

FACHADAS LIGERAS

MUROS CORTINA



ALUMNO: ARÁN MOLINA, YOLANDA
DIRECTOR ACADÉMICO: BENEDITO ZAMORA, RAFAEL

PFC CIENTÍFICO-TÉCNICO
JUNIO 2011



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación



INDICE

1. Introducción
 - 1.0. Concepto y introducción de muro cortina.
 - 1.1. Definición de muro cortina.
 - 1.2. Historia y evolución.

2. Descripción detallada de los muros cortina.
 - 2.1. Elementos que componen el muro cortina.
 - 2.1.1. Elementos resistentes.
 - 2.1.2. Elementos practicables. Ventanas.
 - 2.1.3. Elementos de relleno.
 - 2.1.4. Elementos de fijación.
 - 2.1.5. Elementos de estanqueidad y de remate.
 - 2.2. Comportamiento estructural.
 - 2.2.1. Resistencia.
 - 2.2.2. Aislamiento acústico.
 - 2.2.3. Aislamiento térmico.
 - 2.2.4. El agua.
 - 2.2.5. Protección contra el fuego.
 - 2.2.6. Luz y visión.
 - 2.3. Clasificación de los muros cortina según la U.E.A.t.c
 - 2.3.1. De acuerdo a sus elementos.
 - 2.3.2. De acuerdo a su expresión plástica.
 - 2.3.2.1. De estructura vista.
 - 2.3.2.2. De estructura oculta.
 - 2.4. Tipos constructivos de muros cortina.
 - 2.4.1. Muros cortina de módulos (parrilla).
 - 2.4.2. Muros cortina de trama horizontal.
 - 2.4.3. Muros cortina de trama vertical.
 - 2.4.4. Muros cortina de silicona estructural.
 - 2.4.5. Muros cortina de doble piel.
 - 2.4.6. Muros cortina con vidrio abotonado.
 - 2.5. Materiales utilizados.
 - 2.5.1. Aluminio.
 - 2.5.2. Acero.
 - 2.5.3. Acero inoxidable.
 - 2.5.4. PVC.
 - 2.5.5. Madera.
 - 2.6. Mantenimiento de muros cortina.
 - 2.7. Patologías.



3. Especificaciones según CTE.
 - 3.1. Ahorro de energía DB-HE.
 - 3.2. Seguridad en caso de incendio DB-SI.
 - 3.3. Protección frente al ruido DB-HR.
 - 3.4. Salubridad DB-HS.
 - 3.5. Utilización DB-SU.
 - 3.6. Seguridad estructural DB-SE-AE.
4. Estudio comparativo y económico con otras soluciones convencionales.
5. Detalles constructivos.
6. Edificios resueltos con muro cortina.
7. Conclusión.
8. Bibliografía.

1. INTRODUCCIÓN.

1.0. CONCEPTO E INTRODUCCIÓN DE MURO CORTINA.

La generación de una nueva forma arquitectónica o de una técnica constructiva no es nunca casual ni es consecuencia de una invención instantánea, sino que responde a un largo proceso, a la maduración de unas ideas, a veces a un deseo intemporal que de repente encuentran la circunstancia y los medios para poder desarrollarse. Es el caso de las fachadas ligeras, cuyos antecedentes han precisado no sólo del desarrollo de la tecnología adecuada que las haga posibles, sino de una evolución de las ideas formales que se tenían de la arquitectura para poder asumirlas, para integrarlas en un nuevo concepto estético.

Todas las técnicas de construcción ligera tienen, no obstante, poco papel en el desarrollo de la arquitectura mundial por su fragilidad, y lo que se hace durante muchos años es una arquitectura de muros de carga compuesta por materiales pesados que forman el sistema estructural a la vez que el cerramiento. Tiene que surgir un movimiento constructivo como el gótico para que se pueda intuir de nuevo la analogía de la visión antropológica en la que se entendía a la arquitectura como una segunda piel, tras el vestido, capaz de crear una mayor protección climática y un ámbito de privacidad, es decir, la arquitectura busca una piel idónea para un cuerpo que cada vez más ágil y dinámico.

En su afán de ligereza y luminosidad, este estilo ideado en la Edad Media crea un sistema estructural de nervaduras que conducen las cargas a unos haces de columnas y a unos arcos inclinados o arbotantes, liberando a los muros de la necesidad de soportar las bóvedas, con lo cual pueden ser éstos finos y transparentes, a veces tejidos como una filigrana de piedra y cristal que permite inundar de luz el interior de templos y palacios.

La arquitectura moderna se entiende estilísticamente hoy en día como sinónimo de abstracción y autenticidad, empleando toda combinación de materiales, entre los cuales destaca el vidrio. Este material ha ejercido un interés y fascinación tan especial que ha llevado al hombre a desarrollar unas técnicas constructivas, que le han permitido realizar los más audaces y luminosos edificios. El vidrio destaca por su transparencia, dicho de otro modo, su relación con la luz. Por este motivo el uso de las fachadas ligeras, en sus orígenes como solución a unas necesidades muy concretas, presentes únicamente en edificios singulares, se ha extendido de tal forma que constituye ya un elemento común del paisaje urbano de nuestras ciudades.

Son muchos los factores que han contribuido a su auge, entre otros cabe citar:

- La creciente industrialización del sector de la construcción.
- La evolución favorable de los costes, con un progresivo incremento del peso relativo de la mano de obra frente al valor de los materiales.
- La creciente exigencia de fiabilidad, planificación y mantenimiento controlado.
- Su esbeltez, lo que permite reducir también el dimensionado de la estructura resistente del edificio y aumentar su superficie útil interior.
- El aumento de la luminosidad y la imagen del espacio interior, alcanzando valores del 90% de luminosidad.

Los materiales utilizados para realizar la estructura de las fachadas ligeras son el acero, la madera y en la mayoría de de los casos, se confeccionan con elementos de aluminio extruído, cuyas propiedades básicas son:

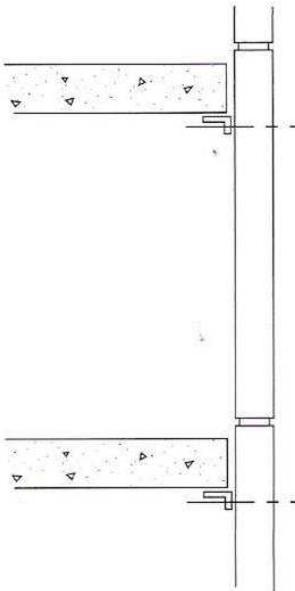
- Ligereza: el aluminio pesa 3 veces menos que el hierro.
- Resistencia a los agentes atmosféricos: se autoprotege.
- Estética: permite diseño y acabados superficiales.

Según la **norma europea EN 13830**, define la fachada ligera como:
"Retícula de elementos constructivos verticales y horizontales, conectados conjuntamente y anclados a la estructura del edificio, lista para rellenar finalmente con paneles ligeros de cerramiento, hasta formar una superficie continúa y ligera que delimita completamente el espacio interior respecto del exterior.
Esta fachada aporta, por sí misma o conjuntamente con otros elementos del edificio todas las funciones normales que corresponden a un muro exterior, pero no asume ninguna de las características de soportes de cargas de la estructura principal del edificio."

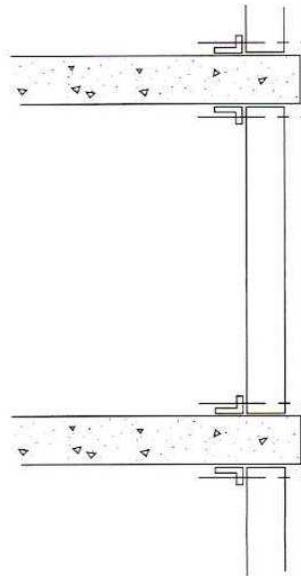
La fachada ligera se subdivide en muro cortina y en fachada panel.

El concepto de muro cortina indica que la fachada pasa por delante de los forjados y en consecuencia está suspendida de ellos.

El concepto de fachada panel indica que la fachada está situada entre los forjados y en consecuencia está apoyada en ellos.



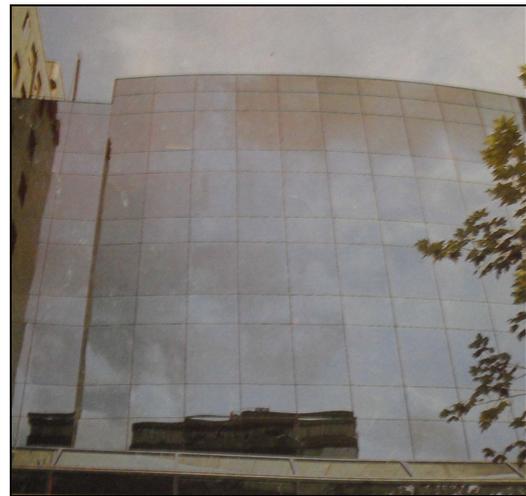
Muro cortina



Fachada panel



EJEMPLO FACHADA PANEL



EJEMPLO MURO CORTINA

1.1. DEFINICIÓN DE MURO CORTINA.

La fachada como elemento constructivo de cualquier edificio, es objeto de especial cuidado en el diseño arquitectónico, al ser la única parte del edificio percibida desde el exterior, es un recurso único para expresar o caracterizar una construcción singular. La expresividad y estética son características inherentes al concepto de fachada.

Los cerramientos de un edificio son los elementos que, soportados por la estructura, crean espacios aislados de las condiciones climatológicas y ambientales exteriores. Se trata de un aislamiento térmico, acústico, visual y de seguridad.

La envolvente, ese límite que separa el espacio interior del medio exterior, desempeña un rol decisivo en el comportamiento del edificio. Su papel es relevante tanto en las ganancias de radiación solar, en el control de la carga térmica, en la ventilación y en el control del ruido, entre otros aspectos, como en la definición estética del edificio y la calidad del diseño. Tradicionalmente considerada una barrera entre el entorno construido y el medio ambiente, los nuevos conceptos consideran hoy a la envolvente como un filtro moderador entre interior y exterior. El cambio climático y la necesidad de ahorro energético han puesto a las fachadas de doble piel como una alternativa interesante frente al muro cortina tradicional.

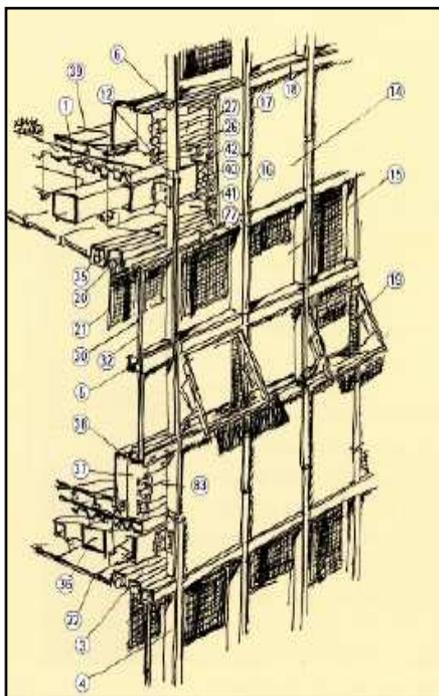
Generalmente, se entiende por muro cortina un cerramiento ligero, predominante de vidrio, que se ancla y cuelga a los sucesivos forjados de un edificio de pisos. Es una fachada ligera de montantes y travesaños que tiene un aspecto increíblemente ligero y fino. Ya sea vertical u horizontalmente, tan sólo resultan visibles unos milímetros tanto desde dentro como desde fuera. Los muros cortina están típicamente diseñados con perfiles de aluminio extruído, aunque los primeros muros cortina fueron hechos en acero. El marco de aluminio suele estar ocupado con vidrio, que permite dar un aspecto agradable al edificio, al mismo tiempo que facilita la iluminación natural.

El concepto de muro cortina indica que la fachada pasa por delante de los forjados y en consecuencia está suspendida de ellos. Se caracteriza por cumplir tres características fundamentales:

1.- Es una fachada ligera. Los muros cortina suelen tener un peso que oscila entre 40-70 kg/m² y un espesor de 10-15 cm. Como dato comparativo, una fachada tradicional pesa entre 250 y 300 kg/m² con espesores de 30 a 40 cm.

2.- En la mayoría de los casos las zonas acristaladas desempeñan un papel dominante dentro de la composición de la fachada.

3.- Los elementos que constituyen el cerramiento se superponen a la estructura del edificio, sin interrumpirse en los forjados, quedando la fachada independizada del resto de la construcción.



1. FORJADO
3. ANCLAJE
4. MONTANTE
5. TRAVESAÑO
6. ENCHUFE/EMBUDO
12. MECHA DE CONTINUIDAD
14. PANEL AISLANTE
15. ACRISTALAMIENTO DE VISIÓN
16. PRESOR
17. TAPETA VERTICAL
18. TAPETA HORIZONTAL
19. PRACTICABLE
20. CORTINERO
21. CORTINA O PERSIANA
22. FALSO TECHO
26. AISLAMIENTO TERMOACÚSTICO
27. ACRISTALAM. REFLECTANTE Y TEMPLADO
30. VIDRIO DE CONTROL SOLAR
32. LUNA FLOTADA INCOLORA
35. LUMINARIA
36. CONDUCTOS CLIMATIZADOS
37. FAN-COIL
38. MUEBLE INTERIOR
39. SUELO TÉCNICO

40. CIERRE Y AISLAMIENTO ENTRE PLANTAS
41. BORRA DE LANA DE ROCA
42. CHAPA DE ACERO GALVANIZADO
77. PLACA DE FIBROSILICATOS
83. CIRCUITO DE CLIMATIZACIÓN

(REVISTA TECTÓNICA: muro cortina)

Construido con materiales ligeros, elaborados industrialmente, es capaz de soportar la presión del viento, las cargas interiores y su propio peso, que es transmitido directamente a la estructura del edificio a través de los anclajes.

Mientras esta definición corresponde a una forma de cerramiento, generalizada hace unos años, su evolución posterior ha ocasionado que bajo el término de *muro cortina* se agrupen hoy conceptos muy diferentes, desde fachadas simples a fachadas multifuncionales compuestas o de doble piel.

La utilidad de este tipo de fachadas proviene de sus posibilidades en cuanto a estética exterior, creación de espacios abiertos y luminosos, sensación de libertad y bienestar, además de ofrecer ventajas en cuanto a rapidez de montaje y aligeramiento de la estructura.

Es importante remarcar que la fachada como conjunto puede moverse independientemente con respecto a la estructura, por lo cual los asentamientos del edificio no afectan al muro cortina.

La transparencia que se puede conseguir con el muro cortina da a la fachada un efecto de continuidad en lugar de formar una barrera. Por ello, algunos arquitectos definen el muro cortina como la *conexión del espacio exterior e interior*.



Muro cortina de tapeta en el Polideportivo de San Antonio (Ibiza)



Oficinas de Man en Júndiz, (Vitoria-Gasteiz)

Podríamos decir que el muro cortina es la consecuencia lógica de la progresiva generalización del vidrio en la Arquitectura, y resulta ser uno de los elementos dominantes de la arquitectura moderna y contemporánea. Solo con el muro cortina se generaliza el espacio acristalado y se transforma en modo radical la relación entre el espacio construido y el medio circundante.

El muro cortina ha sido símbolo de modernidad y progreso para unos y de especulación y monotonía para otros. Usado como si se realizase una joya o como el cerramiento que prometía el mayor rendimiento económico.

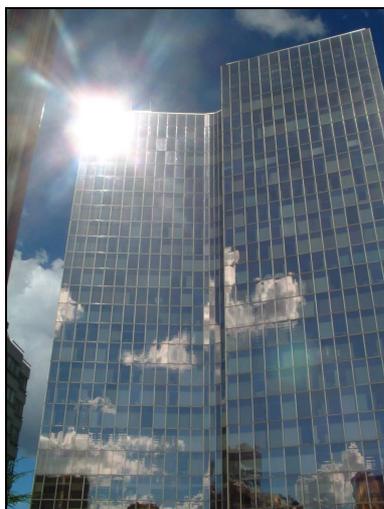
Una piel que se repite y al mismo tiempo rompe su monotonía con el reflejo de lo que le rodea, sea esto un edificio o el cielo y las nubes, consiguiendo una variabilidad que no podía lograr ningún otro cerramiento.



Ampliación de la Facultad de Farmacia de Madrid.

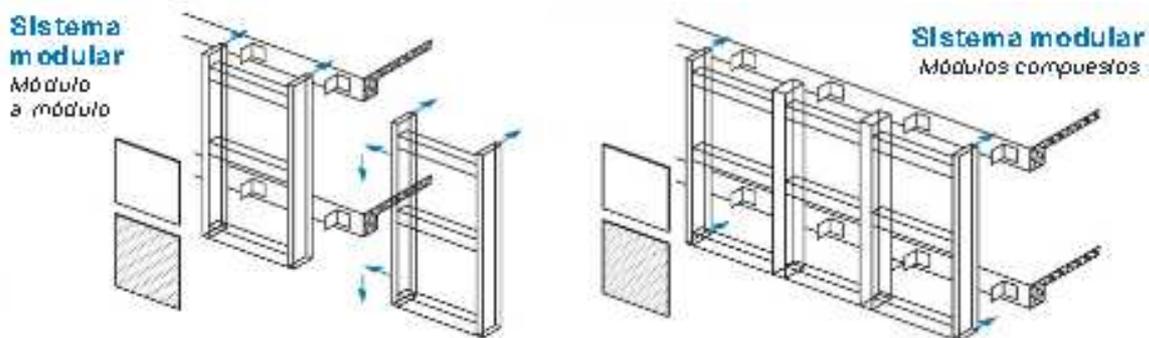
La idea común en este tipo de fachadas es la intención de querer demostrar una solución técnica en la cual la cortina de vidrio cuelga, y para que no quepa duda de este alarde, la estructura de forjados apenas debe tener presencia hacia el exterior y, si fuese posible, debería mostrarse como una mera línea que corta el vidrio.

Es decir, estas fachadas fijadas a la estructura resistente del edificio no forman parte de la misma, por lo tanto no contribuyen a aumentar la resistencia de la estructura sino que gravitan sobre ella.



Como resultado, en la actualidad conviven en el mercado un gran número de soluciones prefabricadas de cerramiento. Atendiendo a su construcción, fabricación y montaje las fachadas ligeras se agrupan en dos grandes sistemas aunque implícitamente se admite un tercero constituido por cualquier sistema híbrido entre los dos anteriores:

Sistema modular: este sistema consiste en fabricar en el taller módulos totalmente acabados, es decir, incorporando los elementos de relleno. Generalmente la altura de estos módulos es la distancia entre forjados por lo que cada uno posee su propio anclaje y es independiente del resto de módulos.



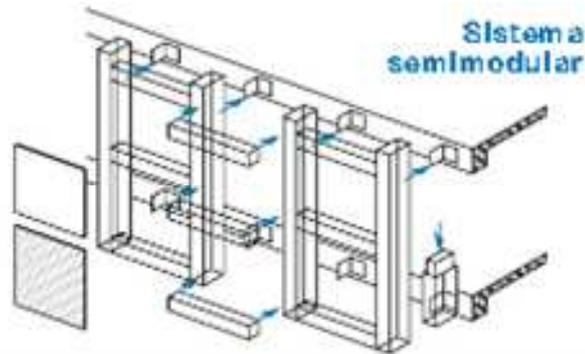
(MANUAL DE FACHADAS LIGERAS TECHNAL)

Sistema tradicional: o bien sistema de reja o retícula. En este sistema se fabrican en taller los montantes y travesaños con sus elementos de fijación y parte de los accesorios. En obra se realiza el ensamblaje de los perfiles y posteriormente se incorpora el acristalamiento, ventanas y/o paneles.



(MANUAL DE FACHADAS LIGERAS TECHNAL)

Sistema semimodular: es un sistema híbrido entre los dos anteriores.



(MANUAL DE FACHADAS LIGERAS TECHNAL)

1.2. HISTORIA Y EVOLUCIÓN

Antes de recorrer detalladamente sus problemas de diseño, es interesante echar un vistazo por su evolución así como su historia, para comprender el papel de las tendencias actuales y la variedad de caminos hoy abiertos sobre este tipo de fachadas.

Ya en la Edad Media, como he explicado antes, el gótico crea un sistema estructural de nervaduras que conducen las cargas a unos haces de columnas y a unos arcos inclinados o arbotantes, liberando a los muros de la necesidad de soportar las bóvedas, con los cual pueden ser éstos finos y transparentes, a veces tejidos como una filigrana de piedra y cristal que permite inundar de luz el interior de templos y palacios.

Pero desapareció este sistema constructivo sustituido por otros estilos y debe de ser algo mas que una casualidad que tras tantos siglos de arquitectura masiva volvieran a aparecer las construcciones ligeras con la recuperación que el siglo XIX hizo del gótico.

El nuevo gótico, ahora replanteado por Viollet Le Duc, puede contar con un material que habría sido el sueño de los canteros medievales: el hierro viene a revolucionar la historia de la construcción al permitir abordar mayores luces con unas estructuras que se afinan hasta lo inverosímil. El muro cortina tiene sus orígenes en esta arquitectura del hierro del siglo XIX, cuando la innovación en la tecnología del vidrio y la generalización de los perfiles metálicos permitió construir los primeros cerramientos ligeros, transparentes y completamente exentos del sistema estructural del edificio.

Se considera al Crystal Palace de Londres (Paxton, 1851) el precursor de los cerramientos acristalados, y en especial del muro cortina: un edificio de grandes dimensiones y gran ligereza, con una compleja geometría, íntegramente prefabricado y montado en un tiempo record. Por primera vez se plantea en toda su novedad un espacio habitable totalmente acristalado, y se presenta súbitamente y a una escala imponente el conjunto de problemas que va a dirigir su evolución.



Crystal Palace de Londres (www.wikipedia.org)

Son unos años en los que se crea una importante construcción industrializada y en los que aparecen los antecedentes de los paneles de cierre ligeros. Así, el primer edificio conocido que utiliza la chapa de hierro en sus fachadas es el almacén naval de Sheerness, construido en 1958 por el ingeniero G.T. Greene.

El concepto de fachada ligera, como se puede observar, ya estaba creado al finalizar el siglo XIX, pero se asociaba exclusivamente con el vidrio. Tienen que pasar varias décadas para que se clarifique la idea de la moderna construcción reticular en la que se dispone un esqueleto estructural cerrado y compartimentado con piezas superficiales que actúan como membranas y que pueden ser transparentes u opacas. En realidad estas membranas podrían ser todo lo finas que se quisiera porque no afectan a la estabilidad de la construcción, pero deben cumplir por necesidad las funciones de aislamiento térmico y acústico, problema que resuelven los nuevos productos químicos creados a lo largo del siglo XIX, que permiten reducir groesos de fachadas y tabiques.

Otro principio por el que se debería regir esta nueva construcción sería, además de la ligereza, la tipificación sistemática de los elementos que permita la industrialización y fabricación en serie.

Se considera que el primer edificio construido completamente con pilares de fundición, forjados con estructura metálica y cerramientos de fachada no portantes fue el Second Leiter Building de Chicago (Jenney & Mundie, 1891)

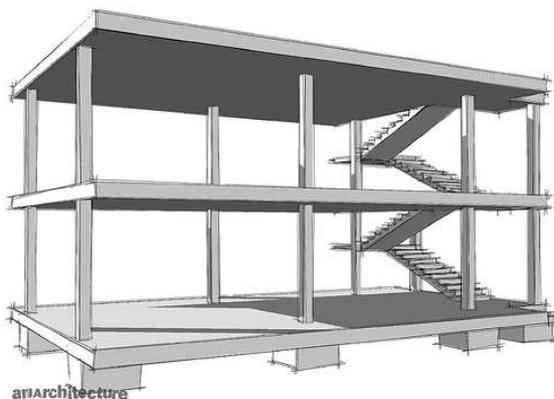


Second Leiter Building de Chicago (Jenney & Mundie, 1891)

Todos los avances en este tipo de edificios llega a los arquitectos del Movimiento Moderno. Primero las obras pioneras, como la sala de Turbinas de AEG en Berlín (Behrens, 1909) o la Faguswerk en Alfed (Gropius, 1911), y poco después los primeros edificios de pisos, como el Bauhaus, el Pabellón Suizo y la Cité Refuge en París (Le Corbusier, 1933).

La técnica continúa siendo muy elemental aún: si los nuevos cerramientos ligeros son todavía de fábrica, el muro cortina cuenta con poco más que unas rudimentarias secciones de acero laminado y unos vidrios de prestaciones muy básicas.

El cerramiento que buscan los pioneros de la arquitectura moderna indudablemente es el ideal, es decir, el que respondiera a los ideales de la nueva tradición arquitectónica y constructiva que se estaba gestando. Se buscará por lo tanto un cerramiento nuevo, no portante, que sea capaz de asumir la estructura de esqueleto planteada por Le Corbusier cuando dibuja la estructura de las casas Dom-ino.



Casas Dom-ino por Le Corbusier

Es decir, un cerramiento por tanto ligero, de poco peso, de poco espesor, autoportante, multicapas, montado en seco, de grandes dimensiones y que cumpla las exigencias de todo cerramiento: impermeabilidad, aislamiento acústico y térmico, etc.

Al principio la reflexión se dirigió preferentemente hacia el vidrio como material capaz de superar la antítesis histórica entre interior y exterior. Pero no pasó de ser una utopía brillantemente constatada por Le Corbusier, el mismo abandona rápidamente la utopía de una piel toda de vidrio y empieza a hablar de la *frenetre en Langer*, una concepción del cerramiento en la que se alternan los paños transparentes o translúcidos con otros ciegos que aportan una inercia térmica mayor al conjunto de cierre.

Hasta que la investigación no se dirigió a la consecución de grandes o pequeños paneles, colgados de la estructura con anclajes que permitieran su libre dilatación, no se logró evitar la fisuración de las fachadas y la consiguiente entrada de agua en el interior de las edificaciones.

En el desarrollo de los edificios en altura, las primeras soluciones al muro cortina empiezan a ser impresionantes por su inventiva y nivel tecnológico: el Equitable Saving Bank de Portland (Belluschi, 1948), la Lever House de Nueva York (S.O.M., 1952), el Edificio Seagram (Mies Van der Rohe y Philip Johnson, Nueva York 1958), son los primeros rascacielos con muro cortina continuo y exterior a la estructura, construidos con el sistema de montante y travesaño, con aire acondicionado, acristalamientos tintados, etc.



Equitable Saving Bank de Portland (Belluschi, 1948)



la Lever House de Nueva York (S.O.M., 1952)



**Edificio Seagram en Nueva York
(Mies Van der Rohe y Philip Johnson, Nueva York 1958)**

En España, esta clase de fachada comenzó a construirse a partir de los años cincuenta. Un ejemplo destacable es el edificio de oficinas de Olivetti (1960-1964), en Barcelona, llevado a cabo por los arquitectos Ludovico Belgiojoso, Enrico Peressutti y Ernesto N. Rogers. Este edificio introduce en la trama urbana de Barcelona la vanguardia del diseño internacional con el mecenazgo de Adriano Olivetti.

Hoy en día los sistemas de paneles ligeros de fachada ya no son exclusivos de pioneros, al estar comercializados a través de numerosas firmas que ofrecen un extenso catálogo en el que figuran materiales como el acero, el aluminio, el vidrio, la madera o los plásticos, con una variada tipología que se puede adaptar a casi cualquier necesidad mediante sistemas abiertos que admiten variaciones, o cerrados, a la medida para cada caso particular. Todos ellos tienen las ventajas de la construcción en seco: las piezas vienen realizadas de fábrica con un importante grado de control y precisión y no hay más labor en obra que una operación de ensamblaje, por lo general extraordinariamente rápida.

El concepto de estas fachadas ligeras es el de un vestido que se cuelga del cuerpo del edificio con unos cuantos toques de sastrería, tanto es así que se está convirtiendo en un tema cada vez más frecuente en arquitectura el cambio de fachada, como se cambia de traje.

2. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS MUROS CORTINA.

2.1. ELEMENTOS QUE COMPONEN EL MURO CORTINA.

La resolución de este tipo de fachadas se basa en los principios de especialización y división de funciones, ordenando una serie de elementos encargados de resolver los aspectos estéticos, funcionales, de mantenimiento, etc. Formalizaciones concretas como la estructura auxiliar, los anclajes, los paneles y las juntas, serán el resultado de estos requisitos y planeamientos.

La misma enumeración de elementos y su articulación en una fachada descubre el problema de la unión, de la junta entre ellos, auténtica piedra filosofal de la arquitectura. Existe la unión entre estructura y estructura auxiliar, unión capaz de transmitir los esfuerzos de peso propio, esfuerzos dinámicos del viento y esfuerzos térmicos, a la vez que concentra, en gran parte de los sistemas, el choque entre dos metodologías de construcción: la artesanal y la industrializada, con tolerancias diferenciadas. En segundo lugar está la unión entre paneles y estructura auxiliar que mantiene la tensión del problema, acentuada por la transformación geométrica: se pasa de lo superficial a lo lineal o puntual. Y por último, la junta entre paneles cierra el repertorio de complejidad técnica de este tipo de fachadas.

En resumen, el muro cortina se compone básicamente los elementos resistentes que son montantes (elementos verticales) y travesaños (elementos horizontales) los cuales forman una retícula en la cual se incorporan los elementos denominados de relleno y los elementos practicables. Otros elementos complementarios son los de estanqueidad y los de fijación.

Descripción de los componentes del muro cortina según la normativa europea **EN 13119 “Fachadas Ligeras – Terminologías”**:

1 Travesaño inferior

Elemento horizontal del armazón secundario situado en la base de la fachada ligera y que soporta por lo general los rellenos de la hilera inferior (ventanas, vidrios, paneles).

2 Guía eléctrica

Perfil específico continuo entrante o en voladizo (con respecto a la alineación de la fachada) integrado o fijo sobre los montantes y que permite el paso de un cable.

3 Acristalamiento aislante

Ensamblaje de una o varias hojas de vidrio selladas herméticamente con aire para asegurar prestaciones térmicas y acústicas mejoradas.

4 Junta exterior de estanqueidad

Perfil de estanqueidad elastómero situado entre la cara exterior del relleno y el marco que lo rodea.

5 Anclaje

Pieza metálica fabricada para asegurar la conexión mecánica entre la fachada y la estructura.

6 Fachada panel modular

Sistema formado por elementos vítreos pre-ensamblados acristalados en taller que tiene una altura de uno o más pisos.

7 Calzo

Pieza de metal, madera o PVC empleado alrededor de la perfilaría del acristalamiento o de cualquier otro relleno para asegurarlo en su marco.

8 Travesaño superior

Elemento horizontal del armazón secundario colocado en la parte alta de la fachada por encima de la última hilera de rellenos (acristalamientos, ventanas, elemento de relleno o puertas).

9 Relleno

Panel de relleno o de revestimiento que comporta uno o más componentes y que se coloca en obra en un marco.

10 Junta interior de estanqueidad

Perfil de estanqueidad elastómero colocado entre la cara interior de un relleno y el marco que lo rodea.

11 Montante lateral

Elemento vertical del armazón secundario colocado en el lateral de la fachada ligera, adyacente a una trama en esquina que puede estar formada de acristalamientos, ventanas, rellenos o puertas.

12 Mecha

Trozo de perfil de ensamblaje fabricado para asegurar la unión de perfiles de armazón tubulares.

13 Montante

Elemento vertical del armazón secundario que separa y por lo general soporta ventanas, acristalamientos, rellenos y puertas adyacentes.

14 Tapeta de montante

Perfil de revestimiento exterior, clisado sobre los montantes y que asegura el aspecto arquitectónico.

15 Equilibrado de presión

Principio de puesta en comunicación con el exterior de cámaras formadas en la fachada ligera. Los burletes de estanqueidad interior aseguran la estanqueidad al aire, y los exteriores funcionan como paraguas.

Un conjunto de orificios de ventilación y salidas en zig-zag aseguran un equilibrado de presión minimizando los efectos del viento sobre el burlete exterior.

16 Contratapa o presor

Pieza metálica, por lo general de aluminio extraído, colocada en la perfilaría de rellenos (acristalamientos o elementos de relleno) que permite la transmisión de esfuerzos por medio de los burletes de estanqueidad.

17 Pantalla de agua

Elemento de diseño de una junta que permite eliminar las infiltraciones de agua por dispositivos de equilibrado de presión de una y otra parte de la piel exterior. Este elemento de pantalla de agua funciona por la utilización de burletes de estanqueidad, de salidas en zig-zag, de gotas de agua y de drenaje.

18 Calzo de asiento

Pieza de neopreno, plomo, madera y otro material adecuado, colocado bajo el canto inferior de una hoja de vidrio para su colocación en un marco.

19 Antepecho

Parte de una pared exterior situada entre dos elementos horizontales.

20 Panel de antepecho

Elemento de relleno colocado en el antepecho.

21 Embudo

Pieza fabricada que permite el ensamblaje mecánico de un perfil de travesaño tubular y un montante.

22 Fachada con montante y travesaño

Sistema de fachada, realizado en obra con elementos distintos y ensamblado enteramente en obra.

23 Elementos de estanqueidad

Tapones de estanqueidad dispuestos en las uniones.

24 Sistema de silicona estructural

Principio de puesta en obra de un acristalamiento por sellado sobre su marco con un mínimo de fijación mecánica para formar una fachada enteramente de vidrio.

25 Puente térmico

Compuesto de baja conductividad térmica incrustado en un ensamblaje para reducir los flujos térmicos entre dos materiales que tienen una alta conductividad térmica.

26 Travesaño

Elemento horizontal del armazón secundario que separa y por lo general soporta ventanas, acristalamientos, rellenos o puertas adyacentes.

27 Tapeta de travesaño

Perfil extraído, por lo general soportado por abrochamiento sobre los travesaños y que asegura el aspecto arquitectónico.

28 Coeficiente K (U)

Coeficiente de transmisión térmica global, entre el interior y el exterior, de uno o varios elementos de pared.

29 Barrera de vapor

Material o película suficientemente resistente a la transmisión de vapor para retrasar el paso de vapor de agua entre las zonas con alta humedad relativa y las zonas con débil humedad relativa.

30 Junta periférica

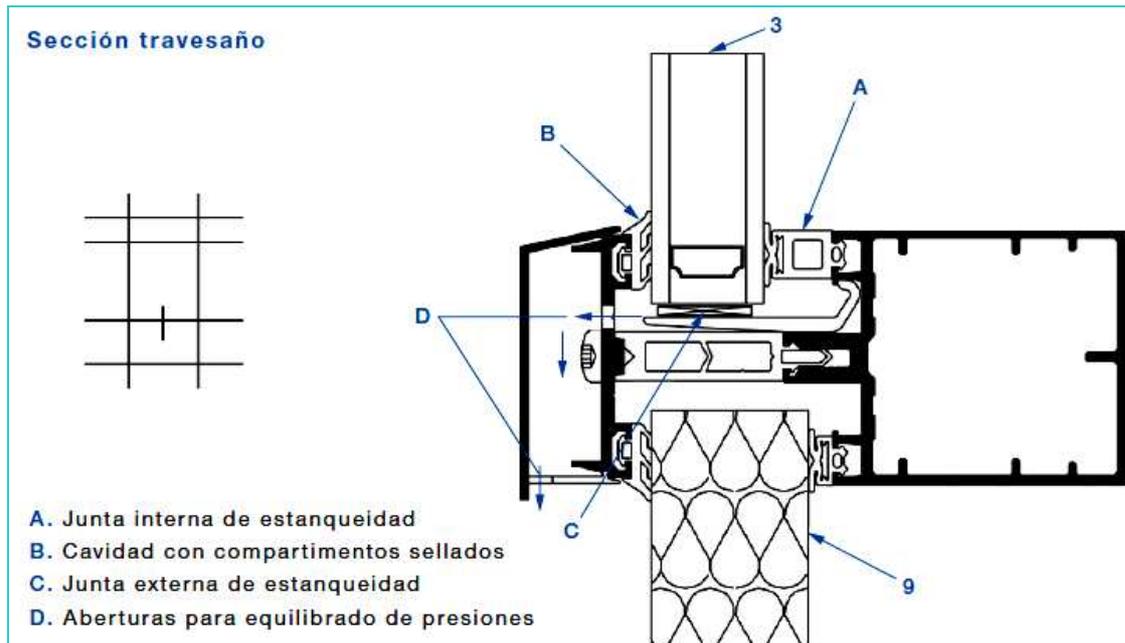
Burlete de estanqueidad aplicado entre el borde de la fachada y la estructura del edificio.

31 Drenaje

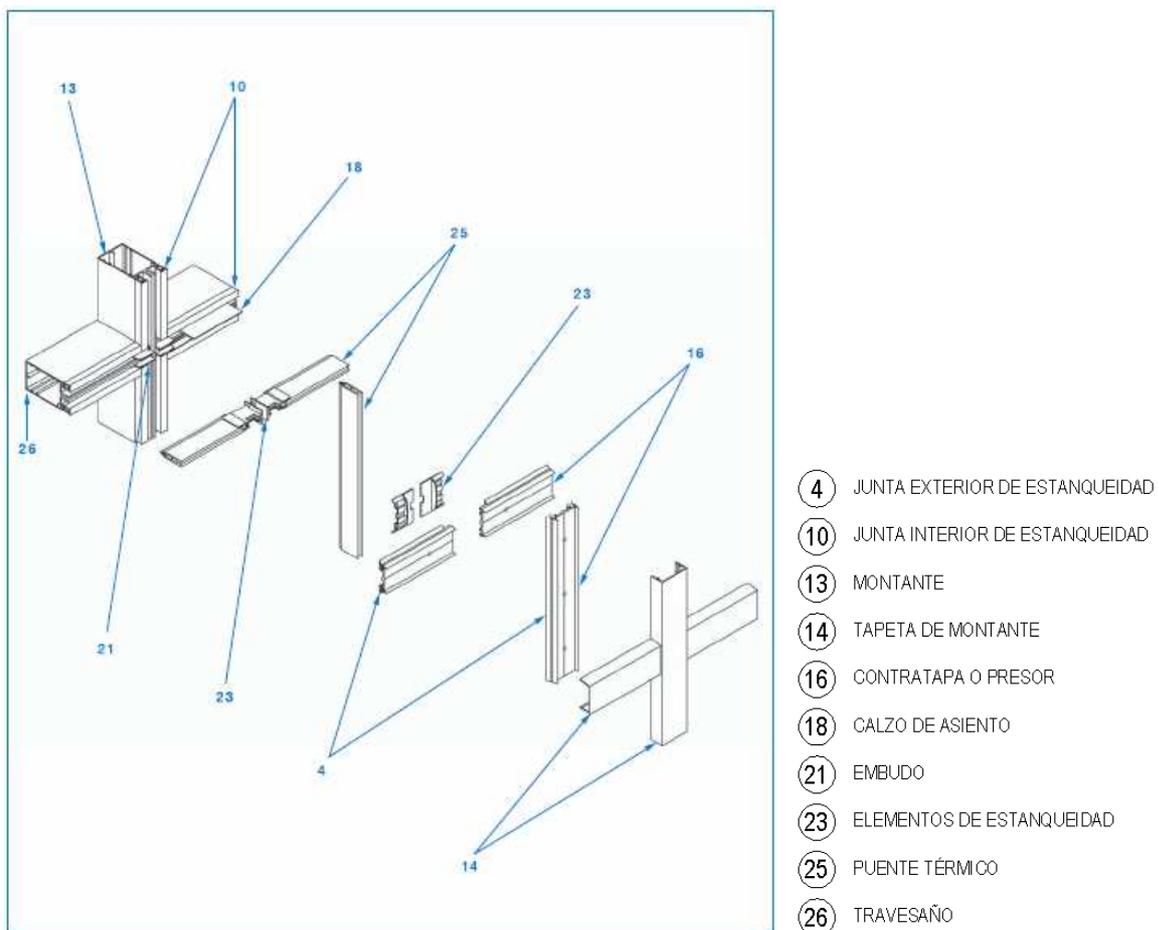
Pequeña abertura en la pared o un marco de ventana a través de la cual el agua es drenada hacia el exterior del edificio.

32 Flecha

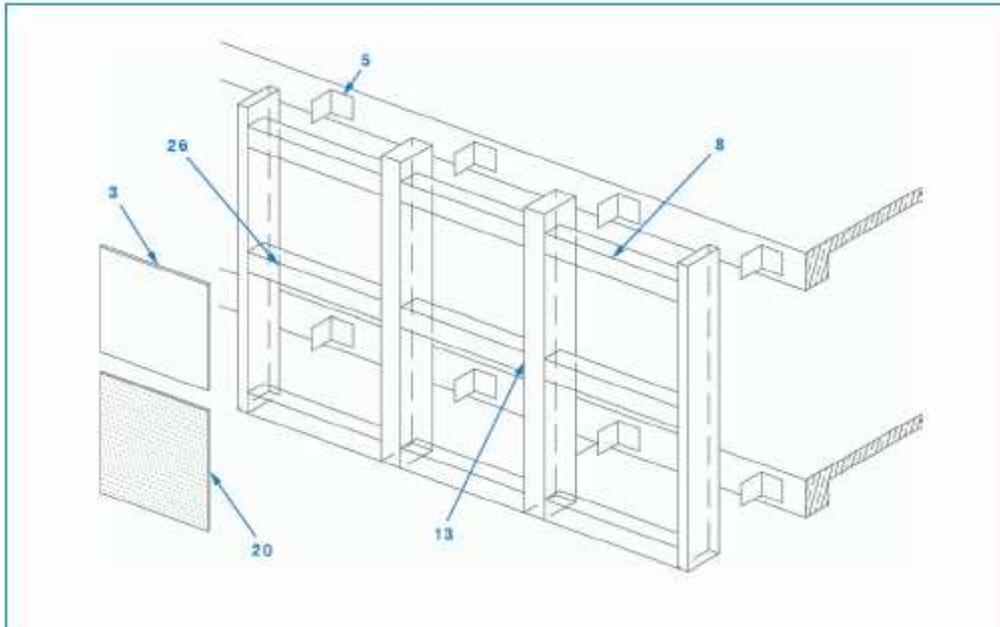
Deformación o combadura que sufre una estructura, relativa a la línea recta que une los apoyos, debido a las cargas que inciden sobre ella.



EN 13119 “Fachadas Ligeras – Terminologías”



EN 13119 “Fachadas Ligeras – Terminologías”

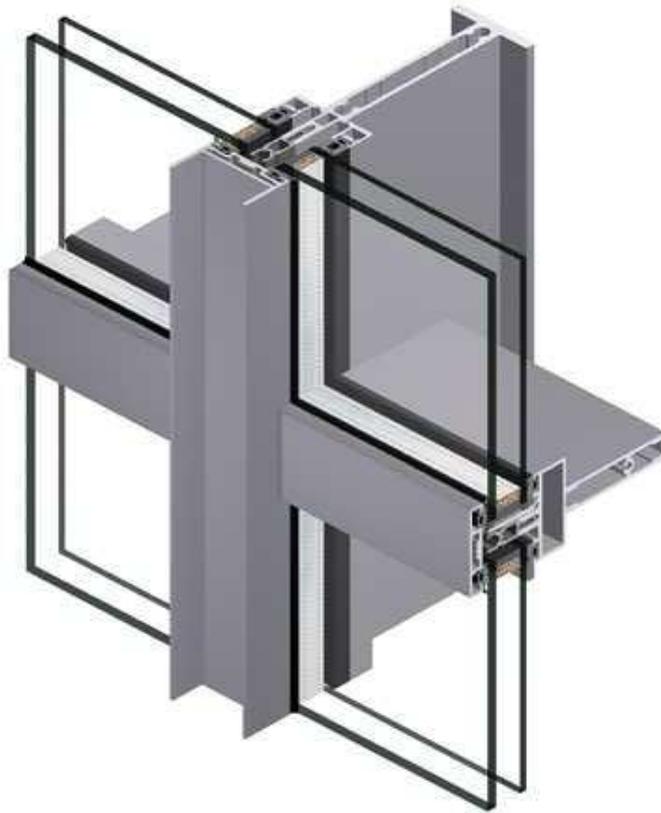


- ③ ACRISTALAMIENTO AISLANTE
- ⑤ ANCLAJE
- ⑧ TRAVESAÑO SUPERIOR
- ⑬ MONTANTE
- ⑳ PANTEL DE ANTEPECHO
- ⑳ TRAVESAÑO

EN 13119 "Fachadas Ligeras – Terminologías"

2.1.1. ELEMENTOS RESISTENTES

Dentro de los elementos resistentes nos encontramos los montantes verticales y los travesaños horizontales.



Montantes verticales

Los montantes verticales se fijan a la estructura primaria de la obra y dominan sobre los travesaños horizontales. Suelen ir de forjado a forjado. En el extremo superior del montante se acoplará un casquillo que permita el apoyo con el montante superior y que absorba las dilataciones de cada montante. El casquillo es solidario con un montante, pudiendo moverse libremente el otro, para absorber las dilataciones. Entre los montantes quedará una junta de dilatación de 2 mm/m mínima.

El montaje se efectúa en sentido horizontal considerando una cantidad determinada de montantes según sea el caso.

En la parte superior de los montantes se halla el anclaje tridimensional que permite correcciones de ± 20 mm. Los anclajes llevan un elemento de EPDM de 80° Shore como elemento de rotura de puente térmico y antivibraciones, también alojan en su parte superior los elementos de guía y ensamble para montarlo con el inmediato superior, con una distancia entre sí de 10 mm, lo cual le permite absorber dilataciones y movimientos de distinto tipo.

También llevan soportes de fundición de aluminio que se fijan a los travesaños correspondientes.

El primer montante de arranque (en la primer planta) además posee un soporte en su parte inferior sin ser solidario, lo cual le posibilita absorber cualquier dilatación.

La sección genérica de un montante es la de la figura. Siendo sus dimensiones determinadas por el cálculo en función de las solicitaciones.

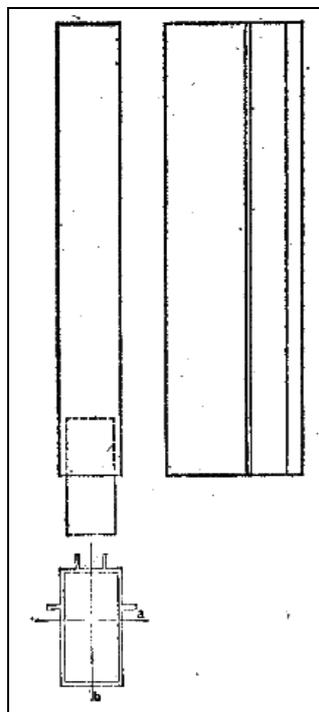
Va provisto de los elementos necesarios para el acoplamiento con los anclajes, travesaños o paneles, y con el montante superior.

Los materiales normalmente a utilizar son:

ALUMINIO: De calidad 50 S-T 5 ó AG S-T 5. Acabado anodinado. El perfil tendrá un espesor mínimo de 2 mm. Su carga de rotura no será menor de 15 Kg/mm² y su alargamiento mínimo del 6% según Norma UNE.

ACERO CONFORMADO: De calidad A 03 – NE. Acabado galvanizado en caliente. Espesor mínimo de 0,8 mm. La carga de rotura no será menor de 37 Kg/mm² y su alargamiento del 26%, según Norma UNE.

ACERO INOXIDABLE: De calidad F-314. Acabado natural o mate. Carga rotura 60 Kg/mm² según Norma UNE. Su espesor mínimo será de 1,5 mm. La carga de rotura no será menor de 60 Kg/mm² y su alargamiento del 35%, según Norma UNE.



Montante tipo (NTE MUROS CORTINA)

Travesaños horizontales

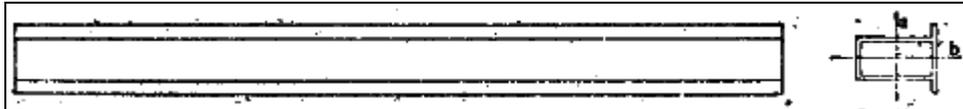
Son los elementos dispuestos horizontalmente, que generalmente van anclados a los montantes, y dimensionados de tal forma que puedan aguantar la carga de los elementos de relleno que gravitan sobre ellos.

Llevará provisto en los extremos los elementos necesarios para el acoplamiento de los montantes. Los materiales empleados son los mismos que los descritos para los montantes:

ALUMINIO: De calidad 50 S-T 5 ó AG S-T 5. Acabado anodinado. El perfil tendrá un espesor mínimo de 2 mm. Su carga de rotura no será menor de 15 Kg/mm² y su alargamiento mínimo del 6% según Norma UNE.

ACERO CONFORMADO: De calidad A 03 – NE. Acabado galvanizado en caliente. Espesor mínimo de 0,8 mm. La carga de rotura no será menor de 37 Kg/mm² y su alargamiento del 26%, según Norma UNE.

ACERO INOXIDABLE: De calidad F-314. Acabado natural o mate. Carga rotura 60 Kg/mm² según Norma UNE. Su espesor mínimo será de 1,5 mm. La carga de rotura no será menor de 60 Kg/mm² y su alargamiento del 35%, según Norma UNE.

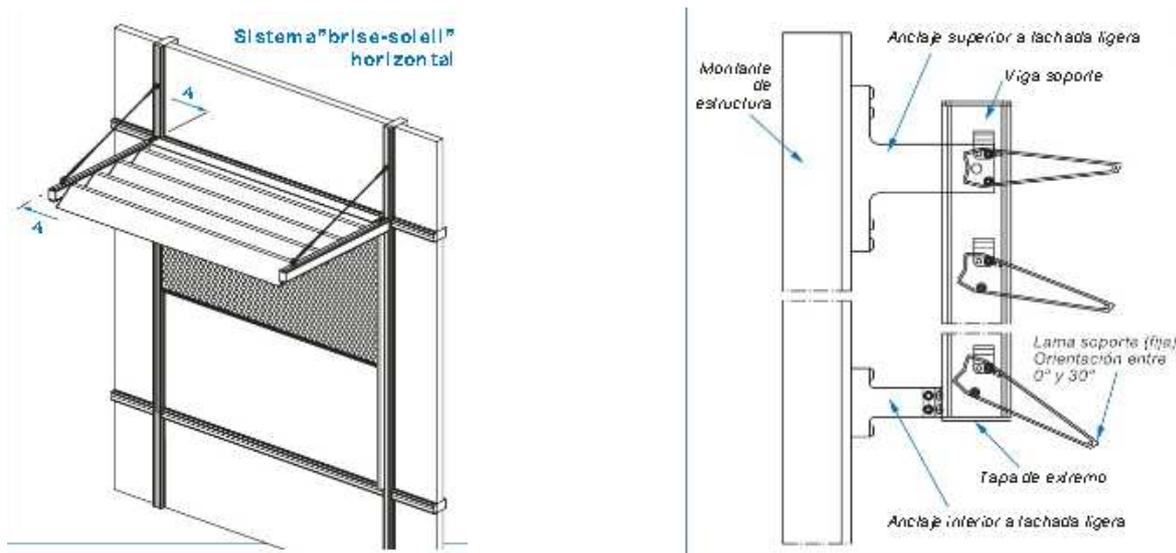


Travesaño tipo (NTE MUROS CORTINA)

2.1.2. ELEMENTOS PRACTICABLES. VENTANAS.

Los muros cortina debido a su ligereza poseen baja inercia térmica, y las fluctuaciones del soleamiento se reflejarían en el interior, y sin protección adecuada el acondicionamiento térmico interior es excesivamente costoso.

Para ello hay diferentes elementos adicionales de protección que procuran disminuir el flujo de radiación solar directa incidente sobre la superficie acristalada, y no impiden la visibilidad desde el interior.



Como consecuencia de su asociación con la climatización mecánica, desde los primeros muros cortina predominó la tendencia a construirlos sin elementos practicables. Los elementos practicables plantean problemas térmicos y formales de difícil solución: lograr elementos suspendidos de apenas un par de puntos, con juntas estancas al aire y al agua que sean móviles, exige perfiles más complejos, que necesariamente tienden a aumentar de sección rompiendo la continuidad del enrejado. Además, la ventilación natural desequilibra el sistema de acondicionamiento y la solución inmediata es evitar el problema, por lo que una gran mayoría de los sistemas comerciales no incorporaron durante mucho tiempo elementos batientes, que evolucionaron de forma independiente y se incorporaban al conjunto con grandes dificultades de integración en la fachada.

Desde la aparición de la carpintería de acero se estudiaron muchas soluciones bien interesantes al hueco practicable, especialmente aquellas menos intrusivas, como las correderas, de guillotina, pivotantes o basculantes, y muchos arquitectos modernos patentaron ventanas de este tipo con escuadras mínimas. Con las extrusiones de aluminio se difundieron perfilarías de secciones siempre crecientes, primando la estanqueidad o la ligereza sobre otros aspectos. En todo caso, rara vez se plantearon como componentes de un muro cortina integral.

Hoy esta tendencia se está corrigiendo, y lograr la ventilación natural controlada por el usuario parece un objetivo deseable. En consecuencia, los sistemas van incorporando batientes, generalmente, generalmente proyectantes hacia el exterior, con perfiles compatibles y herrajes incorporados, incluso con perfilarías ocultas resueltas con silicona estructural. El funcionamiento adecuado de la climatización apunta hacia sistemas más flexibles y regulables por el usuario, y en todo caso a un uso responsable del edificio.

Siendo una de las principales razones de su aplicación, es en los sistemas de doble piel donde se consigue una mayor integración de la ventilación natural a la fachada, además de que el problema constructivo se simplifica al proteger la hoja externa a los batientes de la lluvia y presión del viento.



INCORPORACIÓN DE LA VENTANA APROVECHANDO LA DOBLE PIEL PARA CONSEGUIR UNA VENTILACIÓN NATURAL. COMMERZBANK EN FRANKFURT (N. FOSTER 1977)

(REVISTA TECTÓNICA: Muros cortina)

2.1.2.1. CLASIFICACIÓN DE LAS VENTANAS

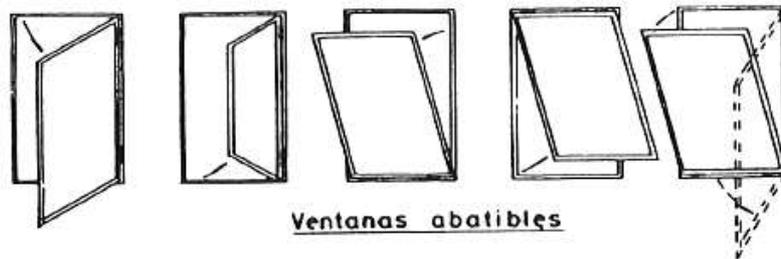
Las ventanas pueden clasificarse básicamente según dos conceptos: movimiento y prestaciones.

1.1. Según su movimiento.

De los diversos movimientos de ventanas, en este apartado estudiaremos los que encajan con las ventanas de los muros cortina:

- Ventanas fijas: como su nombre indica, son elementos exentos de practicables.

- Ventanas abatibles: son ventanas de hojas practicables por rotación alrededor de un eje, situado a lo largo de los montantes verticales u horizontales.
Dentro de este grupo están las ventanas practicables al interior con los ejes de rotación o bisagras, colocados en el montante vertical (francesa), las ventanas practicables al exterior con los ejes de rotación o bisagras colocados en el montante vertical (inglesa), las ventanas proyectantes hacia el interior o exterior con los ejes de rotación o bisagras, colocados en el travesaño superior o inferior y las ventanas oscilobatientes, que pueden actuar en los dos ejes, vertical y horizontal.

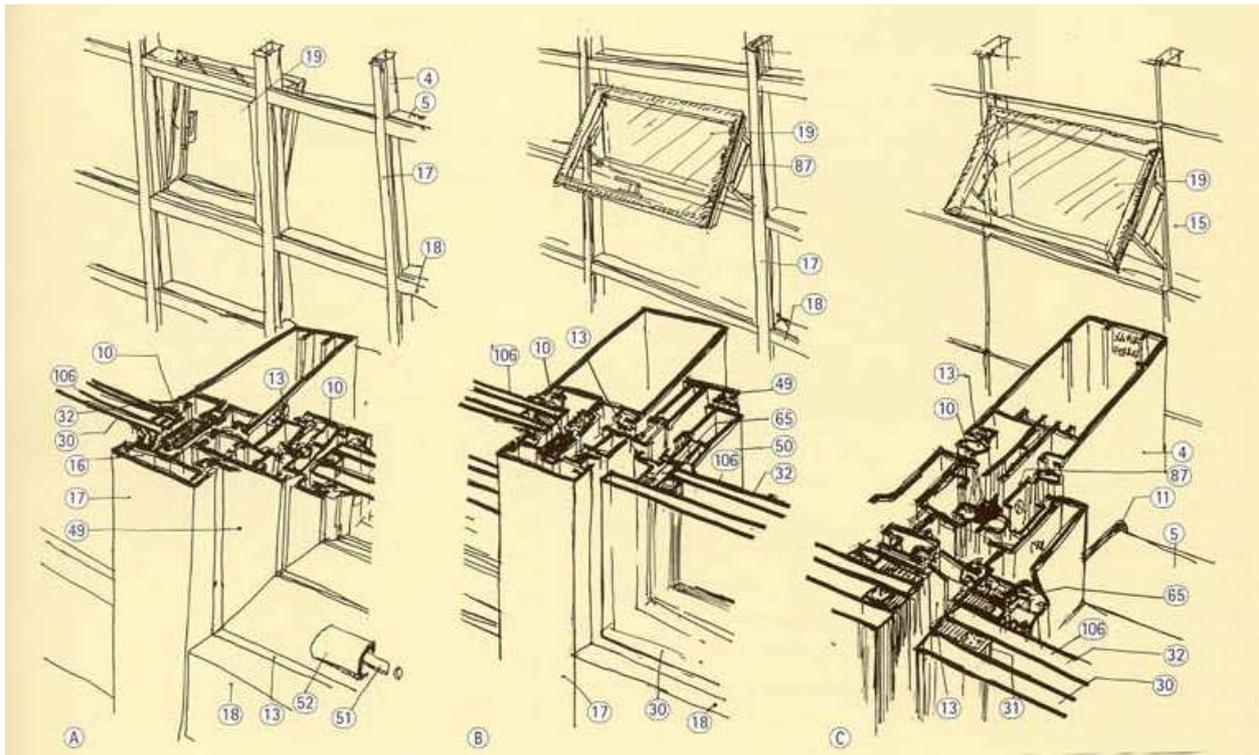


- Ventanas giratorias: son aquellas practicables por rotación alrededor de un eje fijo que pasa por dos puntos de la hoja diametralmente opuesto. Pertenecen a este grupo las ventnas pivotantes, es decir que giran alrededor de un eje vertical, las basculantes que giran alrededor de un eje horizontal y el tipo australiano, de lamas horizontales.



