr)/V_{ref}]$^2	1,0	0,895

$V^2_{20}=0{,}895 x V^2_{ref}$

Coeficiente de exposición:

El coeficiente de exposición C_e para alturas sobre el terreno, z, no mayores de 200 m, puede determinarse con la expresión:

$C_e = F \cdot (F + 7\,k)$

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

siendo **k**, **L**, **Z** parámetros característicos de cada tipo de entorno, según la tabla D.2

Tabla D.2 Coeficientes para 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

Cuyo valor del C_e para las siguientes alturas (m) son los siguientes:

Tabla 3.4. Valores del coeficiente de exposición c_e

	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

Coeficiente eólico:

Para las distancias entre la persiana y la ventana no superiores a 0,5 m se adopta, según la norma EN 13659:

Cp=0,18

Asignación de la clase de resistencia al viento:

Se toma como valor de referencia el de presión de seguridad de la clase de resistencia al viento (**1,5 p**):

Clases de resistencia al viento según norma EN 13659:2015: Persianas. Requisitos de prestaciones incluida la seguridad.

CLASES	0	1	2	3	4	5	6
Presión nominal de ensayo p (N/m²)	<50	50	70	100	170	270	400
Presión nominal de ensayo de seguridad 1,5 p (N/m²)	<75	75	100	150	250	400	600

Por tanto, la presión nominal de ensayo de seguridad (1,5 p) debe ser mayor o igual que la presión ejercida sobre el paño de persiana, para una clase determinada:

1,5 p ≥ *W*

Ejemplo práctico:

Paño de persiana colocada a 6 m de altura en un edifico destinado a viviendas, en Madrid.

$W = q_b \times C_e \times C_p = 0{,}5 \times \delta \times v^2_b \times C_e \times C_p = 0{,}5 \times 1{,}25 \times 0{,}865 \times V^2_{ref} \times C_e \times C_p$

V_{ref} = 26 m/s, según Mapa de Velocidades Básicas del Viento del Documento Básico SE-AE Acciones en la Edificación (CTE), localidad ubicada en la Zona A.

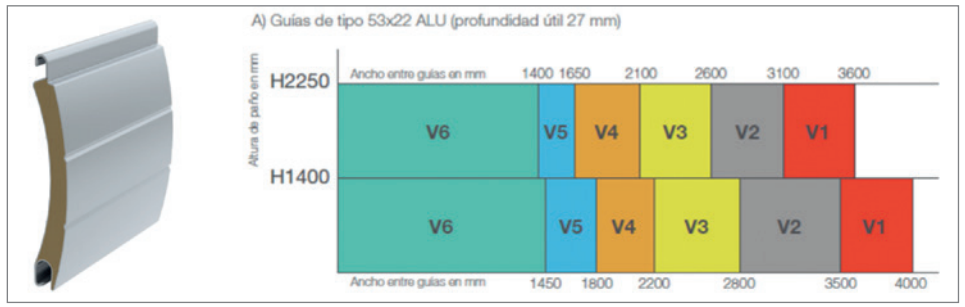
$C_e(z)$ = 1,4 (Zona IV, altura Z=6 m)

W = 0,5 x 1,25 x 0,895 x 262 x 1,4 x 0,18 (N/m2)

W=95,29 N/m²

Clase mínima a instalar V2 (1,5p=100 N/m²)

Ejemplo de valores dado por el fabricante



Conforme a los resultados de los ensayos de viento facilitados por el fabricante conforme a la norma EN 13659, teniendo en cuenta que la configuración de la instalación debe ser la misma que la utilizada para la realización del Ensayo Inicial de Tipo:

Alto máximo: 2.250 mm / Ancho máximo: 3.100 mm

Fuentes de las imágenes de este manual

Fuentes de las imágenes de este manual

Figura 1. Comportamiento de la radiación solar al incidir en un material semitransparente
ES-SO. Solar shading for low energy buildings

Figura 2. Flujos de energía con una combinación de unidad de vidrio aislante y un sistema de protección solar exterior
Solar Shading Guidebook. REHVA. Federation of European Heating, Ventilation and Air-conditioning and ES-SO. European Solar Shading Organization

Figura 3. Flujos de energía con de una combinación de unidad de vidrio aislante y un sistema de protección solar interior
Solar Shading Guidebook. REHVA. Federation of European Heating, Ventilation and Air-conditioning and ES-SO. European Solar Shading Organization

Figura 4. Perfiles de aluminio extrusionado para lamas de celosía
GIMENEZ GANGA

Figura 5. Lamas de aluminio para persianas autoblocantes
PERSAX

Figura 6. Lamas de aluminio para persianas
PERSAX

Figura 7. Lamas de aluminio para celosías
PERSAX

Figura 8. Perfiles de aluminio extrusionado para lamas de celosía
VIUDA DE RAFAEL ESTEVAN