- Ventanas deslizantes: son las que efectúan un movimiento de traslación horizontal o vertical.
Se conocen como correderas las de movimiento horizontal y guillotinas las que actúan verticalmente.





A - VENTANA PRACTICABLE OSCILOBATIENTE, DE PERFIL VISTO, ACOPLADA A SISTEMA CLÁSICO DE MURO CORTINA CON TAPETAS.

B - VENTANA PRACTICABLE DESLIZO-PROYECTANTE HACIA EL EXTERIOR, CON ACRISTALAMIENTO PEGADO AL MARCO CON SILICONA ESTRUCTURAL, ACOPLADO A SISTEMA CLÁSICO DE MURO CORTINA CON TAPETAS.

C - VENTANA PRACTICABLE DESLIZO-PROYECTANTE HACIA EL EXTERIOR, DE PERFIL OCULTO DESDE EL EXTERIOR, Y DESDE EL INTERIOR, CON ACRISTALAMIENTO PEGADO A MARCO, ACOPLADA A SISTEMA DE MURO CORTINA CON SILICONA ESTRUCTURAL.

(REVISTA TECTÓNICA: Muros cortina)

1.2. Según sus prestaciones.

Las cualidades de una ventana se definen por su capacidad a resistir la acción de dos tipos de solicitaciones: las debidas al uso y las provocadas por los agentes exteriores. Las *debidas al uso*, se traducen en una resistencia a las acciones mecánicas y las *provocadas por los agentes exteriores*, son las que condicionan un aislamiento térmico y acústico, una determinada resistencia a la acción de las cargas provocadas por el viento, una estanquidad al agua de lluvia y una permeabilidad al aire.

1.3. Tipologías de ventanas en muros cortina.

Acrilamiento Fijo

- **Ventana fija compuesta por una hoja o empanelado simple no practicable:**

Su función principal es permitir la iluminación y/o visibilidad al exterior. Por lo general esta carpintería es complementaria de las móviles.

Ventanas de Movimiento Simple

- **Ventana abatible de eje vertical practicable al interior:**

Se la denomina a *la francesa*. Practicable por rotación alrededor de un eje conformado por herrajes ubicados en un montante de borde. El radio de giro requerido es igual al ancho de la hoja. Puede estar compuesta por una o dos hojas.

- **Ventana abatible de eje vertical practicable al exterior:**

Se la denomina a *la inglesa*. Practicable por rotación alrededor de un eje conformado por herrajes ubicados en un montante de borde. El radio de giro no afecta superficies interiores. Puede estar compuesta por una o dos hojas.

- **Ventana abatible de eje horizontal practicable al interior:**

Se la denomina también *viseras* o *ventiladores*. Practicable por rotación alrededor de un eje horizontal constituido por herrajes ubicados en el borde del travesaño superior o inferior. Su movimiento al interior requiere de un espacio en relación al tamaño de la hoja.

- **Ventana abatible de eje horizontal practicable al exterior:**

También se las denomina *viseras* o *ventiladores*. Practicable al exterior por rotación alrededor de un eje horizontal constituido por herrajes dispuestos en el borde del travesaño superior o inferior. Se manobra al exterior sin incidencia en el espacio interior.

- **Ventana a pivote de eje central o lateral:**

Practicable por rotación alrededor de un eje vertical fijo, constituido por dos pivotes ubicados en los travesaños superior e inferior de la hoja. El eje puede situarse de manera central o lateral.

- **Ventana basculante de eje superior, central o inferior:**

Esta ventana es practicable por rotación alrededor de un eje fijo horizontal constituido por dos herrajes ubicados cada uno en el borde de los montantes laterales.

- **Ventana de lamas orientables, verticales u horizontales:**

Ventana con lamas practicables por rotación alrededor de ejes fijos horizontales o verticales que están constituidos por herrajes sujetos en un cerco de base. Las lamas cierran por solape de unas sobre otras.

- **Ventana deslizante por traslación vertical:**

Se la llama *guillotina* y se compone por una o más hojas, practicables por traslación vertical en su plano y que al momento de abrirla, quedan por lo general, superpuestas.

- **Ventana deslizante por traslación horizontal:**

Se la llama *a corredera* y se compone por una o más hojas, practicables por traslación horizontal en su plano y que al momento de abrirla, quedan por lo general, superpuestas.

Ventanas de Movimiento Compuesto

- **Ventana giratoria de eje horizontal superior deslizante:**

Esta ventana está formada por una o más hojas practicables al exterior, pueden ser también practicables al interior, por rotación alrededor de un eje horizontal ubicado a la altura de la traviesa superior de la hoja por traslación simultánea del eje en el plano vertical.

- **Ventana giratoria de eje horizontal inferior deslizante:**

Esta ventana está formada por una o más hojas practicables al interior, puede ser practicable al exterior, por rotación alrededor de un eje horizontal situado a la altura de la traviesa inferior de las hojas y por traslación simultánea del eje en el plano vertical.

- **Ventana plegable de eje deslizante lateral o central:**

También llamado *librillo* o *acordeón*; se compone de dos o más hojas que al abrirse se pliegan unas sobre otras por deslizamiento de sus ejes de rotación, que están ubicados en los bordes de las hojas o en su parte central, arriba y abajo.

- **Ventana de hojas equilibradas y ejes horizontales deslizantes:**

Se la llama *ventana a la australiana*; se compone de dos hojas giratorias de eje horizontal deslizante, una inferior y otra superior, equilibradas entre sí.

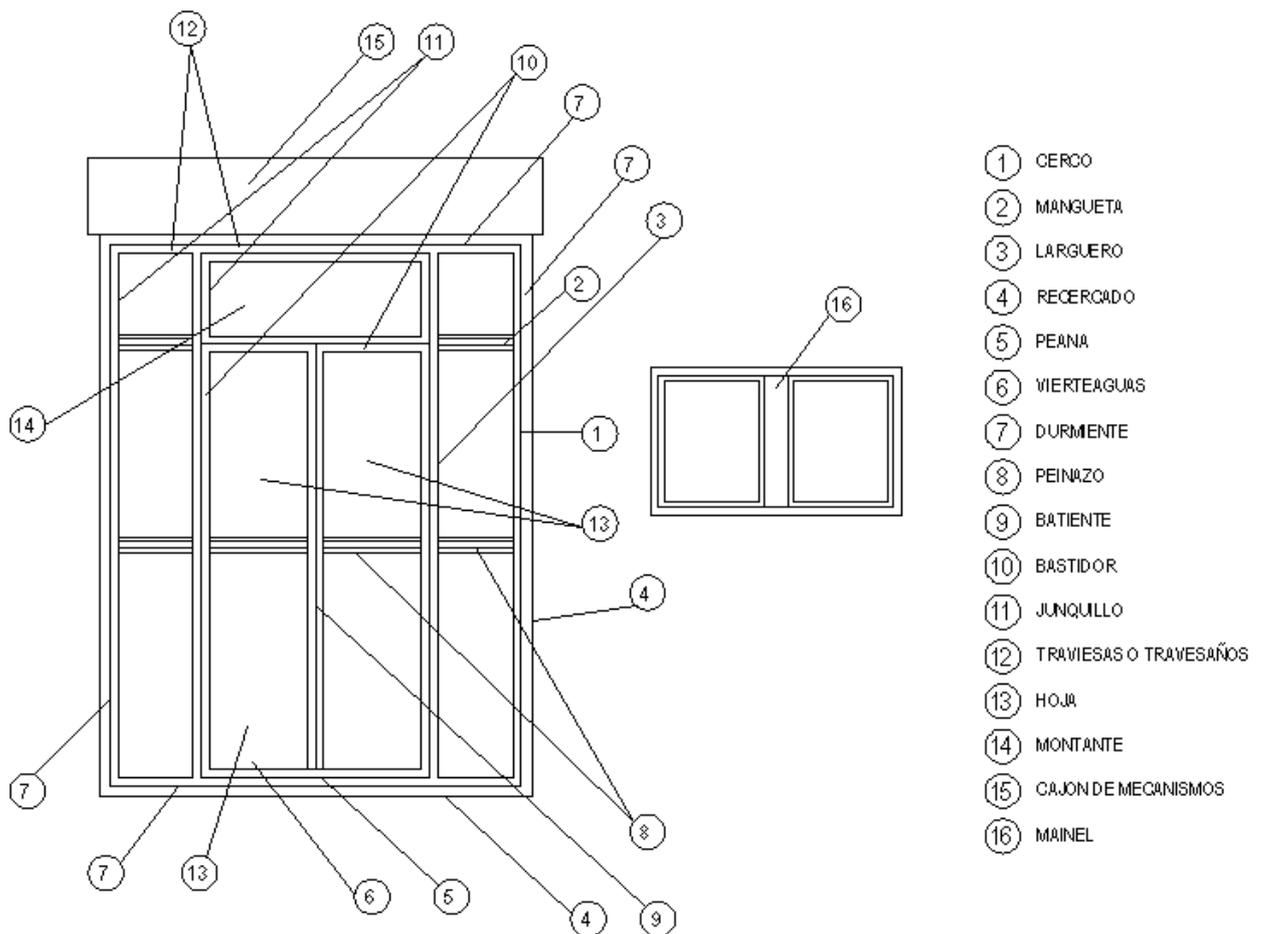
2.1.2.2. ELEMENTOS DE QUE CONSTA UNA VENTANA.

A continuación se definen los elementos de que consta una ventana:

- **Durmiente:** Conjunto de perfiles que, eventualmente, se interponen entre la carpintería y el montante y el travesaño del muro cortina y facilitan su fijación.
- **Cerco:** Conjunto de perfiles fijos de una carpintería que queda en contacto con un durmiente y que sirve para colgar y encajar en él las hojas de las ventanas.
- **Bastidor:** Conjunto de perfiles que constituye el armazón fijo o móvil de la carpintería y en el que se fija el empanelado.
- **Empanelado:** Término general equivalente a acristalado. Lámina transparente, translúcida u opaca que se fija al bastidor.
- **Hoja:** Parte móvil de una carpintería de hueco.
- **Renvalso:** rebajo practicado en el perfil del cerco de una carpintería para alojar el bastidor o la hoja.
- **Rebajo:** Entalladura practicada a lo largo de la cara exterior del perfil del cerco para facilitar su acoplamiento al telar del hueco y reforzar su inmovilidad.
- **Montante vertical o Larguero:** Cada uno de los perfiles verticales integrados en cualquier parte de un cerco o bastidor de una carpintería.
- **Montante:** Elemento de carpintería situado, eventualmente, en la parte superior de una ventana, independiente de las hojas y que puede ser también practicable o no. Su función es generalmente de ventilación o de iluminación o ambas a la vez.
- **Batiente:** Larguero que sirve de detención a otro al cerrar el hueco. Puede estar en el cerco o en la hoja, según que se trate de huecos de una hoja o dos hojas.
- **Traviesa o travesaño:** Cada uno de los perfiles que constituyen los elementos horizontales de un bastidor.
- **Mangueta:** Traviesa del cerco que separa el montante del hueco inferior.
- **Peana:** Travesaño inferior del cerco de una ventana.
- **Tapajuntas:** Pieza destinada a ocultar la unión entre el cerco y los travesaños del muro cortina.
- **Bateaguas:** Travesaño inferior del bastidor de la hoja.
- **Vierteaguas:** Pieza que forma parte del travesaño inferior del bastidor, prolongándose fuera del plano de la misma y cuya

superficie superior posee una pendiente adecuada para evitar la infiltración del agua a través de las líneas horizontales de ajuste.

- **Junquillo:** Pieza de pequeña sección que sirve para la fijación del empanelado al bastidor.
- **Herrajes:** Conjunto de piezas metálicas utilizadas como elementos de enlace, movimiento o maniobra de una carpintería.
- **Galce:** Ranura incluida en el perfil del cerco de la carpintería y en la que se hace encajar el canto de la hoja de vidrio.

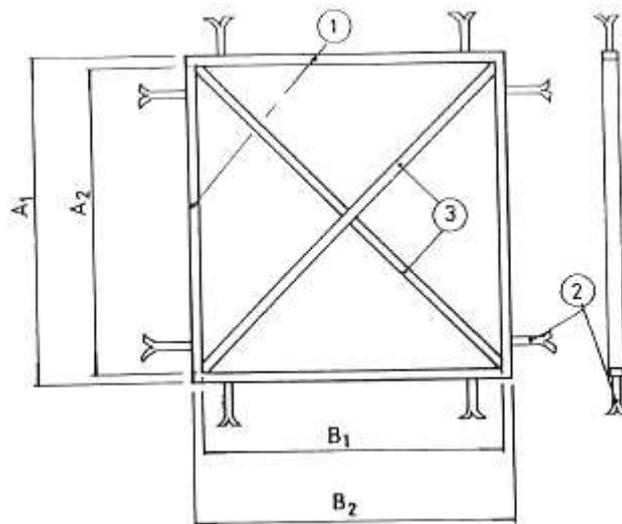


1. Cerco y precerco.

Como se ha indicado anteriormente, el cerco es el conjunto de perfiles fijos de una ventana que quedan en contacto con un precerco o directamente con la fachada, y el precerco es el conjunto de perfiles fijos que se interponen entre la ventana y el hueco para mejorar y facilitar el anclaje de la misma.

Los perfiles que se emplean generalmente en la construcción de los precercos son perfiles tubulares de hierro galvanizado que adoptan la forma rectangular o cuadrada correspondiente al perímetro exterior de la ventana.

- 1.- Tubo de hierro galvanizado.
- 2.- Si es una fachada ligera, en nuestro caso muro cortina (los componentes del hueco son metálicos) se colocan tornillos del tipo autoroscante. El número de anclajes y su situación, se determinan en función de las dimensiones de la ventana.
- 3.- Trabas de pasamano de hierro soldadas al tubo del precerco, para mantener la escuadra del mismo durante su puesta en obra.

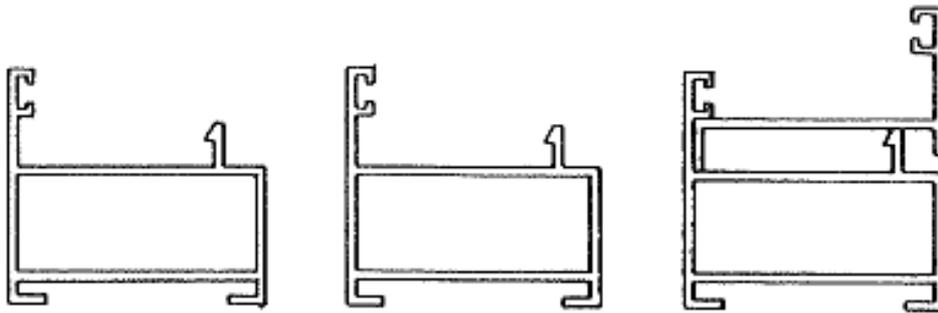


PRECERCO (Carpintería de aluminio, Juan Company Salvador)

A1 y B2 Medidas exteriores de la carpintería.
A2 y B1 Medidas interiores de la carpintería.

El cerco o conjunto de perfiles fijos de la ventana, está destinado a mantener la fijación de la ventana y a recibir los elementos de sustentación de la hoja de la misma.

El diseño del perfil de cerco es idéntico en todo el perímetro de la ventana, a excepción de las ventanas giratorias y las deslizantes. En las giratorias hay dos semiperímetros iguales cuando los ejes son centrados y en las deslizantes como norma bastante generalizada las dos jambas son iguales pero invertidas y el dintel y el umbral son diferentes.

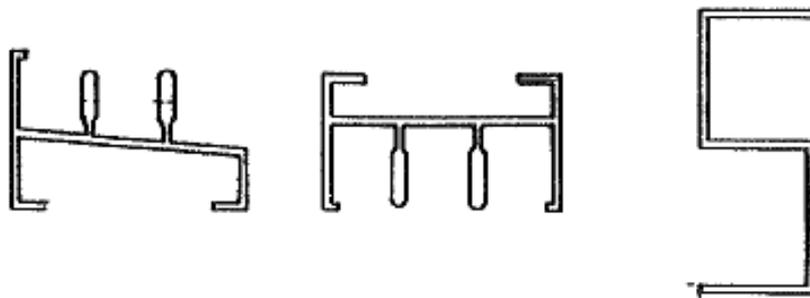


**Abatible
(Batiente francesa)**

1er Semiperímetro

2º Semiperímetro

Giratoria (Basculante)



Abatible

1er Semiperímetro

2º Semiperímetro

Deslizante (corredera)

PERFILES TIPO (Carpintería de aluminio, Juan Company Salvador)

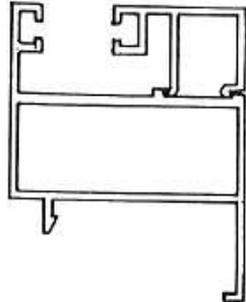
Los perfiles indicados no presuponen tipo y son solamente a título indicativo ya que existe una gran variedad de diseño: con cámara de compensación, con solape, con perfiles acoplados de acero inoxidable en las guías inferiores, con felpillos de estanqueidad acoplados, etc. y todos estos tipos en las variantes de convencional y con rotura de puente térmico.

2. Hoja.

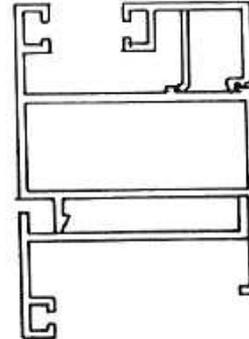
La hoja es el elemento practicable receptor de los elementos de relleno y de los órganos de movimiento. Los perfiles que componen la hoja están directamente relacionados con el tipo de ventana.

- VENTANA ABATIBLE: generalmente dos tipos de perfiles, el estructural o de hoja propiamente dicha y el junquillo o elemento de fijación de los elementos de relleno.
- VENTANA GIRATORIA: tres tipos de perfiles, dos para cada semiperímetro y el junquillo.

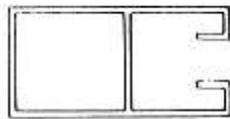
- VENTANA DESLIZANTE: cuatro tipos de perfiles, uno para el montante lateral, uno para el montante central y dos para los travesaños superior e inferior. En algunos casos se aprovecha el mismo perfil para los dos travesaños.



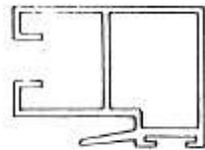
ABATIBLE
(Batiente francesa)



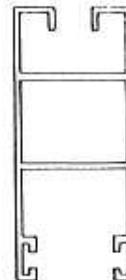
GIRATORIA
(basculante)



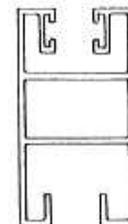
LATERAL



CENTRAL



INFERIOR



SUPERIOR

DESLIZANTE (CORREDERA)

PERFILES HOJA (Carpintería de aluminio, Juan Company Salvador)

3. Elementos de relleno.

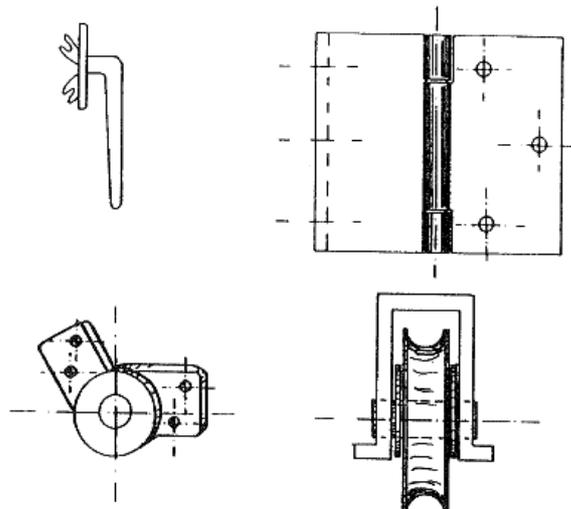
Los elementos de relleno, es decir, acristalado y paneles, se verán en profundidad en el apartado 2.1.3. *ELEMENTOS DE RELLENO* de este proyecto.

4. Herrajes o accesorios.

Son uno de los principales elementos para que las ventanas den unas buenas prestaciones. Atendiendo a su función podemos clasificarlos en dos grupos:

4.1. Herrajes de movimiento.

Dentro de este apartado se engloban las bisagras de las ventanas abatibles, los ejes de rotación o pivotes de las ventanas giratorias, los rodamientos, ruletas o poleas de ventanas deslizantes y los ejes y patines de las ventanas de movimiento compuesto.

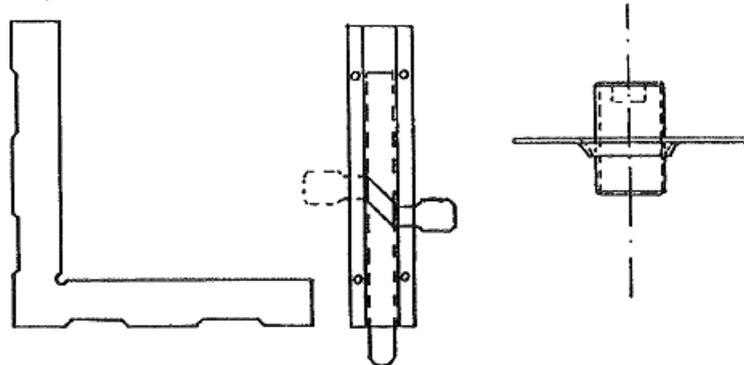


HERRAJES DE MOVIMIENTO (Carpintería de aluminio, Juan Company Salvador)

4.2. Herrajes de fijación.

Los herrajes de fijación como su nombre indica son elementos diseñados para inmovilizar las hojas de las ventanas al cerco de las mismas, garantizando de esta forma las prestaciones requeridas.

Cada tipo de ventana tiene su accesorio particular de cierre que adopta variados diseños, si bien la función es en todos la misma. Como variante existe la posibilidad de bloqueo que se consigue mediante la adición de un elemento de cerradura con llave. Cabe también incluir en este apartado los elementos de retención como pueden ser compases, pestillos, pasadores, etc.



HERRAJES DE FIJACIÓN (Carpintería de aluminio, Juan Company Salvador)

Otro tipo de herraje sofisticado es el de la ventana corredera de alto standing en el cual por giro de la manivela de accionamiento, se consigue por mediación de unas levas, que la hoja de la ventana se eleve o descienda, quedando en posición de deslizamiento o bloqueada. Este sistema cumple la doble función de mejorar el deslizamiento, ya que en posición elevada se libera de la presión de los elementos de estanqueidad que actúan sólo cuando la hoja de la ventana está en posición baja, es decir, bloqueada.

2.1.3. ELEMENTOS DE RELLENO

En una fachada ligera de estructura clásica, las superficies son cerradas por dos elementos básicos:
el vidrio y el panel ciego.

Así el relleno con uno de estos dos elementos puede ser total o combinación de ambos, ya que la utilización de vidrio está indicada en las zonas de visión; en cambio, los paneles, se destinan a las zonas de antepecho y paso de forjado

2.1.3.1. EL VIDRIO

Características mecánicas.

El vidrio puede estar sometido a esfuerzos mecánicos de diferentes tipos: tracción, torsión, impacto y penetración. La resistencia real del vidrio siempre está por debajo de la resistencia teórica debido a los defectos microscópicos. Los ensayos proporcionan los siguientes resultados:

Resistencia a compresión

La rotura del vidrio a compresión es prácticamente imposible ya que su resistencia es muy elevada (10.000kg/cm²).

Resistencia a tracción

Vidrio recocido: 400 kg/cm². Vidrio templado: 1.000 kg/cm²

Resistencia a flexión

En este caso se tiene una carga que provoca un gradiente de tensiones, a tracción y compresión, sobre

la sección del material. La resistencia a rotura será:

Vidrio recocido sin defectos visibles: 400 kg/cm². Vidrio templado: 1.000 kg/cm²

Tensiones de trabajo admisibles según la posición de la luna y el tipo de luna

Las tensiones de trabajo admisibles se expresan en daN/cm²

	Posición vertical	Posición inclinada	Posición horizontal	Posición horizontal
	Vidrio no sometido a tensiones permanentes	Vidrio sometido parcialmente a tensiones permanentes	Vidrio sometido a tensiones permanentes (Ambiente no húmedo)	Vidrio sometido a tensiones permanentes (Ambiente húmedo- Piscinas)
Recocido	200	150	100	60
Templado	500	375	250	250
Semi-templado	350	260	175	175
Templado-Serigrafiado	350	260	175	-
Laminado	200	150	100	100
Colado recocido	180	135	90	90
Colado templado	400	300	200	200
Armado	160	120	80	-

Otras características físicas y mecánicas del vidrio son:

Características	Símbolo	Valor numérico y unidad
Densidad (a 18°C)	ρ	2500 daN/m ³
Dureza		6 unidades (escala de Mohr)
Módulo de Young	E	6,6x10 ⁸ daN/cm ²
Índice de Poisson	μ	0.2
Calor específico	c	0.72 x10 ³ J/(kg.K)
Coefficiente medio de dilatación lineal entre 20 y 300°C	α	9x10-6 K ⁻¹

(MANUAL DE FACHADAS LIGERAS TECHNAL)

Transformaciones de los vidrios y tipologías.

Para aumentar la resistencia mecánica y seguridad, se recomienda hacer un pulido sobre los bordes de los vidrios.

Procesos de transformación.

Los principales procesos de transformación del vidrio que existen en el mercado son: corte, pulido, manufacturas, serigrafiado, templado, curvado, deposición metálica, laminado y doble acristalamiento.

Vidrio Templado.

El vidrio templado, vidrio de seguridad según el Código Técnico de Edificación (CTE), es aproximadamente cuatro veces más resistente que el vidrio recocido del mismo espesor y configuración. Debe cumplir todos los requisitos de la norma EN 12150: Partes 1 & 2. Si se rompe, lo hace en fragmentos relativamente pequeños, que no causarían heridas graves.

El templado térmico consiste en calentar el vidrio hasta una temperatura próxima a la de reblandecimiento para, a continuación, enfriar bruscamente, haciendo incidir sobre su superficie aire a una presión controlada. Así, la superficie queda sometida permanentemente a fuerzas de compresión, mientras que el interior se somete a fuerzas de tracción. Las intensidades de estas tensiones varían de acuerdo con el gradiente térmico que se estableció en el momento de su enfriamiento, con lo que se puede obtener vidrios templados o termoendurecidos.

Los vidrios templados presentan un aumento de la resistencia mecánica, mayor resistencia al choque térmico y mayor seguridad. Se pueden realizar manufacturas, como taladros y serigrafías.

Esquema de rotura:



ESQUEMA DE ROTURA (MANUAL DE FACHADAS LIGERAS TECHNAL)

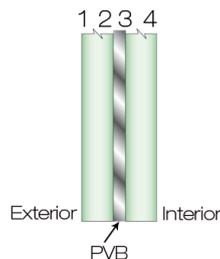
Los vidrios termoendurecidos.

Los vidrios termoendurecidos nos llevan a un reforzamiento de la resistencia mecánica, pero éstos no se consideran un producto de seguridad, ya que en caso de rotura los trozos son de una gran dimensión y pueden ocasionar accidentes. En el proceso de transformación el enfriamiento es mucho más lento, por lo que las tensiones superficiales son inferiores y por tanto tienen una resistencia mecánica más baja. No tiene la resistencia del vidrio templado, y está destinado a aplicaciones que no exigen un producto de seguridad, puesto que el vidrio termoendurecido no es un vidrio de seguridad tal como se define en las leyes y normas europeas para la construcción. Este tipo de vidrio se destina al acristalamiento general, cuando es necesaria una resistencia adicional para soportar la presión del viento y la tensión térmica. El vidrio termoendurecido no se puede cortar ni taladrar, una vez que ha sufrido el proceso de termoendurecido, ni puede modificarse (pulido de cantos, pulido con chorro de arena o grabado al ácido, por ejemplo) ya que esto podría debilitarlo y causar daños prematuros.



Vidrio laminado.

El vidrio laminado, es el resultado de la unión permanente de dos o más hojas de vidrio con una o varias capas intermedias de polivinilbutiral (PVB material plástico con muy buenas cualidades de adherencia, elasticidad, transparencia y resistencia) mediante calor y presión. El vidrio y las capas intermedias (intercalario) ofrecen una gran variedad de colores y espesores. El vidrio laminado se puede romper, pero los fragmentos suelen adherirse a la capa de plástico (PVB) y permanecen intactos en gran medida, lo que reduce el riesgo de lesiones. El vidrio laminado se considera un "vidrio de seguridad" porque cumple los requisitos establecidos en las diferentes leyes y normas europeas para la construcción. La característica más sobresaliente es la resistencia a la penetración, por lo que resulta especialmente indicado para la seguridad y protección de personas y bienes. Ofrece también buenas cualidades ópticas, mejora la atenuación acústica y protege contra la radiación ultravioleta.



Temple químico.

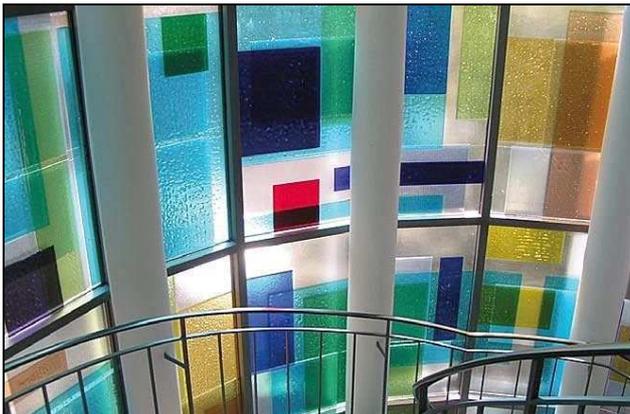
En este caso, la generación de las tensiones se produce por una modificación superficial de la composición química del vidrio. Existen dos procedimientos diferentes:

- Creación de capas superficiales de menor coeficiente de dilatación que el vidrio base: el recubrimiento se lleva a cabo a temperaturas superiores a la de la relajación del vidrio, cuando éste se enfría la parte interior se contrae más que la superficie quedando ésta sometida a compresión.

- Intercambio superficial de iones del vidrio por otros de mayor tamaño: en este caso, la compresión se produce por la sustitución de iones alcalinos de la superficie por otros más voluminosos. Este proceso de cambio debe producirse a temperaturas inferiores a la de reblandecimiento del vidrio.

Vidrio coloreado en masa.

Es un vidrio en el cual, durante el proceso de fabricación, se le han añadido óxidos metálicos que le dan un color característico con el consiguiente aumento de la absorción. El vidrio coloreado se utiliza fundamentalmente como protección solar. Debido a la gran absorción de energía solar, es necesario el templado para evitar la rotura por choque térmico.



Vidrio templado-laminado.

Otra posibilidad es primero templar el vidrio para poder manufacturarlo y luego laminarlo. Lo que se pretende conseguir es reunir todas las cualidades que aportan los dos sistemas de tratamiento (mejor resistencia mecánica, seguridad, manufacturas, etc.).

Este tipo de vidrio tiene más resistencia mecánica, puede soportar un choque térmico de 200° C y es seguro.

Vidrios recubiertos con capas metálicas.

Son vidrios en los que se ha depositado, sobre una de sus superficies, una o varias capas metálicas mediante bombardeo iónico en alto vacío. Este tratamiento se realiza a baja temperatura, por lo que no afecta a la planimetría del vidrio.

Con los recubrimientos se obtienen los vidrios reflectivos. Estos tipos de vidrios brindan la posibilidad de tener un gran control sobre la transmisión de luz y de energía, así como conseguir diferentes aspectos estéticos.

La función básica del vidrio reflectivo y cristal de color, bronce o gris es reducir la entrada del calor en el verano, mientras que el vidrio de baja de la emisividad, tiene por fin principal disminuir las pérdidas de calor en invierno. En las zonas climáticas en las que el aire acondicionado es necesario, es deseable limitar buena parte de la energía radiante solar.

Los vidrios con multicapas metálicas son la solución ideal para este propósito. También podemos combinar estos recubrimientos con vidrio coloreados en masa, lo que provoca que el color en reflexión cambie, dándose así un amplio rango de colores y propiedades de protección solar.

Una clase especial de vidrios con capa la constituyen los vidrios bajo emisivos en los que la capa metálica es prácticamente transparente a la radiación solar visible, reflejando en cambio la radiación del infrarrojo. Esta característica permite una reducción importante de la ganancia solar, a la vez que mantiene un alto coeficiente de transmisión luminosa.



Vidrios serigrafiados.

En los vidrios serigrafiados, se depositan en una de sus caras esmaltes vitrificables por el sistema de impresión serigráfica. Posteriormente se someten al proceso de templado. En dicha operación el esmalte queda vitificado formando masa con el vidrio y adquiriendo las mismas propiedades que el vidrio templado normal, excepto su resistencia al choque mecánico, la cual está condicionada por la superficie esmaltada, el espesor de los esmaltes, las dilataciones, etc.



Vidrios con cámara.

Están formados por dos o más lunas separadas entre sí por una cámara de aire o algún otro gas deshidratado.

La separación entre las lunas la proporciona un perfil de aluminio en cuyo interior se introduce el deshidratante.

El conjunto permanece estanco gracias a una doble barrera contra la humedad.

El segundo sellante asegura la adherencia entre las dos lunas y la integridad del sistema.

Se caracteriza por ser un buen aislante térmico, ya que tiene un bajo coeficiente de transmisión y disminuye mucho las pérdidas de calor con respecto los vidrios monolíticos.

Por otra parte, la superficie interior del acristalamiento permanece a una temperatura próxima a la de la habitación, aumentando la sensación de confort, junto a la ventana y disminuyendo el riesgo de condensaciones en invierno.

Es recomendable para conseguir las mayores prestaciones en aislamiento térmico y acústico, así como un mayor ahorro energético.



Doble acristalamiento TP S.

Es un vidrio de nueva tecnología que mejora las prestaciones del doble acristalamiento convencional, reemplazando el perfil de aluminio por un material termoplástico (TPS). Este sistema es el único que permite realizar el relleno de gases de alto peso molecular combinado con sellados de silicona estructural.

La formulación del TPS está basada en poli-isobutileno, desecantes e inhibidores de ultravioleta. Como gran ventaja se puede destacar que evita el puente térmico al eliminar el separador metálico.

El plástico TPS permite una mayor retención de gases pesados y el sistema se caracteriza por una distribución uniforme de la temperatura en toda la superficie de la ventana. Asimismo, mejora el aislamiento acústico y el material es completamente reciclable.



Selección del tipo de Vidrio Adecuado

El proyectista debe considerar los siguientes aspectos:

Dimensiones

- Máxima y mínima posible. - Cálculo de espesores del acristalado según teoría de placas de Timoshenko.

Aspecto

- Reflexión luminosa. Color e intensidad en reflexión: vidrios parasoles, vidrios de capa superficial y vidrios serigrafados.

Iluminación

- Transmisión luminosa. Color e intensidad en transmisión: Parasoles, Vidrios de capa superficial y Vidrios Serigrafiados.

Seguridad

- Protección de personas y bienes: Vidrios Laminados y Vidrios Templados.

Confort

- Temperatura de la cara interior (control de condensaciones): Vidrio con Cámara y Vidrios de Baja Emisividad. - Atenuación acústica y protección ultravioleta: Vidrios Laminados.

Ahorro Energético

- Factor solar: Vidrios Parasoles, Vidrios de Capa Superficial y Vidrios Serigrafiados. - Coeficiente de transmisión térmica: Vidrios con Cámara y Vidrios de Baja emisividad.

Consideraciones para el cálculo del espesor del vidrio.

El Espesor del Vidrio tiene que ser suficiente para soportar adecuadamente la carga prevista y controlar la flecha de la luna durante la aplicación de dicha carga. Generalmente el cálculo de espesor del vidrio se realiza mediante la formulación de la teoría de flexión pura de placas de Timoshenko.

Los datos previos necesarios para poder determinar el espesor del vidrio son los siguientes:

- Tipo de vidrio que se desea emplear
- Emplazamiento, es decir, situación geográfica del edificio: altura, situación climática, exposición al viento, etc.
- Prestaciones técnicas
- Tipo de enlace: • Placa apoyada en los 4 lados • Placa apoyada en dos lados opuestos • Placa encastrada en un lado • Placa anclada puntualmente
- Ángulo de la fachada - Necesidad de mecanizados posteriores
- Tipología de la fachada y la ventana.

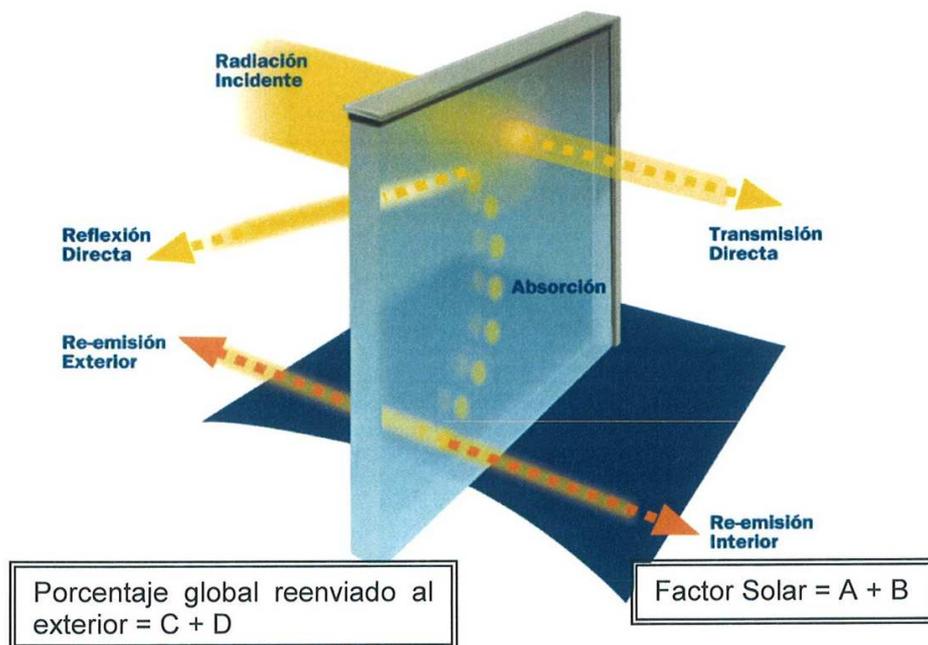
El cálculo analítico del espesor del vidrio es un procedimiento que debe ser determinado por el fabricante.

Propiedades ópticas y energéticas del vidrio

Un vidrio se aprecia por su máxima transparencia, aunque en ningún caso ésta llega a ser total. Parte de la energía es reflejada y parte absorbida por el propio acristalamiento. Es necesario por tanto a la hora de cualificar un vidrio conocer los siguientes parámetros:

- **Factor de transmisión luminosa:** cociente entre el flujo de radiación visible transmitida al atravesar el vidrio y la radiación visible incidente.

- **Factor de reflexión luminosa:** cociente entre el flujo luminoso reflejado y el flujo luminoso incidente sobre el vidrio medido para una incidencia luminosa casi normal al plano del vidrio.
- **Transmisión de energía directa:** porcentaje de la energía solar que atraviesa el vidrio en relación con la energía solar incidente.
- **Absorción energética:** parte del flujo de la energía solar incidente que resulta absorbida por el vidrio.
- **Factor de transmisión total de la energía solar o Factor Solar:** cociente entre la energía total que pasa a través de un acristalamiento y la energía solar incidente. Se calcula como la suma del factor de transmisión energética directa y del factor de reemisión térmica hacia el interior. Esta reemisión térmica consiste en transferencias térmicas por convección y por radiación en el infrarrojo de la parte de radiación solar incidente que es absorbida por el vidrio.



ESQUEMA DE LA DISTRIBUCIÓN ENERGÉTICA

Coefficiente de transmisión térmica.

Parámetro que determina si es o no un buen aislante (un valor pequeño indica que es buen aislante térmico). Dicho coeficiente depende de las características intrínsecas del material, de su espesor, de la existencia de cámara de aire, así como del tratamiento superficial del vidrio. La simbología que utiliza el Código Técnico de la Edificación es UH,V y en el Sistema Internacional de Unidades (S.I.) se expresa en W/m^2K .

Métodos de control solar.

Dependiendo de las prestaciones técnicas que se deseen se utilizan diferentes tipos de vidrio:

- Vidrios coloreados en masa.
- Vidrios serigrafados.
- Vidrios con recubrimientos metálicos (vidrios bajo-emisivos).
- Vidrios aislantes.

Puesta en obra

La Puesta en Obra de los productos vítreos viene definida y regularizada según la norma *UNE 85222:1985 "Ventanas, Acristalamiento y métodos de montaje"*. Esta norma fija las medidas y holguras necesarias, especifica también las características y el método a utilizar para el correcto acristalamiento, así como el acuñado del acristalamiento que asegure una posición correcta del mismo. Todo ello con el fin de garantizar la estanquidad entre el material de acristalamiento y la perfilería.

2.1.3.2. LOS PANELES

Los paneles opacos forman una parte importante del muro cortina, aunque variable según el diseño.

Dado que los paneles pueden llegar a ocupar gran parte de la fachada ligera, la elección del tipo y composición de los mismos debe hacerse tras un meditado estudio de las propiedades de sus componentes, en función del entorno ambiental donde estén situados.

Igual que los vidrios tienen como misión las mismas funciones. Están compuestos por las siguientes superficies:

1. Cara exterior del panel:

La cara exterior es un elemento a modo de piel que, además de cumplir la función de estanqueidad y protección contra la corrosión, constituye la parte vista y, por lo tanto, confiere el aspecto estético a la fachada. Debe ser capaz de soportar los efectos mecánicos de choque accidentales.

Los materiales generalmente utilizados son:

- Metales: Chapa de acero vitrificada
Chapa de acero inoxidable
Chapa de acero corten
Chapa de cobre
Chapa de aluminio (esmaltada al fuego, color natural, coloreada, (aluminio fundido))
- Placas de fibrocemento vitrificado
- Placas de vidrio

2. Cara interior del panel:

Esta cara se compone de un contraparamento que tiene las mismas funciones que el exterior, más una lámina contravapor que limita la permeabilidad al conjunto. Esta placa contribuye al equilibrado del panel y debe permitir la colocación de un revestimiento protector o decorativo que armonice con el interior del edificio.

Los materiales mas empleados son:

- Chapa de aluminio
- Chapa de aluminio plastificada
- Madera
- Chapa de fibrocemento

3. Parte central (aislante):

Esta formada por un armazón o marco que constituye la estructura del panel sobre la cual están fijados los demás elementos. Entre las dos placas se coloca el material aislante, que es más o menos complejo según las exigencias del panel. El marco puede suprimirse en el caso de que el material intermedio sea rígido o cuando el elemento exterior este ligado mecánicamente con el interior.

Los materiales mas utilizados son:

- Aislantes vegetales: Corcho Lino
- Aislantes minerales: Lana de vidrio
 - Espuma de vidrio
 - Poliestireno expandido
 - Cloruro de polivinilo expandido
 - Poliuretano expandido

2.1.3.2.1. Tipos de paneles según su constitución interna.

1. Paneles ventilados

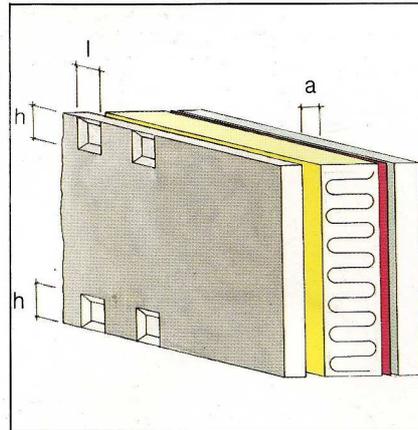
Los paneles ventilados tienen una lámina de aire que comunica con la atmósfera por sus partes superior e inferior. La misión de esta ventilación es refrigerar el panel, que continuamente está expuesto a la acción solar y, por otra parte, evitar que se formen condensaciones a partir de la humedad que pudiera penetrar en el panel.

La concepción de un panel ventilado debe determinarse en función de la permeabilidad de la pared interior:

- *Permeabilidad mayor a 60 g/m²/24 horas para una diferencia de presión de 45 mm de columna de mercurio* → indispensable adjuntar a esta pared un elemento contra-vapor.
- *Permeabilidad interior entre 15 y 60 g/m²/24 horas* → la sección útil de las aberturas de ventilación debe ser superior a 50 cm²/m lineal horizontal de fachada, sin que cada orificio tenga una dimensión inferior a 1 cm.

- Permeabilidad inferior a $15 \text{ g/m}^2/24 \text{ horas}$ → la sección de paso puede reducirse a $10 \text{ cm}^2/\text{m}$ lineal.

Es muy importante que el alma aislante de un panel ventilado no sea sensible a la humedad y tomar las precauciones necesarias en la parte inferior para proteger el aislante contra salpicaduras producidas por la lluvia al batir sobre el apoyo. Si el aislante no es lo suficientemente rígido, es conveniente mantenerlo fijo por medio de cualquier elemento de sostén por ejemplo unos listones o una tela metálica.

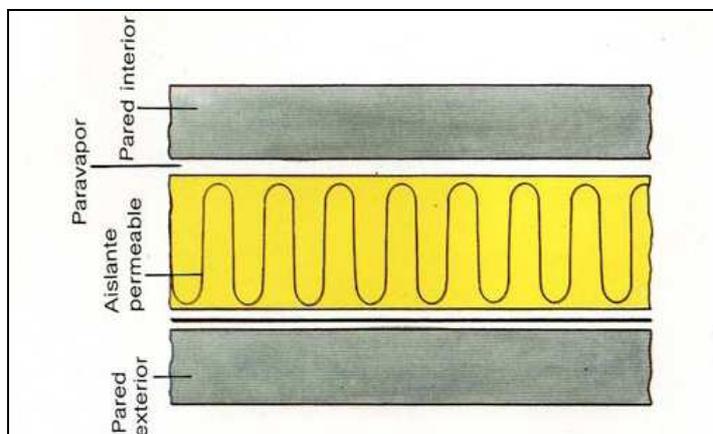


PANEL VENTILADO (BIBLIOTECA ATRIUM DE LA HERRERIA)

2. Paneles respirables

Los paneles respirables no tienen lámina de aire ventilada, a pesar de que su pared interior tiene una permeabilidad importante de $5 \text{ g/m}^2/24 \text{ horas}$. Para evitar que se originen condensaciones en la pared exterior, la humedad que se filtra a través del panel debe poderse eliminar fácilmente a través de esa pared.

Es necesaria la utilización de una barrera corta vapor para reducir la permeabilidad interior al valor deseable.

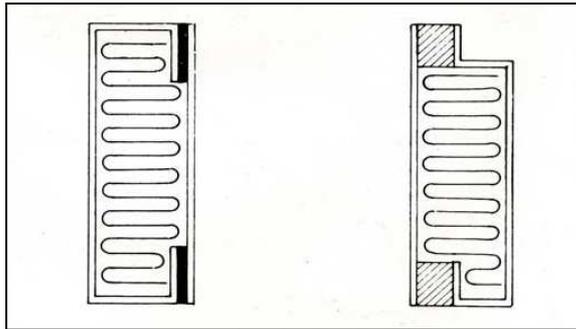


PANEL RESPIRABLE (BIBLIOTECA ATRIUM DE LA HERRERIA)

3. Paneles estancos.

En este tipo de paneles, todas las paredes exteriores tienen una permeabilidad despreciable (siempre inferior a 1 g/m²/24 horas), de tal forma que el vapor de agua prácticamente no atraviesa el panel.

En el caso de que los paramentos exteriores e interiores sean metálicos debe evitarse que se unan en los laterales formando un puente térmico, con lo que el coeficiente de aislamiento térmico del conjunto se reduciría notablemente. Este inconveniente se evita con una junta aislante.

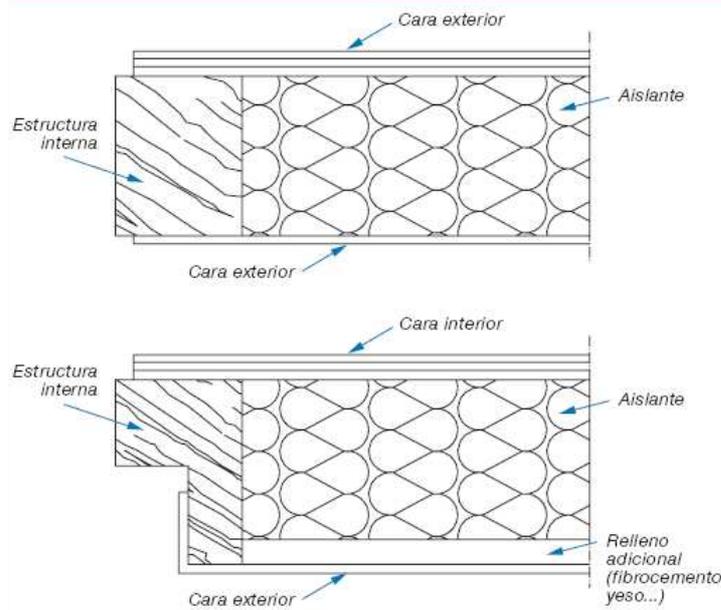


PANELES ESTANCOS (BIBLIOTECA ATRIUM DE LA HERRERIA)

2.1.3.2.2. Tipologías

1. Encolados.

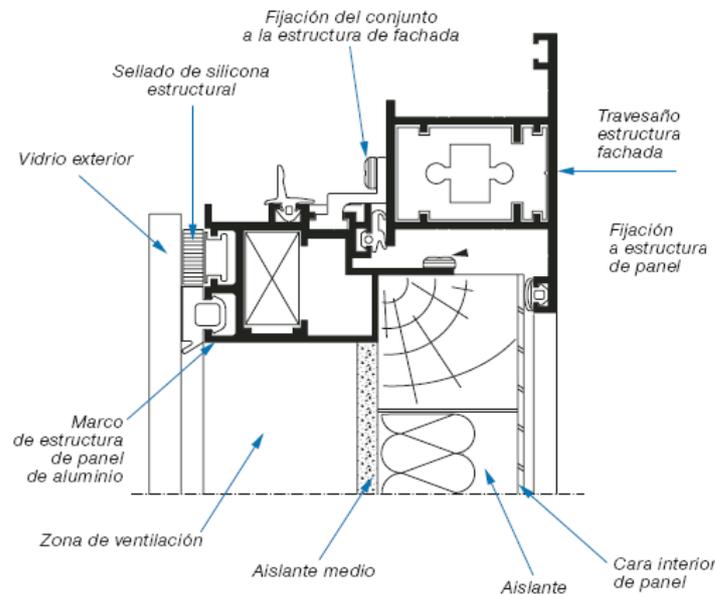
La placa exterior e interior se encolan al aislante para obtener un panel rígido. Cuando el aislamiento térmico contribuye a la rigidez, estas placas pueden ser más delgadas. La existencia de barreras de vapor vendrá condicionada por la naturaleza del aislante (permeabilidad) y de las placas exterior e interior.



PANELES ENCOLADOS (MANUAL DE FACHADAS LIGERAS TECHNAL)

2. Ensamblados mecánicamente.

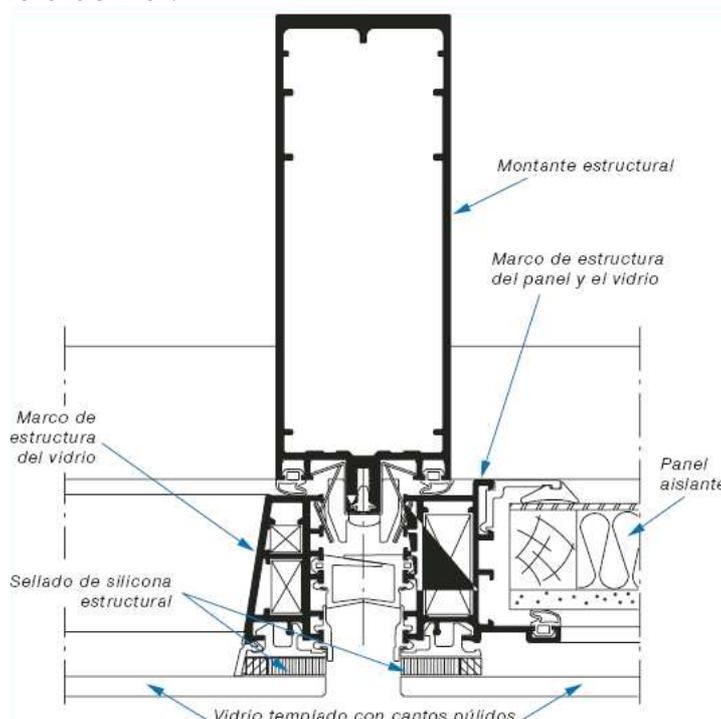
Cuando se desea realizar un panel ventilado, el panel exterior no puede pegarse, entonces se recurre a la unión de las placas mediante otros sistemas de fijación, como por ejemplo mediante tornillos o pernos, pudiéndose el aislante pegar o atornillar a la placa interior.



PANELES ENSAMBLADOS MECÁNICAMENTE (MANUAL DE FACHADAS LIGERAS TECHNAL)

3. Fijados separadamente.

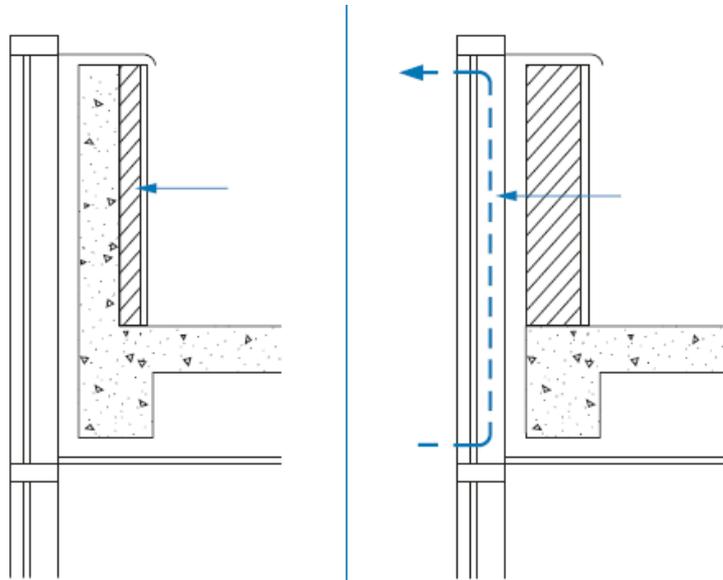
En este caso, la placa exterior, la interior y el aislante se fijan por separado a la estructura auxiliar.



PANELES FIJADOS SEPARADAMENTE (MANUAL DE FACHADAS LIGERAS TECHNAL)

4. Trasdosados.

Cuando además del panel ligero se dispone interiormente de un antepecho de albañilería, el panel puede simplificarse, ya que entonces, el cerramiento está definido por el conjunto de panel y antepecho, en el que el panel constituye únicamente su hoja exterior.



PANELES TRASDOSADOS (MANUAL DE FACHADAS LIGERAS TECHNAL)

Cuando un mismo panel está constituido por materiales que tienen distintas propiedades físicas (coeficiente de dilatación, higroscopicidad...) al estar unidos por encolado, ensamblaje mecánico o cualquier otro medio, se crea el denominado efecto de bilamina dando lugar a la curvatura de sus caras.

Para retornar estos elementos curvados a su estado plano es necesario aplicar unos esfuerzos sobre su perímetro. Esto equivale a decir que si tal elemento está fijado de forma rígida sobre un armazón, ejercerá sobre éste las mismas fuerzas que deberían aplicársele para aplanarlo. Algunos paneles insuficientemente estudiados pueden ejercer sobre la carpintería contracciones importantes, susceptibles de que peligren la estanqueidad y la fijación de dichos paneles.

Para atenuar este efecto de bilamina existen dos técnicas básicas:

- El equilibrado. Consiste en la adición de una tercera placa de naturaleza y propiedades idénticas a las de uno de los dos primeros dejando el diferente en el centro.
- Formación de planos de deslizamiento. Consiste en utilizar colas elásticas de gran coeficiente de alargamiento o intercalar una capa intermedia de material flexible o deformable.

2.1.4. ELEMENTOS DE FIJACIÓN

2.1.4.1. Anclajes.

Este elemento, sirve para la unión y fijación de cada montante vertical al forjado. Los anclajes han de solventar los aspectos técnicos inherentes a las deformaciones, cargas dinámicas y planeidad de los paneles y otros metodológicos, como el montaje y el desmontaje.

Para absorber las desigualdades de la obra y conseguir una fachada bien aplomada debe estar diseñado para regulaciones de ± 3 cm como mínimo en los tres ejes: vertical, horizontal y perpendicular a la fachada. La calidad y resultados del sistema de acabado de fachada dependerá, en gran medida, de este mecanismo.

Los anclajes de un muro cortina deben cumplir los siguientes requisitos:

RESISTENCIA: Los anclajes se disponen a intervalos y cada uno de ellos soporta los esfuerzos concentrados relativos a las superficies de muro correspondiente. Se dimensionan para trabajar en ménsula. Son realizados a partir de perfiles laminados, aunque también se utilizan los formados con chapas gruesas o con piezas coladas o forjadas. Si la estructura es de acero, los anclajes pueden estar directamente soldados.

POSIBILIDAD DE REGLAJE: El anclaje está provisto de elementos de regulación. Estos elementos de reglaje resultan indispensables para permitir las tolerancias dimensionales entre la estructura del edificio y la fachada de muro cortina. El reglaje se debe poder realizar en tres dimensiones del espacio.

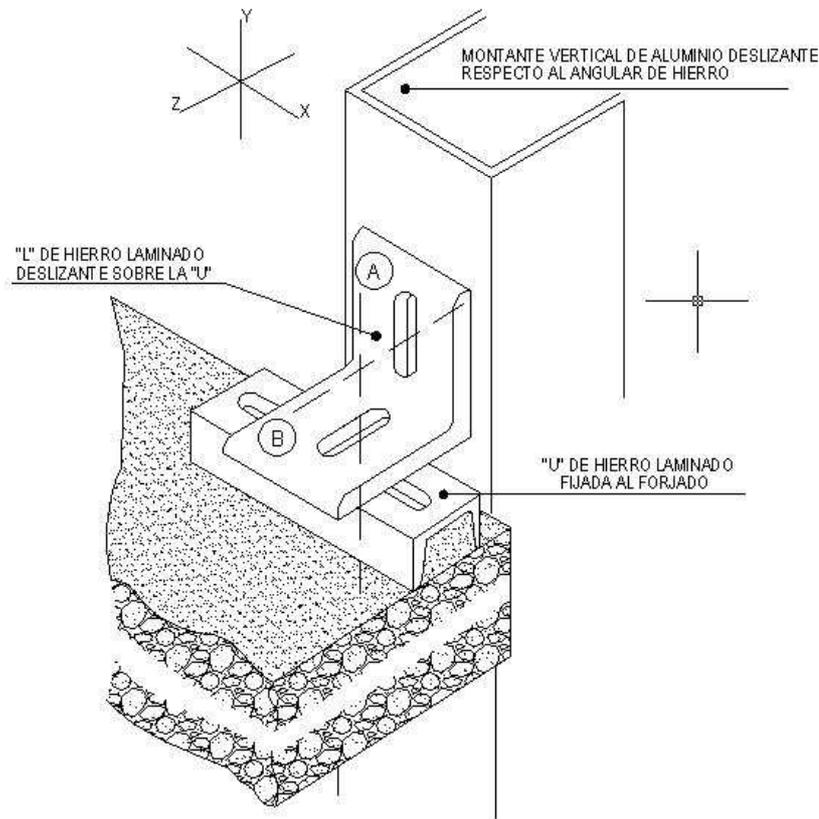
FACILIDAD DE MONTAJE: Es necesario localizar los anclajes en posiciones fácilmente accesibles, además, la forma que se reciben los elementos del muro cortina será mecánica (por enganches o tornillos).

PROTECCIÓN DE LA SUPERFICIE EXTERIOR: Todas las piezas de anclaje se deben de proteger contra la corrosión mediante una pintura antioxidante. También se debe de controlar la existencia de condensaciones.

Bajo el aspecto de unión cabe distinguir tres tipos:

- Anclajes fijos.

La función de los anclajes fijos, es inmovilizar totalmente el elemento portante de la fachada a la estructura del edificio, una vez se han efectuado las regulaciones para alinear correctamente dicho elemento, en las tres dimensiones necesarias.

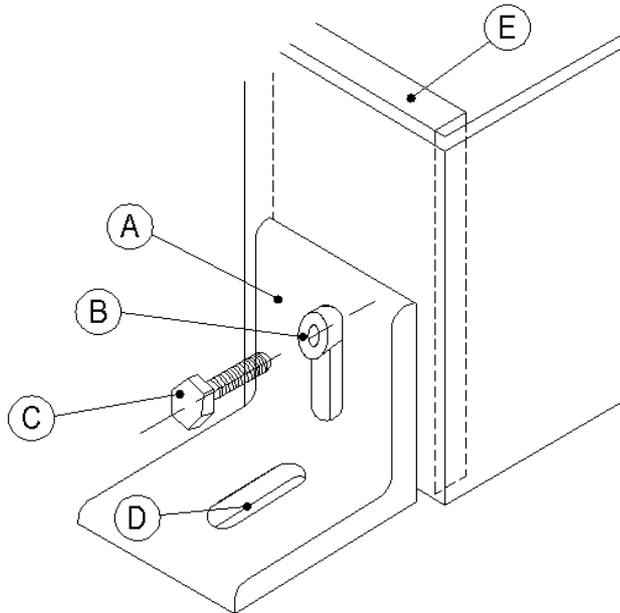


ANCLAJE FIJO REGULABLE EN TRES DIMENSIONES (CARPINTERIA DE ALUMINIO, JUAN COMPANYY SALVADOR)

Como puede observarse, este conjunto tiene regulación en tres dimensiones. En efecto, con el tornillo **B** puede regularse el montante en sentido paralelo y perpendicular a la fachada y el con el tornillo **A** puede regularse el montante verticalmente hacia arriba o hacia abajo. Una vez efectuada la nivelación en las tres dimensiones, se fijan los tornillos a los elementos deslizantes, por medio de puntos de soldadura.

- Anclajes deslizantes.

Este tipo de anclaje, está concebido para absorber las dilataciones o contracciones, que pueden originarse en los montantes de las fachadas panel, junto con los movimientos relativos de los forjados al entrar en carga o por su asiento definitivo.



ANCLAJE DESLIZANTE (CARPINTERIA DE ALUMINIO, JUAN COMPANY SALVADOR)

- A) Angular de hierro laminado en caliente, con dos taladros rasgados, uno en cada ala.
- B) Casquillo de diámetro exterior igual al diámetro del taladro rasgado del angular, diámetro interior igual al del tornillo C y profundidad algo mayor al espesor del angular.
- C)yD) Tornillos de fijación.
- E) Placa de refuerzo colocada en el interior del perfil de aluminio.

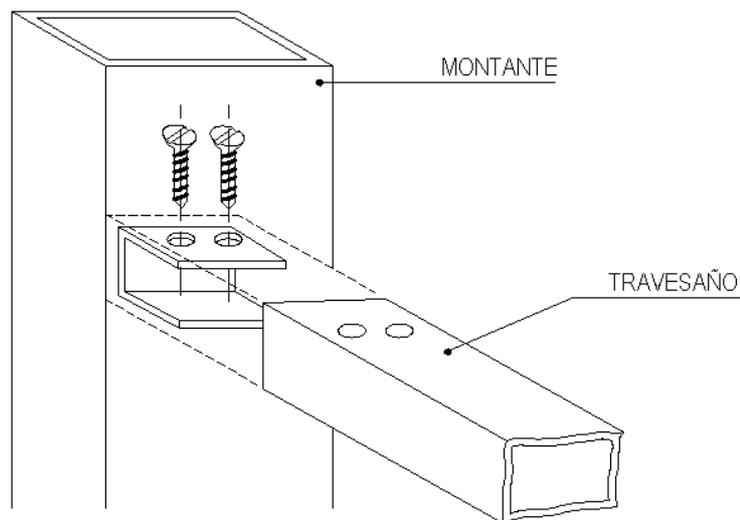
Su funcionamiento es el siguiente:

Con el tornillo **D** y por medio de un perno de expansión de cualquier tipo, se fija el angular en la posición idónea y por medio del tornillo **C**, a través del casquillo, se fija el montante al angular. De esta forma, el montante de aluminio queda inmovilizado en todas direcciones excepto en sentido vertical, ya que el casquillo **B** puede deslizarse a lo largo del taladro rasgado.

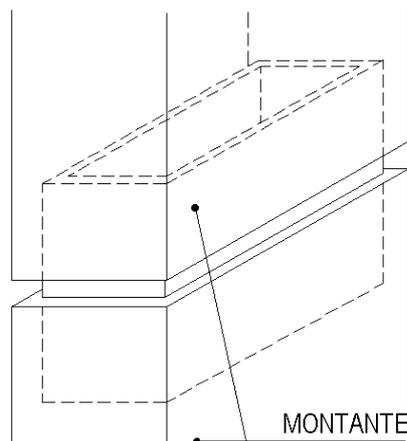
- Uniones.

Las uniones, al igual que los anclajes, pueden ser fijas o deslizantes. Las fijas se utilizan para anclar los travesaños a los montantes y generalmente son perfiles en forma de U extrusionados en aleación de aluminio.

Las uniones deslizantes, tienen su aplicación en las juntas de dilatación y acostumbran a ser perfiles tubulares de aluminio.



**UNION FIJA DE TRAVESAÑO A MONTANTE
(CARPINTERIA DE ALUMINIO, JUAN COMPANY SALVADOR)**



**UNION DESLIZANTE DE MONTANTE A MONTANTE
(CARPINTERIA DE ALUMINIO, JUAN COMPANY SALVADOR)**

La aplicación del anclaje deslizante, no se utiliza en muros cortina, aunque sí en fachadas panel, por lo tanto la aplicación de dichos tres tipos la resumimos de la siguiente forma:

Muros cortina: anclaje fijo en el forjado superior e inferior y unión deslizante en la zona de la junta de dilatación.

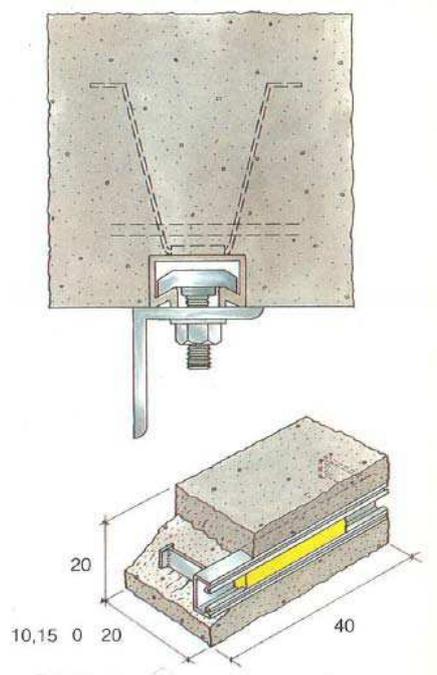
Fachada panel: Anclaje fijo o deslizante en el forjado superior e inferior, combinándolos alternativamente, es decir, si se coloca fijo en el forjado superior, debe ser deslizante en el inferior o viceversa.

Soluciones de anclaje.

Hay diferentes soluciones que consiguen estos objetivos, destacamos:

1. SISTEMA HALFEN.

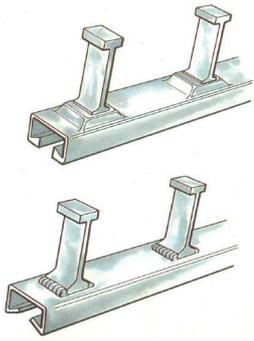
La unión Halfen se integra en la obra en el momento del hormigonado. Se compone de dos partes: una es el cuerpo de la unión que queda nivelado con el forjado y es el que recibe la fijación y la carga; la otra parte es el anclaje que tiene la misión de repartir los esfuerzos a la masa de hormigón garantizando el comportamiento solidario con ésta. Mediante ensayos previos en el laboratorio se puede tipificar la resistencia de cada tipo de unión y demostrar su fiabilidad.



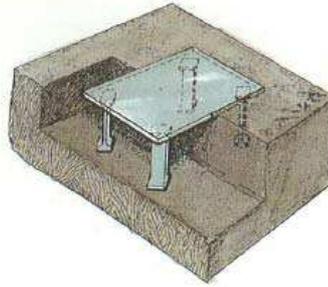
CUERPO DE LA UNION Y ANCLAJE (BIBLIOTECA ATRIUM DE LA HERRERIA)

El cuerpo de la unión puede ser de tres tipos:

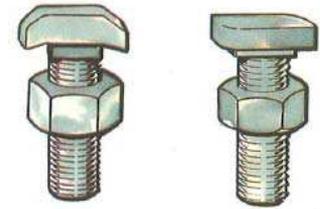
- un raíl o guía.
- una platina de anclaje tipo Halfen.
- una clavija Halfen.



RAÍL O GUÍA



PLETINA

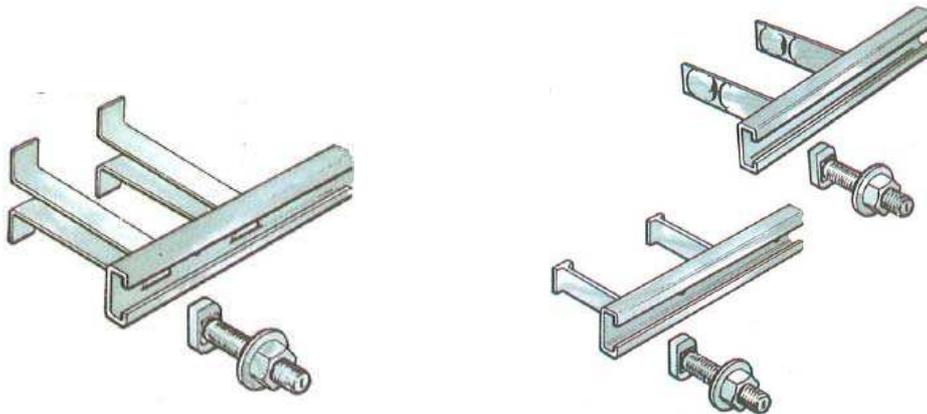


CLAVIJA HALFEN

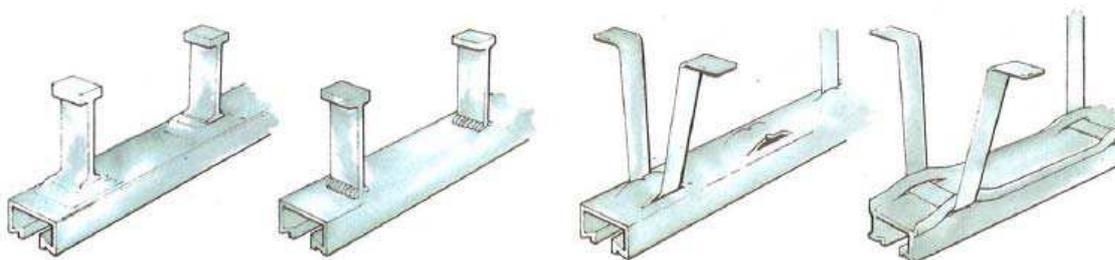
(BIBLIOTECA ATRIUM DE LA HERRERIA)

La elección dependerá ante todo de la necesidad de regulación del elemento que haya de fijarse. Las clavijas no tienen posibilidad de reglaje, por lo cual no se utilizan en las uniones de los montantes.

Estos raíles pueden fabricarse de acero conformado en frío, acero laminado en caliente o acero inoxidable. Existen diferentes formas o tamaños según las necesidades resistentes de la unión.

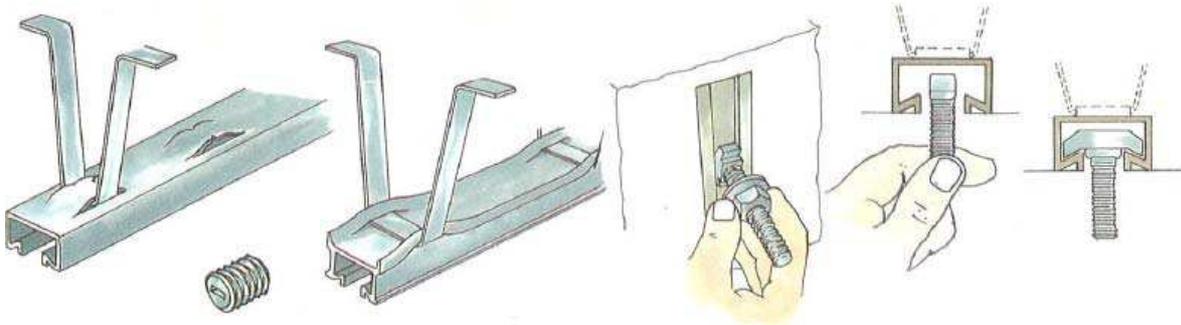


RAILES DE ACERO CONFORMADO EN FRIO (BIBLIOTECA ATRIUM DE LA HERRERIA)



RAILES DE ACERO CONFORMADO EN CALIENTE (BIBLIOTECA ATRIUM DE LA HERRERIA)

En la zona exterior se sitúa un perno con cabeza en T que se une con un giro de 90° y la posterior fijación de una tuerca.



PERNOS CON CABEZA EN T QUE SE UNE CON UN GIRO DE 90° (BIBLIOTECA ATRIUM DE LA HERRERIA)

Los raíles Halfen se fijan fácilmente en los tableros del encofrado mediante clavos en el caso de la madera o tornillos si son metálicos.

2. ANCLAJE CONVENCIONAL.

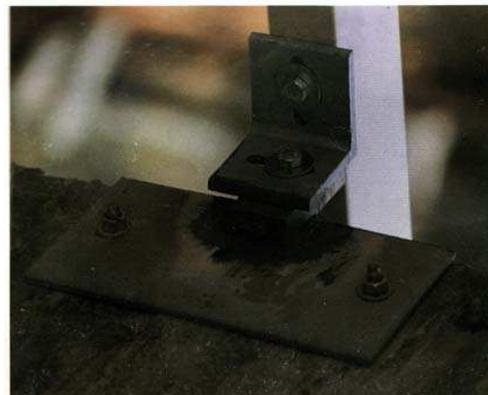
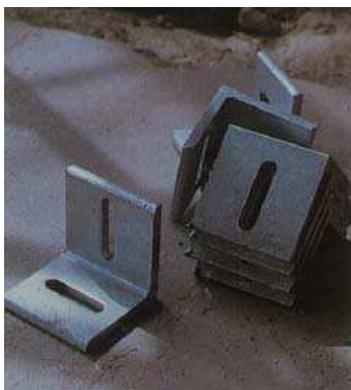
Otra solución más tradicional es la formada por unos perfiles laminados que se sueldan a una placa embebida en el hormigón.

La placa debe colocarse antes de hormigonar el forjado. La unión se realiza con una patilla en cola de milano que queda embebida en el hormigón junto con la placa. Este tipo de anclaje tanto puede ser fijo como deslizante.

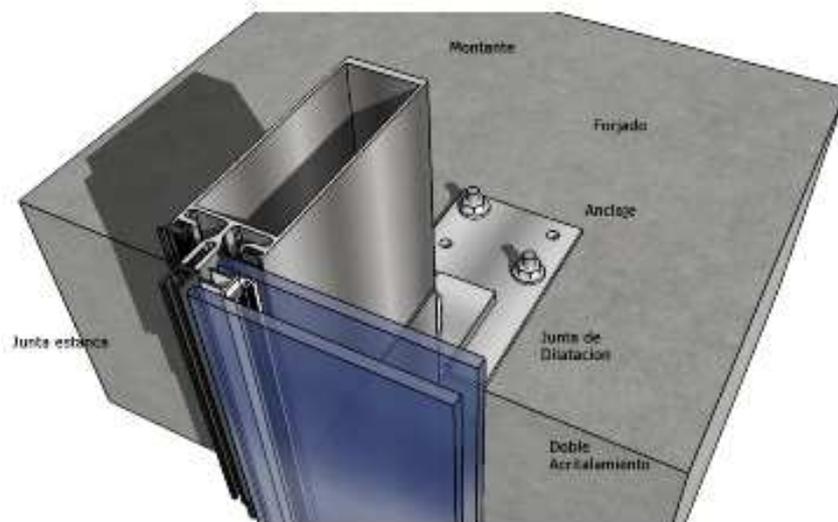
Una vez soldado el angular a la placa, deben protegerse con pintura antioxidante ya que el galvanizado se destruye con la soldadura.

Los sistemas de anclaje que se realizan con posterioridad al hormigonado mediante pernos presentan importantes inconvenientes. Por una parte, el reparto de esfuerzos no se hace de forma homogénea y se crean tensiones que microfisan el hormigón. Con las microfisuras se abre el paso a la humedad y con ella a la consiguiente oxidación del taco, pues la película de 7 micras que suelen llevar los tacos de expansión mecánica se daña en el momento de su colocación. Además, la obertura de taladros implica el peligro de cortar las armaduras embebidas en el hormigón.

Todo ello determina la discutible durabilidad de la unión. Aparte de los sistemas más utilizados, existen otros menos comunes que responden al criterio de cada fabricante de muros cortina.



ANCLAJE CONVENCIONAL (BIBLIOTECA ATRIUM DE LA HERRERIA)

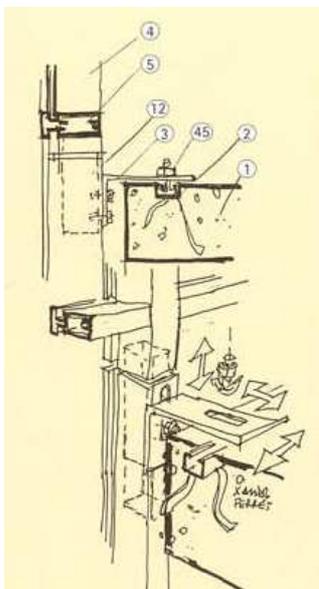


DETALLE DE MURO CORTINA (www.google.com galeria 3D)

Las formas y la posición que ocupan los anclajes de los muros cortina en la estructura portante de los edificios puede variar. Localizaciones más habituales:

1. Sobre el borde superior del forjado.

Este tipo de montaje es simple, fácil de controlar y la distancia entre el muro cortina y la estructura portante puede reducirse al mínimo. Es necesario a continuación, conectar la parte posterior del panel con el forjado, a menos que un muro de antepecho reciba las garras.



1. FORJADO
2. PREANCLAJE
3. ANCLAJE
4. MONTANTE
5. TRAVESAÑO
12. MECHA DE CONTINUIDAD
45. BULÓN

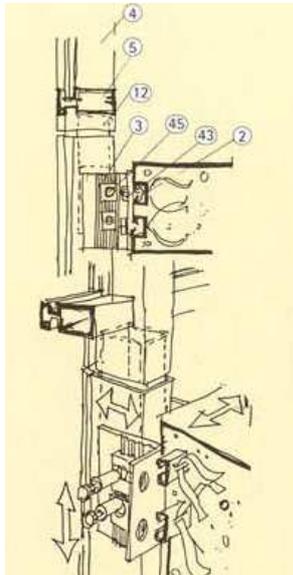


MANUAL FACHADAS LIGERAS TECHNAL

REVISTA TECTÓNICA: muro cortina

2. Bajo el borde inferior del forjado.

En este caso, el proceso de fijación se realiza desde la planta inferior. Esta disposición exige, sin embargo, la colocación de un falso techo que oculte el anclaje.



- 1. FORJADO
- 2. PREANCLAJE
- 3. ANCLAJE
- 4. MONTANTE
- 5. TRAVESAÑO
- 12. MECHA DE CONTINUIDAD
- 43. ANCLAJE DE FIJACIÓN A PREGUIA
- 45. BULÓN

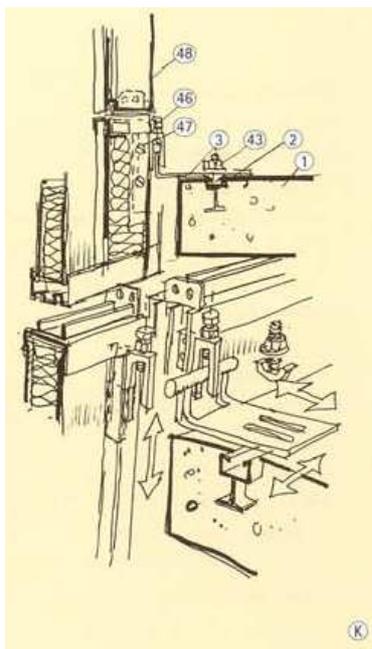


MANUAL FACHADAS LIGERAS TECHNAL

REVISTA TECTÓNICA: muro cortina

3. Frente a la cara exterior del forjado.

En este caso, debe admitirse la existencia de ciertas complicaciones, sobre todo porque los anclajes son más difícilmente accesibles y aumenta la separación entre el muro cortina y la estructura portante.



- 1. FORJADO
- 2. PREANCLAJE
- 3. ANCLAJE
- 43. ANCLAJE DE FIJACIÓN A PREGUIA
- 46. REGULACIÓN MICROMÉTRICA EN ALTURA
- 47. SOPORTE SEMICÉLULA
- 48. BASTIDOR SEMICÉLULA



MANUAL DE FACHADAS LIGERAS TECHNAL

REVISTA TECTÓNICA: muro cortina

2.1.5. ELEMENTOS DE ESTANQUEIDAD Y DE REMATE

2.2.5.1. JUNTAS.

La calidad de un muro cortina depende fundamentalmente de la realización de las uniones y las juntas que sirven para ensamblar los diferentes elementos que los constituyen. El problema de las variaciones dimensionales juega un papel decisivo en el diseño constructivo y la concepción de las juntas por lo que, las juntas entre los elementos de los muros cortina deben entenderse como verdaderas juntas de dilatación.

La imposibilidad de fabricar, transportar y montar una fachada continua nos obliga a la formación de juntas que resuelven la unión entre los distintos paneles. Los problemas que tiene que resolver la junta, son:

- En primer lugar, los que se refieren al propio panel: planeidad, dimensiones máximas, aislamiento térmico y acústico, permeabilidad al agua, gradiente térmico, resistencia a agentes ambientales, etc.

- En segundo lugar los que se refieren al sistema de anclaje: facilidad de alineación, aplomado y nivelación, posibilidad de montaje desde el interior, anclaje posterior de nuevas piezas, necesidad de sobreestructura para la fijación de los anclajes, etc.

- En tercer lugar, los que se refieren propiamente a las juntas: geometría, sellado, estanqueidad, tolerancias dimensionales, capilaridad, colmatación por suciedad, mantenimiento, movilidad, aislamiento térmico y acústico, etc.

- En cuarto lugar, los que se refieren al sistema de montaje, mantenimiento y reparación que tiene que ver con lo livianos que puedan ser los paneles, con el diseño de la junta y con el sistema e fijación.

- Y en quinto lugar, la necesidad o no de un trasdosado del cerramiento que sirva como acabado o incluso de anclaje del propio cierre.

Clasificación de las juntas.

Atendiendo al tipo de elementos del muro cortina que se encuentran entre sí conformando las juntas, éstas pueden clasificarse en dos grupos:

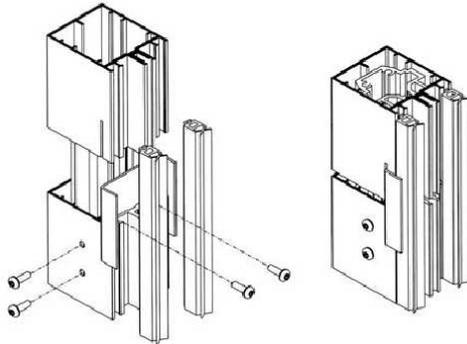
1-. Juntas entre elementos de la estructura auxiliar.

Pertencen a este grupo las juntas verticales y horizontales de los elementos que constituyen las retículas de los elementos simples, tanto en montantes como en travesaños, como entre los propios montantes y los propios travesaños.

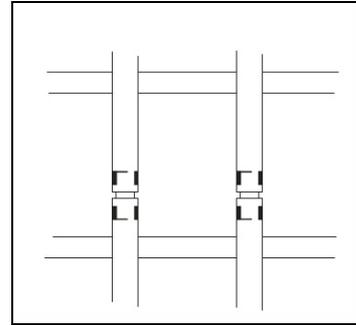
Juntas de dilatación vertical.

Es la unión deslizante vertical que se forma entre dos montantes. Consiste en un manguito que enlaza los montantes telescópicamente. Para conseguir una buena estanqueidad este elemento deberá fijarse al montante inferior e ir resuelto en el superior. De esta forma, el movimiento debido a la

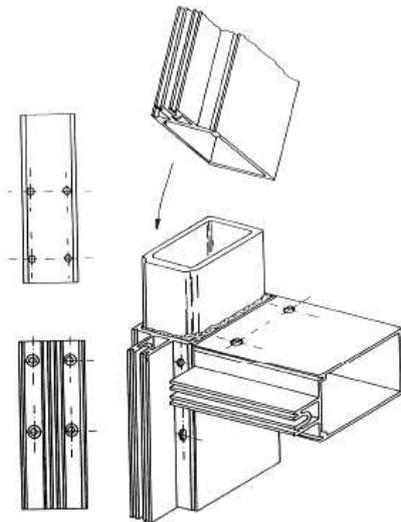
dilatación se produce en la unión superior, mientras que la junta inferior fija puede cerrarse con silicona u otro tipo de sellante.



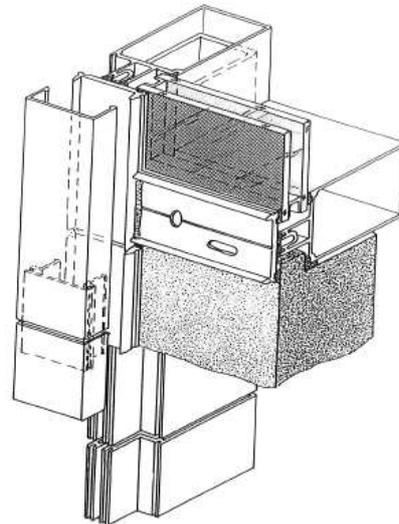
UNION ENTRE MONTANTES
(MANUAL DE FACHADAS LIGERAS TECHNAL)



JUNTA VERTICAL
(MANUAL DE FACHADAS LIGERAS TECHNAL)

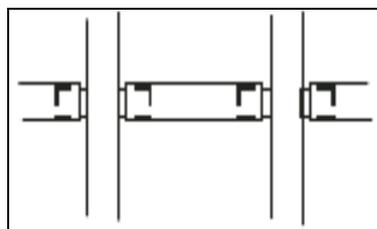


EJECUCIÓN DE JUNTA DE DILATACIÓN VERTICAL
(CARPINTERIA DE ALUMINIO, JUAN COMPANYY SALVADOR)



Juntas de dilatación horizontal.

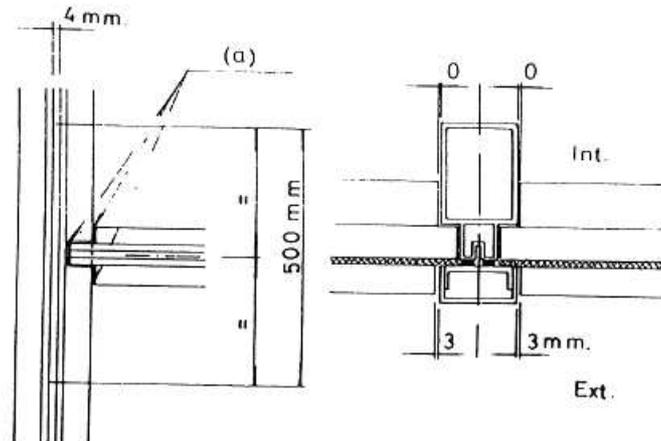
La junta de dilatación horizontal puede situarse en el montante o en el travesaño. Depende únicamente de la configuración del perfil.



JUNTA HORIZONTAL
(MANUAL DE FACHADAS LIGERAS TECHNAL)

- La junta en el montante consiste en practicar en él una regata de 4 mm de ancho por 500 mm de largo en el punto de unión del travesaño y centrada con el eje del mismo.

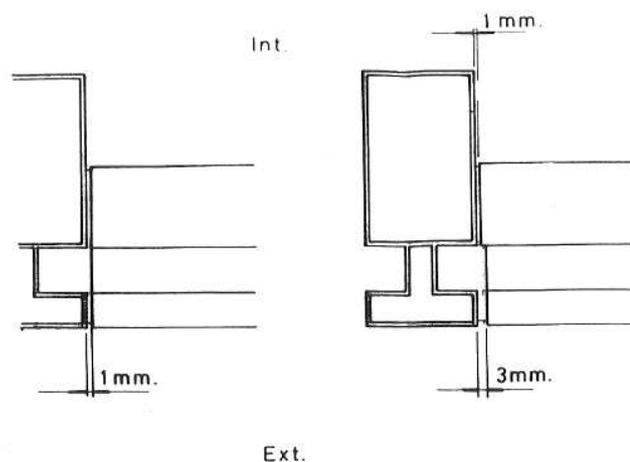
El travesaño, por la parte interior, se coloca a tope con el montante y rígidamente fijo a él con tornillos colocados frontalmente por el galce del vidrio o panel. Por la parte exterior, la tapa y contratapa tendrán, con respecto a la luz, una diferencia de 3 mm mínimos por cada lado, a fin de que puedan sellar bien y garantizar la estanqueidad al agua en el caso de que el travesaño y el montante queden enrasados por el exterior.



**JUNTA DE DILATACIÓN HORIZONTAL EN EL MONTANTE
(CARPINTERIA DE ALUMINIO, JUAN COMPANYY SALVADOR)**

- Si la junta se realiza en el travesaño y éste está dotado de rotura de puente térmico, al montar se dejará en el interior una separación de 1 mm por metro y por el exterior los 3 mm antes mencionados, para que se pueda sellar bien. De forma análoga se haría en el caso de utilizar travesaños que estén constituidos por dos semielementos. Si el travesaño es del tipo estructural, es decir, con un junquillo del tipo normal, se dejará un espacio de 1 mm por metro en la totalidad del perímetro.

En caso de que el travesaño y el montante vayan enrasados por el exterior, el travesaño se cortará en dos planos, dejando un 1 mm por metro en el interior y 3 mm por metro en el exterior, que serán convenientemente sellados.



HOLGURAS EN EL CASO EN QUE TRAVESAÑO Y MONTANTE VAYAN ENRRASADOS AL EXTERIOR (CARPINTERIA DE ALUMINIO, JUAN COMPANYY SALVADOR)

2-. Juntas entre la estructura auxiliar y los elementos superficiales de cerramiento.

Pertencen a este grupo las juntas entre la estructura auxiliar y los paneles opacos, los translúcidos de vidrio y las carpinterías de ventanas.

Las soluciones más habituales para este tipo de juntas se basan en los principios heredados de la carpintería en madera. Aunque para aplicarlas a los muros cortina, necesitan ser reinterpretadas.

Deben estar diseñados para cumplir las siguientes funciones:

- a) Asegurar la estanqueidad al agua y al aire, proteger el contorno de los paneles opacos que suelen ser sensible a la humedad.
- b) Transmitir a los elementos resistentes de la retícula el peso propio de los elementos de cerramiento y la presión del viento.
- c) Permitir las variaciones dimensionales de los elementos de la estructura auxiliar y de los elementos de cerramiento.
- d) Permitir una puesta en obra fácil de los elementos de cerramiento y facilitar, en su caso, su reemplazamiento.

2.1.5.2. ELEMENTOS SELLANTES.

Las juntas que aparecen en estas fachadas necesitan de un elemento que les adquiera tanto estanqueidad al agua como al aire.

Esta estanqueidad se logra colocando en la junta elementos sellantes que trabajan por simple compresión o por adherencia.

Los sellantes, por lo tanto, se utilizan para formar juntas de estanqueidad entre dos elementos, ya sean del mismo material o de distintos.

1. Tipología de materiales sellantes

1.1. Sellantes que trabajan por compresión:

Consisten en esencia en perfiles elásticos, diseñados de tal forma que al ser comprimidos entre los cristales o paneles de cierre y los perfiles de la fachada o ventana, se ajustan tanto a unos como a otros, trabajando constantemente a compresión. Las características de estas juntas, estriba en que exigen tolerancias estrictas de las juntas a sellar, puesto que su forma está diseñada de antemano. Incidentalmente hay que resolver aparte, por coincidir con los encuentros o nudos de los perfiles, que son los puntos más conflictivos en lo que a estanqueidad se refiere.

Los materiales que se emplean para este tipo de juntas son muy variados, no obstante los únicos recomendables para garantizar estabilidad dimensional y resistencia al envejecimiento frente a los agentes atmosféricos, son el etileno-propileno, el neopreno y la silicona extruida. Con estos materiales se resuelve también el problema de los ingletes pues pueden efectuarse vulcanizados.

Generalmente este tipo de sellado, se realiza sobre las juntas denominadas muertas, es decir, espacios o intersticios que no están sujetos a movimientos de cadencia alta o baja.

Tal es el caso de los enmarcados de los acristalamientos y paneles de las fachadas o ventanas y las juntas de cierre o estanqueidad de las ventanas, que por la condición de practicables no pueden tener juntas que trabajen por adherencia.

Las formas que se adoptan son muy variadas pero pueden resumirse en tres grupos:

Labiales- se emplean en juntas de estanqueidad flexibles.



Tubulares- se utilizan en juntas de presión.



Compuestas- se emplean en enmarcados de vidrios y paneles.



**PERFILES ELÁSTICOS EN JUNTAS POR COMPRESIÓN
(CARPINTERIA DE ALUMINIO, JUAN COMPANYY SALVADOR)**

1.2. Sellantes que trabajan por adherencia:

En este caso, el elemento sellador se vierte en forma fluida sobre la junta a sellar y que, posteriormente, se vulcaniza en un caucho que ha copiado exactamente la forma de la junta que le ha servido de molde, quedando al mismo tiempo firmemente adherido a los materiales que se trata de sellar.

Estas juntas moldeadas "in situ" trabajan lo mismo a compresión que a tracción y no exigen tolerancias milimétricas en cuanto a dimensiones o forma de la junta a obturar.

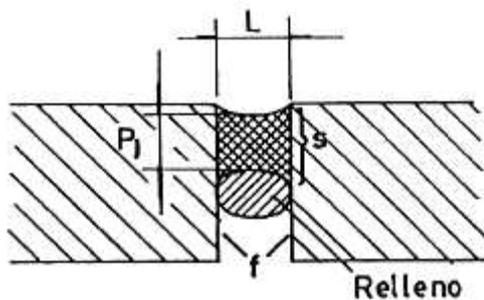
Este material, debe reunir las siguientes condiciones:

1. Trabajar alternativamente a tracción y a compresión resistiendo la fatiga a esta deformación alternante, durante un número de ciclos.
2. Resistir el envejecimiento producido por la intemperie y los rayos solares, también por un tiempo determinado de ciclos, teniendo en cuenta que este envejecimiento es más crítico por el hecho de estar sometido el material a fatiga por esfuerzo alternativo. Para ello, es necesario evitar que el ozono del aire se fije sobre los dobles enlaces de

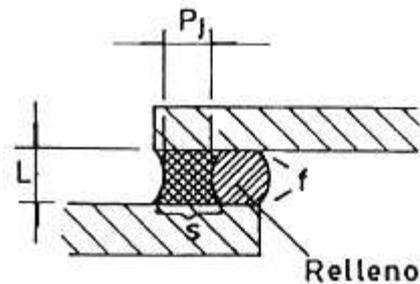
la cadena normal del caucho, originando un ozónico y rompiendo la cadena por este punto lo que convierte el material en agrio, no cumpliendo por tanto la misión de elástico.

3. Poseer adherencia suficiente sobre todos los elementos de la construcción que puedan servir de soporte.

Estas juntas pueden ser frontales o de recubrimiento.



JUNTA FRONTAL



JUNTA DE RECUBRIMIENTO

L: Ancho de la junta.

Pj: Profundidad de la junta.

S: Superficie de adherencia.

F: Flancos de la junta.

JUNTAS (CARPINTERIA DE ALUMINIO, JUAN COMPANYY SALVADOR)

Se entiende por amplitud del movimiento de la junta:

- para los movimientos de tracción-compresión, la diferencia entre las más grandes y las más pequeñas longitudes de junta en un lapso de tiempo determinado.
- Para los movimientos de cizallamiento, la diferencia entre los más grandes desplazamientos paralelos mutuos de los flancos de la junta en un lapso de tiempo determinado.
- Una junta no debe servir para efectuar una ligazón mecánica, sino que debe ser el resultado de esta ligazón.

2. Masillas de estanqueidad

Se entiende por masilla de estanqueidad, una masa que es plástica durante su tiempo de manejo y que está destinada a asegurar la estanqueidad de la junta. Las masillas de estanqueidad están caracterizadas por la sustancia química de base y su proceso de endurecimiento.

Una masilla puede ser plástica, elástica o plástico-elástica.

Consisten en un caucho de silicona que ya viene preparado para extruirlo directamente sobre la junta con un aplicador. La silicona vulcaniza espontáneamente por efecto de la humedad ambiental quedando seca al tacto al cabo de 15 o 20 minutos.

El curado total depende del espesor del producto aplicado. Es recomendable que las superficies que hay q sellar se encuentren limpias y secas. Deben eliminarse los residuos de hormigón, polvo, etc. para favorecer la adhesión. Como agente limpiador debe utilizarse un disolvente volátil que no deje residuos aceitosos.

Hay tres clases de masillas:

- Las ácidas, que son las más utilizadas.
- Las neutras, que son mejores que las ácidas.
- Las especiales, que no atacan a las superficies pintadas.

Otro tipo de masillas son las de doble componente, de mejor calidad, pero no muy utilizadas, excepto en casos específicos.

Las características que indican la idoneidad de un sellante son las siguientes:

- buena adherencia con los materiales que hay que sellar.
- Contracción nula al vulcanizar.
- Ausencia de goteo o desprendimiento en su aplicación.
- Comportamiento elástico que soporte los movimientos de la junta.
- Inalterabilidad a los agentes exteriores: exposición al sol, lluvia, nieve, radiaciones ultravioleta, ozono, humedad, detergentes domésticos y a los cambios bruscos de temperatura.

Naturaleza química de las masillas.

Según su naturaleza química, las masillas pueden agruparse en las siguientes familias:

Tipo POLISILOXANO. Conocidas genéricamente con el nombre de *SILICONAS* con sus variantes de:

- Base acetato (ácida).
- Base neutra.
- Base amina.

Tipo POLISULFURO. Conocidas genéricamente con el nombre de *THIOKOL* con sus variantes de:

- 1 componente.
- 2 componentes.

Tipo POLIURETANO. Variantes de:

- 1 componente.
- 2 componentes.
- 2 componentes autonivelantes.

Tipo POLIACRILATO. Conocidas bajo el nombre de masillas *ACRÍLICAS* con sus variantes de:

- Reactivo acrílico – solución.
- Reactivo acrílico – dispersión.

Tipo POLIISOBUTILENO. Con sus variantes de:

- Caucho – butilo.

- Resinas.

Determinados tipos de masilla de estanqueidad pueden aplicarse sobre una serie de materiales, sin más que efectuar una buena limpieza de los elementos a sellar, pero en función de los materiales a sellar a veces es necesario utilizar una imprimación, para asegurar la adherencia de la masilla.

Normas generales de aplicación.

- Estudio de la junta.
 - Materiales a unir.
 - Selección de la masilla idónea.
- Dimensionado de la junta.
 - Necesidad de elemento de relleno.
 - Necesidad de imprimación
- Aplicación de la masilla.
 - Colocar el elemento de relleno cuando la anchura de la junta sobrepase en 1,5 veces la profundidad de la misma, o cuando supere los 6 mm de profundidad.
 - Limpiar a fondo los materiales a unir con TOLUENO.
 - Aplicar la imprimación si es necesario. Debe consultarse en cada caso el tipo de imprimación, ya que existen diversos tipos.
 - Dejar la masilla, procurando que penetre bien en la junta, ayudándose si es preciso con una espátula.
 - Alisar la superficie del sellado teniendo sumo cuidado, si existen ángulos, en sellar bien los recodos de los mismos.

2.1.5.3. ELEMENTOS DE REMATE

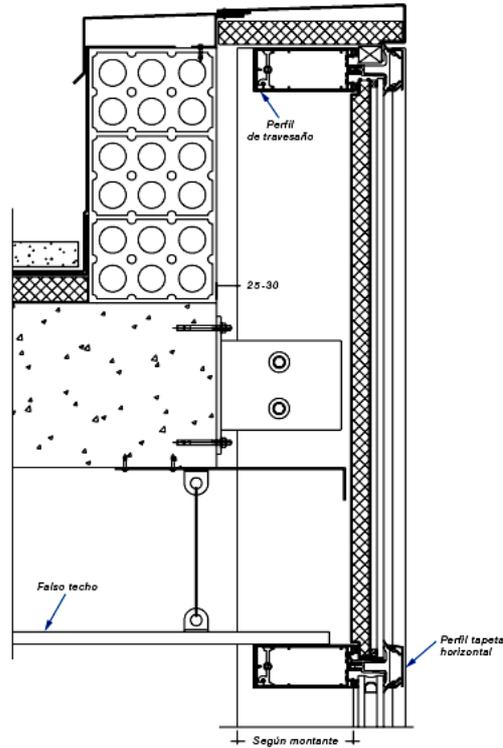
Son elementos conformados, por lo general de chapa de aluminio o acero galvanizado, cuya misión es dar el acabado entre el muro y la obra. Entre ellos apreciamos los siguientes:

1. EXTERIORES:

- Remate de coronación. Es el acabado superior del muro. Normalmente cubre el conjunto formado por el murete perimetral de la cubierta y la fachada. Suele realizarse con chapa de aluminio de 2 milímetros mínimo, para poder anodizarla con el mismo color del resto del muro.

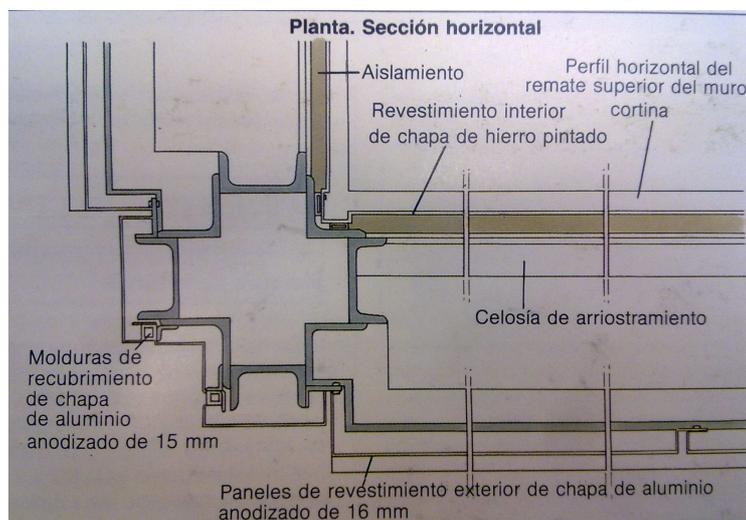


**REMATE EXTERIOR DE CORONACIÓN
(BIBLIOTECA ATRIUM DE LA HERRERIA)**

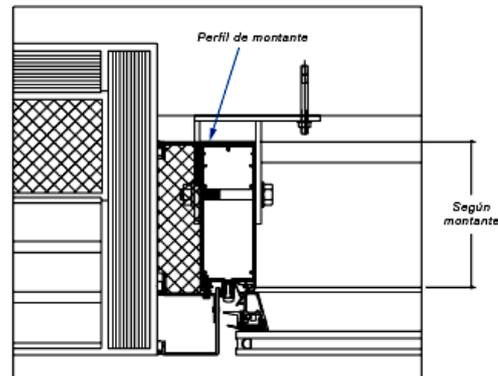
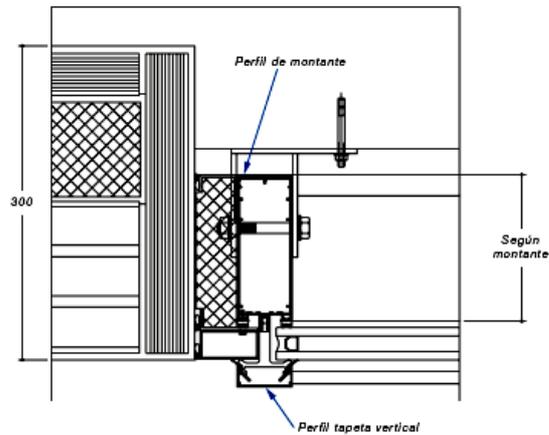


**REMATE EXTERIOR DE CORONACIÓN
(MANUAL DE FACHADAS LIGERAS TECHNAL)**

- Remate lateral. Es el destinado a unir dos fachadas en ángulo o recibir el edificio vecino en el caso de medianeras.
-

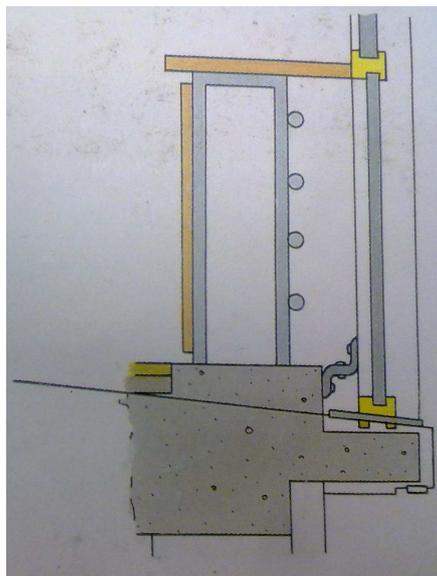


**SECCIÓN HORIZONTAL EN PLANTA REMATE EXTERIOR LATERAL
(BIBLIOTECA ATRIUM DE LA HERRERIA)**



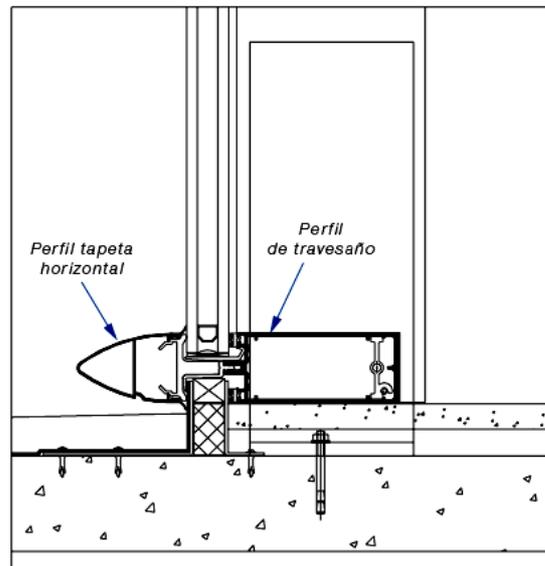
**REMATE LATERAL ENTRE MEDIANERAS
(MANUAL DE FACHADAS LIGERAS TECHNAL)**

- Remate inferior. Se utiliza en los cuerpos volados de la fachada.



SECCIÓN VERTICAL REMATE INFERIOR (BIBLIOTECA ATRIUM DE LA HERRERIA)

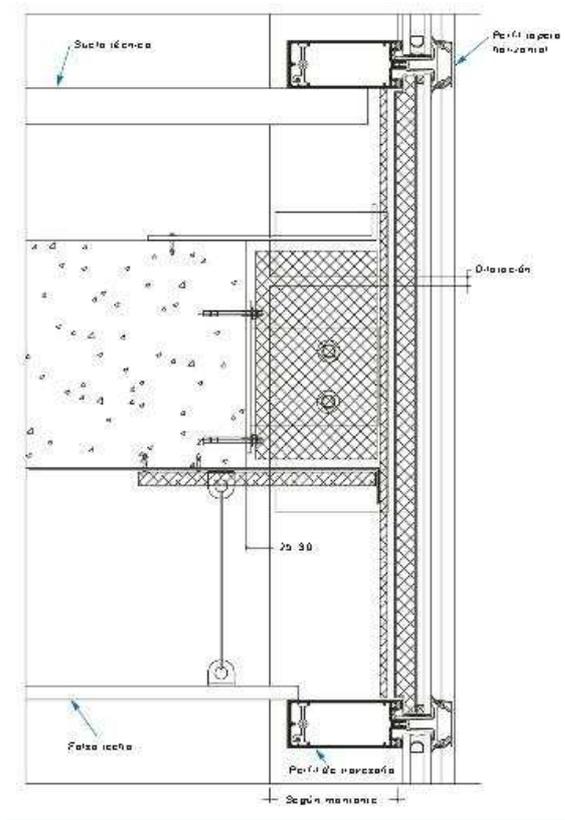
- Remate arranque inferior. Se utiliza en el arranque de la fachada desde el nivel del suelo.



REMATE ARRANQUE INFERIOR
(MANUAL DE FACHADAS LIGERAS TECHNAL)

2. INTERIORES:

- Remate de forjado. Es el que tiene la misión de cerrar el hueco que se crea entre el forjado y la fachada. Normalmente consta de parapastas, chapas superiores e inferiores y cortafuegos.
- - Parapastas: angular de acero galvanizado que se coloca sobre el forjado bruto y sirve para el remate y límite del suelo acabado.
 - Chapas superior e inferior: molduras de acabado que cierran el hueco existente entre el muro cortina y la obra.
 - Cortafuegos: panel formado por doble chapa de acero galvanizado y aislante intermedio. Se aloja, normalmente, entre el forjado y el muro cortina. También puede realizarse depositando aislante entre la chapa inferior del forjado (que deberá ser de acero galvanizado) y la superior. No es posible utilizar el aluminio debido a su mal comportamiento frente al fuego.

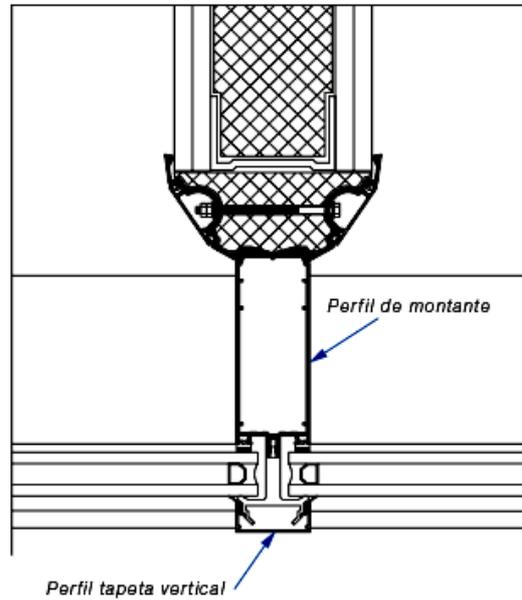


**REMATE PASO FORJADO
(MANUAL DE FACHADAS LIGERAS TECHNAL)**



**REMATE DE FORJADO
(BIBLIOTECA ATRIUM DE LA HERRERIA)**

- Detalle entrega tabiquería: Encuentro del tabique interior con el montante del muro cortina.



**DETALLE ENCUESTRO TABIQUERIA
(MANUAL DE FACHADAS LIGERAS TECHNAL)**

2.2. COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL..

Si planeamos acristalar una fachada entre forjados, veremos en primer lugar que el vidrio no puede salvar esa luz típica sin que la presión de viento ocasione su excesiva deformación por flexión, con la pérdida de prestaciones a corto plazo o con la consiguiente pérdida de estanqueidad de sus juntas, incluso con la rotura del propio vidrio. Podemos apoyar el vidrio o suspenderlo, pero en ambos casos se requiere un contrarresto a flexión.

Esta deformación se reducirá sensiblemente si el panel de vidrio apoya en cuatro lados, reduciendo las luces y trabajando como una placa. Estamos así en la solución clásica de recercar el vidrio con un bastidor de perfiles estructurales a los que aquél traslada su peso propio y las cargas de viento. Este bastidor descansará en los forjados a través de un mecanismo que permita transmitirle las acciones verticales y horizontales que actúan sobre él.

Surge la idea de dar continuidad al cerramiento, pasándolo por delante de la estructura de modo que no quede interrumpido por los forjados. Esta solución tiene muchas ventajas, no solo desde el punto de vista del aislamiento y la estanqueidad, sino desde el mismo concepto de fachada que es mucho más limpio. Los bastidores y la retícula pueden ser continuos en este caso, con pequeñas adaptaciones de diseño del vínculo a la estructura.

Un bastidor genérico se forma con montantes y travesaños, estos últimos para resistir el peso del vidrio y ambos para las cargas horizontales.

Con la inercia suficiente, el bastidor limitará la deformación del vidrio ante la presión y succión ocasionadas por el viento y el peso propio de la placa, dentro de lo asumible por el tipo y composición del acristalamiento y por las juntas. Este bastidor se resuelve con diferentes sistemas que van desde las secciones normales de perfiles de acero, madera, cables y varillas, hasta los niveles del vidrio.

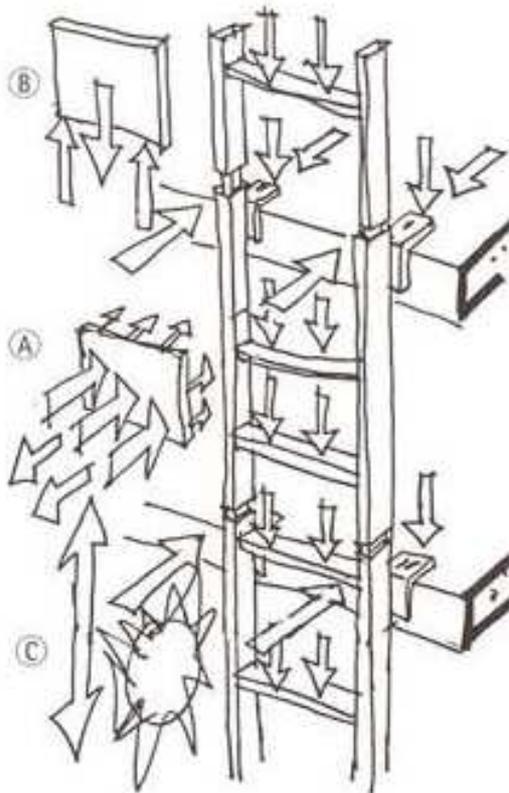
Otro problema es la dilatación térmica del cerramiento: si los elementos – paneles y bastidor – son independientes entre forjados, sus cambios dimensionales pueden ser asumidos por las juntas con éstos, pero si el cerramiento es continuo está claro que la deformación de origen térmico no puede ser asumida por un sistema que necesariamente requerirá juntas de dilatación que hagan compatibles las deformaciones entre sus diferentes elementos.