Figura 9. Lamas de aluminio extrusionado para persianas
VIUDA DE RAFAEL ESTEVAN

Figura 10. Perfiles de aluminio perfilado para lamas de persiana
GIMÉNEZ GANGA

Figura 11. Perfiles de aluminio perfilado para lamas de persiana
VIUDA DE RAFAEL ESTEVAN

Figura 12. Cajón de aluminio perfilado 2 partes
PERSAX

Figura 13. Cajón de aluminio perfilado 4 partes
VIUDA DE RAFAEL ESTEVAN

Figura 14. Cajón de aluminio perfilado 2 partes (1/4 tapa redondeada)
VIUDA DE RAFAEL ESTEVAN

Figura 15. Lamas aluminio perfilado + PUR persianas
PERSAX

Figura 16. Perfiles de PVC para lamas de celosía y de persiana
GIMÉNEZ GANGA

Figura 17. Lamas de PVC para persianas
PERSAX

Figura 18. Cajón de persiana PVC
PERSAX

Figura 19. Lamas de PVC para celosía
PERSAX

Figura 20. Lamas de PVC para celosía
VIUDA DE RAFAEL ESTEVAN

Figura 21. Lamas de PVC para persiana
VIUDA DE RAFAEL ESTEVAN

Figura 22. Cajón de persiana de PVC
VIUDA DE RAFAEL ESTEVAN

Figura 23. Persiana alicantina de PVC
VIUDA DE RAFAEL ESTEVAN

Figura 24. Lamas de madera
VIUDA DE RAFAEL ESTEVAN

Figura 25. Tejido de fibra acrílica tintada en masa y tejidos de PVC microperforados

Figura 26. Textiles para protección solar

Figura 27. Estores blancos de protección interior

Figura 28. Textiles para protección solar

Figura 29. Textiles para protección solar

Figura 30. Textiles para protección solar – tejidos opacos

Figura 31. Fachadas textiles

Los diagramas y fotografías que ilustran el apartado de materias primas – textiles para protección solar han sido facilitados por las empresas *CITEL, MERMET* y *SERGE FERRARI*.

Figura 32. Acabados del ETFE
IASO

Figura 33. Acabado del ETFE en lámina de color
IASO

Figura 34. ETFE en combinación con sistemas de iluminación
IASO

Figura 35. Escuela de Arte en Burgos 2006. Fachada y Lamas Verticales. Primitivo González Arquitectos
TRESPA

Figura 36. Aires Mall Plaza Oeste 2014 , Santiago de Chile Lamas horizontales Sinusoidales.
Luis Villanueva Arquitectos Lda.
TRESPA

Figura 37. Tianjing Guoming Centre en China 2008. Lauyinzhihua Design Group
TRESPA

Figura 38. Centro Asistencial en Zaragoza. TAMILUZ y Arquitectos Carroquin&Finner
TRESPA

Figura 39. Cortina veneciana
VELUX

Figura 40. Cortina veneciana de aluminio
SAXUN

Figura 41. Cortina enrrollable
SCREEN PROTECTORS

Figura 42. Estor
VELUX

Figura 43. Ejemplos de sistemas de protección infantil
GIMÉNEZ GANGA

Figura 44. Paneles deslizantes
STORES PERSAN

Figura 45. Cortina vertical
STORES PERSAN

Figura 46. Cortina plisada
VELUX

Figura 47. Cortina plisada de máximo aislamiento
VELUX

Figura 48. Cortina plegable
SAXUN

Figura 49. Cortina riel
BANDALUX

Figura 50. Cortina de oscurecimiento
VELUX

Figura 51. Voladizos fijos
GIMÉNEZ GANGA

Figura 52. Lamas de aluminio
GIMÉNEZ GANGA

Figura 53. Lamas de aluminio
GIMÉNEZ GANGA

Figura 54. Celosía fija
GIMÉNEZ GANGA

Figura 55. Celosía fija
GIMÉNEZ GANGA

Figura 56. Celosía fija
PERSAX

Figura 57. Celosía fija
PERSAX

Figura 58. Protección solar estática
GIMÉNEZ GANGA

Figura 59. Sistemas industrializados de paneles textiles
IASO

Figura 60. Fijación de sistemas industrializados de paneles textiles
IASO

Figura 61. Sistemas envolventes
IASO

Figura 62. Sistemas de lámina ETFE de cojines inflados
IASO

Figura 63. Posición lámina intermedia en sistemas de lámina ETFE de cojines inflados
IASO