Estamos aplicándole cerramiento sobre una estructura siempre deformable – flexión de forjados, flexión por viento, contracción y asentamientos del hormigón, etc, – y el muro cortina no podrá aceptar esas deformaciones salvo que le dotemos de mecanismos adecuados. De nuevo la solución general será concebir el cerramiento continuo con un sistema de juntas.

Como resultado, el muro cortina comienza a configurarse como un conjunto de escamas ensambladas de tal forma que en su comportamiento las juntas y rótulas desempeñan un papel protagonista: juntas del bastidor, juntas de acristalamiento y paneles y juntas en los anclajes.

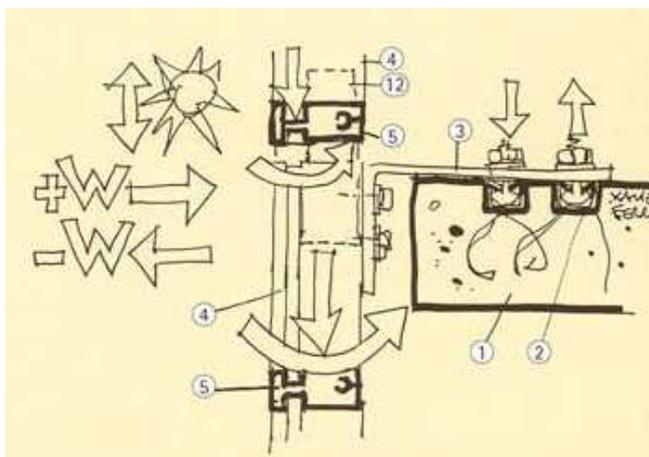
Y todo esto trabajando con un material cuyo comportamiento rompe las reglas del juego habituales, por ser característicamente frágil y en consecuencia muy sensible a roturas por concentración de tensiones, tanto de origen mecánico como térmico, lo que implica una atención excepcional a sus “condiciones de borde” es decir, a aquellos elementos que resuelven la transición entre el vidrio y la estructura del edificio, ya sea como apoyo puntual o continuo.

Por tanto, los sistemas de cerramiento de fachadas incorporan accesorios acoplados a los montantes en sus mechas de continuidad, en las uniones de los travesaños a los montantes y también en los apoyos entre paneles y vidrios a la retícula mediante calzos y juntas elásticas de estanqueidad que completan el conjunto. Todo esto refuerza el concepto general de escamas, en el que las juntas requieren además una gran flexibilidad.



VIENTO A PRESIÓN Y SUCCIÓN (A)
PESO PROPIO DE LOS ELEMENTOS DE RELLENO (B)
DILATACIÓN Y CONTRACCIÓN POR CAMBIOS
DE TEMPERATURA (C)

ACCIONES SOBRE PANEL, RETÍCULA Y ANCLAJES
(REVISTA TECTÓNICA: muros cortina)



VIENTO, PRESIÓN Y SUCCIÓN.
PESO PROPIO.
INCREMENTO DE TEMPERATURA.

ACCIONES SOBRE LA RETÍCULA Y LA ESTRUCTURA
(REVISTA TECTÓNICA: muros cortina)

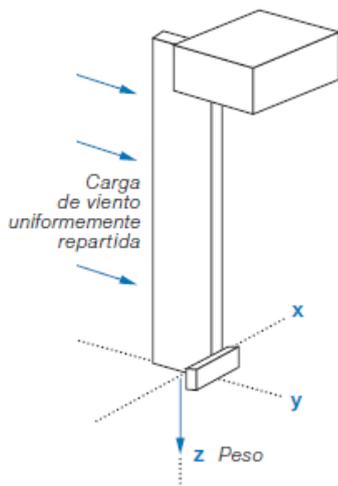
2.2.1. RESISTENCIA

La fachada ligera es autoportante, los montantes están fijados a los forjados, lo que permite repartir el peso al edificio. La fachada ligera debe soportar, generalmente, su propio peso y la acción del viento ya que el efecto de otras cargas es mucho menor, y normalmente no se tienen en cuenta en los cálculos.

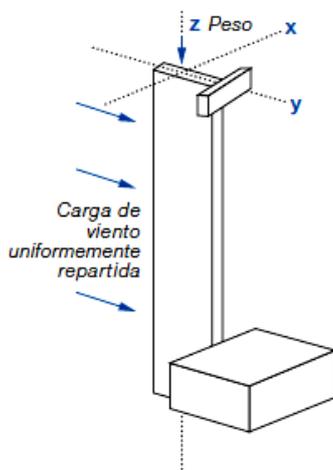
El peso del aluminio, debido a su ligereza, es despreciable en comparación con las cargas de viento y el peso de los paneles o vidrios que debe soportar, por lo que el criterio básico de cálculo es el dimensionado en función de la flecha admisible. Se destaca que en el caso de los travesaños, el peso del vidrio o panel está concentrado en los puntos donde se colocan los calzos.

Los principales casos a estudiar son los siguientes:

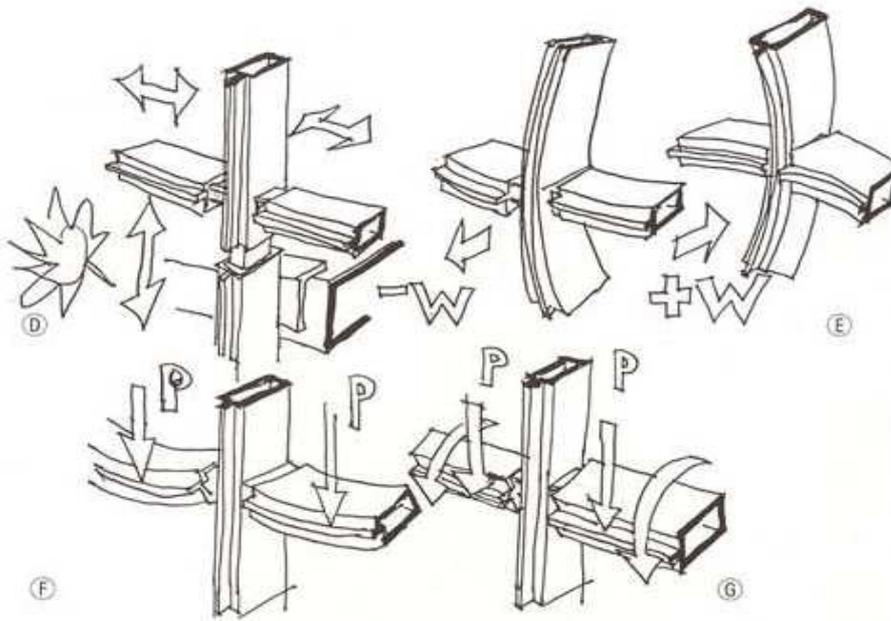
- Montantes a flexotracción (flexión combinada con tracción).
- Montantes a flexocompresión (flexión y compresión axial).
- Travesaños.



**MONTANTE ANCLADO FORJADOS SUPERIOR (FLEXOTRACCIÓN)
(MANUAL DE FACHADAS LIGERAS TECHNAL)**



**MONTANTES ANCLADOS FORJADO INFERIOR (FLEXOCOMPRESIÓN)
(MANUAL DE FACHADAS LIGERAS TECHNAL)**



ESQUEMAS DE DEFORMACIÓN Y MOVIMIENTO DE MONTANTES Y TRAVESAÑOS Y SUS UNIONES.

D- DILATACIÓN Y CONTRACCIÓN POR CAMBIOS DE TEMPERATURA.

E- FLECHAS POR PRESIÓN Y SUCCIÓN DEL VIENTO.

F- FLECHAS POR PESO PROPIO, CARGA DE VIDRIO O PANEL.

G- GIRO POR EXCENTRICIDAD DEL APOYO DE LA CARGA.

(REVISTA TECTÓNICA: muros cortina)

2.2.2. AISLAMIENTO ACÚSTICO

Hoy en día, una de las exigencias más destacadas es el aislamiento de un edificio (NBE-CA-82 Condiciones Acústicas de los Edificios). Además de los aspectos de diseño exterior y aislamiento térmico, el aislamiento acústico contribuye de manera importante a garantizar el confort en una edificación.

El sonido es cualquier variación de la presión, debida a las vibraciones de las partículas del aire, que puede detectar el oído humano. En general, lo que percibimos es un conjunto de perturbaciones que, superpuestas, producen los distintos tipos de sonido, entre ellos el ruido.

Se define el ruido como cualquier sonido no deseado que interfiere con la actividad humana. El confort viene determinado según los niveles de ruido de fondo de un edificio.

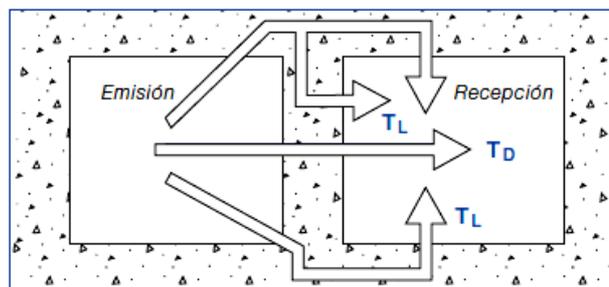
En general, hay dos clases de ruidos a los que están sometidos los usuarios de un edificio:

- **Ruido de transmisión externa:** ruido de tráfico, maquinaria de obras públicas y fuentes de ruido externas como equipos de aire acondicionado, de extracción, etc.
- **Ruido de transmisión interna:** ruido de las instalaciones internas como ascensores, grupos de presión, aire acondicionado, etc.

La transmisión del ruido se puede efectuar de tres maneras distintas:

- *Por vía directa a través de los paramentos:* se produce a través del elemento constructivo.
- *Por transmisiones laterales, por vía estructural:* se produce por la solidarización del elemento constructivo respecto sus colindantes.
- *Por impacto o parásitas,* se produce a través de los debilitamientos acústicos producidos por la existencia de instalaciones y otros (caída de objetos, pisadas, vibración de equipos, etc.).

La transmisión del ruido aéreo de un local a otro, se transmite por vía directa al vibrar la pared de separación bajo la acción de las ondas incidentes. La presión sonora excita también el resto de las superficies adyacentes que provocan las transmisiones laterales.



ESQUEMA DE TRANSMISIÓN DEL RUIDO
(MANUAL DE FACHADAS LIGERAS TECHNAL)

Las transmisiones directas en las fachadas se producen generalmente por el panel opaco o las zonas acristaladas. El aislamiento de la fachada viene determinado por el tanto por ciento que representa cada una de las superficies y se identifica mediante un coeficiente denominado a_g , que corresponde al valor de aislamiento acústico global de la fachada.

Las transmisiones laterales se producen por el contacto de los frentes de forjado, tabiques y medianerías, con el muro cortina. Las provocadas por tabiques y medianerías pueden eliminarse casi en su totalidad, desconectándolas del muro exterior de fachada.

Para atenuarlo se puede actuar de dos maneras distintas:

- Por aislamiento.
- Por absorción.

Cuando hablamos de aislamiento acústico, para conseguir el nivel de ruido deseado, se impide la propagación del sonido actuando sobre la diferencia de nivel de intensidad acústica en el local emisor y el del receptor. Es decir, se actúa sobre la energía transmitida E_T .

Cuando hablamos de absorción, se actúa colocando materiales absorbentes que consiguen bajar el nivel de ruido en el local emisor, pero el aislamiento no se modifica; es decir, se acondiciona el local actuando sobre la energía reflejada. Disminuye el nivel sonoro del local emisor y en consecuencia se reduce la energía que llega al local receptor.

A diferencia de la NBE-CA-82, el CTE (Código Técnico de la Edificación) exige algunos aspectos nuevos:

- Exigencia de niveles de aislamiento acústico superiores para distintos elementos constructivos.
- Limitaciones de ruidos transmitidos a vivienda por las distintas instalaciones.
- Exigencia de unos tiempos de reverberación determinados para ciertos espacios públicos en función de su volumen y actividad.
- El control se llevará a cabo para garantizar su cumplimiento a través de la Certificación expedida por Laboratorio de Acústica Acreditado para ensayos in situ, sin el cual no se otorgará la licencia de primera ocupación.

Para los acristalamientos, el aislamiento a ruido aéreo se puede asegurar mediante diferentes soluciones:

- Acristalamiento acústico y de seguridad.
- Vidrio doble de atenuación acústica y bajo coeficiente de transmisión térmica.
- Vidrio laminado con resina aislante.

Los vidrios dobles incrementan el aislamiento, combinando vidrios de diferente espesor, o vidrios especiales laminados que contengan resinas amortiguantes. Por otra parte, cuanto mayor sea la cámara de aire, mayor será la atenuación, pero pueden producirse resonancias por lo que es conveniente introducir algún tipo de absorbente en su interior.

Valores técnicos de algunos tipos de vidrios acústicos:

Composición (mm)	Espesor (mm)	Índice de aislamiento acústico (db)
6-12-4	22	33
6-16-4	26	36
23	36	2,5
10-15-6	31	38
L9-20-4	33	40
L11-12-6	29	41
L13-24-L9	46	50

MANUAL DE FACHADAS LIGERAS TECHNAL

En la tabla siguiente se muestran los niveles de aislamiento al ruido aéreo entre dos locales, exigidos por el CTE.

Aislamiento entre	Niveles de aislamiento
Recinto habitable – recinto de actividad	> 60 dB A
Recinto habitable – recinto con instalaciones	> 55 dB A
Recinto habitable – recinto común	> 50 dB A
Recinto habitable – otro recinto, distinta unidad de uso	> 50 dB A
Recintos habitables, misma unidad de uso	> 30 dB A

MANUAL DE FACHADAS LIGERAS TECHNAL

Para determinar los aislamientos se utilizan ruidos normalizados en su reparto de la energía acústica entre todas las frecuencias. Se distingue: el **ruido blanco**, el **ruido rosa** y el **ruido de tráfico**.

El **ruido blanco** tiene una distribución uniforme de energía por todo el espectro y se emplea como ruido patrón.

El **ruido rosa** tiene una distribución uniforme de energía en el espectro de octavas y reproduce el ruido en el interior de un edificio.

El **ruido de tráfico** posee una mayor energía en el rango correspondiente a las bajas frecuencias.

El ruido rosa y el ruido de tráfico se emplean normalmente como referencia para el cálculo de nivel de aislamiento de una fachada.

Los niveles de aislamiento medidos en laboratorio siempre son más favorables ya que no tienen en cuenta factores como las transmisiones laterales u otros, que suponen una disminución considerable del aislamiento.

En el diseño de cerramientos ligeros el problema de diseño acústico dominante suele ser el aislamiento con el exterior, ya que su poco peso y la abundancia de juntas dificultan lograr los niveles de aislamiento habituales con cerramientos tradicionales.

En todo caso, con los vidrios dimensionados para resistir las cargas de viento y los sellados estancos de juntas se alcanzan valores medios de 30dBa aceptables en la mayoría de los casos.

Mejores prestaciones acústicas requieren vidrios especiales, reconsiderar la contribución de los elementos opacos, un minucioso análisis de las juntas, etc.

Un problema importante es la independencia sonora entre plantas sucesivas cuando el cerramiento discurre suspendido por delante del forjado. Este problema no es solo acústico, pues relaciona con la independencia a efectos térmicos y de transmisión del fuego, etc.

Establecer una barrera eficaz es difícil, no solo por la continuidad del cerramiento, sino por que en este punto suelen además establecerse los anclajes.

En muchos edificios clásicos el problema se obvia, limitando la barrera a un cubrejuntas de escasa entidad. Una independencia real, sin prolongar el forjado hasta el exterior, requiere normalmente considerar el sellado entre el panel de antepecho y los diferentes elementos que conforman el plano horizontal – forjado, cielorraso, suelo elevado, etc – así como el peto si existe. El problema debe analizarse simultáneamente con los demás aspectos que confluyen en este punto – instalaciones, cortafuegos, etc - .

En resumen, el ruido exterior exigirá en primer lugar, un buen diseño del cerramiento, procurando que los vidrios, sellantes y anclajes contribuyan a la atenuación del ruido; en segundo lugar, la determinación de las propiedades acústicas de forma experimental del cerramiento; y por último, un control del aislamiento “in situ” que presenta la fachada ya construida.

Criterio: reducir la entrada de ruido exterior, según el CTE, en función del uso del edificio.

Formas de conseguirlo si el cerramiento es un muro cortina:

- Aumentar la masa: espesores de vidrio mayores.
- Aumentar el nº de capas con distinta absorción acústica: cámara de aire, vidrios laminares, vidrios de distinto espesor, etc.
- Reducir al máximo la permeabilidad al aire: juntas estancas, presión en las gomas, barrera de vapor continua.
- Instalar pantallas acústicas exteriores: doble piel, lamas horizontales, viseras.

Atención a los puentes acústicos interiores:

- Entre plantas: detalle del paso de forjado.
- Entre tabiques contiguos: detalle del encuentro fachada / tabique.

2.2.3. AISLAMIENTO TÉRMICO

El aislamiento térmico es un factor determinante ya que está ligado intrínsecamente con el ahorro energético. Se sabe que si un cerramiento no aporta el aislamiento térmico adecuado, se necesitará más calefacción (en invierno) o aire acondicionado (en verano), repercutiendo en equipos de mayor peso para la estructura del edificio y mayor consumo energético a lo largo de la vida del edificio. Por lo tanto, hay que tener en cuenta que el aluminio es un material conductor y se debe asegurar el aislamiento térmico así como elegir los materiales más adecuados de relleno con un buen coeficiente de transmisión.

PROPIEDADES TÉRMICAS:

- **Transmisión energética (TE).** Es la cantidad de energía que atraviesa directamente una superficie. Se expresa en un porcentaje de la energía incidente sobre el mismo.
- **Reflexión energética (RE).** Es la cantidad de energía reflejada por una superficie. Se expresa en un porcentaje de la energía incidente sobre el mismo.
- **Absorción energética (AE).** Es la cantidad de energía solar incidente absorbida por la superficie. Esta absorción provoca un aumento de la temperatura de la misma irradiando hacia el interior y hacia el exterior parte de esta energía absorbida (A_i , A_e).
- **Coficiente K.** Es la cantidad de energía que atraviesa un m^2 de superficie por unidad de tiempo y por cada incremento de temperatura entre ambos lados de la superficie. Las unidades más utilizadas son ($kcal/hm^2\ ^\circ C$).
- **Factor solar (FS).** Es la cantidad total de energía que el sol introduce dentro del edificio. Es la suma de la transmisión energética (TE) más una parte irradiada hacia el interior procedente de la absorción energética (A_i).

El muro cortina debe ser considerado como un elemento determinante en el balance energético de un edificio completo. Lo es cualquier cerramiento y lo es más en nuestro caso por el carácter "activo" derivado de su transparencia. Las ganancias y pérdidas de calor no pueden evaluarse en su valor absoluto, sino en relación a la forma, tamaño, orientación, uso y localización de un edificio.

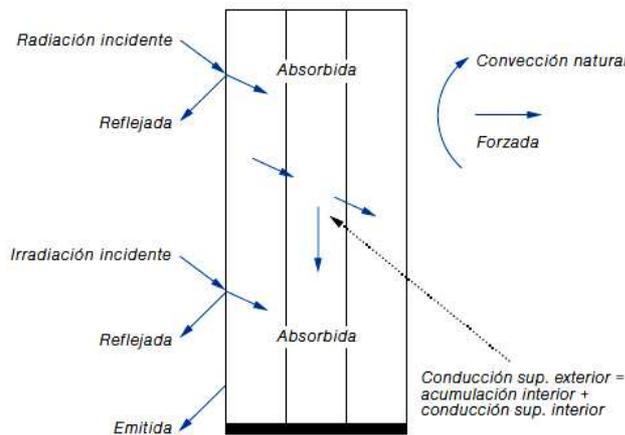
El balance energético de un edificio debe calcularse integrando las ganancias y pérdidas por transmisión y radiación, evaluadas por fachadas y a lo largo del año, de tal forma que se puedan separar las épocas de calefacción y las de refrigeración en las que varía el signo de las aportaciones. En las superficies tales como vidrio, paneles, perfiles, etc. que estén en contacto con el ambiente exterior e interior, el calor se intercambia por radiación y convección entre el ambiente interior y exterior.

En la NBE-CT-79 Condiciones Térmicas de los edificios encontramos distintos tipos de transmisión de calor a través de los cerramientos las cuales són:

Conducción y acumulación: es el modo de transferencia en el que el calor viaja desde una superficie del cerramiento a una temperatura T_1 a otra superficie de temperatura T_2 , inferior a T_1 .

Convección: el intercambio de calor tiene lugar cuando el aire del ambiente se pone en contacto con la superficie de un cerramiento a una temperatura distinta. La convección puede ser libre (natural) o forzada, dependiendo de si interviene alguna fuerza motriz (por ejemplo el viento).

Radiación: es el modo de transmisión entre la superficie del cerramiento y el ambiente mediante la absorción y emisión de energía por ondas electromagnéticas.

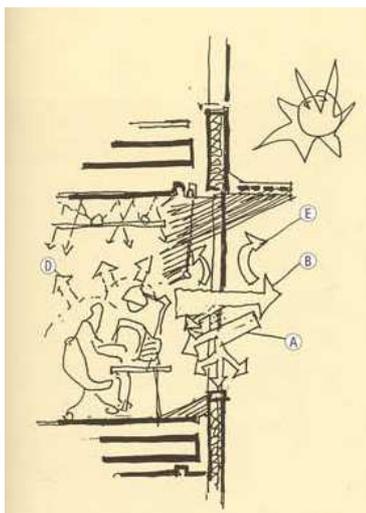


ESQUEMA DE TRANSMISIÓN DEL CALOR A TRAVÉS DE UN CERRAMIENTO

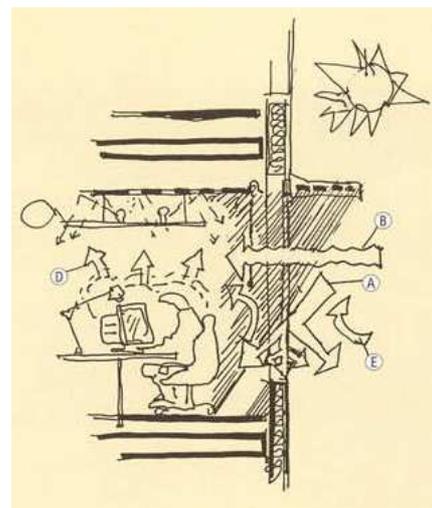
MANUAL DE FACHADAS LIGERAS TECHNAL

Las fachadas ligeras pueden tener numerosos puntos deficientemente aislados, llamados puentes térmicos, es decir, zonas que permiten el flujo de energía calorífica entre el interior y exterior de la estructura, provocando la fuga o ganancia de calor y condensaciones. Se localizan preferentemente en los montantes, travesaños, anclajes y remates, así como en las entregas de las ventanas, y en los acristalamientos si no es el adecuado. La solución consiste en disminuir el coeficiente de transmisión térmica con la utilización de perfiles compuestos, o la inyección de aislantes.

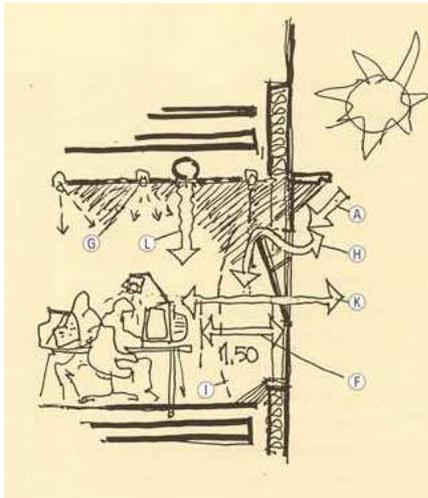
ESQUEMAS DE REVISTA TECTÓNICA: Muros cortina



INTERCAMBIO EN ÉPOCAS DE "CALEFACCIÓN"
DE OCTUBRE A MARZO



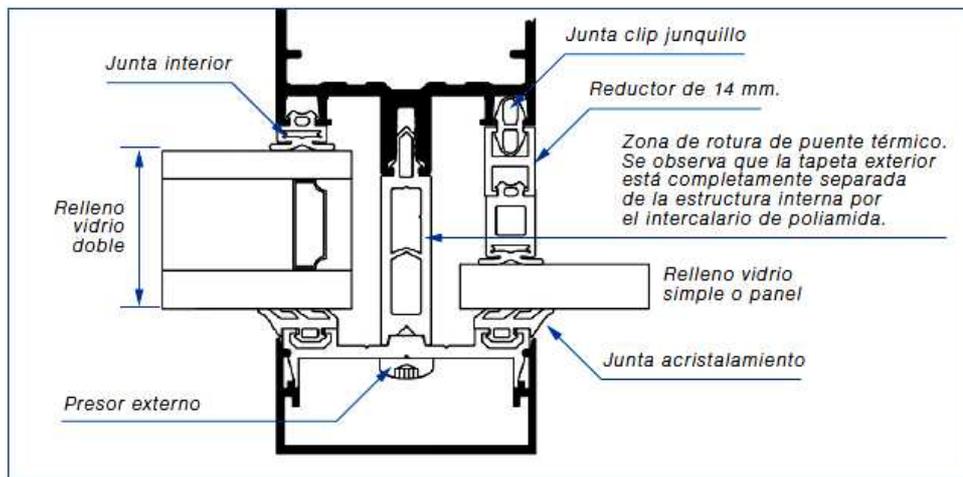
INTERCAMBIO EN ÉPOCAS DE "REFRIGERACIÓN"
DE ABRIL A SEPTIEMBRE



- A. Radiación solar a través del cerramiento; Energía incidente, reflejada, transmitida, absorbida.
- B. Conducción a través del cerramiento.
- D. Cargas interiores por equipos informáticos, iluminación interior, personas,...
- E. Convección.
- F. Zona periférica de la fachada de mayor discomfort.
- G. Zona interior del edificio con mayor uso de iluminación artificial.
- H. Ventilación natural.
- I. Pared fría.
- J. Contaminación acústica.
- K. Iluminación natural, deslumbramiento y vistas interior - exterior.
- L. Velocidad y temperatura del aire climatizado.

INTERCAMBIO A TRAVÉS DE LA FACHADA, QUE ALTERAN LAS CONDICIONES ERGONÓMICAS Y DE CONFORT DEL USUARIO

Se han creado sistemas para evitar el contacto directo entre materiales conductores entre la zona interior y la exterior. Las fachadas ligeras son diseñadas con rotura de puente térmico representando un aumento significativo del ahorro energético y la sensación de confort. Se consigue separando la estructura interna formada por los montantes y travesaños, de los elementos exteriores de sujeción de relleno mediante materiales no conductores del calor.



SISTEMA PARA EVITAR EL CONTACTO DIRECTO ENTRE MATERIALES CONDUCTORES ENTRE LA ZONA INTERIOR Y EXTERIOR. (MANUAL DE FACHADAS LIGERAS TECHNAL)

El muro cortina suele requerir un alto aislamiento por conducción. Esto, que en los primeros diseños fue un aspecto crítico que implicó importantes fracasos en cuanto al balance energético global, está hoy prácticamente resuelto con los diferentes tipos y composiciones de vidrios reflectantes, cámaras de aire, tratamientos con capas de baja emisividad, láminas, etc.

Además, el vidrio no es el único componente del muro cortina que puede controlar las pérdidas o ganancias energéticas, y es notable la incidencia de los paneles aislantes, de la perfilería y, evidentemente, de las combinaciones de aleros, pasarelas, lamas y tejidos de control solar que se incorporen en soluciones complejos.

El problema del aislamiento está resuelto con los vidrios con cámara de aire, mejorados con capas de baja emisividad, con doble cámara o con la inclusión de gases nobles. Además, el problema de reducir las pérdidas de calor por conducción resulta hoy secundario en el espacio del trabajo, debido al aumento generalizado de las aportaciones de energía desde el interior del edificio, con la luz artificial, los equipos informáticos, las máquinas y la ocupación por las personas.

El tema determinante va a ser su comportamiento ante la energía radiada, solar principalmente. Debido al predominio de la superficie acristalada sobre la opaca, el efecto invernadero se manifiesta con una escala inusual, y el edificio se convierte en un acumulador de calor debido a la radiación solar directa.

En algunos climas y épocas del año este efecto puede ser aprovechado o provocado para generar calor, que podemos acumular en los elementos masivos de la construcción (forjados sobre todo), incorporar al flujo de renovación y tratamiento del aire, o conducir voluntariamente a otras zonas del edificio. Pero el aspecto dominante en el diseño suele ser el de minimizar esta aportación térmica.

Las defensas que el muro cortina tiene respecto a este problema vendrán de una orientación adecuada, el empleo de un vidrio opaco a las radiaciones térmicas de origen solar o el recurso a sistemas diferenciados de protección solar. Normalmente recurriremos simultáneamente a todos estos mecanismos.

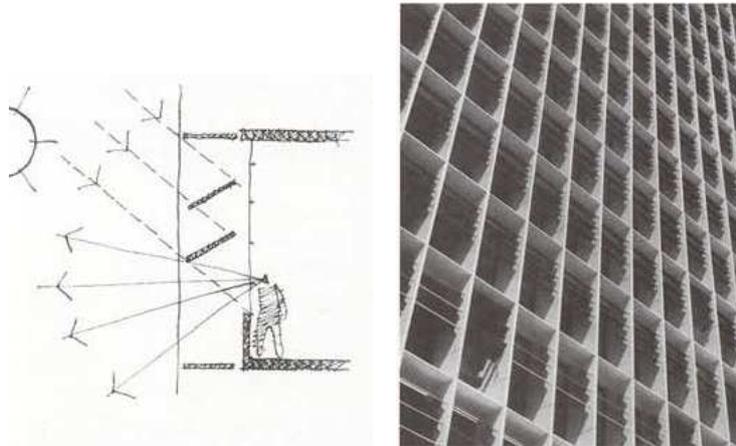
Los vidrios absorbentes y reflectantes pueden reducir las ganancias de calor por radiación, con un coeficiente casi lineal entre factor solar y transmisión luminosa, es decir tanto como reducen la luminosidad, reducen la transmisión al interior de la energía incidente.

Hoy la industria del vidrio dispone de técnicas de aplicación de capas selectivas que tienen permeabilidad diferenciada a las longitudes de onda, de modo que pueden ser más transparentes a las radiaciones luminosas que térmicas.



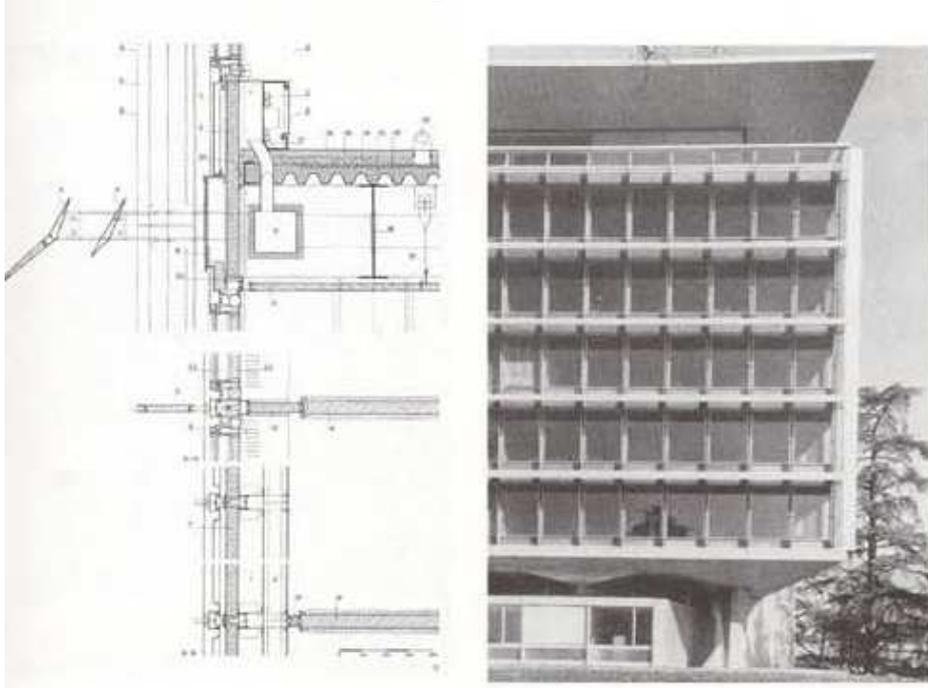
**USO DE VIDRIOS REFLECTANTES Y ABSORBENTES QUE REDUCEN LA RADIACIÓN SOLAR A COSTA DE PERDER LUMINOSIDAD.
Banco Atlántico en Barcelona (mitjans y balcells, 1968)**

Los sistemas de protección clásicos se ubican en el interior del edificio: ligeras cortinas o lamas de diversos materiales, cuya eficacia será muy limitada pues no evitan la trampa térmica. Estuvieron muy generalizados cuando el recurso de la climatización era una solución válida, forzando la potencia del sistema de refrigeración. No pudieron reducir la energía térmica incidente sobre la fachada, hay que buscar diferentes combinaciones que ofrezcan una verdadera protección solar en el exterior del cerramiento, normalmente proyectando sombras sobre el vidrio y acumulando calor para disiparlo al ambiente.



PARASOL DEL MINISTERIO DE RIO (1945)

Las ganancias por insolación del vidrio expuesto (radiación directa) son hasta diez veces mayores que en vidrio en sombra (radiación difusa). El problema de diseño es complicado, por las interferencias que crea con la visión, y las posibles variantes a las diferentes orientaciones y a lo largo del día.



PARASOLES HORIZONTALES Y VERTICALES EN LA SEDE DE LA COMPAÑÍA NESTLÉ EN VEVEY (Tschumi, 1958)

PÉRDIDAS DE CALOR EN INVIERNO

El nuevo CTE limita el coeficiente U de transmitancia térmica de los cerramientos, en función de la zona climática y la orientación del muro. Para más de un 60% de huecos hay que calcular el coeficiente U mediante programas informáticos.

Los muros cortina pueden tener valores de U entre 5 y 0,8 kW/m²K , en función de:

- Tipo de acristalamiento: simple, doble, o doble con cámara intermedia.
- Capas especiales que reducen la conductividad térmica: láminas de baja emisividad (Planitherm), capas blandas, etc
- Empleo de gas (argón) en la cámara del doble acristalamiento
- Baja permeabilidad al aire, combinada con efecto invernadero: muy conveniente en fachadas de doble piel, donde se cierra la cámara intermedia en invierno.

Atención a los puentes térmicos por la posibilidad de que aparezcan condensaciones.

GANACIAS DE CALOR EN VERANO

El coeficiente que mide la ganancia de calor por radiación solar a través de un cerramiento es el factor solar (% de energía radiante que entra, respecto al total que incide). El nuevo CTE define el factor solar mínimo en los huecos en función de la zona climática y la orientación.

En climas fríos interesa un factor solar alto (en torno al 80%), pero en climas cálidos y orientación este / sur / oeste ocurre lo contrario.

Opciones para reducir el factor solar:

- Emplear vidrios muy reflectantes o coloreados en masa (valores de FS hasta el 10%).
Problema: disminuye mucho la TI (transmisión luminosa).
- Emplear vidrios de altas prestaciones: combinan alta TI con bajo FS: ejemplo, 54 / 27%
- Emplear lamas, estores, venecianas exteriores orientables o replegables: la mejor opción

2.2.4. EL AGUA.

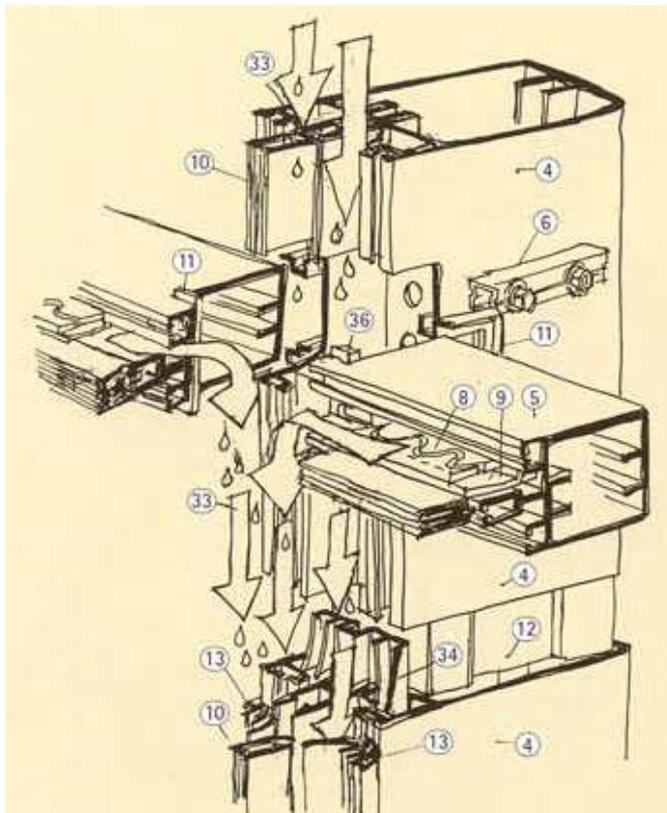
Si el comportamiento frente al agua es un aspecto determinante del diseño de cualquier cerramiento, lo es mucho más en el muro cortina, debido a su reducido espesor característico y a su carácter heterogéneo y discontinuo debido a su gran cantidad de uniones y solapes en los que además se reúnen diversos materiales.

Los componentes del muro cortina suelen ser impermeables de modo que el problema son sus juntas, las del propio bastidor y sobre todo las juntas vidrio-bastidor.

No sólo es importante la cantidad de agua que entra y por dónde sale, sino como se comporta una vez dentro de los perfiles, ya que es posible que sea reenviada al exterior, se drene hacia el sitio previsto por el sistema, se estanque y se seque, o en el peor de los casos, aparezca en el interior del edificio.

Puntos críticos para la estanqueidad de un muro cortina:

- Encuentro entre Travesaño y Montante: Colocación de pieza de goma o sellado en el encuentro (para mantener la barrera estanca)
 - Creación de una cámara intermedia, vertical y horizontal, para la recogida y evacuación del agua infiltrada
 - Ventilación de la cámara intermedia al exterior (ecualización de presiones)
 - Disposición de un punto de salida de agua cada módulo o cada dos plantas



**DRENAJES Y ESCORRENTIAS A TRAVÉS DE CANALES DE LOS PERFILES Y DE LAS JUNTAS
(REVISTA TECTÓNICA: Muros cortina)**

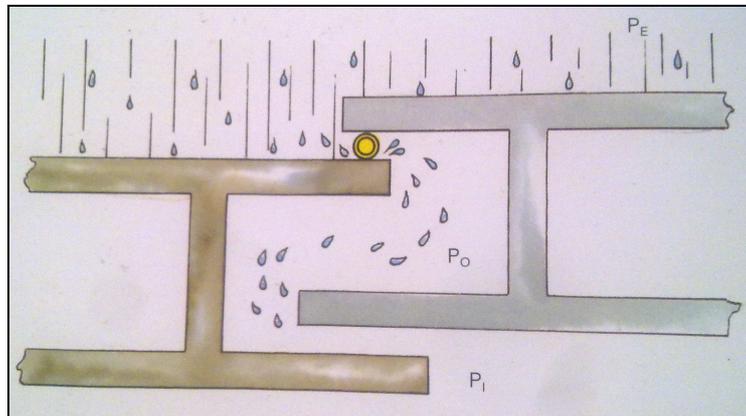
La mayor parte de los desperfectos que se producen en las construcciones son atribuibles a la acción nociva de la humedad. Ésta perjudica la buena conservación de los elementos de la obra y disminuye su protección térmica. La permanencia de la humedad puede producir la destrucción de yesos, enlucidos y estropear moquetas o tapicerías. También pone en peligro metales, maderas y fomenta el desarrollo de gérmenes y de diferentes clases de hongos y moho. En una fachada ligera será misión fundamental conseguir que el agua no se infiltre hasta los espacios interiores.

En las fachadas ligeras, la humedad puede producirse por dos vías distintas:

- humedad procedente de la penetración del agua de lluvia o nieve.
- Humedad que se produce en el edificio por condensación, al enfriarse el aire por debajo de su punto de rocío.

El agua de lluvia, empujada por el viento, acomete contra el cerramiento y se desliza por la superficie exterior.

Cuando alcanza las rendijas de las juntas, tiende a introducirse por efecto de capilaridad y por efecto del gradiente de presión entre P_E y P_O .



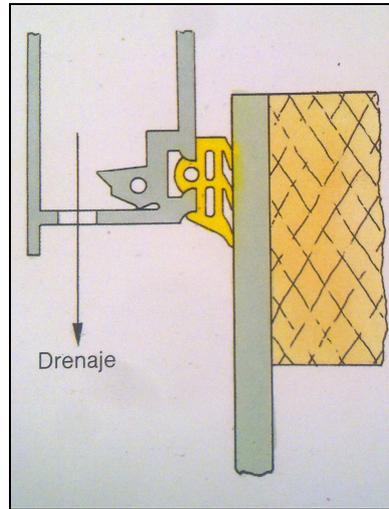
**EFFECTO DE CAPILARIDAD EN JUNTAS
(BIBLIOTECA ATRIUM DE LA HERRERIA)**

Una vez el agua está en la cámara de descompresión, por efecto de los movimientos del aire en ésta, debidos a la permeabilidad al aire, contacta con la guarnición interior, y por capilaridad y gradiente de presión entre P_O y P_I , se introduce en el interior del local.

Para impedir estos efectos se adoptan diversas soluciones. Cerca de las juntas verticales se pueden practicar incisiones, acanaladuras o aletas, y así conseguir que la película de agua que se desliza por la superficie se escurra hacia abajo en lugar de introducirse en la junta. De igual forma podemos proteger las juntas horizontales por medio de vierteaguas.

Para eliminar el fenómeno de capilaridad hay que dejar una holgura suficiente (unos 3 mm) entre los bordes de la junta que no admita la formación de lentes de agua. De esta manera también queda compensada la presión exterior P_E y con la intermedia P_O . La guarnición interior debe ser continua en todo su perímetro, con la finalidad de evitar hilillos de aire localizados y veloces que pueden proyectar gotitas de agua al interior. La forma de la guarnición ha de estudiarse teniendo presentes las deformaciones que sufre por efecto del tiempo.

Algunas formas de guarnición, como por ejemplo las secciones de ventosa, provocan fenómenos de depresión localizada, que facilitan el cebado de la capilaridad.

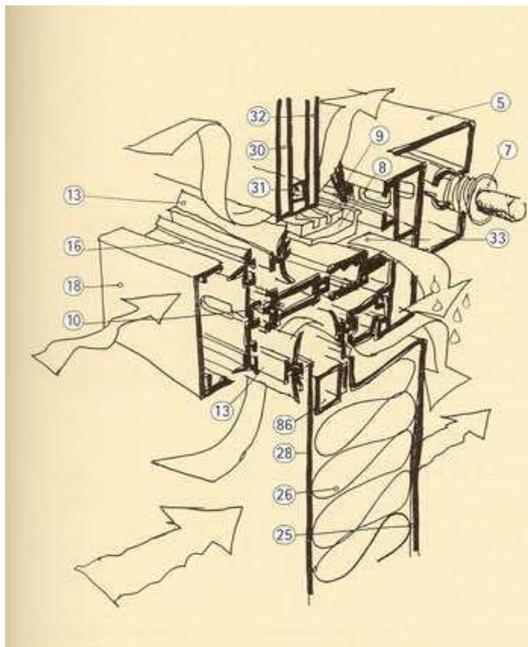


**SECCIÓN DE VENTOSA
(BIBLIOTECA ATRIUM DE LA HERRERIA)**

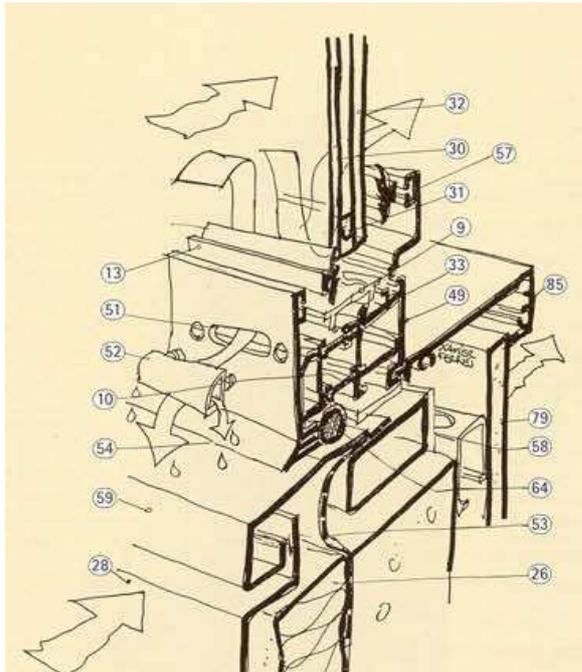
Estas precauciones pueden no ser suficientes y entonces habrá que practicar surcos o nervaduras en la cámara con la finalidad de que escurran el agua hacia los puntos de evacuación.

Para el caso de la unión del muro cortina con los elementos practicables, el sistema que puede resultar mas eficaz es el de la junta central, que permite la entrada de agua hasta la primera cámara para su posterior drenaje a través de unos orificios.

Los elementos practicables deberán disponer de vierteaguas con la suficiente inclinación para que alejen el agua de las superficies, debiendo sobresalir de ellas e incluir, además goterones que faciliten esta expulsión.



**ELEMENTOS DE ESTANQUEIDAD AL AIRE Y AL AGUA CON UN SISTEMA CLÁSICO DE MURO CORTINA CON TAPETA, ACRISTALAMIENTO DE VISIÓN Y PANEL AISLANTE DE CHAPA
(REVISTA TECTÓNICA: Muros cortina)**

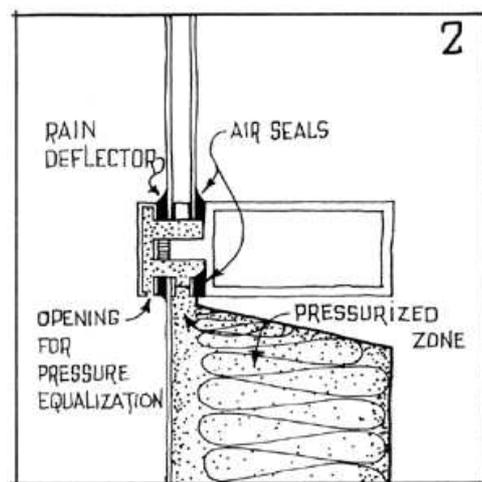
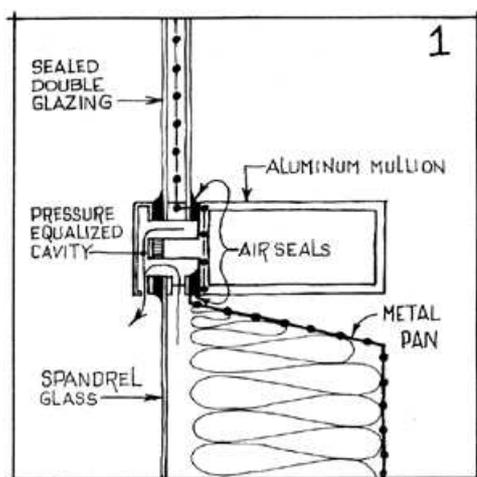


ELEMENTOS DE ESTANQUEIDAD AL AIRE Y AL AGUA CON UN SISTEMA DE CERRAMIENTO ACRISTALADO, ACOPLADO A MURO DE OBRA DE FÁBRICA DOBLADO CON CHAPA.
(REVISTA TECTÓNICA: Muros cortina)

En resumen:

Principio de la pantalla de lluvia: el agua únicamente atraviesa un cerramiento cuando se dan tres factores simultáneamente: presencia de agua, existencia de una discontinuidad o apertura, y acción de una fuerza que empuja al agua a entrar. Esta fuerza suele ser el viento, la diferencia de presiones, la gravedad, la capilaridad o la tensión superficial.

Si conseguimos anular uno de estos tres factores el agua no entrará.





Criterio de diseño: eliminar las fuerzas que empujan el agua, mediante la combinación de:

- Junta abierta al exterior
- Cámara ecualizada con la presión exterior (de recogida de agua y evacuación por gravedad)
- Goterón (diseño que se ayuda de la gravedad para evitar la entrada de agua)
- Barrera estanca interior (que asegura la continuidad de las diferencia de presiones entre el interior y el exterior)
- Recogida y evacuación del agua que acceda a la cámara intermedia

2.2.5. PROTECCIÓN CONTRA EL FUEGO.

La seguridad contra el fuego tiene una incidencia cada día más importante en el diseño de los edificios sea cual sea su uso, y es prioritario establecer desde el comienzo del proyecto una estrategia global de protección, en la que el cerramiento ocupa un papel determinante.

Es frecuente que la adecuación a las normativas de protección lleguen a invalidar los diseños si no se han considerado desde el comienzo. En los últimos años son cada vez más restrictivos, y tanto los ámbitos de aplicación como el grado de protección han aumentado, y los complejos sistemas y materiales que se deben emplear para una correcta solución llegan a gobernar el diseño de la fachada.

Un primer problema es la necesidad de dividir el edificio en sectores de incendio independientes, para evitar la propagación del fuego en vertical y en horizontal, y la fachada juega aquí un papel importante, pues el fuego se desplaza especialmente donde encuentra aire fresco para la combustión.

Casi todos los materiales ligeros típicos del muro cortina funden y rompen a temperaturas relativamente bajas – el aluminio se licúa a 800°, y a 400° ya no tiene capacidad portante, y el vidrio a 150° se desmorona – y por tanto no son materiales adecuados para sectorizar.

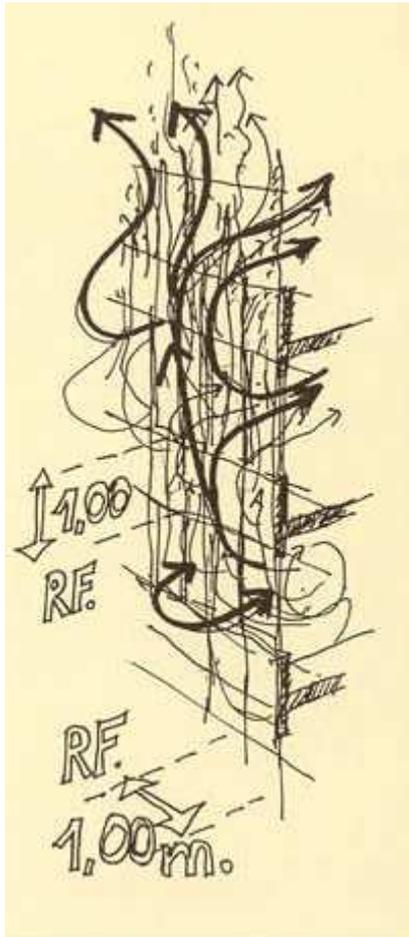
El problema se resuelve con un tramo de cerramiento diferenciado, el conocido “metro” de resistencia al fuego – la mitad que el necesario para el forjado o cerramiento vertical interior – con materiales adecuados como placas de fibrosilicatos, aislantes térmicos, chapas y perfiles de acero, etc, siempre fijados al forjado y no a la retícula de aluminio.

El otro punto crítico es la discontinuidad del forjado hasta el plano de la fachada, que debe tratarse con los mismos materiales de protección que el paramento vertical.

Hay soluciones particulares de fachada que se han ensayado en laboratorio y resuelto con éxito mediante la utilización de rociadores que, en caso de incendio, rebajan la temperatura del plano del vidrio y de sus soportes y con ello retardan el avance de las llamas y también del humo, el otro gran problema.

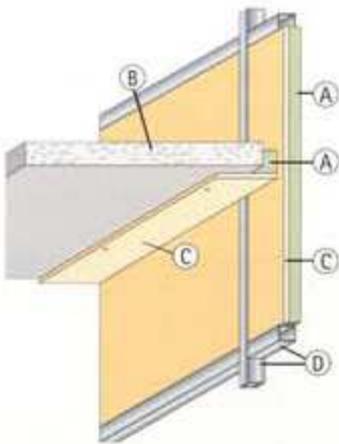
Las vías de evacuación de las personas desde el interior del edificio pueden plantearse en muchos casos como núcleos de comunicaciones exteriores al espacio habitable, mediante galerías, escaleras o rampas que tendrán que diseñarse como recintos protegidos. Si son ligeras, con paneles o acristalamientos resistentes al fuego, en la mayoría de casos requerirán ensayos en laboratorio.

También se resuelven a través del cerramiento los accesos del personal de extinción y rescate al interior del edificio. Hay que considerar la influencia de los volúmenes y alturas para este acceso, especialmente en los puntos más alejados de la calle y en los patios y fachadas posteriores. Normalmente serán necesarios uno o más accesos en cada nivel del edificio, y no sólo en planta baja, lo que requiere módulos practicables con perfilerías vistas y señalizados, claramente diferenciados en su construcción al resto del cerramiento.



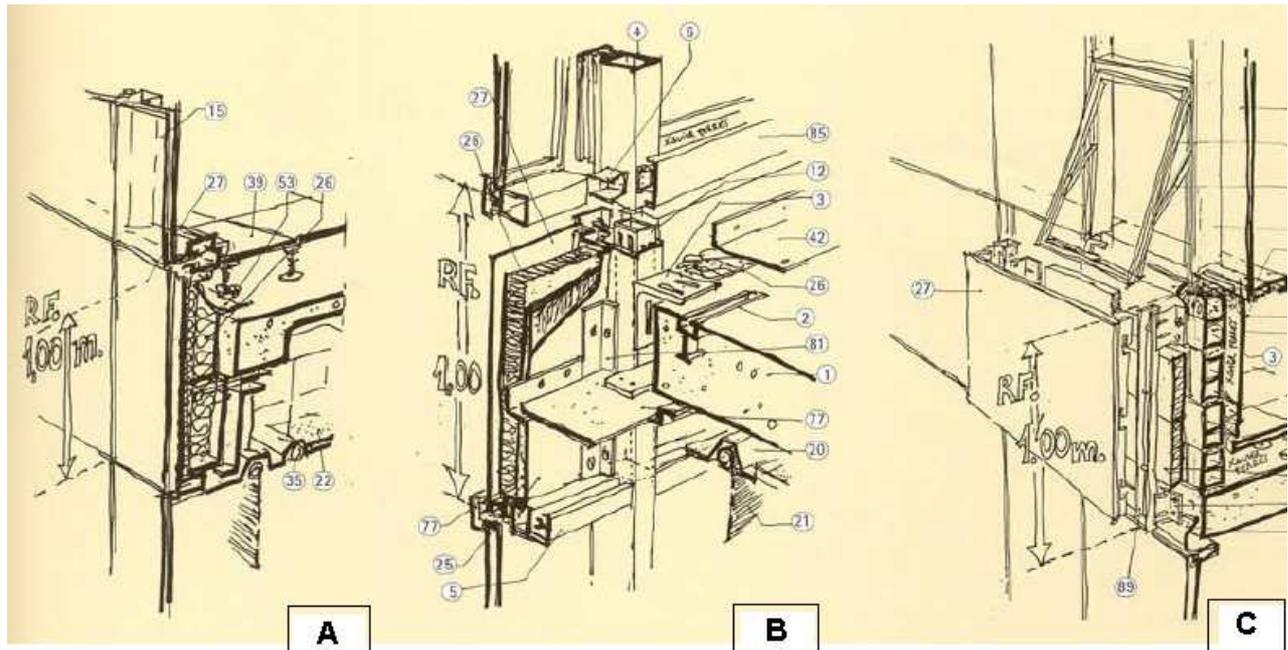
LA SECTORIZACIÓN DE INCENDIOS.
PROTECCIÓN EN LA ZONA DE 1,00 m EN EL ENCUENTRO FORJADO
FACHADA.

(REVISTA TECTÓNICA: Muros cortina)



ES MUY IMPORTANTE ASEGURAR LA FIJACIÓN DE LA ESTRUCTURA (B) Y NO AL CERRAMIENTO (D), DE LOS ELEMENTOS QUE EVITAN LA PROPAGACIÓN DEL FUEGO POR LA FACHADA. EL SELLADO ENTRE EL FORJADO Y EL MURO CORTINA ES UN PUNTO CRÍTICO. PARA ELLO EMPLEAREMOS MATERIALES COMO LANA DE ROCA (A) O PANELES ANTIFUEGO ESPECÍFICOS (C).

(REVISTA TECTÓNICA: Muros cortina)



A - CORTAFUEGOS ACOPLADO AL FORJADO. CANTO DEL FORJADO Y DESCUELGO MEDIANTE PLACAS DE FIBROSILICATOS, BORRA DE LANA DE ROCA Y SOPORTES METÁLICOS.

B - CORTAFUEGOS INTEGRADO EN EL PANEL DEL MURO CORTINA, MEDIANTE PLACAS DE FIBROSILICATOS, BORRA DE LANA DE ROCA Y SOPORTES EN LA MECHA DEL MAINEL, FIJADOS A FORJADO A TRAVÉS DEL ANCLAJE.

C - CORTAFUEGOS CONVENCIONAL DE OBRA DE FÁBRICA SOBRE EL FORJADO Y PANEL EXTERIOR VENTILADO.

(REVISTA TECTÓNICA: Muros cortina)

Con independencia de las prescripciones a las que deben satisfacer en cada país conforme a sus normas este tipo de fachadas deben satisfacer de una manera general, por su constitución y su emplazamiento en la construcción, las reglas siguientes, en caso de principio de incendio en los locales de lo que constituyan una de las paredes o cerramientos.

- Los materiales que formen el muro cortina o los gases combustibles que éstos puedan desprender, no deben favorecer, ni directa ni indirectamente, ni el desarrollo ni la propagación del fuego.
- La fachada ligera no debe producir gases tóxicos, o simplemente nocivos, en cantidad peligrosa.
- La elevación de temperatura o la combustión de la fachada no deben provocar proyecciones peligrosas de materiales, en especial hacia el exterior.
- Los muros cortina no deben constituir un riesgo grave de transmisión del fuego al piso superior.

2.2.6. LUZ Y VISIÓN

Desde el punto de vista de las prestaciones, la principal razón de ser del muro cortina es evidentemente aumentar al máximo la iluminación natural y la contemplación del paisaje, y desde sus inicios es la transparencia de este nuevo cerramiento la que justifica su empleo.

El primer problema será que el cerramiento es también transparente a las radiaciones térmicas – como hemos visto – pero la transparencia luminosa también plantea otros problemas. Si en los diseños pioneros el objetivo de la luminosidad bastaba, hoy nos preocupan más las condiciones de bienestar: luz y visión tienen que ser reguladas.

Un primer objetivo general sería lograr unas condiciones de iluminación uniformes en amplias zonas del edificio, o la minimización de la luz artificial, lo que implica una proporción razonable entre altura de fachada y fondo edificado. A esta relación atienden característicamente los edificios del Movimiento Moderno, pero la construcción contemporánea ha superado ampliamente ese umbral, y en muchos edificios en altura la fachada acristalada es poco más que un horizonte para el usuario. Además, con el empleo de vidrios de control solar reflectantes y de baja transmitancia, el nivel de iluminación adecuado se tiene que obtener casi exclusivamente con luz artificial.



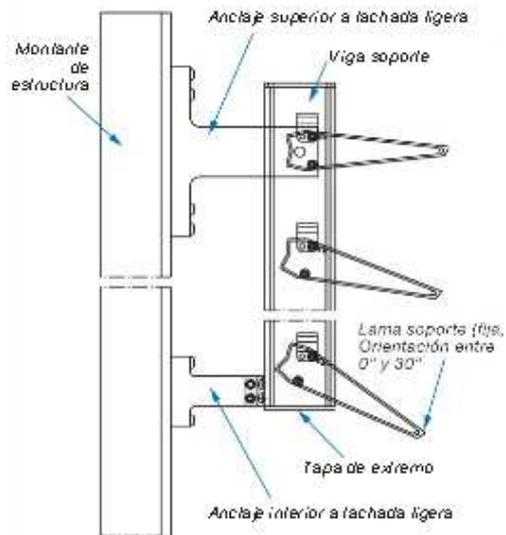
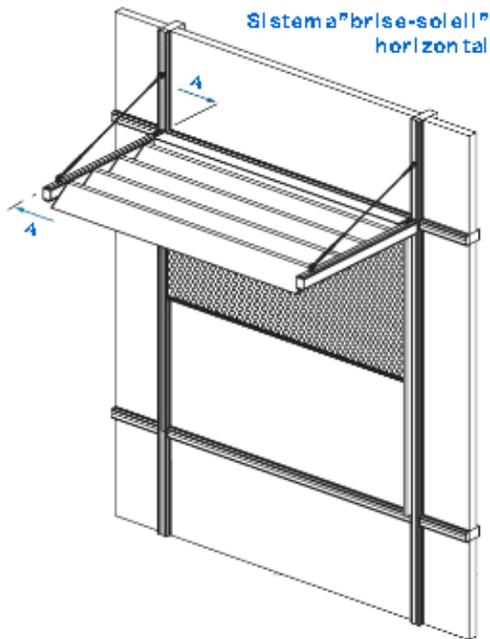
**TRATAMIENTO SUPERFICIAL DEL VIDRIO. MUSEO O EN NAGANO (K. SEJIMAY R. NISHIZAWA, 1999)
(REVISTA TECTÓNICA: Muros cortina)**

También los brillos, contrastes, deslumbramientos o luminosidad excesivos pueden ser perjudiciales para determinadas actividades. Son muchas las estrategias posibles para controlar las propiedades ópticas del cerramiento, tales como tratamientos superficiales del vidrio, o reflectores y filtros opacos o traslúcidos tanto en el interior como en el exterior, que permitan una iluminación difusa y modulada.

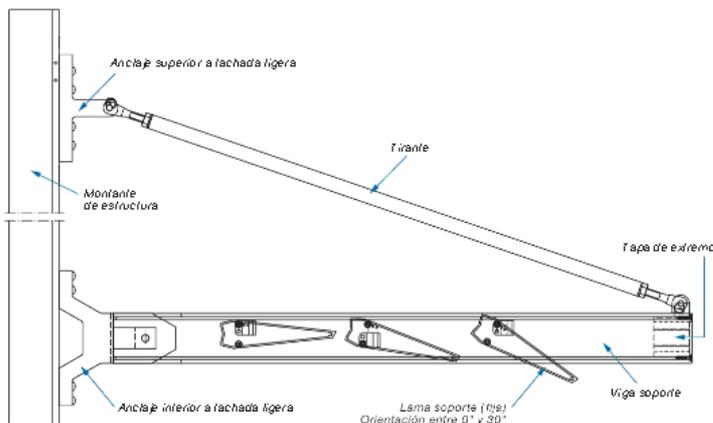
También hay diferentes elementos adicionales de protección que procuran disminuir el flujo de radiación solar directa incidente sobre la superficie acristalada, y no impiden la visibilidad desde el interior ni la iluminación natural del exterior:

- Protecciones interiores: cortinas, persianas, cortinas reflejantes, etc. pero tienen una eficacia térmica limitada.
- Vidrios especiales: tal y como se explica posteriormente, hay vidrios especiales absorbentes, reflectantes, de control solar, etc. todos ellos diseñados para limitar buena parte de la energía radiante solar. Los vidrios con multicapas metálicas son una buena solución.

Protecciones exteriores: reciben el nombre de parasoles o bien "brise-soleil". Son dispositivos fijos o móviles, exteriores al plano de fachada y susceptibles de proyectar sombras. Otras protecciones solares exteriores pueden ser "screens" o cortinas.



DETALLE LAMAS DE PROTECCIÓN



SECCIÓN A-A (SISTEMA "BRISE-SOLELL")

(MANUAL DE FACHADAS LIGERAS TECHNAL)

En todo caso, los beneficios de la luz natural superan con mucho sus inconvenientes, y una adecuada planificación de su combinación con la artificial nos permitirá ahorrar energía y conseguir que el usuario pueda participar y manipular el ambiente, las vistas del entorno y desde el entorno, de día o de noche o a lo largo del año. Este será un claro exponente de la calidad de la obra.



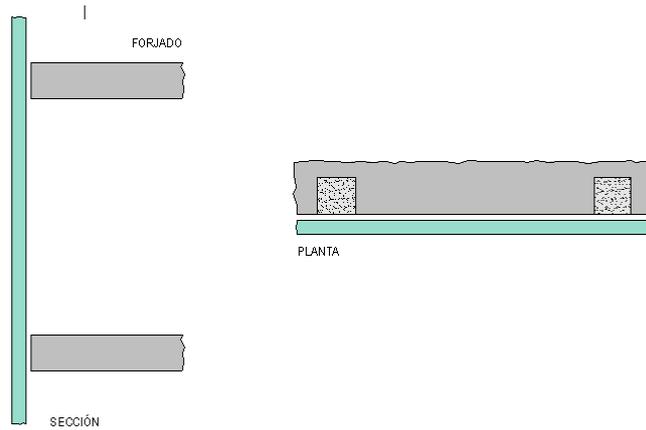
**EJEMPLO DE MECANISMOS QUE SE INCORPORAN EN LOS DISEÑOS DE PANELES DE J. PROUVÉ.
EDIFICIO EN LA PLAZA DE MOZART, PARIS 1954.
(REVISTA TECTÓNICA: Muros cortina)**

2.3. CLASIFICACIÓN DE LOS MUROS CORTINA SEGÚN LA U.E.A.t.c.

Clasificación según la U.E.A.t.c (Unión Européenne pour l'Agrément Technique dans la construction)

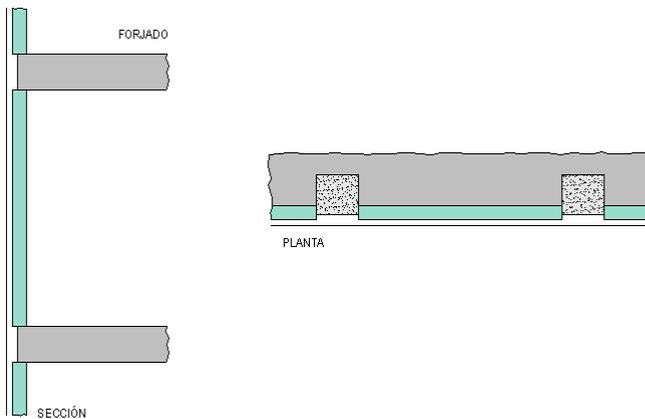
Muros cortina en conjunto:

- Muro continuo en toda la fachada.



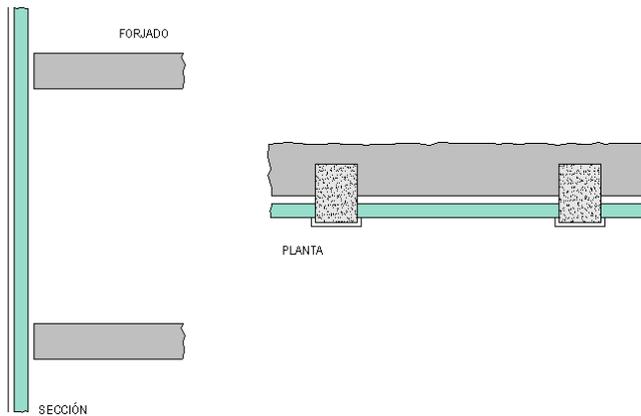
(BIBLIOTECA ATRIUM DE LA HERRERIA)

- Falso muro cortina continuo en toda la fachada también llamado fachada semicortina.



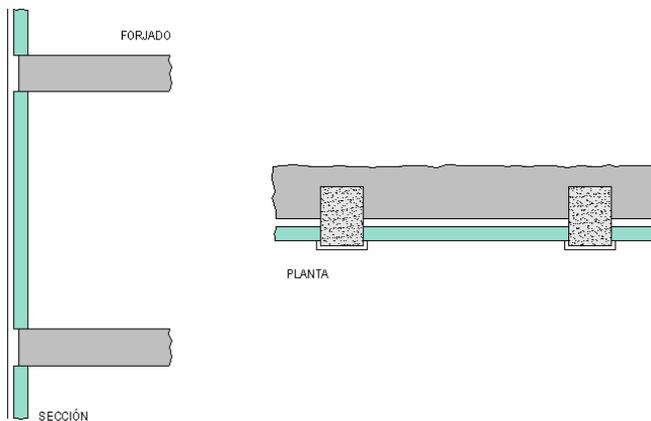
(BIBLIOTECA ATRIUM DE LA HERRERIA)

- Muro cortina encajado verticalmente.



(BIBLIOTECA ATRIUM DE LA HERRERIA)

- Falso muro cortina encajado verticalmente.



(BIBLIOTECA ATRIUM DE LA HERRERIA)

2.3.1. Clasificación de acuerdo a sus elementos:

- Antepecho de cortina.



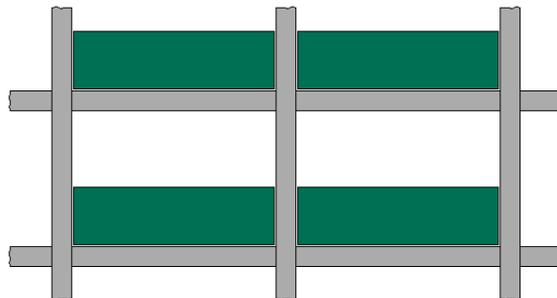
(BIBLIOTECA ATRIUM DE LA HERRERIA)

- Antepecho semicortina.



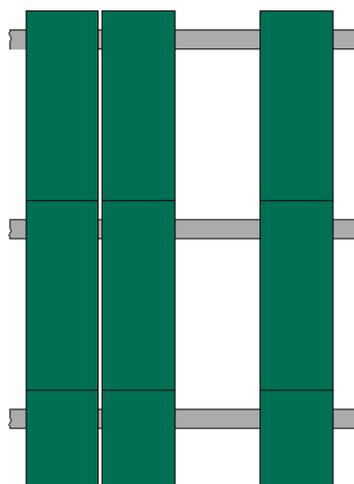
(BIBLIOTECA ATRIUM DE LA HERRERIA)

- Antepecho encajado.



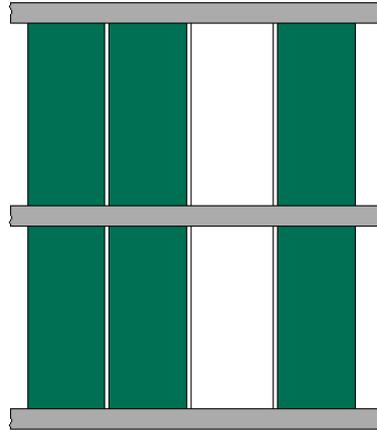
(BIBLIOTECA ATRIUM DE LA HERRERIA)

- Entrepañó cortina.



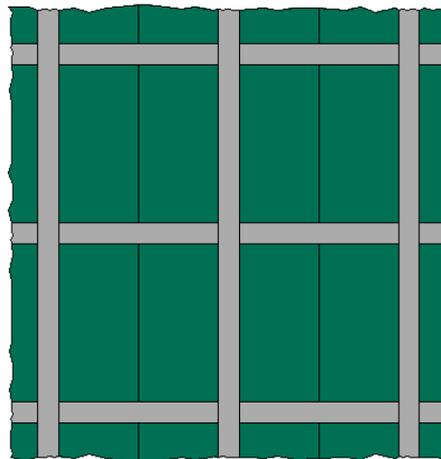
(BIBLIOTECA ATRIUM DE LA HERRERIA)

- Entrepaño semicortina.



(BIBLIOTECA ATRIUM DE LA HERRERIA)

- Entrepaño encajado.



(BIBLIOTECA ATRIUM DE LA HERRERIA)

2.3.2. Clasificación de acuerdo a su expresión plástica:

Por lo general se considera al muro cortina en su conjunto sin separar sus partes componentes, según sea la estructura principal del edificio y de acuerdo al predominio de líneas horizontales o verticales de fachada; por ello suele darse la siguiente clasificación referida a la expresión plástica:

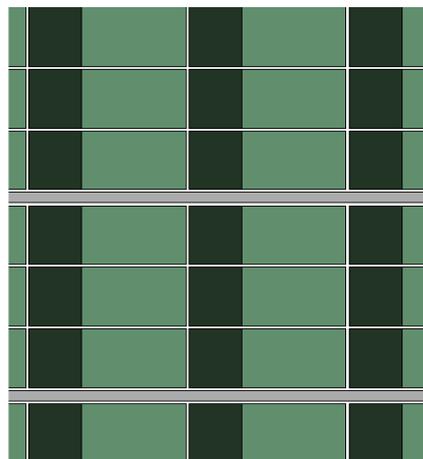
2.1.2.1. Estructura vista:

- Forjados: líneas horizontales. Con esta disposición, al acentuarse las líneas horizontales, el edificio da sensación de mayor longitud. Es la expresión típica de las fachadas panel.



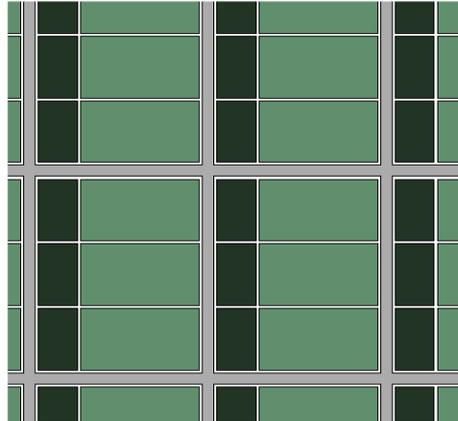
(BIBLIOTECA ATRIUM DE LA HERRERIA)

- Soportes: líneas verticales dominantes. Al contrario del caso anterior, el edificio parece tener mayor altura, al acusarse las líneas verticales.



(BIBLIOTECA ATRIUM DE LA HERRERIA)

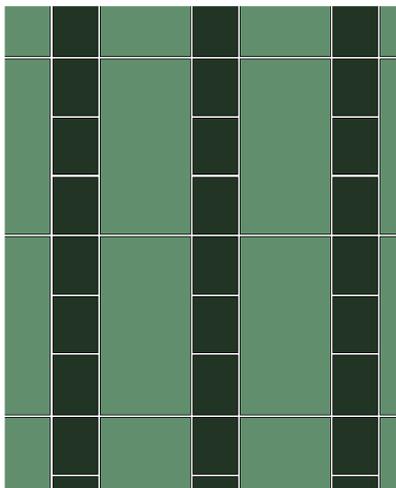
- Forjados y soportes: disposición en enrejado.



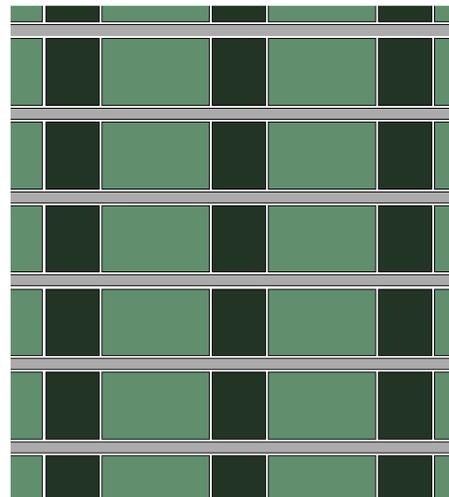
(BIBLIOTECA ATRIUM DE LA HERRERIA)

2.1.2.2. Estructura oculta:

- Líneas horizontales dominantes.

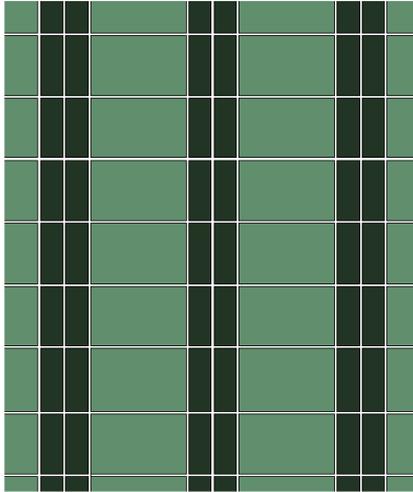


- Líneas verticales dominantes

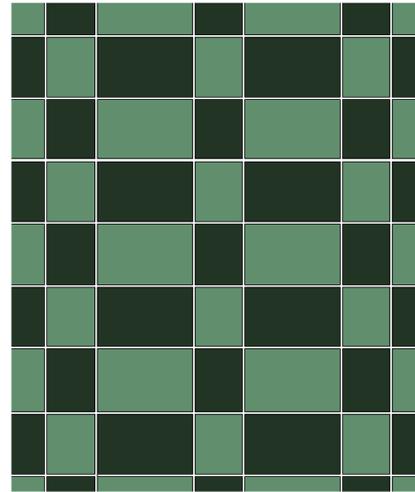


(BIBLIOTECA ATRIUM DE LA HERRERIA)

- Ninguna línea dominante.

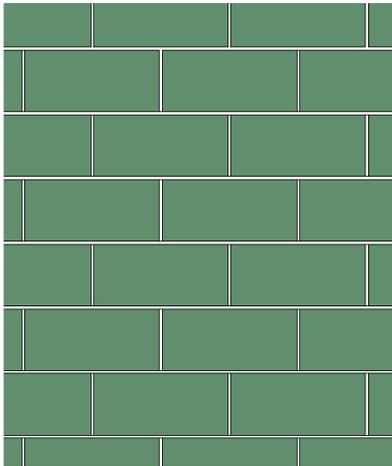


- No presenta elementos lineales



(BIBLIOTECA ATRIUM DE LA HERRERIA)

- Fachada ciega.



(BIBLIOTECA ATRIUM DE LA HERRERIA)

2.4. TIPOS CONSTRUCTIVOS DE MUROS CORTINA.

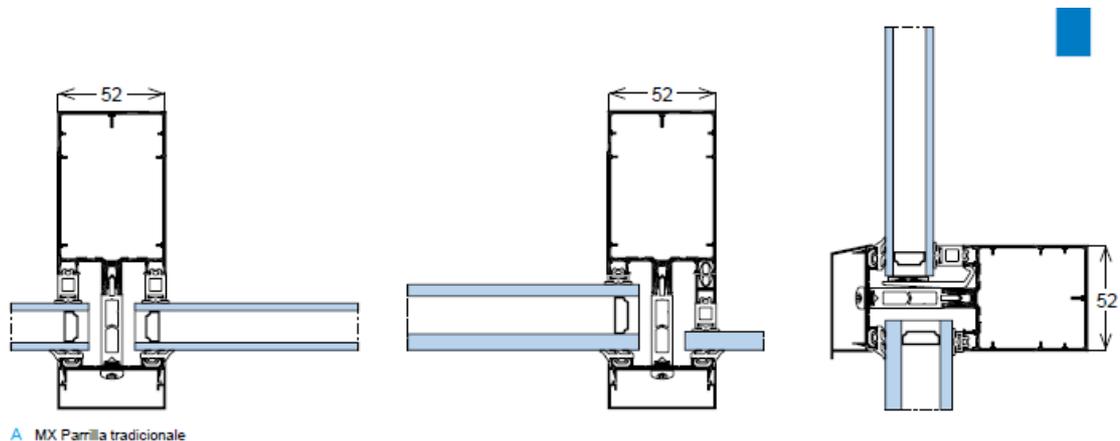
2.4.1. Muros cortina de módulos (parrilla)

Con esta opción se pueden realizar múltiples soluciones, diferentes a las demás, según la modularidad y los perfiles elegidos. Se caracteriza por formar módulos marcados (marca las líneas horizontales y verticales) por las tapas exteriores que pueden ser distintas profundidades o colores permitiendo la creación de ritmos distintos.

Se puede conseguir un aspecto "cuadro" combinando juntas EPDM o perfiles de aluminio clipados sobre tapas verticales y horizontales. La ranura de cada perfil de estructura permite recibir otros elementos como tabiques, columnas, cables...



(Manual de fachadas ligeras techal)



(Manual de fachadas ligeras techal)



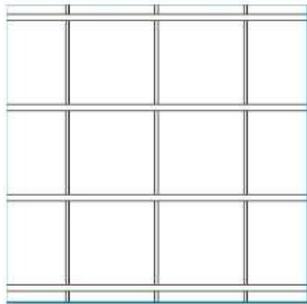
Catálogo technal



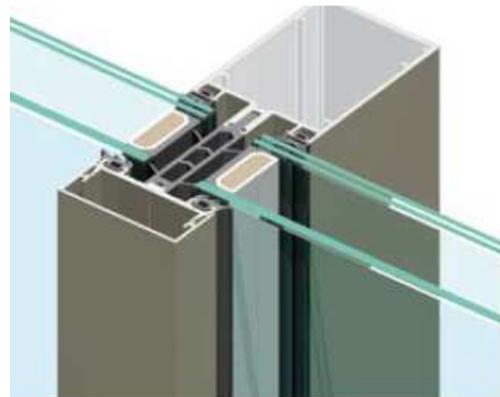
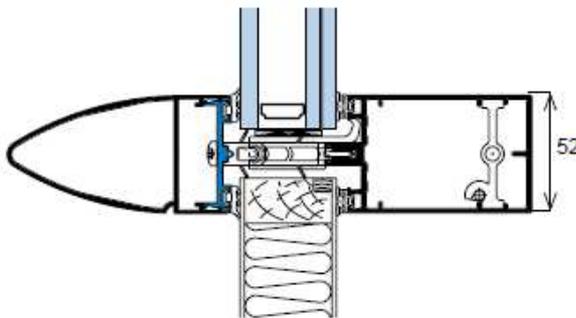
(www.aluminiosdelnorteeva.com)

2.4.2. Muros cortina de trama horizontal.

La utilización de perfiles, de gran sección, combinando con juntas verticales muy poco marcadas, crea un mayor protagonismo de sus líneas horizontales que fragmentan la imagen reflejada y da un aspecto longitudinal al edificio.

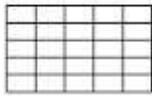


El aspecto trama horizontal se logra a través de tapas clipadas a la estructura del edificio por medio de piezas puntuales de poliamida, las cuales aseguran la ruptura térmica al suprimir el contacto entre la tapa y la estructura.

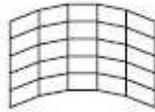


(Manual de fachadas ligeras technal)

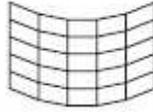
- Applications / Applications / Aplicaciones



Mur vertical droit
Vertical curtain wall
Fachada vertical recta

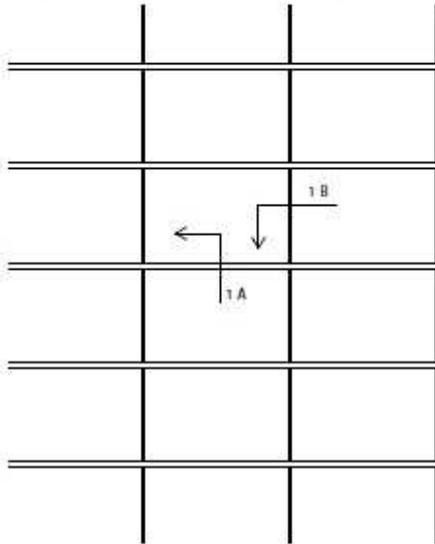


A pans coupés rentrants (angle maxi : 10°)
Concave contoured curtain wall (max. angle: 10°)
Fachada cóncava (ángulo max.: 10°)

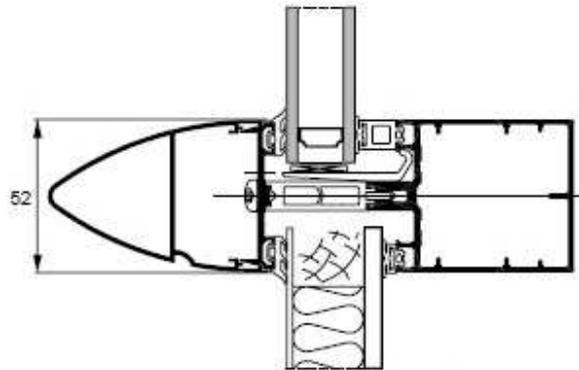


A pans coupés sortants (angle maxi : 10°)
Convex contoured curtain wall (max. angle: 10°)
Fachada convexa (ángulo max.: 10°)

- Elévation / Elevation / Elevación

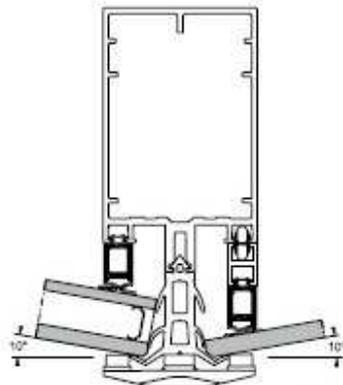


Echelle 1:2 / Scale 1:2 / Escala 1:2

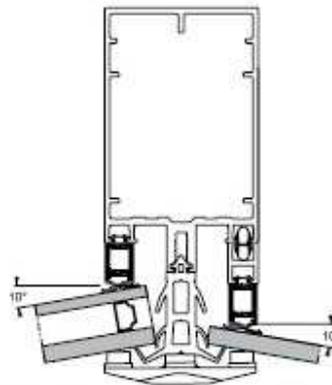


Coupe verticale 1A
Vertical cross section
Corte vertical

Angles sortants
Concave angles
Ángulos cóncavos



Angles rentrants
Convex angles
Ángulos convexos



Coupes horizontales 1B
Horizontal cross sections / Cortes horizontales

FICHA TÉCNICA DE MURO CORTINA TRAMA HORIZONTAL OBTENIDA DEL CATÁLOGO TECHNAL.

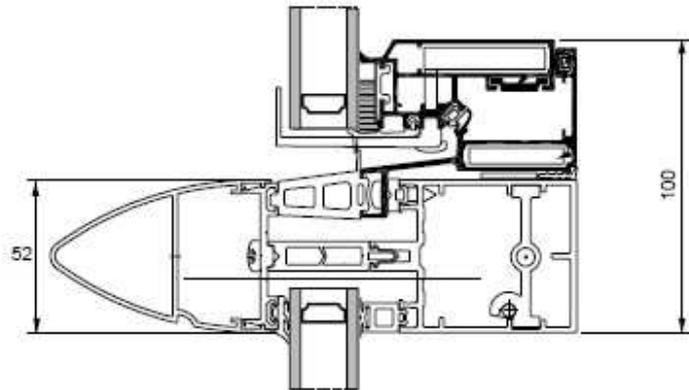
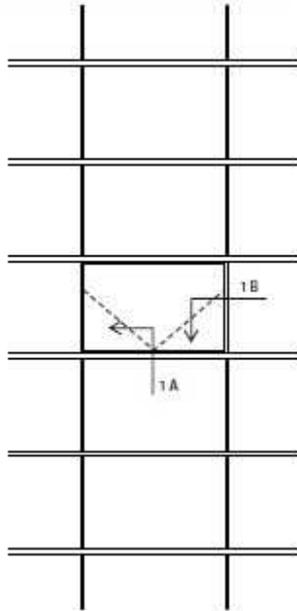
- Applications / Applications / Aplicaciones



Intégration châssis à l'italienne
Top-hung vent integration
Integración de ventana italiana

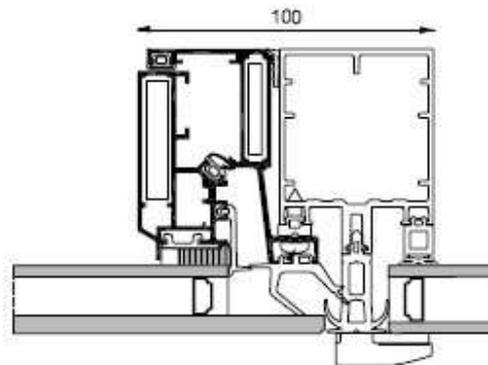
Echelle 1:2 / Scale 1:2 / Escala 1:2

- Elévation / Elevation / Elevación



Coupe verticale 1A
Vertical cross section
Corte vertical

Coupe horizontale 1B
Horizontal cross section
Corte horizontal



FICHA TÉCNICA DE MURO CORTINA TRAMA HORIZONTAL CON VENTANA ITALIANA OBTENIDA DEL CATÁLOGO TECHNAL.



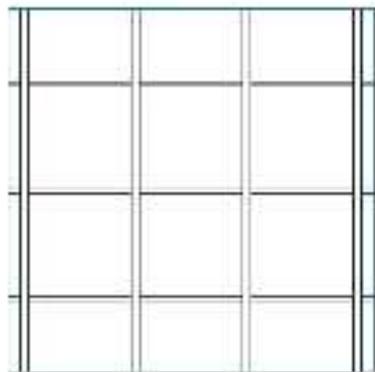
(Manual de fachadas ligeras technal)



Edificio de tecnologías avanzadas bluenet- Isla de la Cartuja. Sevilla

2.4.3. Muros cortina de trama vertical.

Tiene la misma finalidad que la trama horizontal, pero a diferencia se resaltan las líneas verticales creando una sensación de esbeltez.

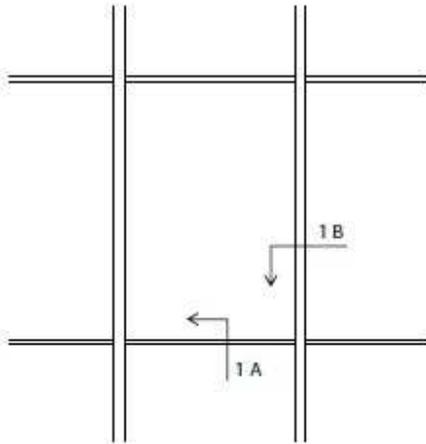


(Manual de fachadas ligeras technal)

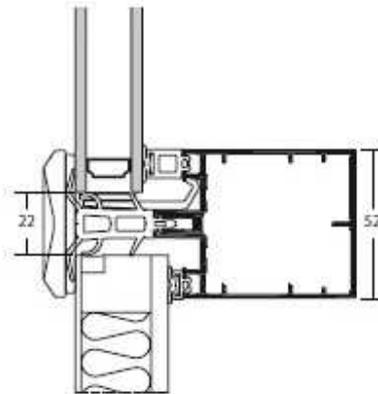
- Applications / Applications / Aplicaciones



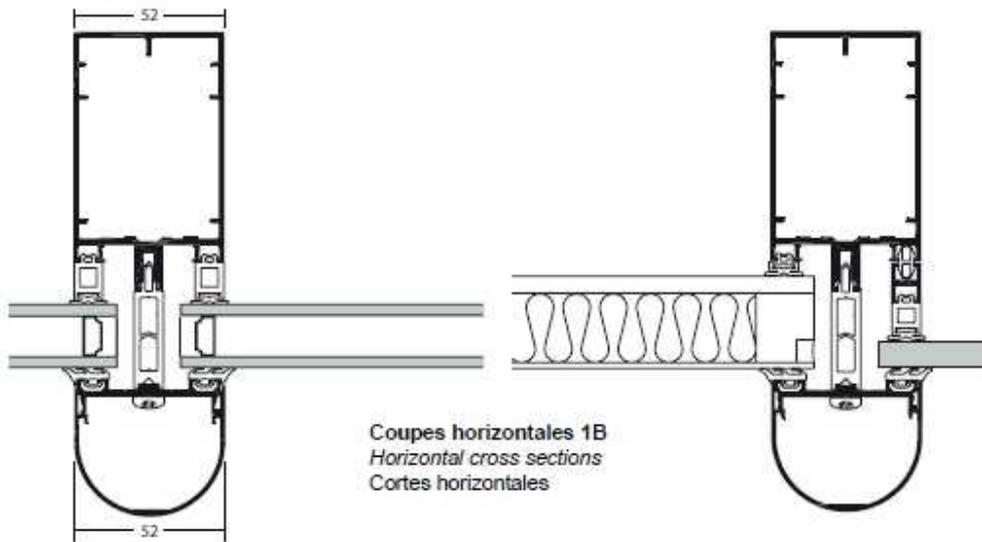
- Elévation / Elevation / Elevación



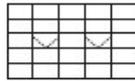
Coupe verticale 1A
Vertical cross section
Corte vertical



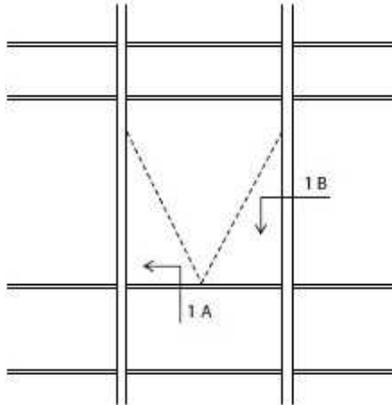
- Echelle 1:2 / Scale 1:2 / Escala 1:2



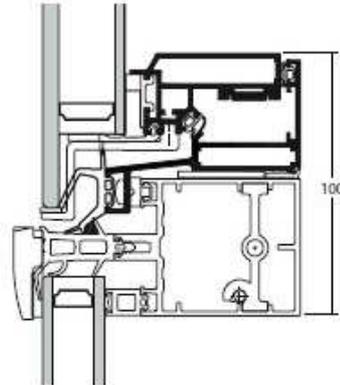
FICHA TÉCNICA DE MURO CORTINA TRAMA VERTICAL OBTENIDA DEL CATÁLOGO TECHNAL.



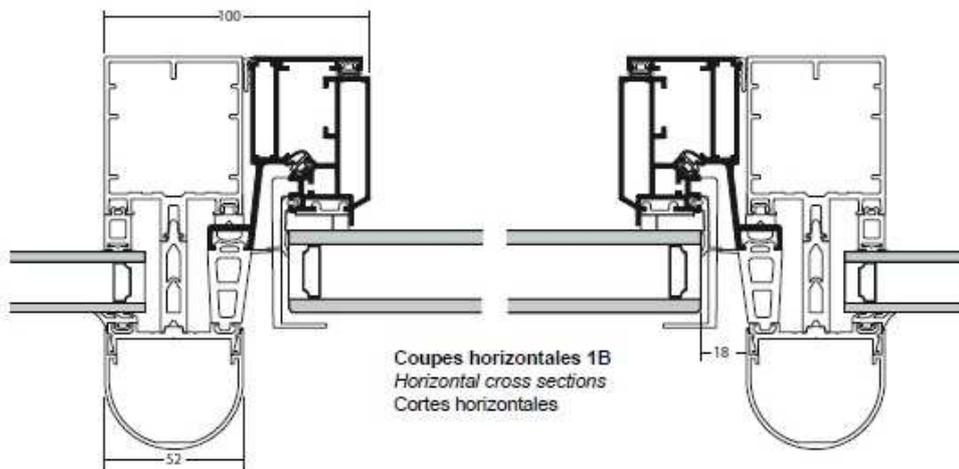
- *Élévation / Elevation / Elevación*



*Coupe verticale 1A
Vertical cross section
Corte vertical*



- *Echelle 1:2 / Scale 1:2 / Escala 1:2*



*Coupes horizontales 1B
Horizontal cross sections
Cortes horizontales*

FICHA TÉCNICA DE MURO CORTINA TRAMA VERTICAL CON VENTANA ITALIANA, OBTENIDA DEL CATÁLOGO TECHNAL.



**Muro cortina de trama vertical
(Sistemas de carpintería y fachadas STRUGAL 2, S.L)**

2.4.4. Muros cortina de silicona estructural.

La constante investigación en la técnica de las fachadas ligeras y el avance en el conocimiento de los materiales de alta adherencia han permitido la aparición de nuevos sistemas de cerramientos claramente diferenciados de los anteriores.

Este es el caso del sistema de silicona estructural o vidrio estructural (structural glazing). Este sistema es el más novedoso de la actualidad. Consiste en eliminar de la cara externa de la fachada el elemento de sujeción del relleno (contratapa o presor), para evitar líneas marcadas de fachada y consiguiendo una superficie total de vidrio.

Para ello, el vidrio se fija a una estructura (generalmente de aluminio anodizado a través de procesos de calidad muy exigentes), independiente de la estructura de la fachada, y mediante siliconas de características especiales (resistentes a rayos UV...), obteniendo así módulos prefabricados que posteriormente cerrarán la fachada.

Se pueden incorporar ventanas (proyectantes al exterior o practicables al interior) que por el exterior carecen de resaltes impidiendo distinguir los módulos practicables de los fijos ya que su apariencia es idéntica al tratarse de sistemas de ocultación de la perfiles de base.

El peso del vidrio queda soportado por los calzos de acristalamiento, tal y como se puede observar en la siguiente figura, para evitar que la silicona trabaje a cortadura; de manera que la función de esta es evitar el desprendimiento debido a acciones perpendiculares a la superficie del vidrio, como la presión o succión del viento (a tracción).

La Norma Europea EN 13022-1 hace referencia solo al sistema de silicona estructural empleado con perfiles de aluminio anodizado o bien sobre otros perfiles metálicos conformes con los requisitos determinados en dichas normativas. Tampoco abarca ciertas clases de vidrio (vidrios impresos, vidrio plano armado, serigrafiados, etc.).

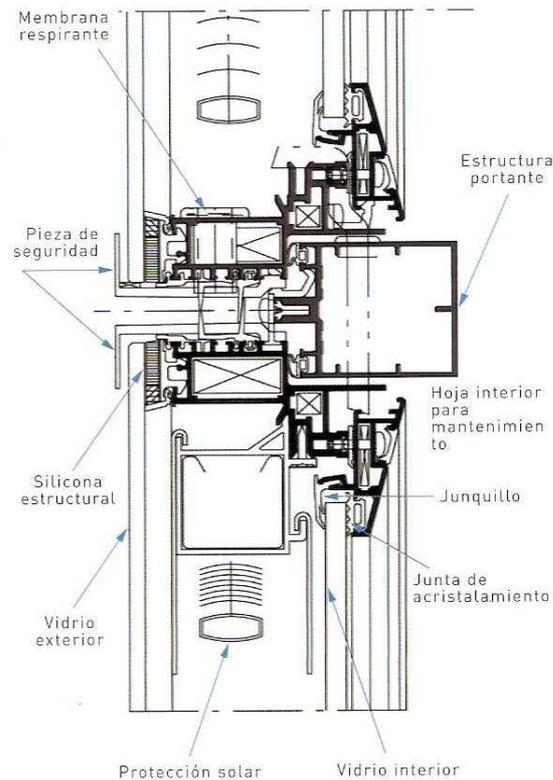
Esta nueva generación de muro cortina, al carecer de fijaciones por el exterior, no presenta los inconvenientes de otros sistemas que disponen de marcos exteriores semiocultos o pernos que se producen grandes tensiones en los acristalamientos. Por efecto de variaciones climatológicas y de dilataciones de los elementos componentes puede producirse la rotura del acristalamiento.

Por lo tanto este tipo de sistema tendrán las siguientes ventajas:

1. **Mayor aislamiento térmico** porque, tanto el vidrio como los sellantes de silicona son peores conductores del calor que los metales.
2. **Mayor insonorización**, pues el soporte elástico de los acristalamientos produce un menor paso de los ruidos y vibraciones al interior del edificio.
3. **Mayor estanqueidad contra la lluvia**, que supera a los acristalamientos convencionales.
4. **Ahorro económico**, porque el montaje de estas fachadas es más rápido.

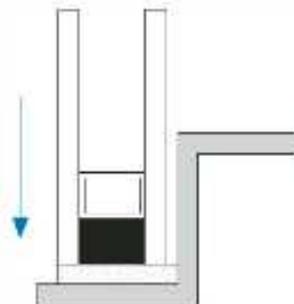
MONTAJE DE LOS MUROS DE SILICONA ESTRUCTURAL.

El sistema consiste en unos elementos verticales (montantes) y unos elementos horizontales (travesaños), que dan origen a una retícula, en la cual se fijan por medios mecánicos unos marcos sobre los cuales se ha dispuesto previamente un acristalamiento, mediante una silicona especial. Este acristalamiento puede ser fijo o practicable, con lo que se tiene opción a ventilar el edificio y limpiar la fachada sin necesidad de tener que disponer de elementos exteriores.



SECCIÓN TIPO (MANUAL DE FACHADAS LIGERAS TECHNAL)

Como seguridad complementaria, el acristalamiento va apoyado por su parte inferior en unas piezas de aluminio con el mismo diseño que la junta de estanqueidad, con lo cual no se observa ninguna discontinuidad y se evita que la silicona estructural trabaje a cortadura por la acción del peso del acristalamiento, de manera que la función de ésta es evitar el desprendimiento debido a acciones perpendiculares a la superficie del vidrio, como la presión o succión del viento (a tracción).



Calzos de acristalamiento para evitar que la silicona trabaje a cortadura.

(MANUAL DE FACHADAS LIGERAS TECHNAL)

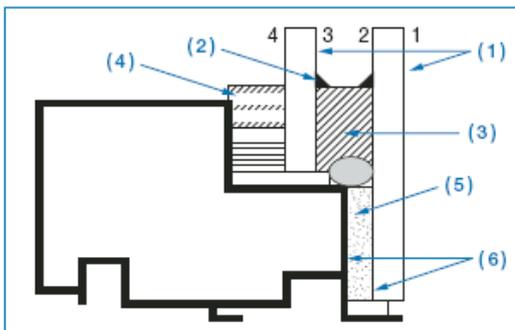
Como variante, en casos sometidos a fuertes cargas de viento o grandes luces, se efectúa un sistema mixto, dotando al vidrio estructural de un sistema de seguridad mediante la incorporación de elementos adicionales de fijación que se sitúan en el entercalarío del acristalamiento o por su parte exterior. La parte más importante y la que debe ser controlada más exhaustivamente es la que concierne a la fijación del acristalado a los marcos perimetrales que sirven de soporte, ya que ésta se efectúa por adherencia únicamente y la integridad de la fachada depende de la bondad de unión del acristalamiento y la redícula autoportante. Debe tenerse presente la importancia de la base sobre la que se aplica la silicona ya que no es lo mismo aplicarla sobre una base lacada, y se deberá exigir a la empresa suministradora que efectúa la unión del marco de aluminio y el vidrio un certificado que garantice la rigidez de esta unión y su inalterabilidad en el transcurso del tiempo.

Si esta unión se efectúa con silicona estructural de dos componentes, debe exigirse a la empresa suministradora los datos más significativos del elemento base, del elemento sellante y del catalizador, así como el tiempo de fraguado.

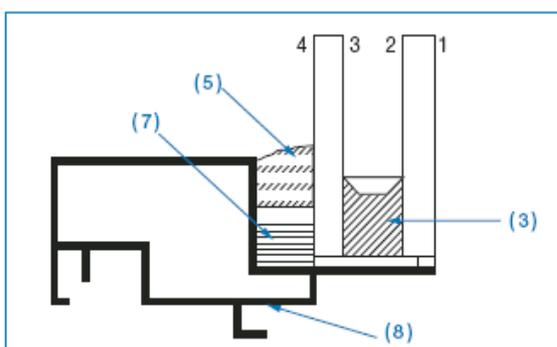
Las juntas de apoyo de los vidrios a los marcos perimetrales son de silicona extruida, con lo que se garantiza una fiabilidad extrema en lo que se refiere al aspecto dimensional, dureza, inalterabilidad a los agentes atmosféricos y compatibilidad con los medios sellantes.

Las juntas que van dispuestas al exterior y han de estar sujetas a agresiones de tipo convencional, suciedad, lluvia, esfuerzos mecánicos, etc. son de EPDM (etileno-propileno-dieno-monómero).

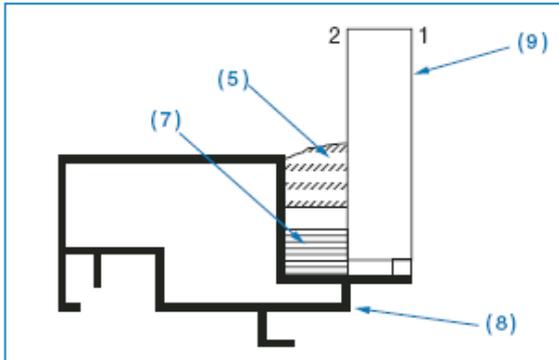
Tipos de sellado Según la norma EN 13022:



Caso 1: vidrio con cámara.
La silicona se aplica en la cara interior del vidrio exterior (cara 2), ya que el vidrio va decalado.



Caso 2: vidrio con cámara.
La silicona se aplica en la cara 4.



Caso 3: vidrio laminado.

El cordón de silicona se aplica en la cara 2

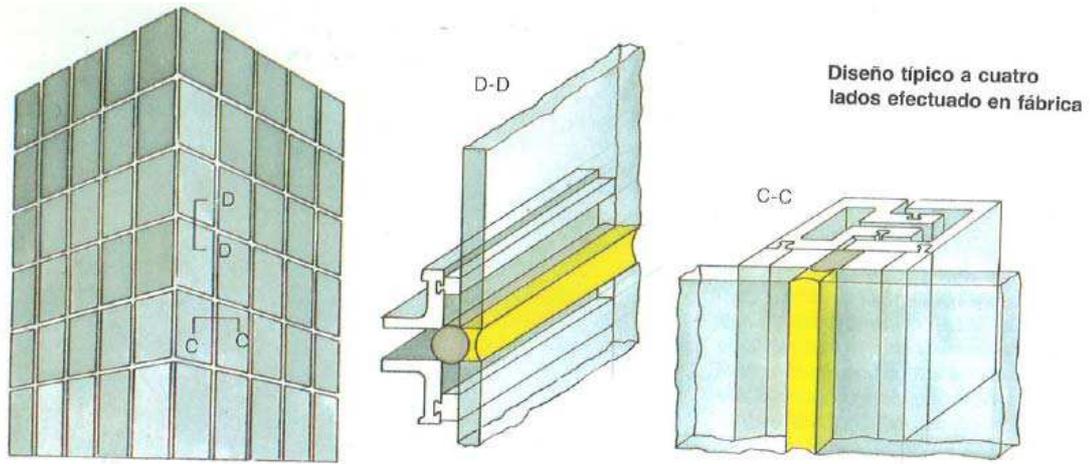
Terminología

1	Vidrio de cámara
2	Intercalario + sello primario
3	Sello secundario o sellado del doble acristalamiento
4	Sellado de estanquidad
5	Cordón de silicona estructural
6	Superficie de adhesión
7	Distanciador y cordón de estanquidad
8	Perfil de aluminio
9	Vidrio laminado

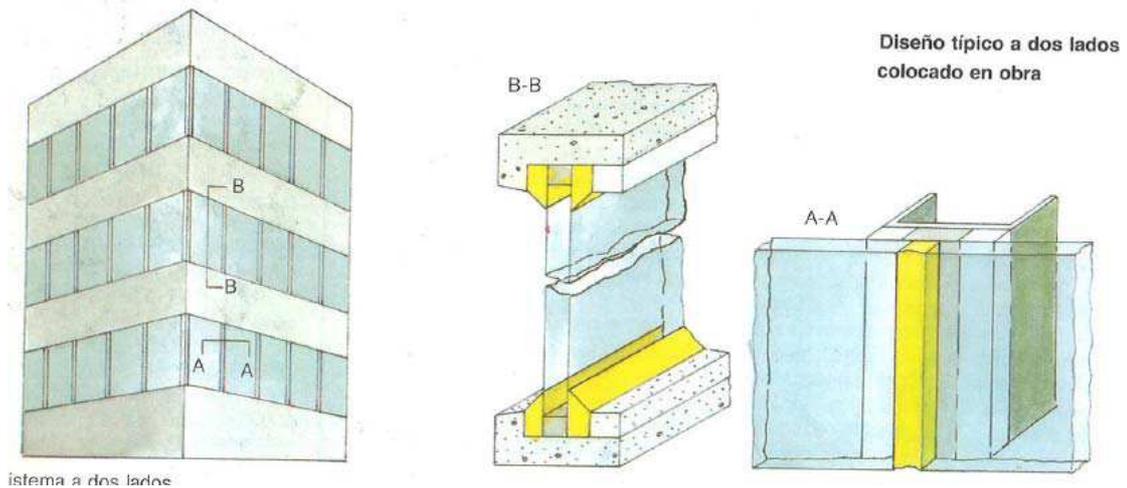
Tipos de acristalamiento exterior encolado.

Como variante del vidrio estructural integral a cuatro lados, existe otro tipo conocido como *Butt Joint*, en el cual las partes superior e inferior del acristalamiento van introducidas en unos galces como en un muro cortina tradicional y los laterales del vidrio van a testa. En este sistema, a diferencia del anterior, la colocación y el encolado del acristalamiento pueden efectuarse directamente en obra, ya que el vidrio queda fijado a la estructura del muro cortina.

El acristalamiento estructural por cuatro lados usa sellante de silicona para adherir los cuatro lados de la ventana o panel a la estructura. En el sistema estructural por dos lados, las juntas verticales son adheridas a la estructura soporte con sellantes de silicona, y las juntas horizontales son soportadas mecánicamente.



SISTEMA DE VIDRIO ESTRUCTURAL A CUATRO LADOS. (BIBLIOTECA ATRIUM DE LA HERRERIA)

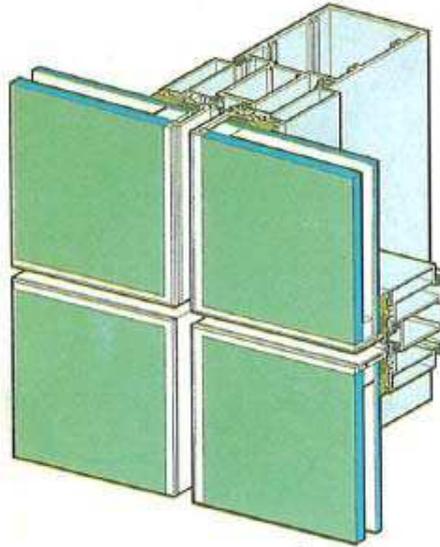


SISTEMA DE VIDRIO ESTRUCTURAL A CUATRO LADOS. (BIBLIOTECA ATRIUM DE LA HERRERIA)

Los diseños correctamente calculados, especificados y fabricados en acristalamiento estructural soportan la flexión, tracción, compresión, tensión de cortadura por efecto térmico y movimiento continuo. Este rendimiento, junto con las posibilidades de diseño, aislamiento, longevidad y facilidad de mantenimiento hacen del acristalamiento estructural una excelente solución arquitectónica.

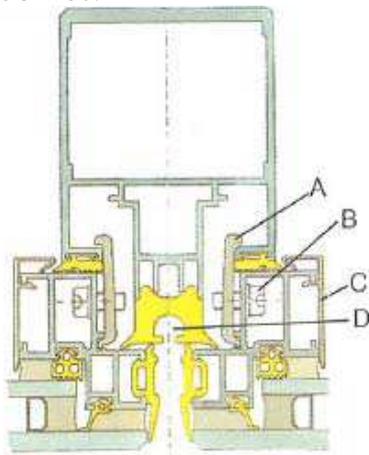
Secciones de muros cortina de silicona estructural.

- Sección típica de muro cortina de silicona estructural

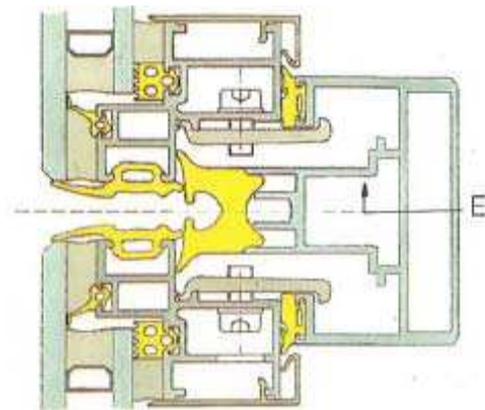


(BIBLIOTECA ATRIUM DE LA HERRERIA)

En la sección horizontal de la figura de abajo puede observarse un buen sistema de unión entre los marcos acristalados y los montantes. Al colocar el marco, la pieza metálica A se mueve libremente. Al apretar el tornillo B, la pieza A encaja con el galce del montante y queda fuertemente fijada de una manera rápida y cómoda. La tapeta C cubre posteriormente el perfil. También podemos observar un eficaz conjunto de gomas que asegura la estanqueidad por seis puntos.



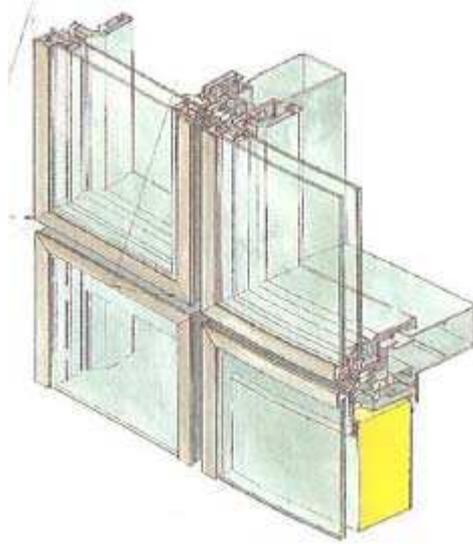
Sección horizontal
(BIBLIOTECA ATRIUM DE LA HERRERIA)



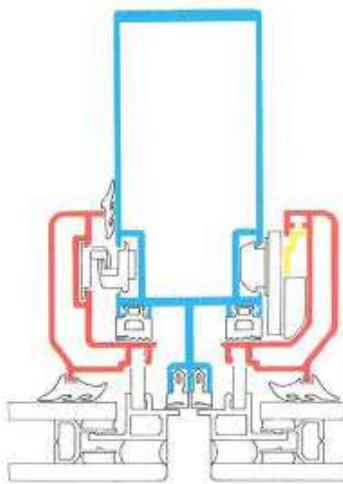
Sección vertical
(BIBLIOTECA ATRIUM DE LA HERRERIA)

En la sección horizontal se realiza el mismo procedimiento anterior. En 2 o 3 puntos de la goma E se sustituye ésta por una pieza metálica con su misma forma que evita que la silicona trabaje por esfuerzos de cortadura.

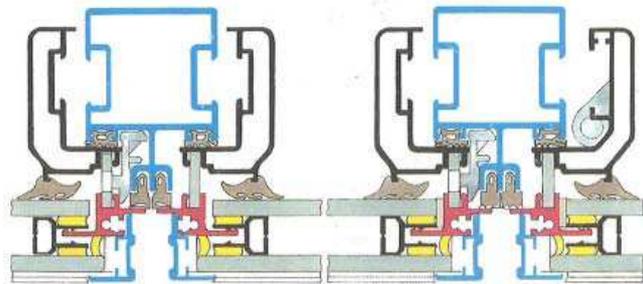
- Sección de muro cortina de silicona estructural con marco de refuerzo exterior.