Figura 64. Sistemas de lámina ETFE monocapa
IASO

Figura 65. Panel deslizante
IASO

Figura 66. Panel de lamas
IASO

Figura 67. Persiana enrollable
PERSYCOM

Figura 68. Accionamiento a cinta
PERSAX

Manual de Protección Solar del cerramiento (Persianas, toldos y textiles)

Figura 69. Accionamiento a cardan
PERSAX

Figura 70. Accionamiento a toldo
PERSAX

Figura 71. Accionamiento a motor
PERSAX

Figura 72. Lamas de PVC
PERSAX

Figura 73. Composición lamas de PVC
VIUDA DE RAFAEL ESTEVAN

Figura 74. Lamas de aluminio perfilado
PERSAX

Figura 75. Composición lamas de aluminio
VIUDA DE RAFAEL ESTEVAN

Figura 76. Lamas de aluminio extrusionado
PERSAX

Figura 77. Sistemas autoblocantes
PERSAX

Figura 78. Sistemas microperforados
PERSAX

Figura 79. Sistemas basculantes y orientables
PERSAX

Figura 80. Lamas de madera
PERSAX

Figura 81. Cortina alicantina
VIUDA DE RAFAEL ESTEVAN

Figura 82. Persiana enrollable orientable
PERSYCOM

Figura 83. Persiana enrollable orientable
PERSAX

Figura 84. Sistemas de montaje para persianas enrollables graduables
COMPACTO EXPRESS

Figura 85. Persiana enrollable graduable
COMPACTO EXPRESS

Figura 86. Persiana de cubierta inclinada
VELUX

Figura 87. Sistema compacto
PERSAX

Figura 88. Detalle cajón de persiana compacto
VIUDA DE RAFAEL ESTEVAN

Figura 89. Detalle interior cajón de persiana
GALPER

Figura 90. Detalles interiores de cajones de persiana
VIUDA DE RAFAEL ESTEVAN

Figura 91. Sistema mini o exterior
PERSAX

Figura 92. Detalle cajón de persiana por el exterior
VIUDA DE RAFAEL ESTEVAN

Figura 93. Sistema integrado en obra
PERSAX

Figura 94. Ejemplo sistema integrado en obra
PERSAX

Figura 95. Detalles constructivos del sistema integrado en obra
SOMFY

Figura 96. Sistema de cajón nicho
GRIESSER

Figura 97. Persiana graduable de lama plana
GRIESSER

Figura 98. Persiana graduable de lama de cantos rebordeados
GRIESSER

Figura 99. Persiana graduable de lama en z
GRIESSER

Figura 100. Detalle de persiana graduable de lama en z
GRIESSER

Figura 101. Persiana graduable metálica
GRIESSER

Figura 102. Persiana graduable metálica
GRIESSER

Figura 103. Veneciana exterior
COMPACTO EXPRESS

Figura 104. Veneciana exterior
COMPACTO EXPRESS

Figura 105. Sección vertical veneciana exterior
COMPACTO EXPRESS

Figura 106. Mosquitera enrollable
LUXEPERFIL

Figura 107. Mosquitera plisada
LUXEPERFIL

Figura 108. Mosquiteras fijas
PERSAX

Figura 109. Mosquiteras correderas
PERSAX

Figura 110. Mosquiteras abatibles
PERSAX

Figura 111. Esquema de toldos
SERGE FERRARI

Figura 112. Toldo en ventana de tejado
VELUX

Figura 113. Toldo con brazo de punto recto
GAVIOTA SIMBAC

Figura 114. Toldo cofre con brazo de punto recto
GAVIOTA SIMBAC

Figura 115. Toldo cofre de brazos invisibles
INDUSTRIAL NAVARRETE (NOVELTY)

Figura 116. Toldo con brazo estor
GAVIOTA SIMBAC

Figura 117. Toldo con brazos articulados y telescópicos
AWMA

Figura 118. Toldo de brazo proyectante
GRIESSER

Figura 119. Toldo de capota
SAXUN

Figura 120. Toldo de capota
INDUSTRIAL NAVARRETE (NOVELTY)

Figura 121. Toldo vertical de cremallera
GRIESSER

Figura 122. Toldo vertical de cremallera
PERSAX

Figura 123. Mallorquina batiente
GRIESSER

Figura 124. Mallorquina corredera
GRIESSER

Figura 125. Mallorquina corredera
GRIESSER

Figura 126. Mallorquina de librillo
GRIESSER

Figura 127. Mallorquina de pantógrafo
GRIESSER

Figura 128. Toldo brazos invisibles
INDUSTRIAL NAVARRETE (NOVELTY)

Figura 129. Toldos para terrazas
INDUSTRIAL NAVARRETE (NOVELTY)