(BIBLIOTECA ATRIUM DE LA HERRERIA)



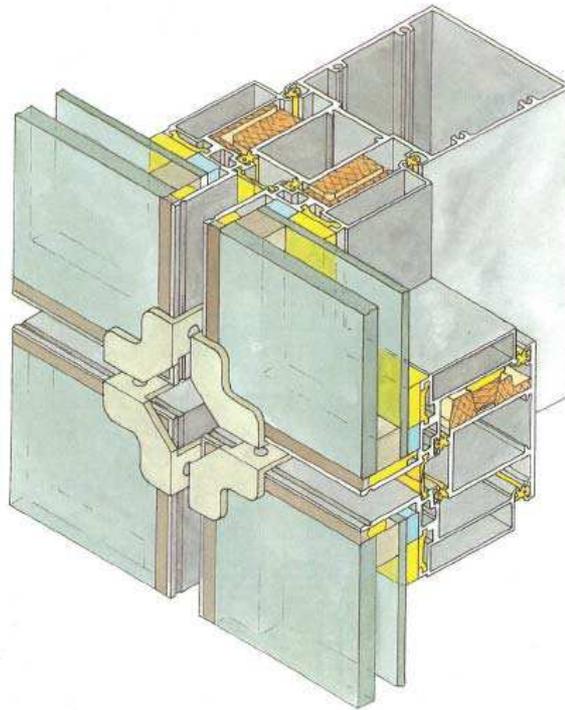
Travesaño.
Sección horizontal mixta.



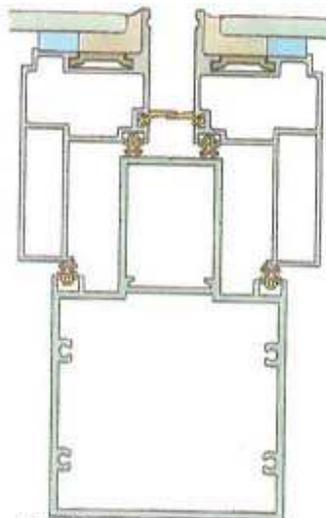
Travesaño.
Sección vertical mixta.

(BIBLIOTECA ATRIUM DE LA HERRERIA)

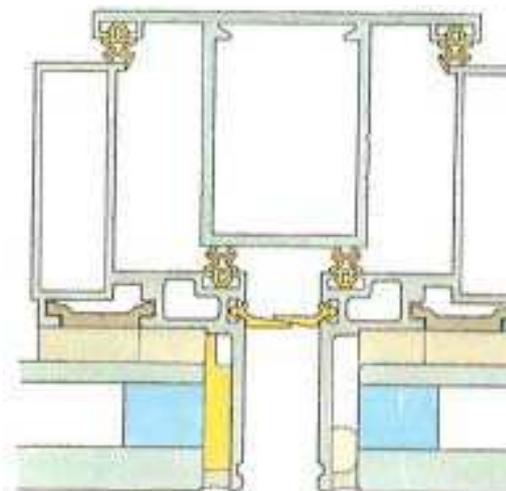
- Muro cortina de silicona estructural, con piezas cantoneras de seguridad.



(BIBLIOTECA ATRIUM DE LA HERRERIA)



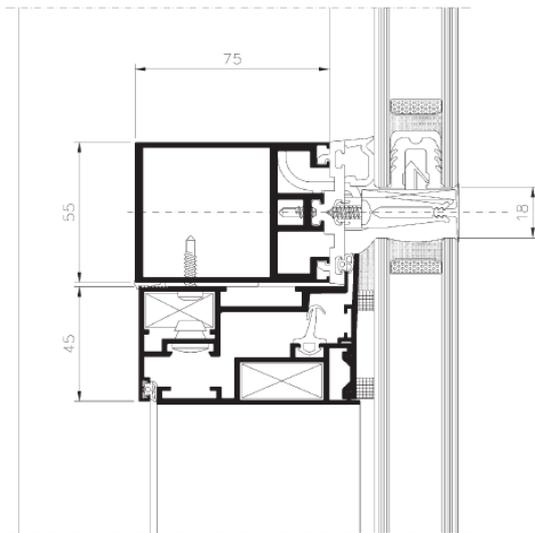
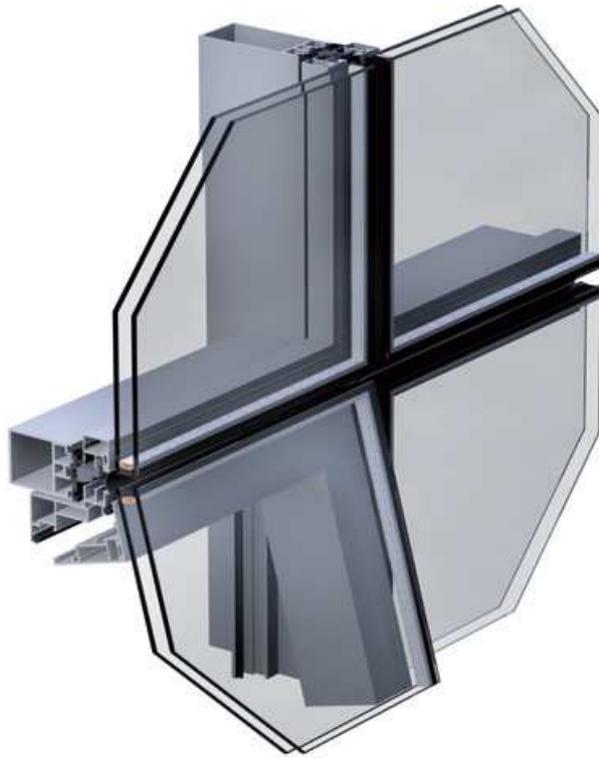
Montante.
Sección horizontal fija.



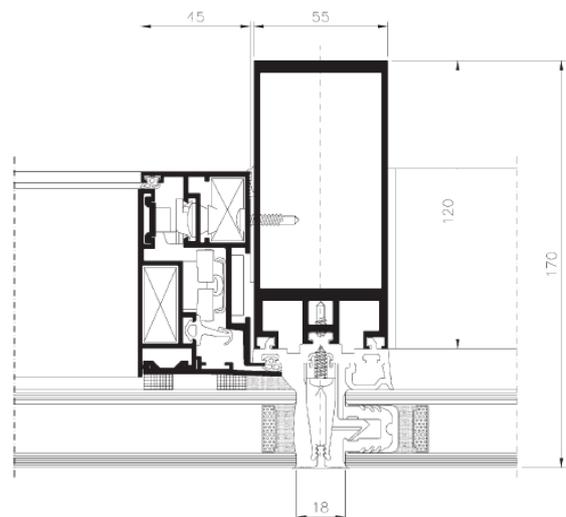
Travesaño.
Sección vertical fija.

(BIBLIOTECA ATRIUM DE LA HERRERIA)

- **MURO CORTINA DE SILICONA ESTRUCTURAL. SISTEMA ATRIO ESTRUCTURAL.**
www.alumafel.es empresa dedicada a soluciones en aluminio para la edificación y la industria.



SECCIÓN VERTICAL



SECCIÓN HORIZONTAL

Se ha podido comprobar en experiencias como el terremoto sufrido en la bahía de San Francisco, o el tifón Hugo, que asoló las costas del este de Estados Unidos hace unos años ya, que los edificios que tienen estructuras acristaladas resisten muy bien los fenómenos de la naturaleza. Los edificios construidos con sistemas de acristalamientos realizados en silicona estructural quedaron completamente intactos. El edificio Marathon Plaza, de San Francisco (California) resultó intacto después de haber sido víctima de un terremoto de la intensidad 7,1 en la escala de Richter. La experiencia de este edificio confirmó que los vidrios instalados con silicona estructural como sellante son los que mejor soportan los esfuerzos. El gran coeficiente de expansión/contracción permitió el tremendo movimiento requerido. Al mismo tiempo, la gran adhesión evitó que se produjera desplazamiento de los vidrios.

Otro ejemplo es el Charlotte-Mecklenburg Government Center, al que no afectó el tifón Hugo. Se trata de un edificio de catorce plantas, cuya fachada está realizada en acristalamiento estructural por cuatro lados, utilizando vidrio y paneles de granito. Los adhesivos/sellantes de silicona sirven como sellantes de estanqueidad y de soporte para el panel, transmitiendo las cargas de viento a la estructura.



Charlotte-Mecklenburg Government Center (EEUU)

Características técnicas de la silicona estructural.

- Buena adhesión a una amplia gama de sustratos de construcción.
- Elevada tensión de rotura.
- Excelentes propiedades de retención de la adhesión, que garantiza la permanencia de todas sus propiedades durante un tiempo aproximado de sesenta años.
- Soportan importantes deformaciones sin problemas.
- Resistencia a los cambios atmosféricos.
- Buena resistencia al ozono, a los rayos ultravioletas y a las temperaturas extremas.



(Manual de fachadas ligeras technal)



(Manual de fachadas ligeras technal)

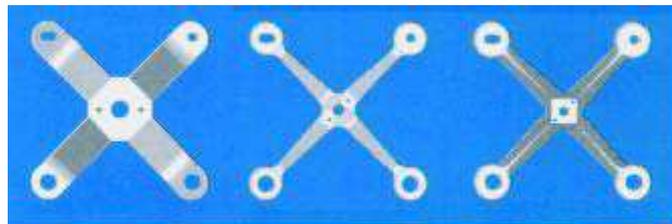
2.4.5. Muros cortina con vidrio abotonado.

En los muros abotonados el vidrio se suspende y se edifica a sí mismo creando una sensación de ambigüedad espacial. Un lugar totalmente rodeado de vidrio parece no encontrarse ni en el exterior ni en el interior, está a la vez dentro y fuera. El sistema de fijación solo pretende resaltar la presencia del vidrio, con un carácter evanescente. Desde el interior, donde hay menos luz y, por lo tanto, mas transparencia, dominara la presencia de la estructura portante. Por el contrario, desde el exterior, predomina la reflexión y la presencia del vidrio se hace patente a través de este fenómeno, de su capacidad de reflexión. El sistema de muro abotonado se utilizan unos elementos de forma de araña(grampones) y anclajes entre vidrio y grampones para construir estructuras con pared de vidrio, prácticamente sin limitaciones de diseño. Permite estructuras poliédricas, casi caóticas. El único limite lo pone la imaginación.

Para la ejecución de este tipo de fachadas, se necesita lo siguiente:

- **Grampones:**

El grampón es un elemento rígido de acero inoxidable, bien fundido o de chapa oxicortada, que abraza a las rótulas que fijan el vidrio a la estructura portante para realizar el muro cortina de vidrio estructural.



UNIONES STANDARD, EJEMPLOS

- **Rótulas:**

La rótula es un elemento de acero inoxidable que se acopla al vidrio previamente fresado en una esquina con un agujero redondo semi-cónico que atenúa las contracciones inducidas por el peso del vidrio y las cargas del viento.

Básicamente se compone de una caja con tapa exterior, donde se introduce la cabeza de la rótula, dos arandelas de material aislante, una arandela tubular de aluminio puro que, al fijarse a la rótula y por su presión, se deforma y se adapta a las rugosidades internas del taladro y amortigua las tensiones, unas arandelas y las tuercas correspondientes.

La unión de las dos partes de la caja donde se aloja la cabeza de la rótula del tornillo, está soldada por medio de láser, lo que garantiza la estanqueidad y la unión de ambas.

- **Anclajes.**

Los anclajes dan solución tanto a los problemas estéticos como a los concernientes a reparto y transmisión de cargas y de libertad de movimientos, tan importante para un material como el vidrio.

En primer lugar, el taladro en el vidrio no es de forma totalmente cilíndrica sino que en una parte tiene forma de tronco de cono. Este sistema sostendrá el vidrio sin necesidad de sujetarlo desde fuera y evitará que el anclaje sobresalga del plano del vidrio. La mayor superficie de contacto entre la cabeza de bulón y las paredes mecanizadas del vidrio reduce también las presiones de carga debidas al peso de éste. Por otra parte, articulando la cabeza del bulón mediante un sistema de rótula, conseguimos permitir los movimientos diferenciales entre la lámina de vidrio y la estructura y, lo que es más importante, trasladar las tensiones generadas por el peso del vidrio y por factores externos (que en cualquier otro caso se repartirían en la lámina de vidrio) a la estructura portante, libre del peligro de la fragilidad. Es muy importante para ello que la articulación del anclaje se encuentre en el propio plano del vidrio.

Los anclajes pueden ser:

- Rígidos, para casos de vidrios de pequeña dimensión y que no estén sometidos a la presión del viento.
- Con rótula, lo que permite:

A-. Facilitar la colocación, ya que en grandes superficies es muy difícil hacer coincidir en obra los anclajes con el vidrio.

B-. Amortiguar las deformaciones del vidrio debido a la presión del viento, las dilataciones, etc.

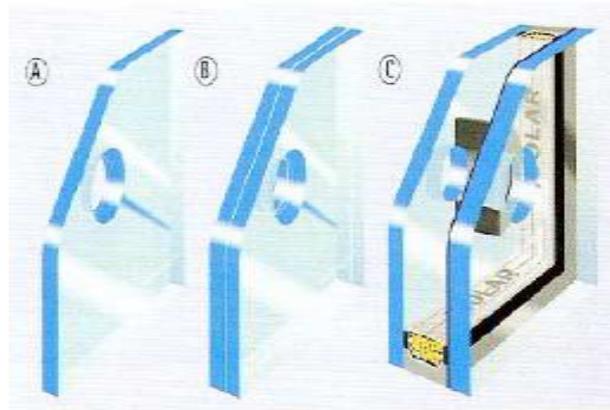
C-. Construir fachadas y techos curvos.

D-. Corregir mejor los defectos constructivos.

E-. La construcción de cubiertas esféricas.



TIPOS DE ANCLAJES ARTICULADOS. Fijación desde el interior.
(www.corbalan.com)



Los vidrios se fijan a los anclajes de acero con cuatro taladros avellanados en su cara exterior para un mejor reparto de tensiones. A - Vidrio monolítico. B - Vidrio laminado. C - Doble acristalamiento.

Catálogo TECHNAL

- **Juntas base y de dilatación:**

Las juntas entre los paneles de vidrio se realizan con silicona, en forma de masilla, en forma extruída o combinando ambos procedimientos.

Normalmente se utiliza entre los paneles de vidrio silicona en forma de masilla para las juntas de 8 a 12 mm. Los perfiles de silicona extruída se utilizan en las juntas mayores entre paneles o en las juntas del muro cortina a la pared, así como en la parte interior de las juntas de 8 a 12 mm. Las juntas deben permitir los movimientos relativos entre vidrios y asegurar la estanqueidad.

El muro cortina de vidrio estructural se puede realizar como fachada ventilada, en cuyo caso sólo es necesario dejar la junta libre (12 mm) para que pase el aire o bien hacer una fachada cerrada.

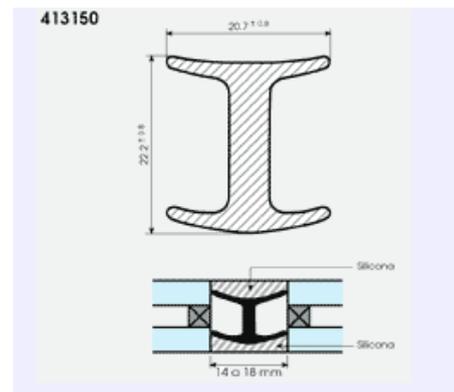
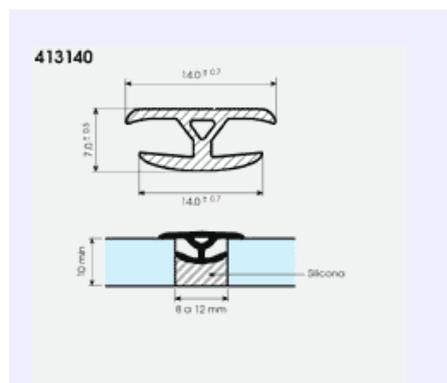


www.corbalan.com

En este caso existen los siguientes tipos de juntas:

- Junta de acristalamiento.

Consiste un perfil de silicona extruida que permite colocarla en la parte interior o exterior de la ranura y que al expandirse tapa la junta de 12 mm entre cristales y permite entonces poner un cordón de silicona, para sellarla.

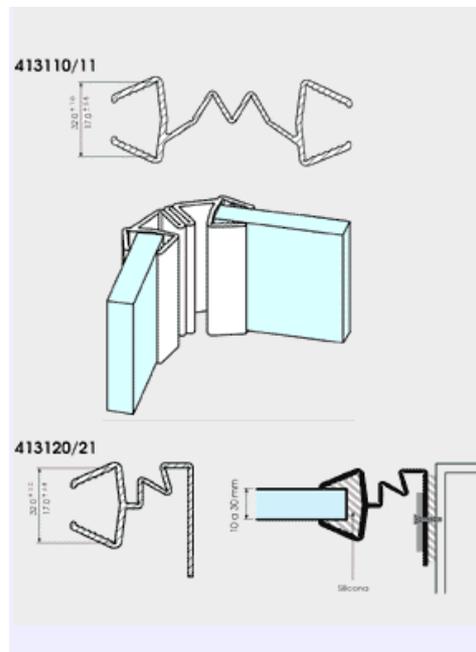


Juntas de acristalamiento.

www.corbalan.com

- Juntas de dilatación.

Que permiten sellar los cristales por el perímetro exterior de la fachada por mediación de un perfil tipo acordeón de silicona para fijar al vidrio y a la pared, en el caso de dificultades de sellar.



Juntas de dilatación.

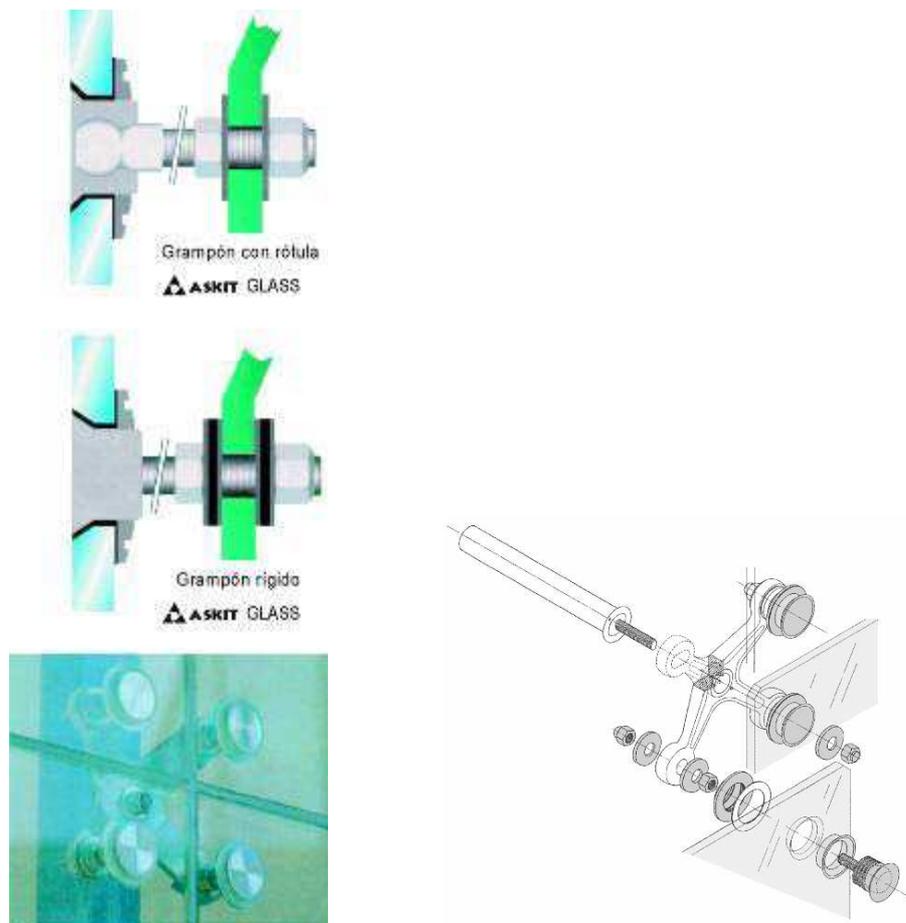
www.corbalan.com

• Principio y colocación de la rótula

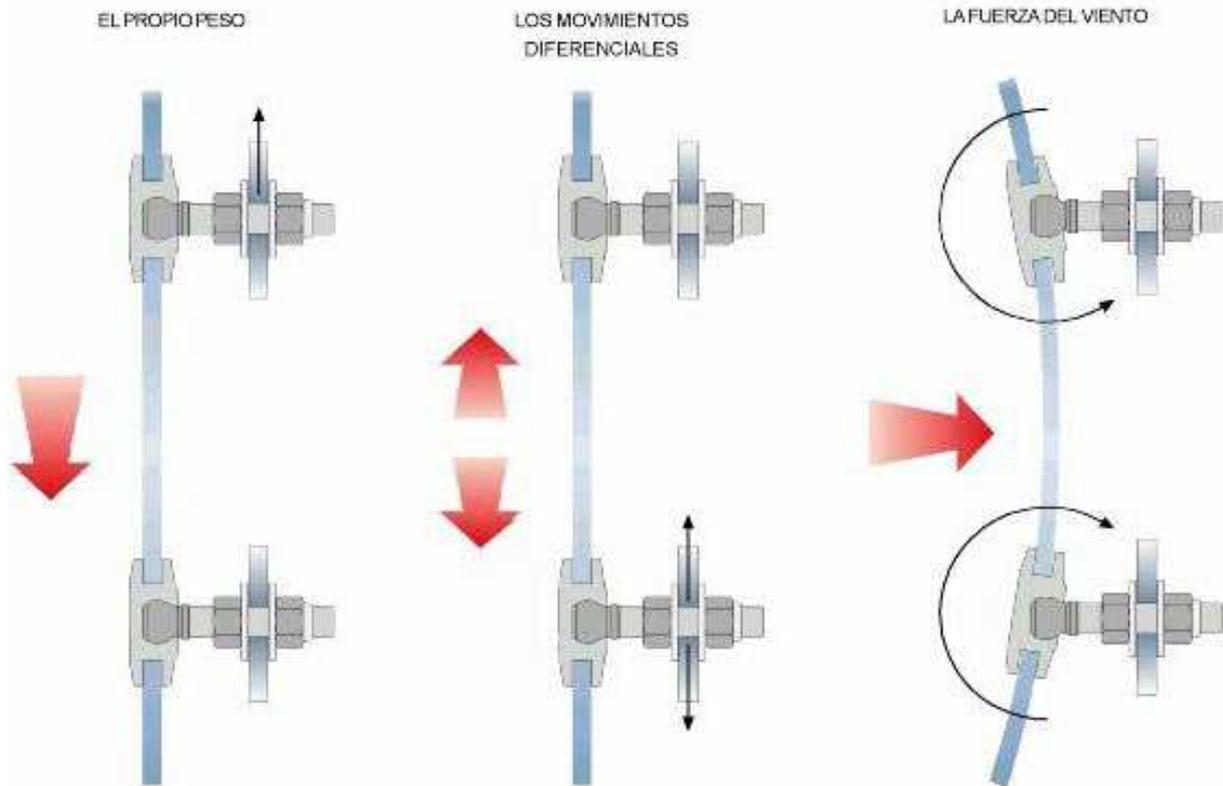
La cabeza cónica de la rótula se aloja en los agujeros del vidrio que está cogido por la tuerca trasera. Las contracciones inducidas por el propio peso y por las cargas del viento son enteramente trasladadas sobre la parte cónica del agujero. La flexión del vidrio por la acción del viento se hace posible por la presencia de la rótula situada en la zona correspondiente al espesor del vidrio. La rótula aligera sensiblemente las contracciones en la zona de los agujeros. Aunque la rótula es de mayor precio que la fijación rígida, la mano de obra del montaje se reduce ya que es posible ajustar con mayor facilidad las fijaciones a la estructura y permite corregir mejor los defectos de planimetría de una fachada.

Además, cuando se utiliza la fijación rígida hay que aumentar su número para soportar los movimientos del vidrio.

La rótula permite construir fachadas curvas con cristales planos debido a que permite ir graduando los vidrios hasta conseguir un efecto de curvatura.



(Catalogo de fachadas ligeras TECHNAL)



- **Ligereza y flexibilidad**

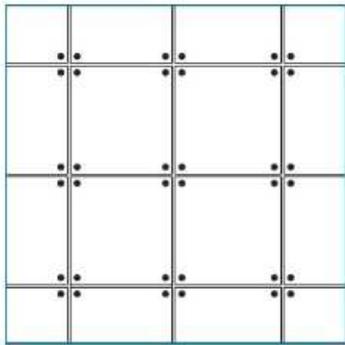
La particularidad de las fijaciones del sistema GLASS, es su flexibilidad. En efecto la rótula permite al cristal deformarse libremente bajo los efectos del viento y de los golpes.

Para limitar las contracciones del vidrio, es indispensable la deformación del cristal en la zona de fijación.

De esta manera, para un mismo espesor de vidrio, se podrán colocar cristales de mayor dimensión que con las fijaciones rígidas, así se rentabiliza la inversión por la reducción de elementos y mano de obra ya que hay menos puntos de anclaje para ajustar y conseguir, también, la máxima transparencia y la belleza de la estructura.



TEATRO NACIONAL DE CATALUÑA.



(Catalogo de fachadas ligeras TECHNAL)

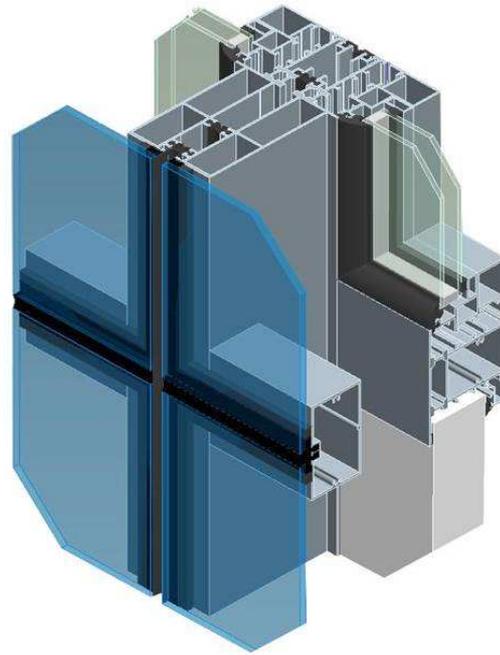
2.4.6. Muros cortina de doble piel.

En las últimas décadas, se ha comenzado a investigar y a mejorar los muros cortina de una sola piel, a favor de los de doble piel o las fachadas multifuncionales.

Actualmente estos sistemas están en proceso de crecimiento tecnológico. No obstante, ya nos estamos dando cuenta de las amplias posibilidades que disponen este tipo de fachadas a nivel energético y las ventajas que ofrecen. Se parte de 3 elementos básicos: las 2 pieles, el canal de aire entre ellas y las pasarelas entre forjados. Evidentemente, las posibilidades se multiplican respecto a cualquier otro tipo de cerramiento.



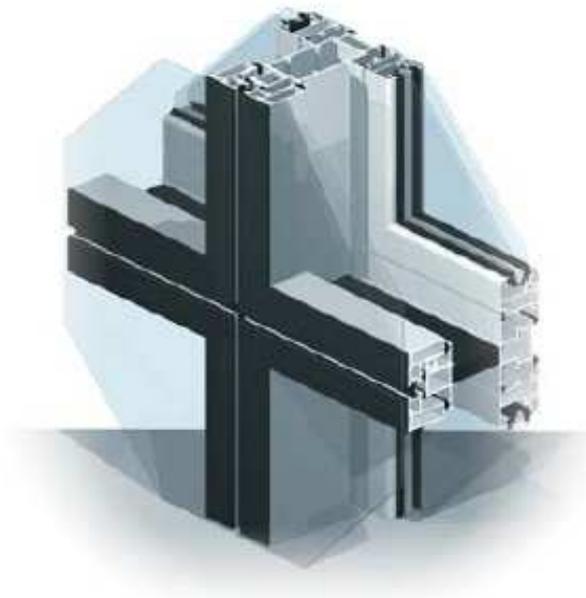
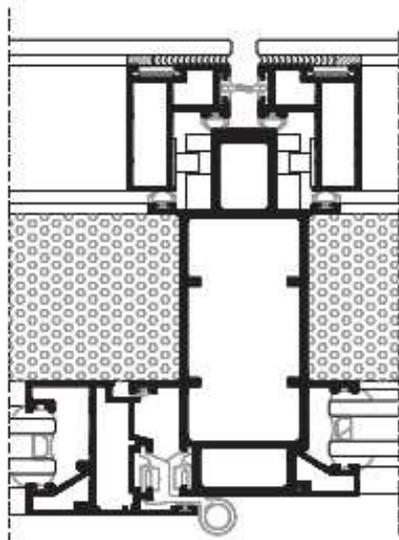
Las fachadas de doble vidriado se componen de dos pieles de vidrio separadas por una cámara de aire de ancho variable. La capa de vidrio principal es, en general, aislante y forma parte de una estructura convencional de muro cortina, mientras que la capa adicional, por lo general conformada por cristales simples, se encuentra ya sea por delante o por detrás de la capa principal. El aire dentro de la cámara actúa como una barrera aislante contra las temperaturas extremas, el ruido y el viento, y puede alojar dispositivos de control solar. Aunque en algunos casos esta cámara puede tener ventilación mecánica, generalmente el aire circula por convección natural debido a las diferencias de temperatura y la presión del viento. También existen sistemas híbridos en los cuales el sistema de aire acondicionado conduce el suministro de aire a través de la cavidad entre las pieles antes de llegar al exterior. La cámara de aire puede estar abierta desde abajo hasta arriba, o estar compartimentada en varias secciones, tanto horizontal como verticalmente. La solución más común consiste en tener una compartimentación horizontal por cada nivel, lo cual presenta la ventaja de funcionar como barrera contra el fuego, y aislante del ruido y los olores de los otros piso.



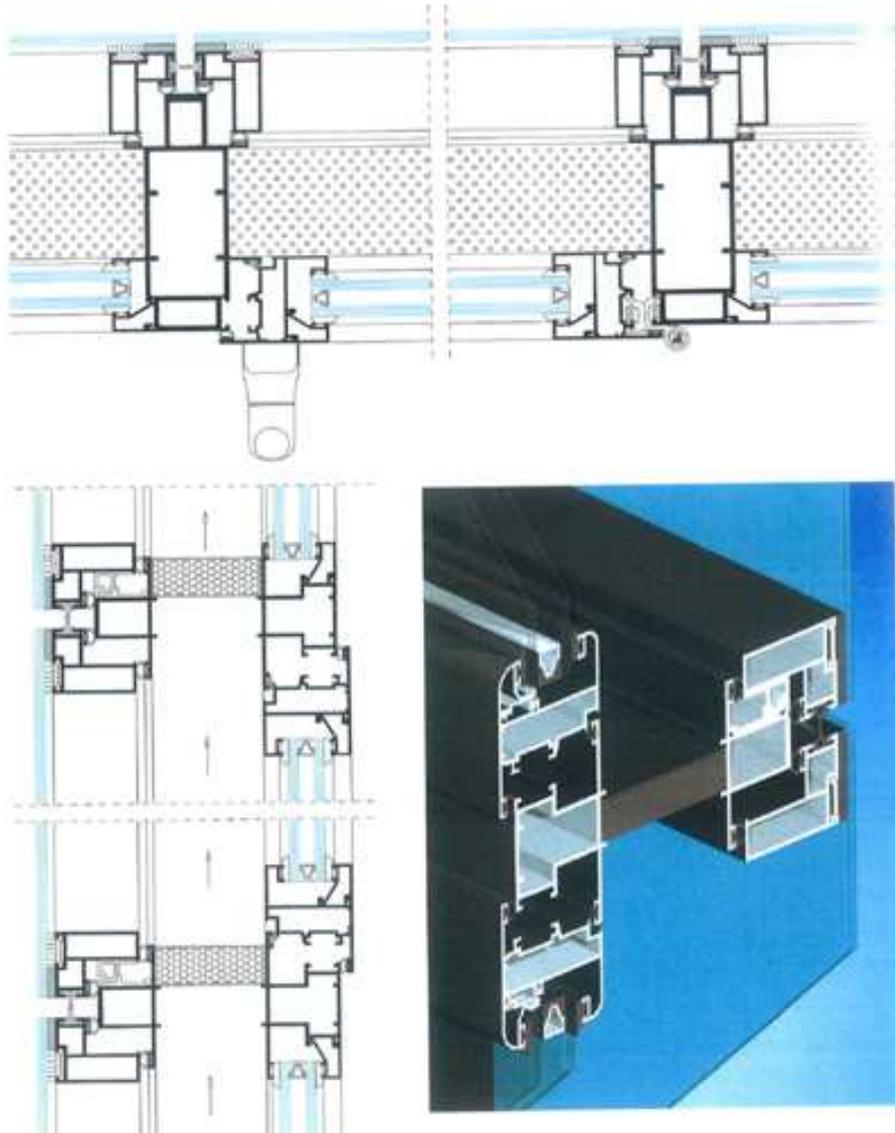
Secciones

Montante 145 mm.

Travesaño 45 y 34 mm.



SECCIÓN MURO CORTINA DE DOBLE PIEL
(Sistemas de aluminio para la arquitectura CORTIZO, SL.)



**SECCIÓN MURO CORTINA DE DOBLE PIEL
(Catalogo de fachadas ligeras TECHNAL)**

Las pieles pueden jugar con vidrios de cámara interiores o exteriores, la piel externa puede no ser de vidrio o ser de lamas (transventilada). Pueden incluso integrar paneles solares fotovoltaicos o térmicos. Los canales de aire podemos hacer que corran por todo lo alto de la fachada o se pueden ir expulsando a cada nivel, etc... En fin, las posibilidades son múltiples y se deben estudiar particularmente para cada tipo de edificio, según sus dimensiones, su volumetría, su orientación,...

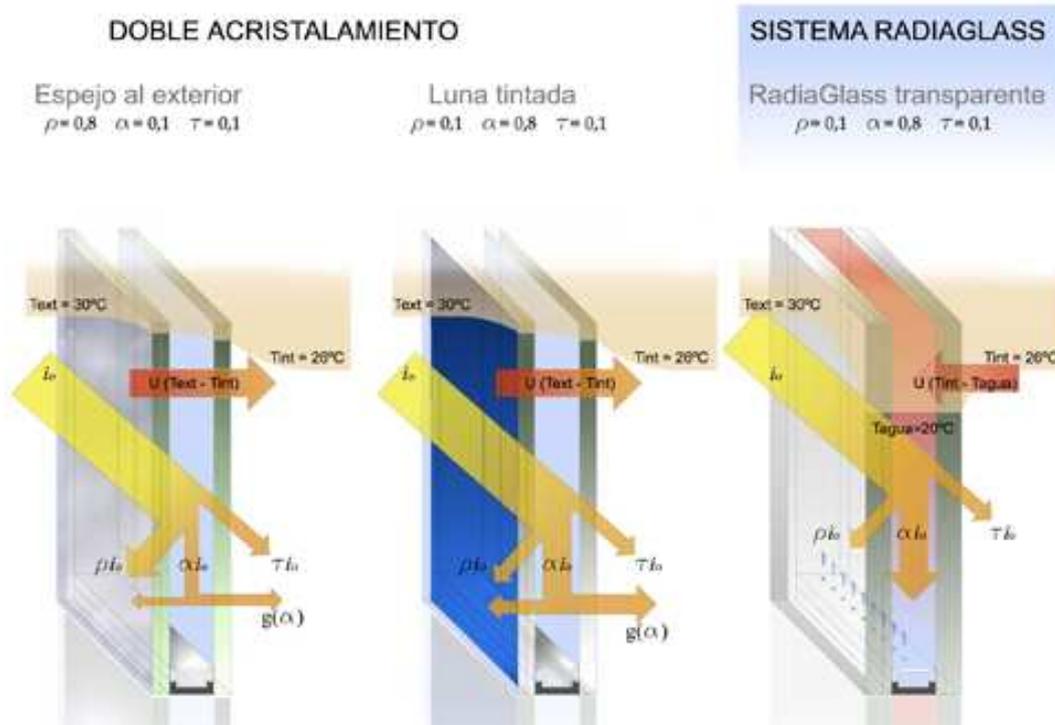
Lo que sí podemos determinar es que este tipo de fachadas ya nos está aportando una serie de ventajas a nivel energético como son el aumento del aislamiento térmico, la creación de corrientes de aire que permiten una piel interna con una temperatura más estable, la posibilidad de incluir elementos de protección solar y el ahorro energético en la climatización.



Detalle de fachada de doble piel
(www.fachadasarquitectonicas.blogspot.com)

Los edificios revestidos de vidrio están creciendo como hongos en todo el mundo y si bien el cristal brinda sensación de espacio y luz en los interiores, uno de los problemas que tiene es que la radiación solar es tan intensa que los edificios se sobrecalientan fácilmente. Esto hace que la climatización de grandes edificios constituya, por lo general, un derroche de energía que podría evitarse. En eso pensó la empresa española [Intelliglass S.L.](http://www.intelliglass.com) que creó el primer muro cortina activo del mundo.

Se trata del sistema **RadiaGlass** que consiste en un doble acristalamiento por el que circula agua que permite calentar y refrigerar edificios. El elemento emisor es una superficie de vidrio, por lo que las aplicaciones del sistema son múltiples: muros cortina, particiones interiores, cubiertas acristaladas, radiadores, paneles térmicos y fotovoltaicos.



El SISTEMA RADIAGLASS crea una envolvente isoterma en la piel del edificio por debajo de la temperatura interior de confort. El sistema hace ceder calor del interior a la cámara de agua por diferencia de temperatura. De la radiación que incide en el vidrio, una pequeña parte se refleja y un porcentaje elevado se arrastra por convección por la cámara de agua, por lo que una parte mínima entraría en el local.

Ofrece varias ventajas en términos de eficacia, eficiencia energética. Según explica la empresa *"Gracias al agua bloqueamos la radiación infrarroja del Sol y de esa manera evitamos el sobrecalentamiento del edificio. Básicamente, dejamos pasar la luz, pero no el calor. El resultado es una mejora del confort interior y una reducción de hasta un 70% en los costes de climatización"*.



**Primer edificio con muro cortina activo del mundo.
(Aulario polivalente en el campus universitario de la Universidad de Castilla-La Mancha en Cuenca)**

2.5. MATERIALES UTILIZADOS EN MUROS CORTINA.

2.5.1. Muros cortina de aluminio.

En la actualidad, la gran mayoría de los muros cortina se realiza con perfiles de aluminio extrusionado. Esto es debido a las excelentes cualidades de este material:

- Resistencia a la intemperie. El aluminio tratado adecuadamente resiste mucho tiempo los agentes físicos y químicos externos y no es fácil que le afecte la corrosión.

- Aspecto agradable. Con el aluminio se consigue un aspecto limpio y elegante, combinando con todo tipo de materiales. Los perfiles son esbeltos y no presentan la obstrucción visual de los de madera o PVC. Los fabricantes ofrecen una amplia gama de colores, tanto en los perfiles lacados como en los anodizados.

- Ligereza. El aluminio es el metal más ligero después del magnesio. A igualdad de volumen, el aluminio pesa tan sólo la tercera parte del acero. A igualdad de peso, las aleaciones de aluminio son más resistentes que el acero.

- Ecología. El aluminio es fácilmente reciclaje. La chatarra que se produce en los talleres es la principal materia prima de la industria del aluminio de segunda fusión. Este sector está bien equipado y dispone de métodos eficaces de control que le permiten alcanzar una producción de calidad.

Las características anteriores, junto con su abundancia en la tierra, hacen del aluminio el material idóneo para los muros cortina y otros elementos de la construcción.

La producción mundial de aluminio se sitúa en torno a las 22×10^6 toneladas anuales. De esta importante cantidad, un 20% se consume en arquitectura.

Las primeras utilizaciones del aluminio en arquitectura se remontan al año 1896, con la construcción de la cúpula de la iglesia de San Gioachino, en Roma, y también en la cornisa del Canadá Life Building, en Montreal, pero su uso industrializado comenzó en los años veinte-treinta en Estados Unidos. Allí se construyeron los primeros muros cortina de aluminio. En España, la mayoría de las fachadas ligeras se realiza con este material.

Tienen un peso que oscila entre los 40 y 50 kg/m² y su espesor típico es de 10 a 15 cm.

Para obtener los perfiles de aluminio, primero se fabrica el material base con el proceso de fundición. De ello resultan unas barras cilíndricas de diámetro y longitud variables denominadas tochos, a partir de las cuales se extrusionan los perfiles. La extrusión consiste en calentar estos tochos y presionar el material mediante un pistón que desarrolla varios miles de toneladas contra una matriz que tiene la forma del perfil. Con este proceso se pueden obtener perfiles macizos y tubulares.

El aluminio es el tercer elemento más abundante en nuestro planeta constituyendo aproximadamente el 8% de la corteza terrestre. Sólo el oxígeno y el silicio son más abundantes. Ningún otro metal está siendo tan utilizado por el hombre.

El mineral aluminio, llamado bauxita a partir de su descubrimiento en 1821, cerca del pueblo de Les Baux en el sur de Francia, ha sido encontrado en todos los continentes. Las reservas mundiales se estiman en más de 40.000 millones de toneladas.

Para que su explotación sea rentable, es preciso que la bauxita contenga al menos un 30% de alúmina (óxido de aluminio) y que el yacimiento sea fácilmente accesible. La producción de aluminio requiere grandes cantidades de energía por lo que las fábricas de fundiciones están localizadas mayoritariamente en países con bajos costes de energía y además, por motivos ecológicos, otorga preferencia a la energía de origen hidroeléctrico.

El aluminio no aparece en la naturaleza en forma de metal, sino de óxido (Al_2O_3). La bauxita, de textura terrosa y color rojizo, tiene más de un 40% en alúmina, está mezclada con otros óxidos minerales tales como el sílice, óxido de hierro, titanio, etc.

El proceso para obtener el metal de la bauxita se divide en dos fases:

1. Extracción de la alúmina de la bauxita según el procedimiento de Bayer.
2. Electrólisis.

En términos cuantitativos, para obtener 1Tn de aluminio se requieren 2 Tn de alúmina, para las cuales a su vez, se necesitan 5 Tn de bauxita.

1. Extracción de la alúmina.

El procedimiento para aislar la alúmina de estos minerales consiste en triturar la bauxita para obtener polvo fino, el cual se mezcla con sosa cáustica líquida y se calienta la mezcla a baja presión. Posteriormente se procede a la calcinación de la alúmina obtenida por hidrólisis, decantación y a continuación se filtra el conjunto resultante para detener las impurezas.

La solidificación del metal se consigue mediante precipitación, es decir, se conjuntan los cristales y se le quita la humedad a muy alta temperatura obteniendo un polvo blanco. Es la alúmina calcinada.



2. Electrólisis.

La electrólisis permite descomponer la alúmina en aluminio y oxígeno.

La reacción tiene lugar en unas cubas especiales, que pueden alcanzar temperaturas muy elevadas (900-1000°C). No obstante, la temperatura de fusión de la alúmina es de 1800°C, pero se consigue bajar mezclándola con fluoruro de sodio (criolita), que actúa de fundente.

La corriente eléctrica pasa a través de la mezcla, descomponiéndola en oxígeno y aluminio. El metal fundido se deposita en el polo negativo (cátodo) del fondo de la cuba, mientras que el oxígeno se acumula en los electrodos de carbono (ánodo). Parte del carbono que está en el baño se quema por la acción del oxígeno, transformándose en dióxido de carbono.

Así, mediante la electrólisis logramos separar el oxígeno y obtenemos aluminio metal puro, que tiene un grado de pureza entre el 93,3% y 99,8%.

Del aluminio puro y la unión con otros metales se obtienen las aleaciones, que pueden tener diversidad de características, le aumentan sus cualidades y propiedades como la resistencia a la corrosión y las características mecánicas. Estas aleaciones se pueden presentar en lingotes para la fundición, tochos para la extrusión, etc.

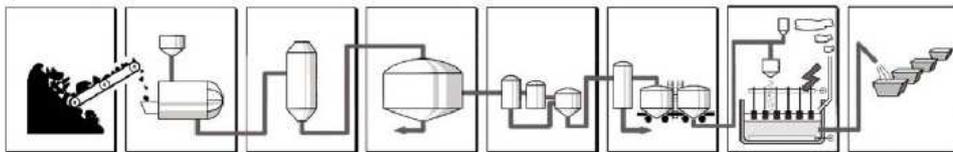


Figura 13

(Catalogo de fachadas ligeras TECHNAL)

3. Propiedades del aluminio:

Es ligero: a igualdad de volumen el aluminio pesa una tercera parte que el acero.

- Es un buen conductor de la electricidad.
- El aluminio puro tiene propiedades mecánicas reducidas, pero sus aleaciones alcanzan límites muy altos, también superiores a las de los aceros empleados corrientemente en la construcción, por lo que se puede usar tranquilamente en aplicaciones en que se precisen elevadas resistencias.
- Es resistente a los agentes atmosféricos: el aluminio y la mayor parte de sus aleaciones no se corroe, o si lo hace, en pequeña cantidad, puesto que se autoprotege por medio de una capa o lámina de alúmina.
- El aluminio presenta buena plasticidad y formabilidad: no sólo puede ser sometido a variados tipos de transformaciones plásticas sino que también pueden elaborarse en diferentes tipos de fundición, pueden ser extruídos, laminados, etc.
- Tiene una buena conductividad térmica.
- Debido a su excelente aspecto exterior se presta a tratamientos superficiales con lo que se pueden obtener interesantes efectos decorativos, muy apreciados en la arquitectura.

Su metalúrgica fue desarrollada en 1886 simultáneamente por el francés Heroult y el norteamericano Hall. En el caso de las fachadas ligeras y en general en el campo de la construcción sólo se utiliza la serie 6000 y más concretamente la aleación 6063 (según NBE) por reunir los requisitos adecuados tanto por sus propiedades mecánicas como por sus posibilidades en acabados superficiales desde un punto de vista estético.

2.5.1.1. Extrusión del aluminio.

El proceso industrial para la fabricación de perfiles extrusionados de aluminio con destino al sector de la carpintería metálica y las fachadas ligeras consta, a grandes rasgos, de dos fases: la fundición y la extrusión.

1. Fundición.

Es la fabricación del material base .

Según a qué uso se destine el perfil de aluminio, la composición química de la aleación diferirá ligeramente; por lo tanto la fabricación del material base debe controlarse para adaptarla a las necesidades de la posterior producción.

La obtención de la aleación de aluminio se efectúa en la fundición por fusión de lingotes de aluminio puro, aleaciones de Al-Mg-Si y chatarra de aluminio procedente de los residuos de las plantas de extrusión.

Las aleaciones normalmente usadas son de la familia Al - Mg - Si, siendo la más corriente la que se identifica con la siguiente composición química, según la norma UNE-38.337:

Si	(silicio)	entre	0,2 y 0,6 %
Mg	(magnesio)	entre	0,45 y 0,9 %
Mn	(manganeso)	máximo	0,1 %
Cu	(cobre)	máximo	0,1 %
Fe	(hierro)	máximo	0,35 %
Al	(aluminio)	el resto	

Esta aleación se corresponde con las denominaciones:

AA 6063	U. S. A.
H 9	GRAN BRETAÑA
AGS	FRANCIA
AlMgSi 0,5	ALEMANIA

Esta aleación se corresponde con las denominaciones:

La comprobación de la composición química de la aleación se efectúa mediante un análisis espectrográfico y una vez confirmada, se solidifica el material en forma de barras cilíndricas de diámetro y longitud variable, en función de la prensa de extrusión a utilizar y del perfil a extrusionar, denominadas TOCHOS.

En general los TOCHOS tienen longitudes entre los 3 y 6 metros y diámetros entre los 130 y los 300 mm.

Para la obtención del material base, TOCHO, en una fundición se sigue el proceso siguiente:

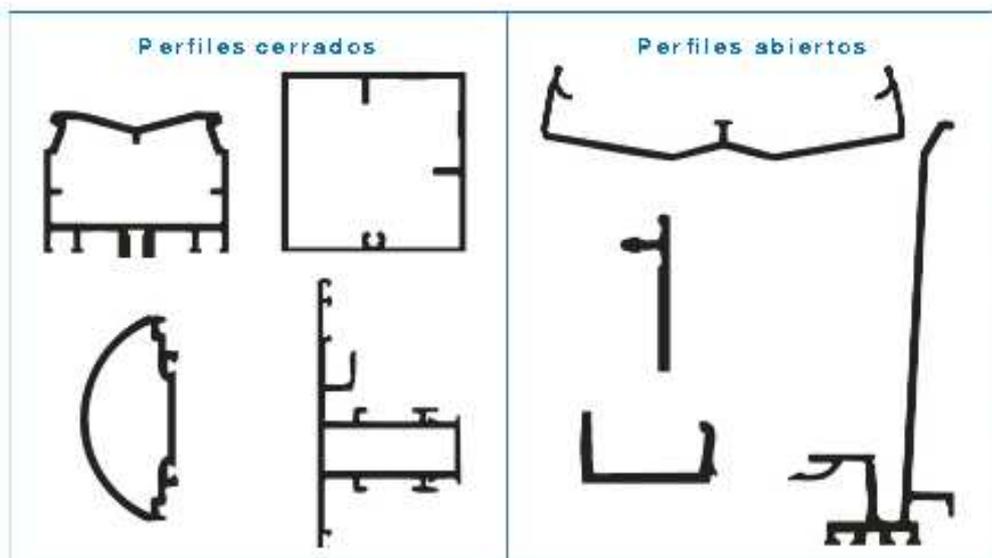
- Fusión de la materia prima
- Homogeneizado de la aleación
- Colada o solidificación del material
- Estabilización de las barras
- Corte a medida de las barras

2. Extrusión.

El proceso a través del cual obtenemos el perfil.

A la máquina de extrusionar se la denomina PRENSA y se clasifica por su potencia, que es la fuerza máxima que puede ejercer el pistón y se expresa en toneladas (Tn).

La matriz es la base del proceso y en su forma más sencilla consiste en un disco de acero templado en que se ha practicado un orificio que reproduce la forma del perfil a extrusionar. Pueden existir matrices planas para obtener perfiles abiertos y matrices puente (constan de varias partes) para obtener perfiles cerrados. Las matrices puente están formadas por la matriz, con la forma exterior del perfil, y el puente con la forma interior del perfil.

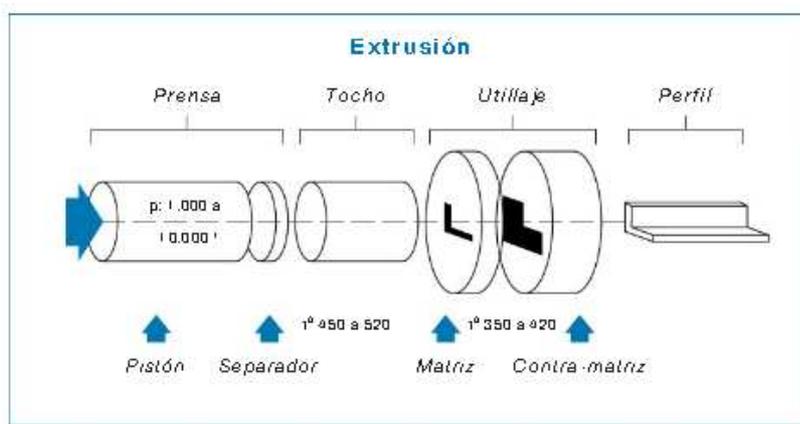


Perfiles de aluminio
(Catalogo de fachadas ligeras TECHNAL)

El TOCHO (barra de aluminio) se calienta en unos hornos de precalentamiento hasta una temperatura aproximada de 500° C. Una vez estabilizada la temperatura en toda la barra, se extrae del horno y se coloca en la máquina de extruir (PRENSA) donde se presiona mediante un pistón contra la matriz.

Por efecto de la presión y con el estado semiplástico del tocho de aluminio, el material fluye a través de la matriz adoptando la figura de la misma y dando origen al perfil, que una vez enfriado, se endereza estirándolo por medios mecánicos.

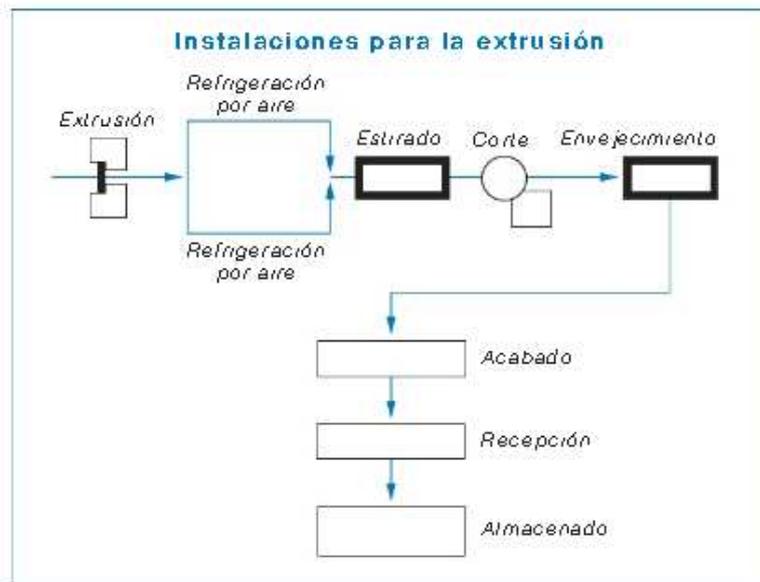
Finalmente se corta a la longitud solicitada para posteriormente efectuar el tratamiento térmico al objeto de que los perfiles extruídos adquieran la dureza solicitada.



(Catalogo de fachadas ligeras TECHNAL)

En resumen, el proceso de extrusión consta de las siguientes etapas:

- Calentamiento del tocho.
- Corte en caliente de tocho.
- Colocación de la matriz en la prensa extrusión propiamente dicha.
- Extrusión propiamente dicha por presión del pistón sobre el tocho.
- Enfriamiento del perfil a la salida de la prensa.
- Corte del material.
- Estirado y enderezado del perfil.
- Control de calidad dimensional y control de calidad del estado superficial.
- Corte a medida de los perfiles.
- Colocación en contenedores para entrar en el horno de tratamiento térmico.



(Catalogo de fachadas ligeras TECHNAL)

El tratamiento térmico o templado hace que se mejoren las propiedades de las aleaciones una vez extruídas.

Las propiedades de aleaciones, especialmente la serie 6000, pueden mejorarse mediante un tratamiento térmico después de la extrusión. Existen dos tipos de tratamiento: el tratamiento térmico de solución y el envejecimiento artificial.

1. El tratamiento térmico de solución proporciona una solución sólida sobresaturada de los elementos de aleación, calentándolos a unos 450-550°C y luego enfriéndolos rápidamente a unos 20°C sumergiéndolos en agua o soplando con aire. Ahora el estado del aluminio se denomina T4, lo que significa que la resistencia de la aleación es una buena capacidad de alargamiento. Por eso, es apropiado elegir el templado T4 cuando se desea curvar las piezas.
2. El envejecimiento artificial consiste en calentar la aleación uniformemente a una temperatura controlada, normalmente entre 160-190°C. Se mantiene esta temperatura durante un período de 4 a 10 horas y luego se enfría por aire.

Después de ser sometida al tratamiento térmico de solución y al envejecimiento artificial, se denomina templado T6.

Templado de aleaciones	AA
Extrusión calentada y entriada por aire	F
Ablandada y recocida 350-500°C, 1-5 horas	O
Tratamiento térmico de solución y envejecimiento natural 20°C, 5-10 días	T4
Entriado de la temperatura de extrusión y envejecido artificialmente 160-190°C, 4-10 horas	T5
Tratamiento térmico de solución y envejecimiento artificial, 160-190°C, 4-10 horas.	T6

Las propiedades mecánicas son las características medibles y el comportamiento del material cuando se somete a distintas fuerzas. Estas fuerzas incluyen tanto la relación entre tensión y deformación como la cuantificación de las reacciones elásticas e inelásticas. Métodos de prueba estándar miden la resistencia a la tracción, estirado, rotura por alargamiento y dureza.

Para utilizar el aluminio en carpintería, se requieren unas propiedades físicas y mecánicas determinadas, que se caracterizan por el tipo de dureza. Existen varias pruebas para determinar la dureza: Brinell, Vickers y Webster.

El sistema Brinell es conocido por el aparato de medidas Brinell. Este mide la huella que deja 1kg de peso sujeto en un punzón que contiene en su extremo una bola de 5mm de diámetro, y que cae desde una altura de 1m. Este sistema es el más utilizado en los talleres de carpintería de aluminio.

Los otros dos métodos se utilizan en otros campos, como por ejemplo el Vickers en automoción y el Webster para aquellos que se necesite una dureza exacta, ya que se trata de un sistema de medición con pinza calibrada.

Las plantas de extrusión utilizan tablas de equivalencias para poder compararlas. La dureza aceptada en carpintería, con un tratamiento T5, tiene que estar entre los valores (65,75) en la escala Brinell, y entre (11,13) en la escala Webster.

La extrusión debe contar con un taller de matricería ya que al terminar el proceso de extrusión, debe ponerse a punto la matriz para poder ser utilizada en una nueva extrusión. Esta puesta a punto comporta las siguientes operaciones.

- Desmontaje de la matriz de portamatrices.
- Eliminación del aluminio solidificado y adherido a ella mediante un baño de sosa caliente.
- Limpieza con la máquina de chorreado.
- Retoque y pulido así como verificación de su estado.
- Nitrurado.
- Protección.
- Almacenaje.

Las plantas de extrusión están todas acreditadas bajo la normativa ISO en calidad de servicios.

2.5.1.2. Tratamientos superficiales.

El aluminio es un material que tiene una gran afinidad con el oxígeno y al estar en contacto con la atmósfera se recubre de una capa natural de óxido, que en la mayoría de los casos es capaz de detener el principio de corrosión.

La oxidación natural del aluminio no proporciona una capa superficial adecuada para el empleo arquitectónico exterior en lugares expuestos, donde la apariencia más la resistencia a la abrasión, corrosión y erosión son factores determinantes. Para conseguir estas características es preciso recurrir a unos procesos industriales como son el anodizado y los lacados.

1. Anodización.

El aluminio es sensible al proceso de oxidación ambiental, como cualquier metal. Esto produciría manchas aleatorias, que afectarían negativamente la estética de los perfiles. Podemos definir el proceso de anodizado, como la oxidación controlada, acelerada y uniforme de la capa superficial del perfil, por medio de un proceso electroquímico.

La oxidación anódica, proceso de anodizado, es un tratamiento electrolítico para producir capas de óxido de mayor espesor, uniformidad, estabilidad y diferente estructura de las que se forman espontáneamente en la superficie del aluminio.

El anodizado del aluminio como tecnología de tratamiento de superficie se puede dividir en tres etapas básicas y de gran importancia: pretratamiento, tratamiento anódico y postratamiento.

El pretratamiento comprende inicialmente el desengrase del material en estado de suministro en el caso de muros cortina, extruído. Entre las opciones conocidas para la inmersión del material para su desengrase la más extendida es la utilización de un producto comercial consistente en una solución alcalina compuesta por agentes humectantes, emulsionantes solubilizantes, saponizantes y secuestrantes y con un tiempo de inmersión de 3 a 5 minutos.

La operación subsiguiente al desengrase de la superficie es el *decapado*, como resultado de un fuerte ataque químico al entrar en contacto el perfil con soluciones fuertemente alcalinas. Se utiliza el hidróxido de sodio con un aditivo comercial inhibidor de formación de depósitos duros y con propiedades detergentes.

El tiempo de inmersión es de 5 a 10 minutos.

A consecuencia de la capa delgada de partículas metálicas y óxidos que permanecen en la superficie del aluminio al salir del baño decapante se hace imprescindible un tratamiento de remoción de dicha película. A esta nueva operación se la denominan *ultralizado* y se lleva a cabo mediante la inmersión en una solución que contenga ácido nítrico.

Habiendo superado los pasos anteriores los perfiles extruídos ya se encuentran listos para ser sometidos a la conversión de su superficie: la formación de una capa de óxido anódica. El tratamiento anódico es un proceso electroquímico en el que el aluminio que va a ser tratado se hace eléctricamente positivo o ánodo en un electrolito adecuado. Este proceso mejora notablemente la característica natural del aluminio de reaccionar con el oxígeno. Cuando se aplica corriente se libera oxígeno del electrolito dirigiéndose al ánodo donde reacciona con la superficie del aluminio, formando una película de óxido de aluminio.

Esta película de óxido se conoce como capa anódica. La reacción sigue mientras dura el paso de corriente.

A medida que se forma el óxido, el electrolito tiende a disolverlo. Por consiguiente la capa se vuelve porosa y aumenta el espesor. El electrolito penetra en los poros, permitiendo el paso de corriente y la formación continua de una película de óxido porosa en la interfase del metal. Esta película interfásica se conoce como capa barrera. Puede haber billones de poros por centímetro cuadrado. La porosidad y el espesor de la capa son factores importantes en la determinación de las propiedades del anodizado.

Esta capa es el resultado del tratamiento anódico del aluminio, en un electrolito que, en la mayoría de los casos, hay ácido sulfúrico entre el 15 y el 20 %. La corriente directa, a suficiente voltaje, circula a través de la celda electrolítica que tiene como cátodos el mismo tipo de aleación de aluminio. El flujo de corriente adecuado para la obtención de la capa anódica corresponde a una densidad entre 1,0 y 1,5 amperios por decímetro cuadrado, que requiere un voltaje de entre 13 y 17 voltios.

La capa anódica del aluminio ya anodizado debe ser sometida a un tratamiento final, postratamiento, de eliminación de su propiedad absorbente, que garantice la estabilidad química de la capa frente a ciertos medios, al igual que la estabilidad de color frente a la luz. Esta operación final se denomina el lado y con ella se aumenta la resistencia a las manchas y a la corrosión de dicha capa.

El sellado consiste en un tratamiento de hidratación aplicado a los recubrimientos anódicos de óxido, después de la oxidación con el fin de reducir la porosidad y por lo tanto la capacidad de absorción del recubrimiento.

Los valores del espesor de la capa anódica recomendados están en función de la agresividad atmosférica y se conocen con el nombre de Clase, atendiendo a la nomenclatura facilitada por el EWAA-EURAS (QUALANOD), que es el sello de calidad que garantiza el anodizado en todo su proceso. Las clases de espesor son:

Clase 5	Implica que el espesor medio mínimo es de 5 μ
Clase 10	Implica que el espesor medio mínimo es de 10 μ
Clase 15	Implica que el espesor medio mínimo es de 15 μ
Clase 20	Implica que el espesor medio mínimo es de 20 μ
Clase 25	Implica que el espesor medio mínimo es de 25 μ

Las clases 5 y 10 se reservan para aplicaciones interiores y las clases 15, 20 y 25 se utilizan para exposiciones exteriores. La elección de la clase viene definida por el Prescriptor en función de la situación de la obra y de la agresividad ambiental.



QUALANOD es la Asociación Europea responsable de la Marca de Calidad en la industria del anodizado. Está sostenida por la Asociación Europea de Aluminio Transformado, EWAA, y por la Asociación Europea de Anodizadores EURAS. Actualmente el sello EWAA - EURAS está englobado dentro de la Marca QUALANOD que es internacional.

Todos los perfiles deberían ser anodizados por sociedades que posean la licencia o marca de calidad, EWAA-EURAS (QUALANOD).

Todos los Anodizadores que disponen de este sello están obligados y debe regirse, en todo su proceso productivo por las directrices que estos organismos dictaminen tanto en lo concerniente a controles (de sellado, de micraje, de diferencias de tonalidades etc.) como en lo concerniente a garantías.

2. Controles y garantías.

Para asegurar las garantías exigidas de calidad, los perfiles deben pasar durante el proceso de fabricación los ensayos siguientes:

- Control de sellado.
- Control micras anodizado.
- Control diferencias de tonalidad en el anodizado.

Las sociedades que disponen de estos sellos de calidad pueden garantizar que los perfiles son tratados según las directrices de la marca de calidad EWAA-EURAS (QUALANOD) y visados por ASESAN, licenciataria general para España de la marca de calidad EWAA-EURAS (QUALANOD).

Documentos:

- Precertificado de intenciones para anodizado. Documento por el cual se garantiza que los materiales de un pedido concreto serán anodizados en plantas poseedoras de la licencia de la marca de calidad EWAA-EURAS (QUALANOD), debiendo ser refrendadas posteriormente por un certificado de calidad conforme los materiales han sido tratados en dichas plantas y visados por ASESAN.
- Certificado de calidad. Documento por el cual se certifica que los materiales de un pedido o de una obra concreta han sido tratados en la clase (micras) y en el color definidos por la dirección facultativa según las directrices de la marca ASESAN.

3. Lacado.

El tratamiento de lacado consiste en proteger la superficie de los perfiles de aluminio con una capa de pintura.

Esta capa se puede conseguir mediante la aplicación de:

Pintura líquida: Tiene como medio de aplicación del recubrimiento, disolvente, el cual debe evaporarse para obtener la capa protectora de resina pigmentada.

Pintura en polvo: Se aplica por pulverización del polvo, depositado electrostáticamente para obtener la capa protectora de resina pigmentada.

En España se utiliza, casi exclusivamente, el proceso de pintura en polvo para el lacado de perfiles destinados a la construcción. Su proceso industrial típico consiste en:

Desengrasado de los perfiles en un baño con productos medianamente alcalinos. Es el mismo tratamiento descrito para el anodizado.

Aclarado, se realiza un enjuague con agua desmineralizada para eliminar arrastres.

Decapado con productos fuertemente alcalinos para conseguir una superficie uniforme del aluminio. Es el mismo proceso que en el anodizado.

Neutralizado, igual que en el anodizado.

Cromatizado, que es un tratamiento con soluciones acuosas que contienen iones hexavalentes de cromo y que forman una capa protectora.

Lavado con agua desmineralizada y desionizada y posterior secado en el horno para que los perfiles lleguen secos a la cabina de pintura.

Cabina de pintura, donde se pulverizan los perfiles con polvo de poliéster. Al abandonar el polvo las pistolas de proyección se cargan eléctricamente por acción de un campo eléctrico positivo dado que los perfiles de aluminio están conectados a tierra con un potencial negativo; esto hace que el polvo sea atraído y se deposite sobre las superficies de los perfiles.

Horno de polimerización, una vez aplicado el polvo sobre los perfiles, éstos pasan al horno donde se realiza el termoendurecimiento a una temperatura de 200° C. El recorrido de los perfiles por dentro de este horno dura unos 30 minutos. Este tratamiento produce la fusión de las partículas de polvo proporcionando una película protectora uniforme.

Los espesores que se obtienen son generalmente muy uniformes y con un espesor que oscila entre 60 y 80 μ como exigen las directrices marcadas por QUALICOAT.



QUALICOAT es una Marca de Calidad Europea que exige y determina un buen lacado del aluminio y que controla los procesos industriales y los ensayos necesarios entre sus asociados. En España está homologada por el Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medioambiente como Marca Oficial, para el lacado del aluminio destinado a la arquitectura.

La Asociación Española ASELAC es la Licenciataria General para España de esta Marca Europea de Calidad.

4. Corrosión.

Para el caso del aluminio utilizado en la construcción, debe tenerse en cuenta dos tipos de corrosión que afectan gravemente el material. No sólo tiene consecuencias estéticas sino también consecuencias estructurales muy graves.

Corrosión filiforme. Es una corrosión que avanza desde el interior del perfil hacia el exterior. Tiene aspecto de filamentos y su aparición generalmente se debe a una mala preparación de la superficie en el cromatizado, antes del lacado.

También puede aparecer la corrosión filiforme por la porosidad del recubrimiento o por la falta de adherencia del mismo.

Corrosión por par galvánico. La corrosión galvánica ocurre cuando dos metales se ponen en contacto y ambos poseen potenciales eléctricos diferentes, lo que favorece la aparición de un metal como ánodo y otro como cátodo. A mayor diferencia de potencial, el material más activo será el ánodo.

En los muros cortina el par galvánico debe tenerse muy en cuenta tanto en los anclajes como en la mechas, puesto que generalmente los dos son de acero galvanizado, zincado o pintado, mientras que el resto de uniones o tornillerías son de acero inoxidable, de aluminio o de zamac, que no causan problemas. El par galvánico puede evitarse colocando separadores de materiales inertes (plásticos) entre el aluminio y los otros metales, generalmente el acero de los anclajes y de las mechas.

2.5.1.3. Evolución del muro cortina de aluminio.

Desde las primeras tecnologías de muros cortina ha habido una transformación constante que se puede resumir en cuatro grandes grupos o generaciones:

1º Generación: se realizaba la retícula de montantes y travesaños con tubos de sección regular (rectangulares). Con este sistema no se conseguía una buena estanqueidad. La fijación de los montantes a la estructura no quedaba embebida en el hormigón y la unión quedaba a merced de la improvisación. Los elementos practicables no se diseñaban expresamente sino que se adaptaban los ya existentes para carpintería convencional.

2º Generación: se intenta resolver el problema de la estanqueidad con perfiles laberínticos de una sola pieza de una sola pieza. Los elementos móviles continúan sin pertenecer aún al propio sistema, con lo que se pierde la estanqueidad en los puntos de acoplamiento.

3º Generación: se desarrollan conjuntos de perfiles que se montan unos sobre otros tomando la forma laberíntica. El sistema ya es más sofisticado y los elementos practicables se incorporan al diseño de cada muro cortina o serie. Se superan los problemas de estanqueidad siempre que se mantenga una cuidadosa ejecución de la obra.

4º Generación: las exigencias en cuanto al aspecto del muro cortina obligan a nuevas investigaciones para conseguir fachadas lisas todo de vidrio. Los muros cortina carecen de perfiles por la parte exterior. La unión de los vidrios o paneles se realiza de forma axial en lugar de tangencial. La ventana a la italiana es la que ofrece mayores ventajas para integrarse en el entramado y es la que se utiliza en la mayoría de los casos.

2.5.1.4. Contacto del aluminio con otros materiales.

El aluminio reacciona tanto con los metales comunes como con los materiales de la construcción, pudiendo provocar patologías graves.

ACERO: El acero no protegido se oxida y los restos manchan el aluminio. En atmósferas corrosivas, zonas marinas o ambientes industriales, el aluminio en presencia de un catalizador hace que sus puntos de contacto con el acero resulten muy dañados. Tanto las piezas de acero como los tornillos empleados, tienen que tratarse por procedimientos de galvanizados, cadmiado o cincado.

ACERO INOXIDABLE: El contacto entre el aluminio y los aceros inoxidable es desaconsejable. Por otra parte, los tornillos de acero inoxidable son recomendables para unir entre sí elementos de aluminio, ya que la corrosión que se puede crear al estar juntos estos tres materiales no es muy importante en el caso de la tortillería.

COBRE: El contacto del cobre y sus aleaciones con el aluminio ataca directamente a éstos.

PLOMO: Cuando el plomo entra en contacto con el aluminio, y dado el poder catalizante del plomo, se genera gran cantidad de sales de plomo, que, por sus características, retienen mucho tiempo la humedad. Por lo que tampoco es aconsejable utilizar pinturas de óxido de plomo, siendo recomendable las de minio de cinc.

YESO Y CEMENTO: El yeso y el cemento, en polvo en caso de humedad o en proyecciones de forma directa, atacan al aluminio superficialmente, dejando manchas blancas incluso después de su limpieza. El aluminio anodizado sufre el mismo ataque. Estas manchas no tienen influencia en la resistencia del perfil, pero son antiestéticas y pueden iniciar la corrosión.

MADERA: El roble y el castaño sufren una reacción ácida en presencia de humedad; por lo que es necesario barnizarlos con pintura o laca antes de ponerlos en contacto con el aluminio. Las maderas secas no tienen ninguna acción sobre el aluminio. Hay maderas que afectan a los tornillos que fijan el aluminio, por lo que es recomendable que se utilicen tornillos de latón.

2.5.1.5. Recomendaciones para una correcta utilización y mantenimiento del aluminio lacado.

A continuación transcribimos las recomendaciones de **ASELAC** (Asociación Española de Lacadores y Pintores de perfiles para ventanas y balconeras metálicas).

Las Normas de Calidad **QUALICOAT** fijan una serie de exigencias técnicas mínimas para que el proceso del lacado del aluminio se efectúe con toda garantía.

Estas prescripciones se extienden a las materias primas utilizadas y sus calidades, las instalaciones y plantas de lacado, formas y sistemas de pretratamiento y, en general, toda una completa normativa que contempla el proceso íntegro del lacado del aluminio.

Los Inspectores de la Marca realizan periódicamente visitas a las plantas de lacado, donde se comprueban los ensayos de autocontrol, el proceso de cromatizado del material base, los hornos de polimerizado, almacenaje de pinturas, limpieza de las plantas y producto terminado. Asimismo, y de forma paralela, se envían muestras al Laboratorio del M.O.P.T. para controlar, aún más exhaustivamente, el material lacado por las plantas que ostentan la Marca de Calidad QUALICOAT. Hay pues un control riguroso de todo el proceso del lacado.

Estas inspecciones y ensayos deberían ser, por sí mismos, suficientes para garantizar un lacado perfecto y un excelente acabado.

No obstante, en la práctica existen otra serie de factores que distorsionan o pueden distorsionar la calidad del material a recibir por el usuario y que no son imputables al proceso de producción.

Estos factores, ajenos a las Normas de Calidad, pueden ser debidos a causas tales como: transporte del material de la planta de lacado a cliente o de cliente a obra, incorrecto almacenamiento del material, proceso de fabricación de los diferentes elementos destinados a la Arquitectura y su posterior colocación, tratamientos de limpieza del material, etc.

El realizar inadecuadamente estas operaciones puede producir daños en la capa de lacado, que originan que los resultados no sean los que deberían esperarse.

Es por ello, por lo que se ha creído conveniente dar una serie de recomendaciones para evitar estos problemas.

Recomendaciones

- Evitar ralladuras provocadas por manejo inadecuado o defectuoso en almacenaje o transporte, o durante los movimientos en obra, o en el montaje de los elementos en la misma.
- Evitar impactos mecánicos o esfuerzos de abrasión.
- No montar piezas que no estén adecuadamente protegidas (selladas) después de cortar, serrar, taladrar o efectuar alguna otra operación mecánica. Especial cuidado en el sellado de ingletes, juntas de unión y ensamblajes de perfiles.

- Respecto a herramientas de corte, no emplear el mismo disco que se haya utilizado para cortar o otros materiales, ya que entre los dientes pueden quedar restos de ellos (hierro, acero, etc.) que dañan al lacado.
- No someter las piezas a calor, por fricción o corte, por encima de los 70°C.
- No exponer las piezas al ataque de productos químicos, ya sean vapores o líquidos, o a gases industriales agresivos, pues pueden dañar el acabado.
- Asegurarse de la no agresividad de los disolventes que se puedan encontrar en las masillas usadas para la colocación de cristales.
- Si se prevé que el par de apriete aplicado puede destruir la capa de cinc, utilizar tacos de plástico.
- Evitar la creación de pilas galvánicas, por el uso, al mismo tiempo, de materiales de anclaje diferentes al aluminio, como pueden ser remaches, escuadras, premarcos, soportes, etc., de materiales diversos. Se recomienda tornillería de acero inoxidable o aluminio.
- Ensamblar con fundas plásticas o tacos, los elementos de sujeción cuando éstos sean de acero. Que dichos elementos estén zincados convenientemente.
- Evitar el contacto de morteros de cemento con el aluminio.
- Emplear pasta de yeso en el enlucido de la junta de un marco con la obra.
- El mejor ajuste es sobre premarco de madera o aluminio.
- La protección o sellado deberá ser muy rigurosa cuando los edificios estén cerca del mar, ya que el ambiente salino y, en algunos casos, la acción directa del agua del mar, puede acelerar algún determinado tipo de corrosión.
- Limpiar periódicamente el aluminio lacado. La frecuencia estará en función de la atmósfera en la que se encuentre la construcción aunque, en cualquier caso, se debería hacer por lo menos una vez al año.
- La limpieza se debe hacer utilizando una disolución al 5 %, en agua clara, de un detergente o jabón neutro y empleando una esponja, trapo de cuero o paño húmedo, evitando la presencia de cualquier elemento que pueda rayar el acabado (arena en el agua, polvo, etc.).
- No usar artículos o productos de limpieza agresivos. No utilizar materiales abrasivos, disolventes orgánicos o detergentes, de los que se desconozcan su composición química.

2.5.2. Muros cortina de acero.

El acero es el material que se utilizó en los primeros muros cortina. Su comportamiento mecánico y resistente permite crear las retículas necesarias para soportar vidrios y paneles.

Antiguamente este tipo de fachadas se realizaba con perfiles tubulares de pequeña sección. El acero que se emplea se obtiene por compactación (no por composición). Estos tubos de acero suelen tener dos tipos diferentes de acabados:

- Pintados. En este caso se componen de una capa antioxidante, una imprimación y finalmente un esmalte como acabado.
- Resinas al epoxi o polvo de poliuretano. Dan una textura muy parecida a un termolacado.

Este acabado debe ser continuo en los cortes y taladros. En el caso que se esmalten los perfiles in situ no tendremos problemas, ya que el operario suele llegar a estas zonas fácilmente. No obstante, cuando los perfiles vienen lacados del taller no quedan protegidos, con lo cual se abre el paso a la corrosión.

Los inconvenientes que tienen se deben al alto coeficiente de dilatación y a las patologías causadas por la rotura de la capa de pintura la posterior oxidación. Las condensaciones internas también causan corrosión que degrada rápidamente la fachada (el interior de los perfiles no suele estar protegido).

Aunque se dejen taladros para igualar la presión y evitar las condensaciones interiores, el aire húmedo de la atmósfera penetra igual y atacará los perfiles aunque sea de una manera más lenta a como lo hace en el exterior.

Una correcta y segura fijación del vidrio es la realizada mediante junquillos atornillados. La fijación de los montantes no puede ser flotante, ya que castigamos las uniones entre roblones o tornillos con los perfiles montantes y se producen puntos de fatiga.



(Biblioteca Atrium de la Herrería)

2.5.3. Muros cortina de acero inoxidable.

Se ha empleado el acero inoxidable en la construcción de muchas fachadas ligeras. Su principal propiedad es su resistencia a la corrosión y a determinados agentes agresivos. Se fabrican aceros inoxidables de diversas composiciones para adaptarlos a las características de las sustancias con que han de estar en contacto. Los aceros inoxidables contienen un 12-18% de cromo y a veces níquel, manganeso, tungsteno, titanio, molibdeno, cobalto o cobre.

Las propiedades inoxidables se atribuyen a la capa de óxido de cromo que se forma en la superficie de acero. Se trata de una película muy fina, denominada capa pasiva, que si la deteriora algún medio mecánico, espontáneamente se vuelve a formar por contacto con el aire u otro agente oxidante.

Existen tres grandes familias de aceros inoxidables:

1. Aceros inoxidables al cromo. Sólo deben usarse en los lugares de fácil limpieza o en decoración de interiores. Donde haya posibilidades de que se depositen capas de polvo que aislen el acero del medio oxidante, el metal sufrirá alteraciones superficiales por perder su poder pasivador. Si además hay contacto con soluciones sulfúricas, propias de ambientes industriales o compuestos clorados de zonas marinas, el aspecto decorativo puede deteriorarse mediante la aparición de picaduras.

2. Aceros inoxidables al cromo-níquel. Son los de mayor utilización en arquitectura, por tener garantizado un buen aspecto.

3. Aceros inoxidables al cromo-níquel-molibdeno. Son especialmente adecuados en atmósferas industrial o marina.

El acero inoxidable se utiliza en muros cortina, tanto en la estructura de montantes y travesaños como en los marcos y bastidores de aberturas. También pueden realizarse los paneles de relleno con este material.

En algunos casos el cromo se sustituye por el silicio, con un efecto anticorrosivo similar, pero no es muy conveniente ya que el silicio reacciona fácilmente con determinados productos, como los cítricos.

El acero inoxidable empleado en arquitectura contiene de un 16 a un 18% de cromo y de un 8 a un 10 % de níquel. A veces contiene pequeñas proporciones de manganeso, molibdeno o silicio. El más usual es el 18/8, que contiene el 18% de cromo y el 8% de níquel.

Los perfiles pueden realizarse con una plegadora o con la máquina conformadora de rodillos. El espesor suele ser entre uno y dos milímetros en función del tipo de perfil y resistencia que se desee obtener. Actualmente el acabado que más se emplea es un microesmerilado o esmerilado fino. El aspecto final es un contraste semimate y tiene la ventaja de que puede reparar las rayaduras que se producen inevitablemente en su colocación. El método de reparación consiste en frotar ligeramente con un estropajo rasposo. El acabado pulido y brillante que estaba de moda hace algunos años tiene el inconveniente de que en él se forman enseguida dibujos irregulares, fácilmente visibles debidos a los contactos durante su colocación y uso.

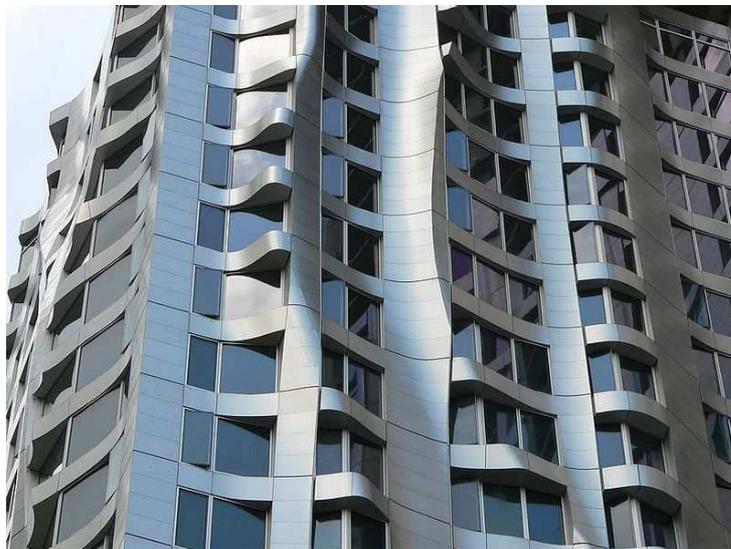
La unión de perfiles es recomendable efectuarla con elementos del mismo material para evitar posibles corrosiones galvánicas. Por el contrario, si se utiliza acero ordinario, estará protegido por algún procedimiento de galvanizado.

COLOCACIÓN EN OBRA.

Durante los trabajos de construcción del edificio habrá que cuidar, para el aspecto superficial del acero inoxidable, del peligro que supone el contacto con limaduras de hierro, proyecciones de yeso o cemento, golpes con metales duros, polvo, productos de decapado y colas, etc.

En estos casos se utilizarán productos apropiados para su limpieza y un aclarado con agua abundante.

Otra protección consiste en la aplicación de un barniz pelable, que se desprende estirando la lámina después de finalizar el montaje.



**Muro cortina de acero inoxidable.
Fachadas de la Torre Beekman – Frank Gehry (Manhattan)**



Muros cortina de acero inoxidable. (www.fireglass.com)

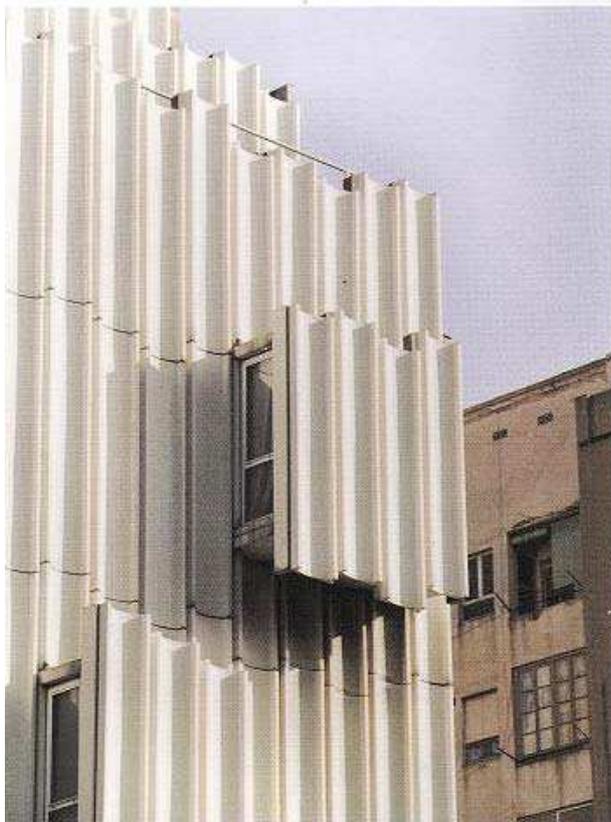
2.5.4. Muros cortina de PVC.

Se han utilizado básicamente en Suecia y en el norte de Alemania. Son ligeros, y es posible obtener con ellos fachadas de gran creatividad.

La escasa conductibilidad del material de que están hechos los hace equiparables a los perfiles con rotura de puente térmico.

Su durabilidad es un problema, puesto que al tratarse de un material celular sufre un proceso de envejecimiento y degradación.

Precisan de tubos interiores para su rigidización. Los marcos se unen a las esquinas mediante una soldadura del mismo material.



**Muro cortina de PVC
(Biblioteca Atrium de la Herrería)**

2.5.5. Muros cortina de madera.

Este tipo de entramado no resulta práctico y se ha dejado de realizar por las molestias que comporta su mantenimiento.

Los muros construidos con este material sufren deformaciones por torsión, grietas y ataques de insectos y deben estar bien protegidos de la humedad. Las testas de los perfiles de madera se han de proteger con elementos metálicos ya que succionan la humedad. Otro inconveniente es el peso de los perfiles.

Este tipo de muros cortina se han utilizado, fundamentalmente, en Suecia y Alemania.

En España existe alguna fachada ligera de madera (aunque no es muro cortina), como por ejemplo el edificio situado en la calle Comte Borrell, de Barcelona, que obtuvo el Premio FAD de Arquitectura en el año 1966.



**Muro cortina resuelto con paneles de madera.
(Biblioteca Atrium de la Herreria)**

2.6. MANTENIMIENTO DE MUROS CORTINA.

El muro cortina es un artificio bastante complejo, y el problema de su conservación es importante. Determinadas soluciones requerirán un nivel de conservación o reposición mayor que otras, y en definitiva habrá que panearlo para ciertas exigencias de recambio de piezas, ajustes y reparaciones.

El mantenimiento de las fachadas ligeras es básico para garantizar su durabilidad, sobre todo en el aspecto estético. Con una conservación apropiada, un muro cortina o fachada panel puede mantener sus calidades funcionales por un período medio de 50 años.

MANTENIMIENTO

POR EL USUARIO

- Cada año se repararán todos los elementos pintados.
- Cada año se limpiarán los vidrios y elementos opacos, al menos 2 veces en fachadas accesibles y 6 veces en fachadas no accesibles.
- Cada año, al menos dos veces, se limpiarán los elementos decorativos.
- Cada año se limpiarán los elementos metálicos con esponja y agua jabonosa o detergentes no alcalinos. Después, deben aclararse y secarse, frotando enérgicamente con un trapo.
- Cada cinco años se revisarán las juntas de estanqueidad, reponiéndolas si existen filtraciones.
- Cada diez años se revisará el estado de los elementos de sellado, sustituyéndolos en caso de pérdida de estanqueidad.

POR EL PROFESIONAL CUALIFICADO

- Periódicamente, se harán inspecciones para detectar la pérdida de estanqueidad, roturas, deterioros o desprendimientos.
- La limpieza se llevará a cabo por personal cualificado, según los materiales componentes del muro cortina:
 - Acristalamientos fijos: con agua y jabón o detergente no alcalino, al menos dos veces al año, evitando el uso de productos o utensilios abrasivos o que puedan dañar el vidrio.
 - Perfiles y paneles de aluminio: con esponja, agua jabonosa y detergente no alcalino o, cuando la suciedad sea importante, con agua y tricloroetileno, aclarando y secando mediante frotado con paño.
 - Perfiles y paneles de acero inoxidable: mediante agua y jabón o detergentes no clorados, en líquido o en polvo, utilizando esponjas, paños o cepillo suaves.
 - Perfiles y paneles de plástico: mediante agua fría, agua con adición de jabón neutro o parafina. En cualquier caso, debe evitarse el empleo de abrasivos, disolventes clorados o similares, acetona, éter u otros productos agresivos.
 - Perfiles y paneles pintados con esmaltes, pintura martelé o lacados: mediante esponjas o paños humedecidos con agua jabonosa.

- En cualquier caso, se evitará la aplicación de productos ácidos o alcalinos que puedan provocar la oxidación o corrosión de los perfiles y chapas o de sus elementos de soporte o fijación.
- Reparación: repintado, eliminación de rayas y abolladuras, sustitución de paneles o perfiles rotos o deteriorados, utilizando productos iguales a los existentes y previo estudio del muro cortina por un especialista o empresa constructora.

2.6.1. Limpieza del aluminio.

Los perfiles de calidad suelen estar garantizados, tanto si son anodizados como lacados, por un periodo de diez años (textura y color).

La frecuencia de la limpieza dependerá de las condiciones a las que esté expuesta la fachada. La acumulación de suciedad y contaminación atmosférica hacen necesaria la limpieza de la superficie de aluminio, sobre todo para mantener su buena apariencia

La frecuencia de la limpieza dependerá también de la apariencia requerida. Puede darse el caso de que ventanas que son vistas de cerca, por estar al nivel del suelo o un poco más altas, tengan que limpiarse con más frecuencia que las que están situadas a nivel superior.

Si la frecuencia de la limpieza recomendada se mantiene, no será necesario utilizar limpiadores más agresivos que un detergente que no sea muy ácido mezclado con agua a temperatura ambiente. Después de la aplicación de los limpiadores, la superficie limpiada se aclarará con agua y, finalmente, se secará con un paño suave.

El uso ocasional de limpiadores más agresivos podrá dañar el acabado, el metal, el barniz y el sistema de sellado e incluso el cristal, y esto debe evitarse. Es un error creer que limpiándolo con menos frecuencia de lo recomendado el acabado del aluminio se dañaría menos.

Con cualquiera de los acabados del aluminio puede utilizarse sin ningún peligro un detergente ligeramente ácido o no alcalino y agua fría.

Si se abrigase alguna duda sobre el limpiador, antes de proceder a la limpieza general puede hacerse una prueba en una pequeña superficie oculta del aluminio. No deben utilizarse jamás ácidos fuertes, lanas metálicas, álcalis o limpiadores fuertes.

El aluminio lacado admite, además, una pequeña variedad de limpiadores ligeramente alcalinos. La limpieza con acetona en lesiones leves también es eficaz, ya que impide la acción del oxígeno con el aluminio, bloqueando el proceso de oxidación. Regenera las manchas superficiales del acabado. El aluminio anodizado puede protegerse de los ambientes donde haya mucho polvo, con la aplicación de una capa fina de cera líquida que impedirá la adhesión de la suciedad en la superficie.

Para reconocer el acabado de perfiles tratados podemos seguir las siguientes reglas:

- El aluminio anodizado siempre produce una sensación táctil fría y suave al deslizamiento.
- El aluminio lacado, toda clase de pinturas, incluso en las superficies más duras, son blandas comparadas con la superficie del metal. La sensación táctil es siempre cálida y el grado de adherencia al deslizamiento de los dedos es mayor.
- El aluminio sin tratar puede reconocerse pinchando la superficie con la punta de una aguja. Si el metal se marca fácilmente y el rasguño no es más ancho que la punta de la aguja, es que el metal no ha sido tratado.

2.6.2. Limpieza de cristales.

También es importante la posibilidad de una fácil limpieza y reposición de los cristales de las fachadas ligeras.

El problema de la limpieza se presenta en los muros cortina o en las carpinterías de grandes dimensiones en las cuales hay que preveer alternadamente zonas fijas y practicables, desde las que se alcance toda la superficie para su limpieza adecuada sin peligro.

En edificios con cerramiento total del muro cortina se hace obligatoria la instalación de elementos especiales tipo góndola para la limpieza y reposición de vidrios. El operario controla el movimiento horizontal y vertical de la barquilla, pudiendo llegar a todos los puntos de la fachada. La limpieza del aluminio podrá realizarse en el momento en que el cristal de la ventana esté convenientemente limpio.

2.6.3. Limpieza de juntas.

Las juntas son los elementos que sufrirán mayor desgaste y deberán ser repuestas periódicamente. Su duración oscila de seis a diez años. Las temperaturas bajas deterioran más que el calor, haciéndoles perder su flexibilidad.

En el exterior no es conveniente colocar juntas de PVC.

2.7. PATOLOGÍAS EN MUROS CORTINA.

2.7.1. Patologías generales en fachadas.

Las humedades, origen muy corriente de:

- corrosiones
- desprendimientos

Las deformaciones estructurales, causa directa de lesiones como

- grietas
- fisuras
- desprendimientos

Las fisuras y grietas, con acciones como

- Humedades
- Erosiones físicas
- Desprendimientos

Las corrosiones, que pueden provocar:

- ensuciamiento

Los organismos, que pueden dar origen a:

- erosiones químicas

1. Mecánicas

Englobando todo tipo de acciones que impliquen una actuación mecánica sobre la unidad, no prevista o superior a la calculada o, en definitiva, superior a la que la unidad en concreto sea capaz de soportar.

Estas acciones podrán ser las previstas en proyecto, pero unidas a defectos de cálculo, diseño o ejecución y, por tanto, superiores, en definitiva, a las admisibles para el elemento estructural en cuestión, provocando lesiones.

Pueden aparecer acciones de este tipo actuando sobre elementos constructivos no estructurales, como elementos de cerramiento, de tabiquería o de simple acabado, que normalmente no están preparados para recibirlas. Entonces, el resultado es también la aparición de una lesión similar, deformación, grieta o fisura, caso, éste, muy corriente en tabiques y cerramientos apoyados sobre forjados muy flexibles.

También podemos considerar en este apartado la transmisión de las acciones mecánicas por deformación, desde los elementos estructurales a los de cerramiento y acabado (pilares o fachadas o sus acabados, por ejemplo) que acaban en grietas y fisuras, y desprendimientos.

Por último, hay que incluir todo tipo de impactos y rozamientos, provocados por el uso sobre materiales de acabados, sobre todo suelos y partes bajas, que acaban en erosiones y desprendimientos, incluso el esporádico caso del desgaste producido por el viento y las partículas sólidas que éste pueda contener en situaciones muy expuestas.

2. Físicas

Recogen todo el conjunto de *agentes atmosféricos* que pueden actuar sobre el edificio y, en especial, sobre su envolvente (fachadas y cubiertas).

Así, la *lluvia* es causa de numerosas humedades cuando cae sobre materiales muy porosos o de gran capacidad capilar, o de ensuciamientos por lavado diferencial, en combinación con el viento, la porosidad del material y la geometría de la fachada. También el *viento* puede, además de su actuación como agente mecánico, modificar el nivel de exposición de las fachadas, pudiendo influir en la incidencia del agua de lluvia y, por tanto, en todos aquellos procesos patológicos donde ésta produce efectos, tales como el ensuciamiento, la filtración, etc.

Los cambios de temperatura, en general, provocan dilataciones y contracciones que originan varios tipos de procesos patológicos que tienen, sin embargo, carácter mecánico, como fisuras y desprendimientos.

La contaminación atmosférica, en forma de partículas, puede considerarse también como causa física, o agente directo, en el ensuciamiento de fachadas, tanto por depósito, como por lavado diferencial.

3. Químicas.

Comprende todo tipo de productos químicos y sus reacciones, vengan del ambiente o sean aportados por organismos vivos o por el propio uso.

La propia humedad, incluso la ambiente, puede ser el origen de distintos tipos de corrosión o, simplemente, el medio (electrolito) que permite las de par galvánico.

La presencia de algunos álcalis o de sustancias eléctricamente positivas con respecto al hierro, también provoca corrosiones.

4. De proyecto

Que engloba el conjunto de errores cometidos, tanto en la toma de decisiones respecto al material a emplear (su constitución fisicoquímica) o a la técnica o sistema constructivos, como en el diseño de los distintos elementos y unidades constructivas (su forma, sus características fisicomecánicas) y, sobre todo, de sus encuentros (detalles de uniones y juntas, en general). De este modo, podemos distinguir varios, los más representativos, subtipos de causas indirectas de proyecto:

- Errónea *elección de material*, o falta de definición (especificación fisicoquímica).
- Técnica o *sistema constructivo inadecuados*, tanto por el tipo de material, como por la función constructiva que debe cumplir la unidad o elemento en cuestión.
- *Diseño defectuoso del elemento constructivo*, sin la forma o dimensión adecuadas.
- Falta de estudio y *diseño de encuentros* y juntas entre materiales y elementos, con problemas de filtraciones, desplazamientos, grietas, etc.

Estos defectos pueden darse, no sólo por el error en sí de diseño o de selección, sino, simplemente, por falta de definición suficiente, lo que se traduce en un pliego de condiciones técnicas defectuoso o incompleto, lo que, por desgracia, es muy corriente.

5. De ejecución

Comprende todos aquellos factores inherentes a la obra construida que provienen de errores en la ejecución de la misma o de cada una de sus unidades, partiendo de la base que están salvados los posibles errores de proyecto mencionados en el punto anterior, tanto de elección de material o sistema, como de diseño constructivo.

6. De material

Se refiere al defecto en la fabricación del mismo y, por tanto al no-cumplimiento de unas características fisicoquímicas que se le suponen.

Todo material o elemento constructivo debe llegar a obra con un "nivel de acabado" que implica un conjunto de características mecánicas, físicas y químicas previamente definidas y necesarias para la misión constructiva que se le va a encomendar en el edificio en cuestión. Al no cumplir unas características, sea por defecto de fabricación, sea por falsificación del suministrador, el proceso patológico puede saltar en cualquier momento.

7. De mantenimiento

Es el conjunto de causas indirectas inherentes al uso del edificio, bien porque éste sea incorrecto y, por tanto, se le someta a una serie de acciones para las que no estaba diseñado, bien porque no se le aplica un mantenimiento periódico en las unidades constructivas que así lo requieran.

Por otro lado, también es corriente el fallo de elementos de instalaciones por falta adecuado entretenimiento, o la aparición de corrosiones en elementos metálicos de fachada.

2.7.2. Patologías específicas de muro cortina.

Un problema frecuente en los muros cortina es el uso de tornillería y accesorios no adecuados. El aluminio es incompatible con la mayor parte de los metales, por tener un potencial electronegativo mayor que ellos. Cuando hay puntos de contacto y se forman humedades, se produce la corrosión galvánica.

CORROSIÓN GALVÁNICA.

Cuando una unión de dos metales diferentes está mojada por un electrólito (humedad atmosférica, agua de mar, disoluciones diversas), la experiencia ha demostrado que se produce corrosión sobre uno de los dos metales. Este ataque es más fuerte en la zona de contactos y siempre más importante que si los dos metales hubieran estado colocados de forma separada en el electrólito. El potencial de disolución del aluminio y de sus aleaciones en el agua es más electronegativo que el de la mayoría de los metales usuales a excepción del cinc y el cadmio, que tienen un potencial un poco más electronegativo, pero muy próximo al del magnesio y el aluminio. De ahí resulta que el contacto de este último con la mayoría de los metales usuales conduce a una corrosión galvánica del aluminio y sus aleaciones, cuando la unión heterogénea así constituida está sumergida en el agua. La velocidad de disolución del aluminio será tanto mayor cuanto más elevada sea la conductividad del agua.

En la práctica, en el caso de uniones del aluminio con otros metales (comprendidos los aceros inoxidable) será necesario aislar los contactos para evitar la corrosión galvánica del aluminio. El contacto con acero cadmiado o cincado no crea problemas de corrosión del aluminio mientras el revestimiento de cinc o cadmio no se consuman.

Los casos más típicos en que se puedan producir patologías son:

PREMARCO DE ACERO CON CARPINTERÍA DE ALUMINIO.

Se protegerá con un galvanizado en caliente del premarco de acero. La tornillería también será de acero galvanizado en caliente, además de llevar una arandela de nailon que evita la polaridad con el aluminio en caso de que resulte rasgada la película galvánica.

CARPINTERÍA DE ALUMINIO Y PREMARCO DE ACERO PROTEGIDO CON MINIO DE PLOMO.

Las pinturas a base de plomo hacen de puente de conducción electromagnética cuando están entre el aluminio y el acero. El aluminio actúa como pila y se produce la corrosión, sobre todo del acero y en menor medida del aluminio.

El problema se resuelve empleando otros tipos de antioxidantes, como los cromatos de cinc o los sulfatos de cinc. La electronegatividad, muy similar a la del aluminio, elimina los problemas citados.

Las causas más frecuentes de fallas en la colocación de muro cortina se centran en problemas generados por la mano de obra, la falta de fiscalización y la urgencia con que se realiza el proyecto. A continuación se presentan detallan alguno de los errores que se presentan (Revista BIT, 2009):

- Los insertos metálicos deben adecuarse durante la etapa de obra gruesa del proyecto, embebiéndose en el hormigón, con lo cual debe haber una buena coordinación entre la constructora y el contratista, si los insertos no llegasen a tiempo, y no se embeben los insertos se debe corregir esta situación fijando mecánicamente mediante pernos químicos o de expansión el inserto, encareciendo el proyecto.
- Otro error derivado de la instalación de los insertos es cuando el cálculo general del edificio no contempla el espacio suficiente para su instalación (de los insertos), por lo que no se pueden colocar, también se genera un grave problema cuando se insertan de manera incorrecta, montándolos excesivamente al interior del hormigón, sin que el supervisor encargado de aprobar la faena se percate del error.
- Si los anclajes quedan desnivelados impiden que los paneles se puedan colocar.
- Otro problema común es cuando el panel se encuentra ya instalado y se produce un quiebre en el cristal, los motivos pueden ser muy variados.



3. ESPECIFICACIONES SEGÚN CTE.

En los últimos tiempos, el sector de la edificación se ha convertido en uno de los principales sectores económicos de este país, siendo un importante precursor del crecimiento económico y repercutiendo en gran medida en el conjunto de la sociedad. Debido a esta importancia, era necesaria una regulación de la actividad edificatoria, que se hizo patente con la promulgación de la LOE.

Los requisitos básicos demandados a los edificios son cada vez más elevados, acorde con la creciente demanda de calidad de la sociedad española. El usuario no se conforma con el cumplimiento de los aspectos de seguridad en los edificios, sino que también busca un elevado nivel de confort y bienestar. Esto sumado a la creciente preocupación por los temas relacionados con el medio ambiente y la sostenibilidad, hacen que los requerimientos que se exigen a los edificios sean mucho mayores que los existentes hace sólo unas décadas.

En este ámbito, el CTE se configura como un nuevo marco normativo que pretende facilitar la aplicación de la reglamentación técnica existente, para de esta manera conseguir todas las mejoras en el campo edificatorio que se han expuesto anteriormente.

Se trata de un código basado en prestaciones u objetivos, adoptando así el enfoque internacional más moderno en materia de normativa de edificación. De este modo se consigue fomentar la innovación y el desarrollo tecnológico. El uso de una reglamentación basada en prestaciones permite que el entorno normativo pueda actualizarse más fácilmente a medida que evoluciona la técnica; así se potencia el uso de nuevas técnicas y prácticas constructivas, y se consigue aumentar la competitividad y eficiencia en el sector de la construcción.

3.1. DB-HE. Ahorro de energía.

El objetivo del requisito básico "Ahorro de energía" consiste en conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización de los edificios, reduciendo a límites sostenibles su consumo y conseguir asimismo que una parte de este consumo proceda de fuentes de energía renovable, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

HE 1 Limitación de la demanda energética.

Demanda energética.

La demanda energética de los edificios se limita en función del **clima en que se ubican los edificios a construir, zonificación climática** y de la **carga interna en sus espacios**.

También, establece valores límite para los parámetros característicos de la envolvente térmica. En el caso de las fachadas limita:

- Transmitancia térmica de muros de fachada y huecos: **UM, UH**.
- Factor solar modificado de huecos: **FH**.

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

Tabla 2.1 Transmitancia térmica máxima de cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica U en W/m² K.

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

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

⁽²⁾ Las transmitancias térmicas de vidrios y marcos se compararán por separado.

Condensaciones.

Existen dos tipos de condensaciones que afectan tanto a los *cerramientos* como a las *particiones interiores* que componen la envolvente térmica del edificio:

- **Condensaciones superficiales:** se limitarán de forma que se evite la formación de mohos en su superficie interior. Para ello, en aquellas superficies interiores de los cerramientos que puedan absorber agua o susceptibles de degradarse y especialmente en los puentes térmicos de los mismos, la humedad relativa media mensual en dicha superficie será inferior al 80%.

- **Condensaciones intersticiales:** serán tales que no produzcan una merma significativa en sus prestaciones térmicas o supongan un riesgo de degradación o pérdida de su vida útil. Además, la máxima condensación acumulada en cada periodo anual no será superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

Permeabilidad al aire.

La permeabilidad al aire de las carpinterías de los huecos, medida con una sobrepresión de 100 Pa, tendrá unos valores inferiores a los siguientes:

a) Zonas A y B: $p = 50 \text{ m}^3 / \text{h m}^2$

b) Zonas C, D y E: $p = 27 \text{ m}^3 / \text{h m}^2$

1. Cálculo y Dimensionado.

Zonificación climática.

Para la limitación de la demanda energética establece 12 zonas climáticas identificadas mediante una letra, correspondiente a la división de invierno, y un número, correspondiente a la división y en verano.

La zona climática de cualquier localidad en la que se ubiquen los edificios se obtiene de la **tabla D.1** en función de la diferencia de altura que exista entre dicha localidad y la altura de referencia de la capital de su provincia. Si la diferencia de altura fuese menor de 200 m o la localidad se encontrase a una altura inferior que la de referencia, se tomará, para dicha localidad, la misma zona climática que la que corresponde a la capital de provincia.

Provincia	Capital	Altura de referencia (m)	Desnivel entre la localidad y la capital de su provincia (m)				
			≥200 <400	≥400 <600	≥600 <800	≥800 <1000	≥1000
Albacete	D3	677	D2	E1	E1	E1	E1
Alicante	B4	7	C3	C1	D1	D1	E1
Almería	A4	0	B3	B3	C1	C1	D1
Ávila	E1	1054	E1	E1	E1	E1	E1
Badajoz	C4	188	C3	D1	D1	E1	E1
Barcelona	C2	1	C1	D1	D1	E1	E1
Bilbao	C1	214	D1	D1	E1	E1	E1
Burgos	E1	861	E1	E1	E1	E1	E1
Cáceres	C4	385	D3	D1	E1	E1	E1
Cádiz	A3	0	B3	B3	C1	C1	D1
Castellón de la Plana	B3	18	C2	C1	D1	D1	E1
Ceuta	B3	0	B3	C1	C1	D1	D1
Ciudad real	D3	630	D2	E1	E1	E1	E1
Córdoba	B4	113	C3	C2	D1	D1	E1
Coruña (a)	C1	0	C1	D1	D1	E1	E1
Cuenca	D2	975	E1	E1	E1	E1	E1
Donostia-San Sebastián	C1	5	D1	D1	E1	E1	E1
Girona	C2	143	D1	D1	E1	E1	E1
Granada	C3	754	D2	D1	E1	E1	E1
Guadalajara	D3	708	D1	E1	E1	E1	E1
Huelva	B4	50	B3	C1	C1	D1	D1
Huesca	D2	432	E1	E1	E1	E1	E1
Jaén	C4	436	C3	D2	D1	E1	E1
León	E1	346	E1	E1	E1	E1	E1
Lleida	D3	131	D2	E1	E1	E1	E1
Logroño	D2	379	D1	E1	E1	E1	E1
Lugo	D1	412	E1	E1	E1	E1	E1
Madrid	D3	589	D1	E1	E1	E1	E1
Málaga	A3	0	B3	C1	C1	D1	D1
Melilla	A3	130	B3	B3	C1	C1	D1
Murcia	B3	25	C2	C1	D1	D1	E1
Ourense	C2	327	D1	E1	E1	E1	E1
Oviedo	C1	214	D1	D1	E1	E1	E1
Palencia	D1	722	E1	E1	E1	E1	E1
Palma de Mallorca	B3	1	B3	C1	C1	D1	D1
Palmas de gran canaria (las)	A3	114	A3	A3	A3	B3	B3
Pamplona	D1	456	E1	E1	E1	E1	E1
Pontevedra	C1	77	C1	D1	D1	E1	E1
Salamanca	D2	770	E1	E1	E1	E1	E1
Santa cruz de Tenerife	A3	0	A3	A3	A3	B3	B3
Santander	C1	1	C1	D1	D1	E1	E1
Segovia	D2	1013	E1	E1	E1	E1	E1
Sevilla	B4	9	B3	C2	C1	D1	E1
Soria	E1	984	E1	E1	E1	E1	E1
Tarragona	B3	1	C2	C1	D1	D1	E1
Teruel	D2	995	E1	E1	E1	E1	E1
Toledo	C4	445	D3	D2	E1	E1	E1
Valencia	B3	8	C2	C1	D1	D1	E1
Valladolid	D2	704	E1	E1	E1	E1	E1
Vitoria-Gasteiz	D1	512	E1	E1	E1	E1	E1
Zamora	D2	617	E1	E1	E1	E1	E1
Zaragoza	D3	207	D2	E1	E1	E1	E1

Tabla D.1. Zonas climáticas. (CTE – HE1 pag.31)

Clasificación de los espacios.

Los espacios interiores de los edificios se clasifican en *espacios habitables* y *espacios no habitables*.

Espacios habitables: se clasifican en función de la cantidad de calor disipada en su interior, debido a la actividad realizada y al periodo de utilización de cada espacio, en las siguientes categorías:

a) espacios con baja carga interna: espacios en los que se disipa poco calor. Son los espacios destinados principalmente a residir en ellos, con carácter eventual o permanente.

En esta categoría se incluyen todos los espacios de edificios de viviendas y aquellas zonas o espacios de edificios asimilables a éstos en uso y dimensión, tales como habitaciones de hotel, habitaciones de hospitales y salas de estar, así como sus zonas de circulación vinculadas.

b) espacios con alta carga interna: espacios en los que se genera gran cantidad de calor por causa de su ocupación, iluminación o equipos existentes.

Son aquellos espacios no incluidos en la definición de espacios con baja carga interna. El conjunto de estos espacios conforma la zona de alta carga interna del edificio.

Espacios no habitables: No destinados al uso de personas.

Los espacios habitables se caracterizan por el exceso de humedad interior. En nuestro caso sería, espacios de clase de **higrometría 3 o inferior** : espacios en los que no se prevea una alta producción de humedad. Se incluyen en esta categoría todos los espacios de edificios residenciales y el resto de los espacios no indicados en **higrometrías 4 y 5**.

Definición de la envolvente térmica del edificio y clasificación de sus componentes.

La envolvente térmica del edificio está compuesta por todos los cerramientos que limitan espacios habitables con el ambiente exterior (aire o terreno u otro edificio) y por todas las particiones interiores que limitan los espacios habitables con los espacios no habitables que a su vez estén en contacto con el ambiente exterior.

Los *cerramientos y particiones interiores* de los *espacios habitables* se clasifican según su situación en varias categorías, nos centraremos cuando los cerramientos y particiones interiores de los espacios se sitúen en las fachadas y en las medianerías:

- **fachadas**, comprenden los cerramientos exteriores en contacto con el aire cuya inclinación sea superior a 60° respecto a la horizontal. Se agrupan en 6 orientaciones según los sectores angulares contenidos en la figura 3.1. La orientación de una fachada se caracteriza mediante el ángulo α_0 que es el formado por el norte geográfico y la normal exterior de la fachada, medido en sentido horario.

- **medianerías**, comprenden aquellos *cerramientos* que lindan con otros edificios ya construidos o que se construyan a la vez y que conformen una división común. Si el edificio se construye con posterioridad el cerramiento se considerará, a efectos térmicos, una fachada.

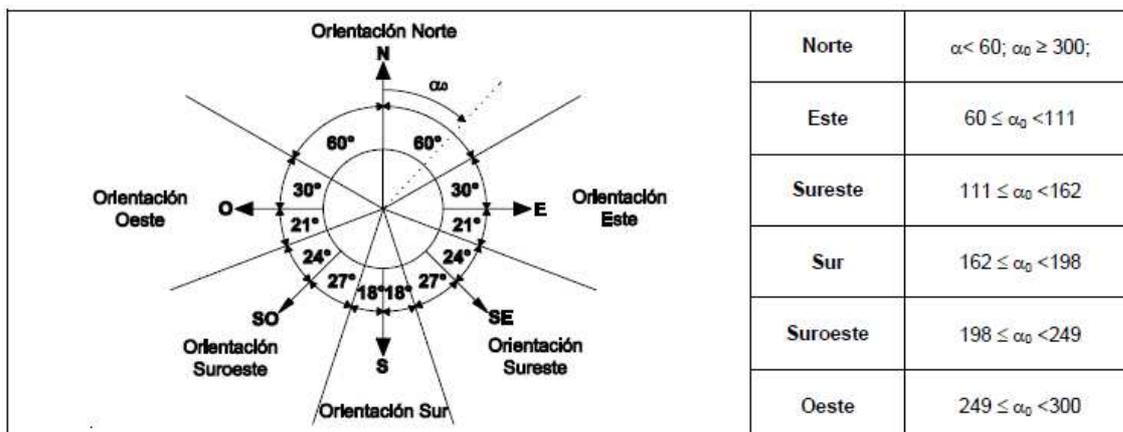


Figura 3.1. Orientaciones de la fachada. (CTE – HE1 pag.10)

Opción simplificada.

Cálculo de la limitación de la demanda energética de los edificios mediante la limitación de los parámetros de **transmitancia térmica U** y **del factor solar modificado F** de los componentes de la envolvente térmica (cerramientos y particiones interiores). Esta opción limita la demanda energética de una **manera indirecta**. La comprobación se realiza mediante la comparación de los valores obtenidos en el cálculo con los valores límite permitidos.

Aplicabilidad.

Puede utilizarse la opción simplificada cuando se cumplan simultáneamente las condiciones siguientes:

- a) que el porcentaje de huecos en cada fachada sea inferior al 60% de su superficie;
- b) que el porcentaje de lucernarios sea inferior al 5% de la superficie total de la cubierta.

Como excepción, se admiten porcentajes de huecos superiores al 60% en aquellas fachadas cuyas áreas supongan un porcentaje inferior al 10% del área total de las fachadas del edificio.

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

Procedimiento a seguir con la opción simplificada:

- Determinar zonificación climática.
- Definir la envolvente térmica.
- Clasificar los espacios de los edificios
- Comprobación de la permeabilidad al aire de las carpinterías de los huecos.
- Cálculo de los parámetros característicos de los distintos componentes de los *cerramientos*.
- Cálculo de la limitación de la demanda energética (limitación **U** y **FH**).
- Control de las condensaciones intersticiales y superficiales.