Figura 130. Toldos correderos
INDUSTRIAL NAVARRETE (NOVELTY)

Figura 131. Toldos correderos
INDUSTRIAL NAVARRETE (NOVELTY)

Figura 132. Toldo autoportante
AWMA

Figura 133. Sistemas de palillerías
PERSAX

Figura 134. Pérgola bioclimática
GIMÉNEZ GANGA

Figura 135. Parasoles para terrazas
IASO

Figura 136. Edificio VITACURA en Santiago de Chile. BL Arquitectos Asociados
De izquierda a derecha y de arriba a abajo: estudio de soleamiento, render, foto edifico acabado y doble piel sobre muro cortina
TRESPA

Figura 137. Esquema de control solar en una vivienda
SOMFY

Figura 138. Motor tubular
SOMFY

Figura 139. Sensor de sol
SOMFY

Figura 140. Sensor de dirección de viento
SOMFY

Figura 141. Sensor de temperatura exterior
SOMFY

Figura 142. Sensor de temperatura interior
SOMFY

Figura 143. Sensor de movimiento
SOMFY

Figura 144. Mando a distancia fijo a pared
SOMFY

Figura 145. Controlador PAD IO
SOMFY

Figura 146. Casa radiofrecuencia
SOMFY

Figura 147. Esquema gestión fachada
SOMFY

Figura 148. Esquema de control del edificio
SOMFY

Figura 149. Fachadas del edificio antes de la rehabilitación energética
SOMFY

Figura 150. Fachada dinámica con lamas orientables exteriores
SOMFY

Figura 151. Estación metereológica y esquema
SOMFY

Figura 152. Fachada dinámica con lamas orientables exteriores
SOMFY

Figura 153. Esquema de funcionamiento de los vidrios ATR respecto a la radiación interior (calefacción) y la radiación exterior (refrigeración)
SGG CLIMALIT PLUS

Figura 154. Acristalamientos de color en masa
SGG CLIMALIT PLUS

Figura 155. Acristalamientos de control solar con vidrios reflectantes
SGG CLIMALIT PLUS

Figura 156. Dispositivo para identificación de vidrio de capas
SGG CLIMALIT PLUS

Figura 157. Acristalamientos de control solar con vidrios de capa neutros
SGG CLIMALIT PLUS

Figura 158. Vidrio normal - doble acristalamiento
SGG CLIMALIT PLUS

Figura 159. Vidrio normal - doble acristalamiento
GUARDIAN GLASS

Figura 160. Vidrio altamente selectivo
SGG CLIMALIT PLUS

Figura 161. Ejemplo de Declaración de Prestaciones para toldos
Norma EN 13561:2014

Figura 162. Ejemplo de Etiqueta de marcado CE para toldos
Norma EN 13561:2015

Figura 163. Ejemplo de Declaración de Prestaciones para persianas
Norma EN 13659:2015

Figura 164. Ejemplo de Etiqueta de marcado CE para persianas
Norma EN 13659:2015

Bibliografía

Bibliografía

- Catálogo de Elementos Constructivos del CTE.
- Documento Básico de Ahorro de Energía del Código Técnico de la Edificación DB HE del CTE.
- Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio del Código Técnico de la Edificación DB SI del CTE.
- Documento Preguntas Frecuentes Marcado CE de ventanas y puertas peatonales exteriores. Mayo 2013. Editado por ASEFAVE.
- Marcado CE de cerramientos motorizados. Cumplimiento de la Directiva de Máquinas. Editado por ASEFAVE. 2020.
- Guía sobre materiales aislantes y eficiencia energética. FENERCOM 2012. Capítulo 6 Unidades de vidrio aislante (Eduardo María De Ramos Vilariño. CITAV. Saint Gobain Cristalería, S.L).
- Guía para la preparación de la documentación a elaborar por el fabricante para el marcado CE y la documentación a emitir por los organismos notificados. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.
- Guía técnica de ventanas para la certificación energética de edificios. Junio de 2014. Editada por TECNOPRESS Ediciones.
- Guía orientativa de calidad para persianas enrollables de ventanas. Editado por ASEFAVE. 2020.
- Guía de iluminación natural. Editado por ASEFAVE. 2020.
- Fachadas Ligeras. Manual de Producto. ASEFAVE. 2015.
- Manual de Producto Fachadas Ventiladas. Junio 2020. ASEFAVE .
- Solar shading for low energy buildings. ES-SO. European Solar Shading Organization.
- Solar Shading Guidebook. REHVA. Federation of European Heating, Ventilation and Air-conditioning and ES-SO. European Solar Shading Organization. ISBN 978-2-930521-02-2.

asefave

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE FABRICANTES
DE FACHADAS LIGERAS Y VENTANAS