Opción general.

Evaluación de la demanda energética de los edificios mediante la comparación de ésta con la correspondiente a un edificio de referencia que define la propia acción. La comparación se realiza mediante el programa LIDER, la herramienta informática desarrollada por el CTE.

Aplicabilidad.

- La única limitación para la utilización de la opción general es el uso en el edificio de soluciones constructivas innovadoras cuyos modelos no puedan ser introducidos en el programa informático de cálculo.

- Si se utilizasen soluciones constructivas no incluidas en el programa se justificarán en el proyecto las mejoras de ahorro de energía introducidas y se obtendrán mediante método de simulación o cálculo al uso.

Procedimiento a seguir.

- Introducir el edificio (tal cual ha sido proyectado) en el programa informático para evaluar su demanda energética.

- Comparación de la demanda energética del edificio objeto de estudio con la demanda energética de un edificio de referencia. Comprobación de las demandas energéticas:

Demanda E OBJETO ≤ Demanda E REFERENCIA

- Cálculo de las condensaciones en la superficie y en el interior de los cerramientos.

- Comprobación de la permeabilidad al aire de las carpinterías de los huecos.

HE 3 Eficiencia energética de las Instalaciones de Iluminación.

Caracterización y cuantificación de las exigencias.

La eficiencia energética de una instalación de iluminación de una zona, se determinará mediante el valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m²) por cada 100 lux mediante la siguiente expresión:

$$VEEI = \frac{P \cdot 100}{S \cdot E_m}$$

P La potencia total instalada en lámparas más los equipos auxiliares [W]

S La superficie iluminada [m²]

Em La iluminancia media horizontal mantenida [lux]

Con el fin de establecer los correspondientes valores de eficiencia energética límite, las instalaciones de iluminación se identificarán, según el uso de la zona, dentro de uno de los 2 grupos siguientes:

Grupo 1: Zonas de no representación o espacios en los que el criterio de diseño, la imagen o el estado anímico que se quiere transmitir al usuario con la iluminación, queda relegado a un segundo plano frente a otros criterios como el nivel de iluminación, el confort visual, la seguridad y la eficiencia energética;

Grupo 2: Zonas de representación o espacios donde el criterio de diseño, imagen o el estado anímico que se quiere transmitir al usuario con la iluminación, son preponderantes frente a los criterios de eficiencia energética.

Sistemas de control y regulación.

Las instalaciones de iluminación dispondrán, para cada zona, de un sistema de regulación y control con las siguientes condiciones:

a) toda zona dispondrá al menos de un sistema de encendido y apagado manual, cuando no disponga de otro sistema de control, no aceptándose los sistemas de encendido y apagado en cuadros eléctricos como único sistema de control. Las zonas de uso esporádico dispondrán de un control de encendido y apagado por sistema de detección de presencia o sistema de temporización.

b) se instalarán sistemas de aprovechamiento de la luz natural, que regulen el nivel de iluminación en función del aporte de luz natural, en la primera línea paralela de luminarias situadas a una distancia inferior a 3 metros de la ventana, y en todas las situadas bajo un lucernario, en los siguientes casos;

- i) en las zonas de los grupos 1 y 2 que cuenten con cerramientos acristalados al exterior, cuando éstas cumplan simultáneamente las siguientes condiciones:

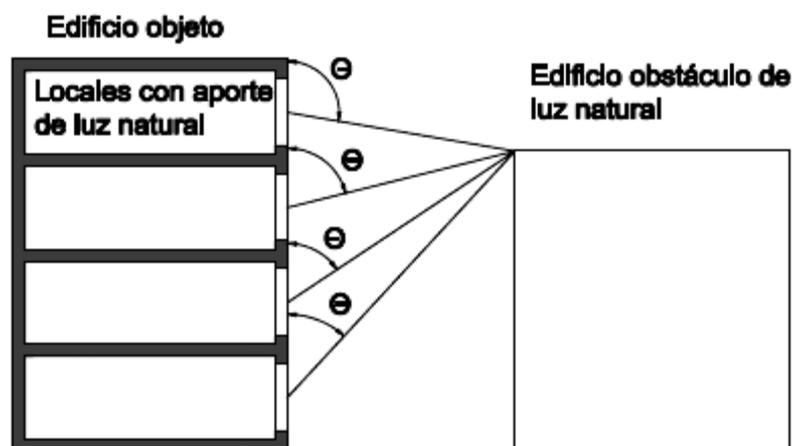


Figura 2.1 (CTE – HE3 pag.4)

- **Ángulo $\theta > 65^\circ$** , siendo θ el ángulo desde el punto medio del acristalamiento hasta la cota máxima del edificio obstáculo, medido en grados sexagesimales.

- Que se cumpla la expresión: **$T (A_w/A) > 0,07$** siendo:

T coeficiente de transmisión luminosa del vidrio de la ventana en tanto por uno.

A_w área de acristalamiento de la ventana de la zona [m²].

A área total de las superficies interiores del local (suelo + techo + paredes + ventanas) [m²].

II. En las zonas de los grupos 1 y 2 que cuenten con cerramientos acristalados a patios o atrios, cuando éstas simultáneamente se cumplan las siguientes condiciones:

- En el caso de **patios no cubiertos** cuando éstos tengan una anchura (**a_i**) superior a 2 veces la distancia (**h_i**), siendo **h_i** la distancia entre el suelo de la planta donde se encuentre la zona en estudio, y la cubierta del edificio (**figura 2.2**):

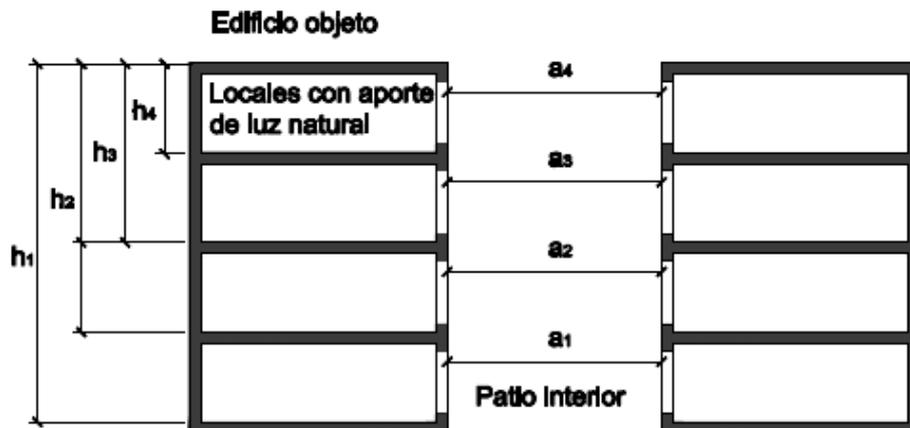


Figura 2.2 (CTE – HE3 pag.5)

En el caso de patios cubiertos por acristalamientos cuando su anchura (a_i) sea superior a $2/T_c$ veces la distancia (h_i), siendo h_i la distancia entre la planta donde se encuentre el local en estudio y la cubierta del edificio, y siendo T_c el coeficiente de transmisión luminosa del vidrio de cerramiento del patio, expresado en tanto por uno.

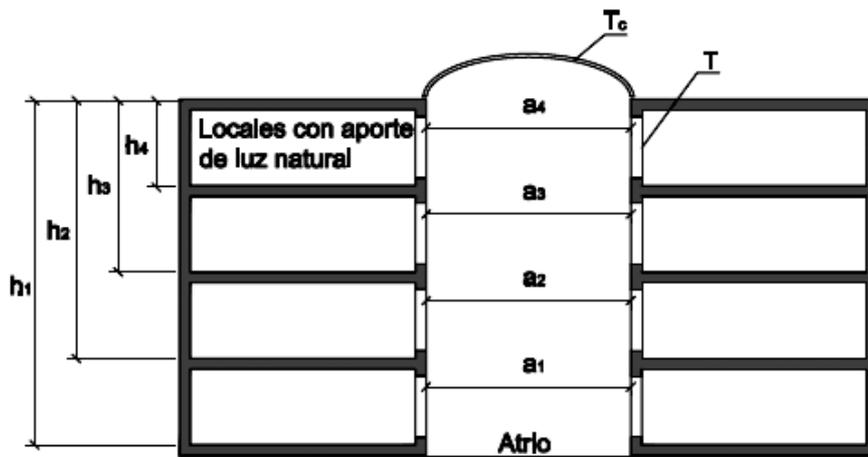


Figura 2.3 (CTE – HE3 pag.5)

- Que se cumpla la expresión: $T (A_w/A) > 0,07$ siendo:

T coeficiente de transmisión luminosa del vidrio de la ventana en tanto por uno.

A_w área de acristalamiento de la ventana de la zona [m²].

A área total de las superficies interiores del local (suelo + techo + paredes + ventanas) [m²].

3.2. DB-SI. Seguridad en caso de incendio.

El Documento Básico Seguridad en caso de incendio afecta directamente al diseño de la fachada en los ámbitos de aplicación y en el grado de protección de las mismas, con el fin de limitar la propagación exterior del incendio a lo alto y largo de la fachada.

Sección SI 1 Propagación interior.

Compartimentación en sectores de incendio.

Los edificios se compartimentan en sectores de incendio, siendo la superficie máxima construida por sector de 2.500 m².

Sección SI 2 Propagación exterior.

Medianerías y fachadas.

Las medianerías o muros colindantes con otro edificio deben ser al menos EI 120.

Con el fin de limitar el riesgo de propagación exterior horizontal del incendio a través de las fachadas, los puntos de ambas fachadas que no sean al menos EI 60 deben estar separados la distancia d que se indica a continuación, como mínimo, en función del ángulo α formado por los planos exteriores de dichas fachadas (véase figura 1.1). Para valores intermedios del ángulo α , la distancia d puede obtenerse por interpolación lineal.

α	0° ⁽¹⁾	45°	60°	90°	135°	180°
d (m)	3,00	2,75	2,50	2,00	1,25	0,50

⁽¹⁾ Refleja el caso de fachadas enfrentadas paralelas

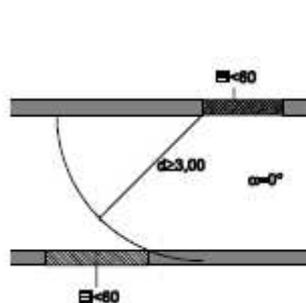


Figura 1.1. Fachadas enfrentadas

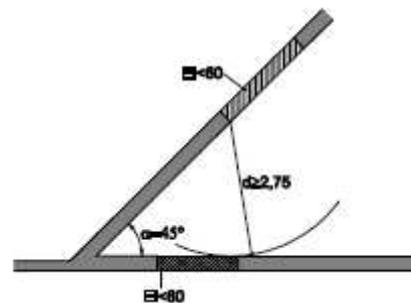


Figura 1.2. Fachadas a 45°

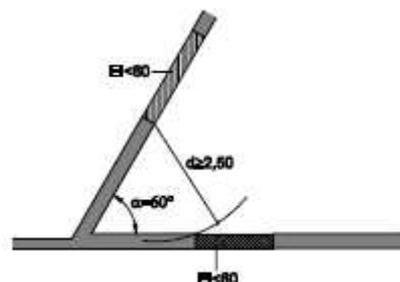


Figura 1.3. Fachadas a 60°

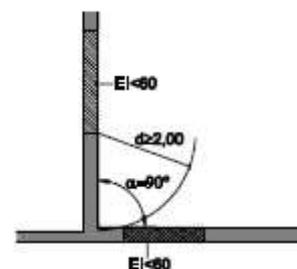


Figura 1.4. Fachadas a 90°

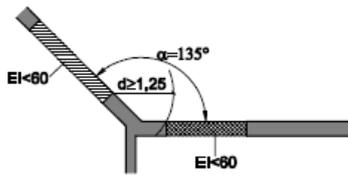


Figura 1.5. Fachadas a 135°

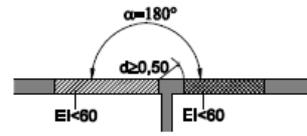


Figura 1.6. Fachadas a 180°

Con el fin de limitar el riesgo de propagación vertical del incendio por fachada entre dos sectores de incendio o entre una zona de riesgo especial alto y otras zonas más altas del edificio, dicha fachada debe ser al menos EI 60 en una franja de 1 m de altura, como mínimo, medida sobre el plano de la fachada (véase figura 1.7). En caso de existir elementos salientes aptos para impedir el paso de las llamas, la altura de dicha franja podrá reducirse en la dimensión del citado saliente (véase figura 1.8).

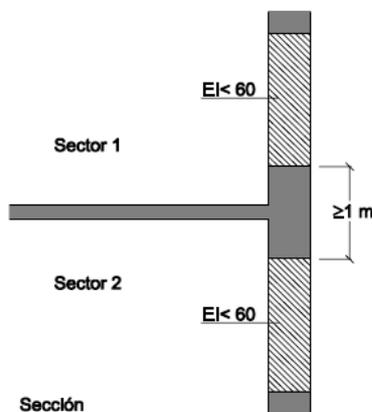


Figura 1.7 Encuentro forjado – fachada.

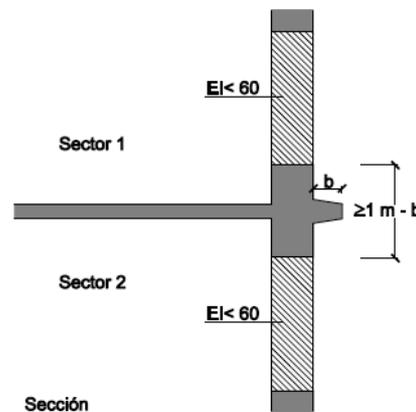


Figura 1.8 Encuentro forjado-fachada con saliente.

CTE – SI 2 pag.2

La clase de reacción al fuego de los materiales que ocupen más del 10% de la superficie del acabado exterior de las fachadas o de las superficies interiores de las cámaras ventiladas que dichas fachadas puedan tener, será B-s3 d2 en aquellas fachadas cuyo arranque sea accesible al público, bien desde la rasante exterior o bien desde una cubierta, así como en toda fachada cuya altura exceda de 18m.

Cubiertas.

Con el fin de limitar el riesgo de propagación exterior del incendio por la cubierta, ya sea entre dos edificios colindantes, ya sea en un mismo edificio, tendrá una resistencia al fuego **REI 60**, en una franja de 0,50 m de anchura, así como en una franja de 1,00 m de anchura situada sobre el encuentro con la cubierta de todo elemento compartimentador de un sector de incendio o de un local de riesgo especial alto. Como alternativa a la condición anterior puede optarse por prolongar la medianería o el elemento compartimentador 0,60 m por encima del acabado de la cubierta.

d (m)	≥2,50	2,00	1,75	1,50	1,25	1,00	0,75	0,50	0
h (m)	0	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	5,00

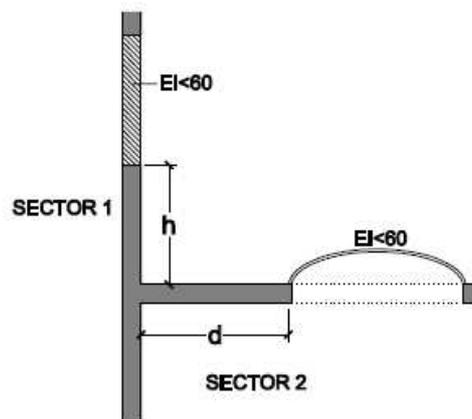


Figura 2.1. Encuentro cubierta-fachada.
(CTE – SI 2 pag.3)

Los materiales que ocupen más del 10% del revestimiento o acabado exterior de las cubiertas, incluida la cara superior de los voladizos cuyo saliente exceda de 1 m, así como los lucernarios, claraboyas y cualquier otro elemento de iluminación, ventilación o extracción de humo, deben pertenecer a la clase de *reacción al fuego* BROOF (t1).

Sección SI 5 Intervención de los bomberos.

Accesibilidad por fachada.

Las fachadas deben disponer de huecos que permitan el acceso desde el exterior al personal del servicio de extinción de incendios. Dichos huecos deben cumplir las condiciones siguientes:

a) Facilitar el acceso a cada una de las plantas del edificio, de forma que la **altura del alféizar** respecto del nivel de la planta a la que accede **no sea mayor que 1,20 m**.

b) Sus **dimensiones** horizontal y vertical deben ser, al menos, **0,80 m y 1,20 m** respectivamente.

La **distancia máxima entre dos huecos** consecutivos no debe exceder de **25 m**, medida sobre la fachada.

c) No se deben instalar en fachada elementos que impidan o dificulten la accesibilidad al interior del edificio a través de dichos huecos, a excepción de los **elementos de seguridad situados en los huecos de las plantas cuya altura de evacuación no exceda de 9 m**.

3.3. DB-HR. Protección frente al ruido.

El objetivo del requisito básico “Protección frente el ruido” consiste en limitar, dentro de los edificios y en condiciones normales de utilización, el riesgo de molestias o enfermedades que el ruido pueda producir a los usuarios como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán y mantendrán de tal forma que los elementos constructivos que conforman sus *recintos* tengan unas características acústicas adecuadas para reducir la transmisión del ruido aéreo, del ruido de impactos y del ruido y vibraciones de las instalaciones propias del edificio, y para limitar el ruido reverberante de los *recintos*.

Valores límite de aislamiento

Aislamiento acústico a ruido aéreo

Protección frente al ruido procedente del exterior:

– El aislamiento acústico a ruido aéreo, $D_{2m,nT,Atr}$, entre un recinto protegido y el exterior no será menor que los valores indicados en la tabla 2.1, en función del uso del edificio y de los valores del índice de ruido día, L_d , definido en el Anexo I del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, de la zona donde se ubica el edificio.

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

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

Tabla 2.1 Valores de aislamiento acústico a ruido aéreo, $D_{2m,nT,Atr}$, en dBA, entre un recinto protegido y el exterior, en función del índice de ruido día, L_d . (CTE – HR pag.16).

Diseño y dimensionado

Condiciones mínimas de las medianerías

El parámetro que define una medianería es el índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A .

El valor del índice global de reducción acústica ponderado, R_A , de toda la superficie del cerramiento que constituya una *medianería* de un edificio, no será menor que 45 dBA.

Condiciones mínimas de las fachadas, las cubiertas y los suelos en contacto con el aire exterior.

En la tabla 3.4 se expresan los valores mínimos que deben cumplir los huecos y la parte ciega de la fachada, , en función de los valores límite de aislamiento acústico entre un recinto protegido y el exterior indicados en la tabla 2.1 y del porcentaje de huecos expresado como la relación entre la superficie del hueco y la superficie total de la fachada vista desde el interior de cada recinto protegido.

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

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

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

Tabla 3.4 Parámetros acústicos de fachadas, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior de recintos protegidos.

3.4. DB-HS. Salubridad.

Este apartado se centrará en la aplicación del Documento Básico Salubridad en las partes que afecten a las fachadas, sobre todo para limitar los problemas causados por la humedad. Para conseguir este objetivo, se expondrá los criterios de diseño de la fachada en relación al grado de impermeabilidad exigido para los cerramientos en contacto con el exterior.

Se limitará el *riesgo* previsible de presencia inadecuada de agua o humedad en las fachadas o cerramientos como consecuencia del agua procedente de precipitaciones atmosféricas, de escorrentías, del terreno o de condensaciones, disponiendo medios que impidan su penetración o, en su caso permitan su evacuación sin producción de daños.

Exigencia básica HS 1: Protección frente a la humedad.

Esta sección se aplica a los cerramientos que están en contacto con el aire exterior (fachadas y cubiertas) de todos los edificios incluidos en el ámbito de aplicación general del CTE. Las medianerías que vayan a quedar descubiertas porque no se ha edificado en los solares colindantes o porque la superficie de las mismas excede a las de las colindantes se consideran fachadas.

Fachadas.

Grado de impermeabilidad.

El grado de impermeabilidad mínimo exigido a las fachadas frente a la penetración de las precipitaciones se obtiene en la tabla 2.5 en función de la zona pluviométrica de promedios y del grado de exposición al viento correspondientes al lugar de ubicación del edificio. Estos parámetros se determinan de la siguiente forma:

a) la *zona pluviométrica de promedios* se obtiene de la figura 2.4.

b) el grado de exposición al viento se obtiene en la tabla 2.6 en función de la altura de coronación del edificio sobre el terreno, de la *zona eólica* correspondiente al punto de ubicación, obtenida de la figura 2.5, y de la clase del entorno en el que está situado el edificio que será E0 cuando se trate de un terreno tipo I, II o III y E1 en los demás casos, según la clasificación establecida en el DB SE:

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

Terreno tipo II: Terreno llano sin obstáculos de envergadura.

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

Terreno tipo IV: Zona urbana, industrial o forestal.

Terreno tipo V: Centros de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura.

		Zona pluviométrica de promedios				
		I	II	III	IV	V
Grado de exposición al viento	V1	5	5	4	3	2
	V2	5	4	3	3	2
	V3	5	4	3	2	1

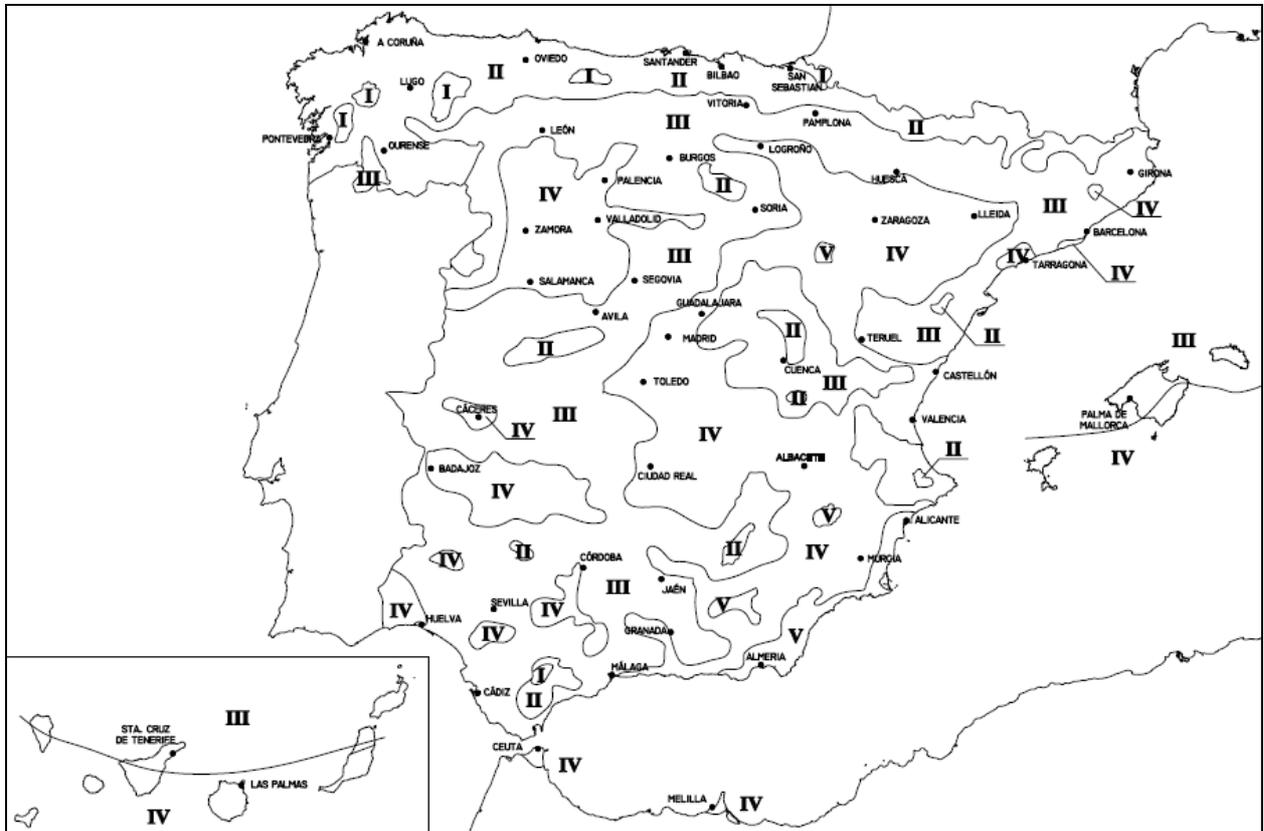


Figura 2.4 Zonas pluviométricas de promedios en función del índice pluviométrico anual. CTE – HS 1 pag.10

		Clase del entorno del edificio					
		E1			E0		
		Zona eólica			Zona eólica		
		A	B	C	A	B	C
Altura del edificio en m	≤15	V3	V3	V3	V2	V2	V2
	16 - 40	V3	V2	V2	V2	V2	V1
	41 – 100 ⁽¹⁾	V2	V2	V2	V1	V1	V1

⁽¹⁾ Para edificios de más de 100 m de altura y para aquellos que están próximos a un desnivel muy pronunciado, el grado de exposición al viento debe ser estudiada según lo dispuesto en el DB-SE-AE.

Tabla 2.6 Grado de exposición al viento. CTE – HS 1 pag.10

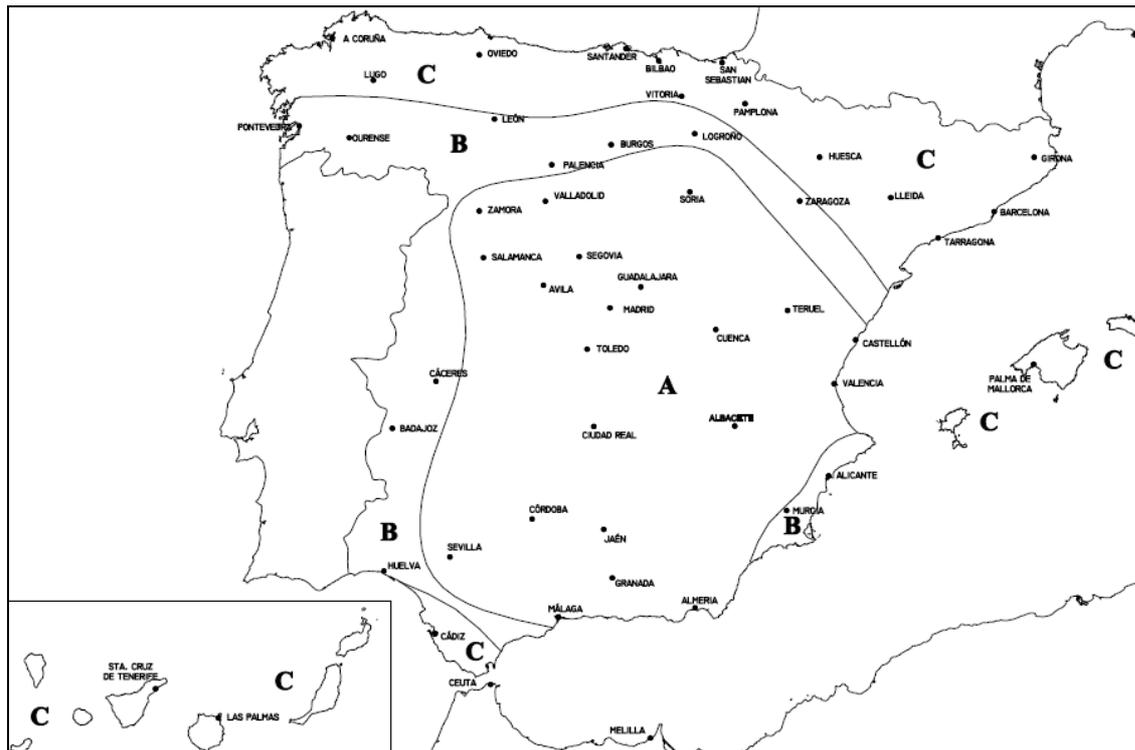


Tabla 2.5 Zonas eólicas. CTE – HS 1 pag.11

3.5. DB-SU. Seguridad de utilización.

El objetivo del requisito básico "Seguridad de utilización" consiste en reducir a límites aceptables el *riesgo* de que los *usuarios* de un edificio sufran daños inmediatos durante el *uso previsto* del mismo, como consecuencia de las características de su *proyecto, construcción, uso y mantenimiento*.

En este documento básico nos centraremos, como se ha comentado anteriormente, en el diseño adecuado de las ventanas y superficies acristaladas para que su limpieza exterior pueda realizarse en condiciones de seguridad, así como en la seguridad frente al riesgo de impacto de los elementos fijos que sobresalgan de las fachadas.

Sección SU 1 Seguridad frente al riesgo de caídas.

Limpieza de los acristalamientos exteriores

Los acristalamientos de los edificios con vidrio transparente cumplirán las condiciones que se indican a continuación, salvo cuando sean practicables o fácilmente desmontables, permitiendo su limpieza desde el interior, o bien cuando esté prevista su limpieza desde el exterior, conforme al punto 2:

a) toda la superficie exterior del acristalamiento se encontrará comprendida en un radio de 850 mm desde algún punto del borde de la zona practicable situado a una altura no mayor de 1300 mm. (véase figura 5.1).

b) los acristalamientos reversibles estarán equipados con un dispositivo que los mantenga bloqueados en la posición invertida durante su limpieza.

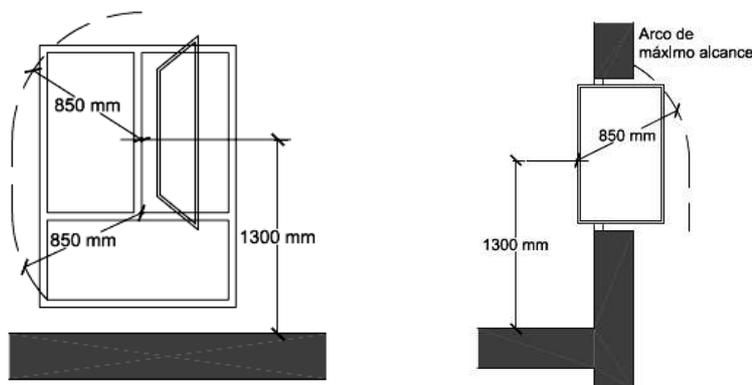


Figura 5.1 Limpieza de acristalamientos desde el interior CTE – SU 1 pag.14

Cuando se prevea que los acristalamientos se limpien desde el exterior del edificio y se encuentren a una altura superior a 6 m, se dispondrá alguno de los sistemas siguientes:

a) una plataforma de mantenimiento, que tendrá una anchura de 400 mm, como mínimo, y una barrera de protección de 1200 mm de altura, como mínimo. La parte alta del acristalamiento estará a una altura sobre el nivel de la plataforma que no exceda la alcanzada en los procedimientos normales de limpieza y mantenimiento.



b) equipamientos de acceso especial, tales como góndolas, escalas, arneses, etc., para lo que estará prevista la instalación de puntos fijos de anclaje en el edificio que garanticen la resistencia adecuada.

Sección SU 2 Seguridad frente al riesgo de impacto o de atrapamiento.

Impacto con elementos fijos.

Los elementos fijos que sobresalgan de las fachadas y estén situados sobre zonas de circulación estarán a una altura de 2200 mm, como mínimo.

3.6. DB-SE-AE. Seguridad estructural acciones en la edificación.

En este documento básico, en el caso que nos ocupa en este proyecto (fachadas), se establecen los valores de las acciones en fachada y las formas que deben aplicarse para verificar el cumplimiento de los requisitos de la seguridad estructural, en cuanto a capacidad portante y estabilidad.

Acciones permanentes.

Peso propio de la fachada.

El peso propio de la fachada se asigna como carga local a los forjados.

En el caso de una fachada continua (muro cortina) se considera, del lado de la seguridad, que todo el peso gravita sobre sí mismo.

El valor característico del peso propio es el valor medio del peso de la fachada, obtenido de sus dimensiones nominales y pesos específicos medios. En la tabla **C.1** del **Anejo C** se incluyen los pesos de materiales, productos y elementos constructivos típicos. En el caso de muro cortina los materiales de construcción empleados suelen ser:

Peso específico del acero: 77 a 78,5 kN/m³.

Peso específico del aluminio: 27 kN/m³.

Peso específico del vidrio: 25 kN/m³.

Acciones variable.

Para todo tipo de fachadas, la distribución y el valor de las presiones que ejerce el viento sobre la superficie de un cerramiento y las fuerzas resultantes dependen de la forma y dimensiones de la construcción, características y de la permeabilidad de su superficie, de la dirección, intensidad y racheo del viento.

ACCIÓN DEL VIENTO.

La distribución y el valor de las presiones que ejerce el viento sobre un edificio y las fuerzas resultantes dependen de la forma y de las dimensiones de la construcción, de las características y de la permeabilidad de su superficie, así como de la dirección, de la intensidad y del racheo del viento.

Las disposiciones de este Documento Básico no son aplicables a los edificios situados en altitudes superiores a 2.000 m. En estos casos, las presiones del viento se deben establecer a partir de datos empíricos disponibles.

Acción del viento.

La acción del viento, es una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto o presión estática (q_e). Puede expresarse:

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p \text{ (kN/m}^2 \text{)}$$

siendo:

q_b = presión dinámica del viento (kN/m²).

c_e = coeficiente de exposición.

c_p = coeficiente eólico o de presión.

Cálculo de la componente de presión dinámica. (Anejo D. Acción del viento).

El valor básico de la presión dinámica del viento (q_b) se obtiene:

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

siendo:

δ = densidad del aire. En general, se adopta el valor 1,25 Kg / m².

v_b = valor básico de la velocidad del viento (m/s).

El valor básico de la velocidad del viento corresponde al valor característico de la velocidad media del viento a lo largo de un período de 10 minutos, tomada en una zona plana y desprotegida frente al viento (grado de aspereza del entorno II según tabla D.2) a una altura de 10 m sobre el suelo. El valor característico de la velocidad del viento mencionada queda definido como aquel valor cuya probabilidad anual de ser sobrepasado es de 0,02 (período de retorno de 50 años).

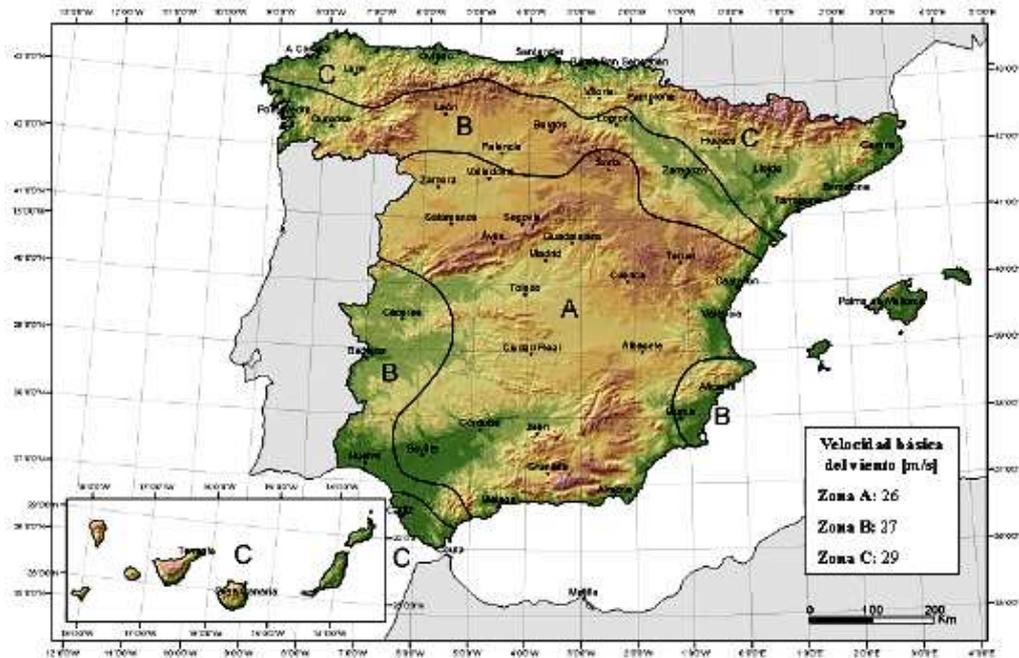


Figura D.1 Valor básico de la velocidad del viento, v_b
CTE – SE-AE pag.23

El valor básico de la velocidad del viento en cada localidad puede obtenerse del mapa de la figura D.1. El de la presión dinámica es, respectivamente de 0,42 kN/m², 0,45 kN/m² y 0,52 kN/m² para las zonas A, B y C de dicho mapa.

Cálculo del coeficiente de exposición.

El coeficiente de exposición tiene en cuenta los efectos de las turbulencias originadas por el relieve y la topografía del terreno. Su valor se puede tomar de la tabla 3.4, siendo la altura del punto considerado la medida respecto a la rasante media de la fachada a barlovento. Para alturas superiores a 30 m los valores deben obtenerse de las expresiones generales que se recogen en el Anejo D. Para paneles prefabricados de gran formato el punto a considerar es su punto medio.

En el caso de edificios situados en las cercanías de acantilados o escarpas de pendiente mayor de 40°, la altura se medirá desde la base de dichos accidentes topográficos. Este Documento Básico sólo es de aplicación para alturas de acantilado o escarpa inferiores a 50 m.

A efectos de grado de aspereza, el entorno del edificio se clasificará en el primero de los tipos de la tabla 3.4 al que pertenezca, para la dirección de viento analizada.

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	2,2	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,5
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

Tabla 3.3 Valores del coeficiente de exposición ce.
CTE – SE-AE pag.8

Cálculo del coeficiente eólico.

En edificios de pisos compartimentados interiormente, para el análisis global de la estructura, basta considerar coeficientes eólicos globales a barlovento y sotavento, aplicando la acción de viento a la superficie proyección del volumen edificado en un plano perpendicular a la acción de viento.

$$c = c_p + c_s$$

Siendo:

c = coeficiente eólico.

c_p = coeficiente eólico de presión.

c_s = coeficiente eólico de succión.

Los valores de c_p (coeficiente eólico de presión) y c_s (coeficiente eólico de succión) se obtienen de la **tabla 3.4** en función de la esbeltez del edificio.

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

Tabla 3.4 Coeficiente eólico en edificios de pisos.
CTE – SE-AE pag.8

ACCIONES TÉRMICAS.

Los edificios y sus elementos están sometidos a deformaciones y cambios geométricos debidos a las variaciones de la temperatura ambiente exterior. La magnitud de las mismas depende de las condiciones climáticas del lugar, la orientación y de la exposición del edificio, las características de los materiales constructivos y de los acabados o revestimientos, y del régimen de calefacción y ventilación interior, así como del aislamiento térmico.

Las variaciones de la temperatura en el edificio conducen a deformaciones de todos los elementos constructivos, especialmente, los estructurales, que, en los casos en los que estén impedidas, producen tensiones en los elementos afectados.

La disposición de juntas de dilatación puede contribuir a disminuir los efectos de las variaciones de la temperatura. En edificios habituales con elementos estructurales de hormigón o acero, pueden no considerarse las acciones térmicas cuando se dispongan juntas de dilatación de forma que no existan elementos continuos de más de 40 m de longitud.

Cálculo de la acción térmica.

Los efectos globales de la acción térmica pueden obtenerse a partir de la variación de temperatura media de los elementos estructurales, en general, separadamente para los efectos de verano, dilatación, y de invierno, contracción, a partir de una temperatura de referencia, cuando se construyó el elemento y que puede tomarse como la media anual del emplazamiento o 10°C.

- A partir de las **temperaturas máxima/mínima** del aire exterior (**Tmax,Tmin**): en función de las temperaturas máximas/mínimas (verano/invierno) y la altitud del emplazamiento.
- A partir de un **temperatura de referencia** que es la media anual del emplazamiento cuando se construyó el elemento o 10°.

Cálculo de la variación de temperatura media a partir de las temperaturas máxima/mínima del aire exterior (Tmax ,Tmin). (Anejo E. Datos climáticos).

Las temperaturas ambiente extremas de verano y de invierno pueden obtenerse del Anejo E.

La variación de temperatura media se calcula separadamente para el invierno (contracción) y para el verano (dilatación).

Siendo:

$$\text{invierno (contracción)} \rightarrow \Delta T = T_{\text{mín}} - T_{\text{ref}}$$

Altitud (m)	Zona de clima invernal, (según figura E.2)						
	1	2	3	4	5	6	7
0	-7	-11	-11	-6	-5	-6	6
200	-10	-13	-12	-8	-8	-8	5
400	-12	-15	-14	-10	-11	-9	3
600	-15	-16	-15	-12	-14	-11	2
800	-18	-18	-17	-14	-17	-13	0
1.000	-20	-20	-19	-16	-20	-14	-2
1.200	-23	-21	-20	-18	-23	-16	-3
1.400	-26	-23	-22	-20	-26	-17	-5
1.600	-28	-25	-23	-22	-29	-19	-7
1.800	-31	-26	-25	-24	-32	-21	-8
2.000	-33	-28	-27	-26	-35	-22	-10

Tabla E.1 Temperatura mínima del aire exterior (°C)



Figura E.2 Zonas climáticas de invierno

El valor característico de la temperatura máxima del aire, depende del clima del lugar y de la altitud.

A falta de datos empíricos más precisos, se podrá tomar, independientemente de la altitud, igual al límite superior del intervalo reflejado en el mapa de la figura E.1.

$$\text{verano (dilatación)} \rightarrow \Delta T = (T_{\text{max}} + \Delta T_{\text{radiación solar}}) - T_{\text{ref}}$$

Para elementos expuestos a la intemperie (caso de nuestro proyecto, puesto que se trata de unan fachada resuelta con muro cortina), como temperatura mínima en invierno se adopta la extrema del ambiente y como máxima en verano se adopta la extrema del ambiente incrementada en la procedente de la radiación solar (ΔT radiación solar). Esta temperatura se obtiene de la tabla 3.6.

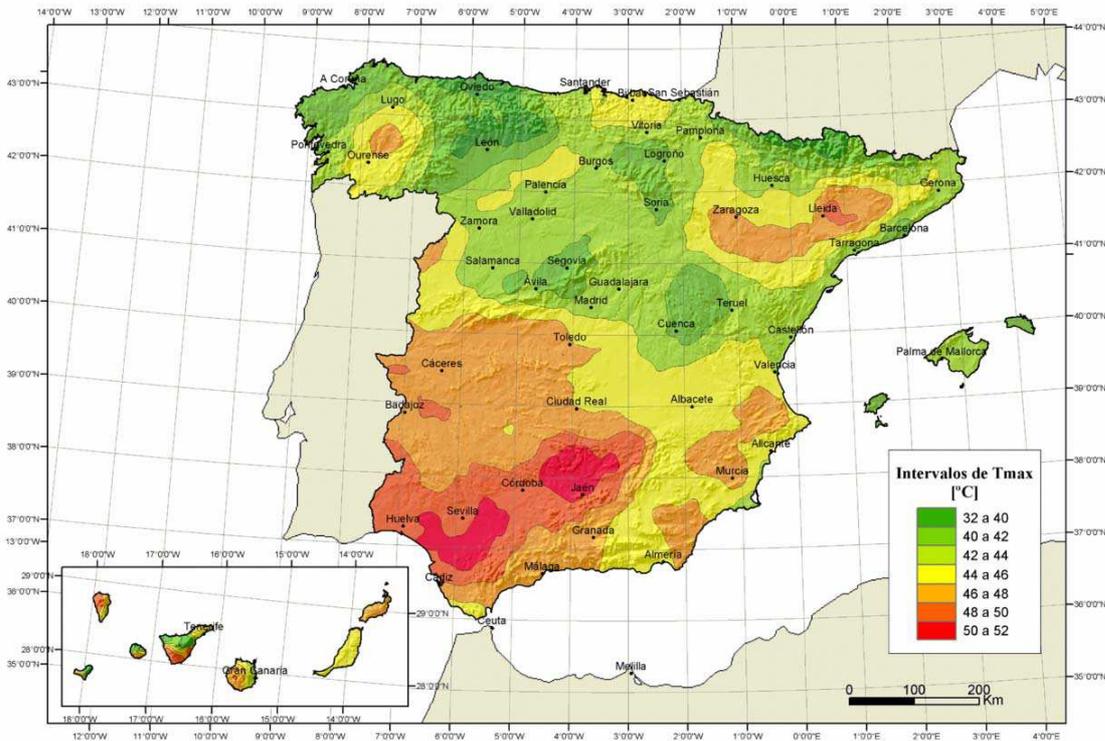


Figura E.1 Isotermas de la temperatura anual máxima del aire (Tmax en °C)

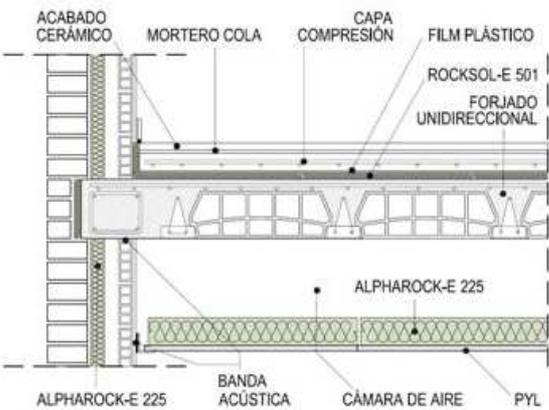
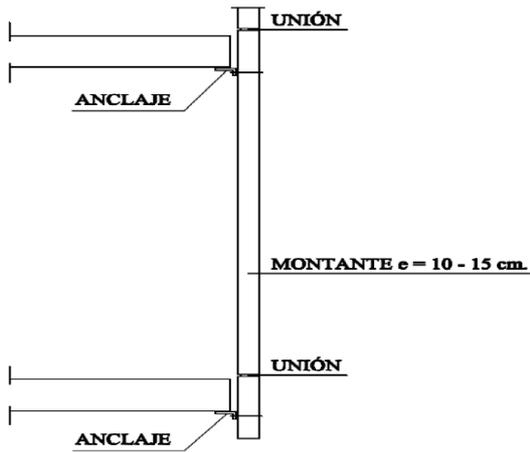
Orientación de la superficie	Color de la superficie		
	Muy claro	Claro	Oscuro
Norte y Este	0 °C	2 °C	4 °C
Sur y Oeste	18 °C	30 °C	42 °C

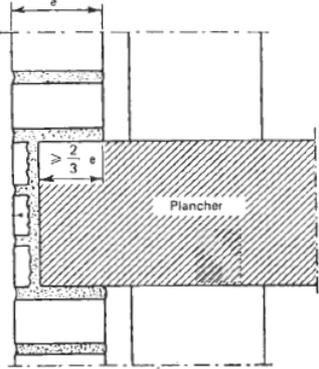
Tabla 3.6 Incremento de temperatura debido a la radiación solar.
CTE – SE-AE pag.10

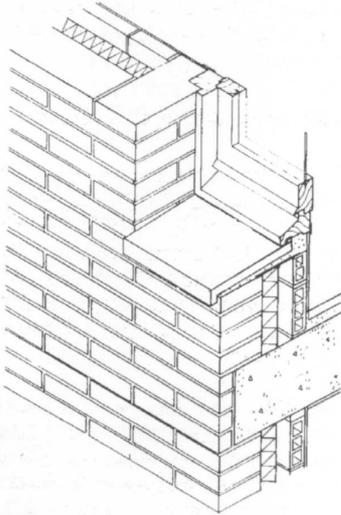
4. ESTUDIO COMPARATIVO Y ECONÓMICO CON OTRAS SOLUCIONES CONVENCIONALES.

En este apartado trataremos las diferencias entre los Muros Cortina y otros tipos de cerramiento convencional.

Previo a esta comparación, se plantean las ventajas e inconvenientes de utilizar este tipo de sistemas.

FACHADA CONVENCIONAL DOBLE HOJA	MURO CORTINA
<p>El concepto de fachada tradicional indica que la fachada está situada entre los forjados y en consecuencia está apoyada en ellos. La sección tipo de una fachada convencional se compone de dos hojas: una exterior, normalmente de ladrillo, y otra interior, que puede ser de ladrillo o de otros materiales como el cartón-yeso. Entre esas dos hojas se coloca un aislante térmico, para lo que usualmente se utilizan materiales como el poliuretano, la fibra de vidrio o la lana de roca. Para evitar condensaciones intersticiales, además, se coloca en el <i>lado caliente</i> del aislante una barrera de vapor. Por último, es necesaria una pequeña separación de uno o dos centímetros para permitir que ventile el vapor de agua y no empape el aislamiento, inutilizándolo.</p> <p>Peso de la fachada: 250 a 300 Kg / m². Espesor de la fachada: 25 a 40 cm.</p>  <p>Fachadas apoyan sobre el forjado interrumpiéndose sobre este, dejando una holgura con el forjado superior de 2 cm. que se rellenará posteriormente con mortero de cemento.</p>	<p>El concepto de muro cortina indica que la fachada pasa por delante de los forjados y en consecuencia está suspendida de ellos. s una fachada que no lleva carga en el edificio.</p> <p>Un muro cortina es un sistema constructivo para hacer cerramientos exteriores (fachadas) ligeros que se caracteriza por ser mayoritariamente de vidrio (sea del tipo que sea) soportado por una subestructura (normalmente metálica) que se sujeta a la estructura del edificio. Pueden tener partes de otro tipo de revestimiento (aluminio mayormente). Son fachadas muy ligeras y con poco espesor cuyo buen funcionamiento térmico depende en gran parte del acristalamiento utilizado. Peso de la fachada: 50 a 70 Kg / m². Espesor de la fachada: 10 a 15 cm.</p>  <p>Fachadas fijadas a la estructura resistente del edificio, pero sin formar parte de ella (fachada colgada), no contribuyen a la estabilidad de la estructura.</p>

FACHADA CONVENCIONAL DOBLE HOJA	MURO CORTINA
<p>Menor luminosidad que un muro cortina, al no disponer de huecos de grandes dimensiones para aprovechamiento de la luz natural.</p> <p>Aunque las fachadas tradicionales poseen buenos aislantes térmicos, no obtienen ninguna ganancia de energía solar en invierno al no tratarse de una superficie acristalada, por lo que no se produce ningún ahorro energético.</p> <p>Presenta problemas de comportamiento mecánico (estabilidad) e higrotérmico (puentes térmicos y fallos de estanquidad). La estanquidad del edificio no es buena, debido a que el cerramiento queda interrumpido en los forjados y está sometido a las deformaciones de estos.</p> <p>Montaje de la fachada más lento que un muro cortina, debido a que se debe disponer hiladas de ladrillo desde la parte inferior hasta la parte superior del cerramiento, utilizando el mayor número de piezas enteras en los huecos.</p>  <p>Un aspecto particularmente arriesgado es el apoyo en cada piso, ya que para dar continuidad se forra la testa del forjado con plaquetas de ladrillo, lo cual puede crear problemas de estabilidad.</p>	<p>Mayor luminosidad al tratarse de grandes superficies acristaladas (pudiendo obtenerse hasta un 90 % de luz natural).</p> <p>Control del aislamiento térmico; ganancia de energía solar en invierno con la posibilidad de reducir las cargas de calefacción, ahorro energético en calefacción debido al predominio de la superficie acristalada sobre la opaca.</p> <p>Mayor rapidez de montaje que una tradicional, ya que son prefabricados en la fábrica e instalados en obra.</p> <p>Dependiendo del sistema de muro cortina utilizado se precisará de andamios para su montaje:</p> <p>Sistema de montantes y travesaños: Montaje con andamios.</p> <p>Sistema de fachada modular: No necesita andamios para su montaje (montaje en taller).</p>

FACHADA CONVENCIONAL DOBLE HOJA	MURO CORTINA
<p>Al predominar la superficie opaca, sobre la acristalada, existe menos riesgo de sobrecalentamiento en verano, aunque se hace indispensable la colocación de persianas, cortinas, estores... para reducir la radiación de energía solar al interior de la vivienda.</p> <p>Buen aislamiento acústico debido a su masa (espesor = 25 – 40 cm). Dicho cerramiento al disponer de cámara de aire y/o aislamiento térmico favorece el aislamiento acústico.</p> <p>También al cubrir el cerramiento exterior completamente los forjados, no hay problemas de independencia sonora entre plantas sucesivas.</p> <p>Las fachadas tradicionales admiten variedad de soluciones en su construcción, pero al estar realizadas con ladrillos, (macizos, huecos y perforados), éstos poseen unas dimensiones estandarizadas.</p> <p>Material muy resistente al paso del tiempo y de muy bajo mantenimiento, por lo que su mantenimiento es prácticamente coste cero.</p> <p>Precisa de mano de obra especializada para su construcción.</p> 	<p>Riesgo de sobrecalentamiento en verano debido al calor acumulado por la energía solar directa, al predominar la superficie acristalada sobre la opaca. Este problema queda resuelto con los diferentes tipos y composiciones de vidrios reflectantes y absorbentes, paneles aislantes, parasoles, cortinas... para reducir las ganancias de calor por radiación.</p> <p>Debido a su poca masa (espesor = 10 – 15 cm.) y a la abundancia de juntas, son malos aislantes del ruido, por lo que no se utilizan en edificios de uso residencial.</p> <p>Con los vidrios dimensionados para resistir las cargas de viento y los sellados estancos de juntas se alcanzan valores aceptables de 30 dBa.</p> <p>Otro problema es la independencia sonora entre plantas sucesivas, debido a que la fachada está suspendida por delante del forjado. Dicho problema se soluciona con un cubrejuntas o sin prolongar el forjado hasta el exterior, se coloca en el borde del forjado un antepecho, sellando adecuadamente el encuentro entre el panel del antepecho y el forjado.</p> <p>A pesar de la diversidad de muros cortina existentes, las casa comerciales de muros cortina tienen, para cada tipología, sus propias soluciones estandarizadas.</p> <p>Mayores costos de mantenimiento que una fachada tradicional, por tener más riesgo de deterioro visual y estructural.</p> <p>Para su construcción, precisa de técnicos especializados en la construcción de este tipo de fachadas.</p>

ESTUDIO ECÓNOMICO COMPARATIVO ENTRE MUROS CORTINA, FACHADA TRADICIONAL Y FACHADA VENTILADA.

FFX010		m ²		Hoja exterior de fachada, de fábrica de ladrillo cerámico cara vista.		Hoja exterior de fachada, de fábrica de ladrillo cerámico cara vista perforado hidrofugado, salmón, acabado liso, 24x11,5x5 cm, con junta de 1 cm, rehundida, recibida con mortero de cemento M-7,5.	
Descompuesto	Ud	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida	
mt05cvh010aba	Ud		Ladrillo cerámico cara vista perforado hidrofugado, salmón, acabado liso, 24x11,5x5 cm, según UNE-EN 771-1.	70,350	0,13	9,15	
mt09mor010d	m ²		Mortero de cemento CEM IIB-P 32,5 N tipo M-7,5, confeccionado en obra con 300 kg/m ² de cemento y una proporción en volumen 1/5.	0,026	122,30	3,18	
mt08adit010	kg		Aditivo hidrófugo para impermeabilización de morteros.	0,155	1,03	0,16	
mt07aco010c	kg		Acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 500 S, elaborado en taller y colocado en obra, diámetros varios.	1,000	0,91	0,91	
mo011	h		Oficial 1ª construcción.	1,011	15,67	15,84	
mo060	h		Peón ordinario construcción.	0,506	14,31	7,24	
	%		Medios auxiliares	3,000	36,48	1,09	
	%		Costes indirectos	3,000	37,57	1,13	
				Total		36,70	

Coste de mantenimiento decenal: 1,55 € en los primeros 10 años.

FAX010 m² **Hoja exterior de ladrillo cerámico perforado cara vista, en fachada ventilada.**

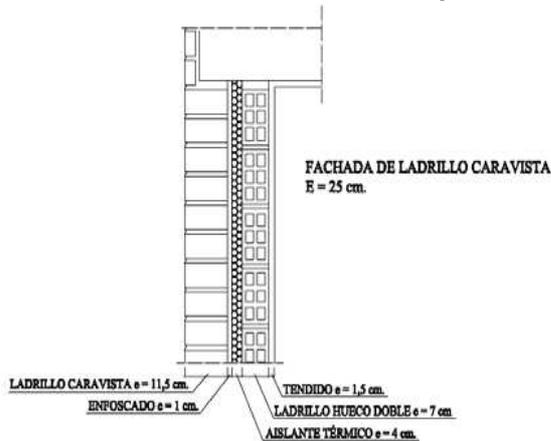
Hoja exterior de fachada ventilada de 1/2 pie de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico cara vista perforado hidrofugado, salmón, acabado liso, 24x11,5x5 cm, con junta de 1 cm recibida con mortero de cemento M-7,5.

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
mt05cvh010aba	Ud	Ladrillo cerámico cara vista perforado hidrofugado, salmón, acabado liso, 24x11,5x5 cm, según UNE-EN 771-1.	70,350	0,13	9,15
mt09mor010d	m ²	Mortero de cemento CEM IIB-P 32,5 N tipo M-7,5, confeccionado en obra con 300 kg/m ² de cemento y una proporción en volumen 1/5.	0,026	122,30	3,18
mt08adt010	kg	Aditivo hidrófugo para impermeabilización de morteros.	0,155	1,03	0,16
mt07aav020800	Ud	Repercusión por anclaje al forjado con elementos de acero inoxidable en perfiles angulares de soporte de la hoja exterior, de fábrica, de fachada ventilada.	1,000	8,00	8,00
mt07aco010c	kg	Acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 500 S, elaborado en taller y colocado en obra, diámetros varios.	0,800	0,91	0,73
mo011	h	Oficial 1ª construcción.	1,848	15,67	28,96
mo060	h	Peón ordinario construcción.	0,924	14,31	13,22
	%	Medios auxiliares	3,000	63,40	1,90
	%	Costes indirectos	3,000	65,30	1,96
Coste de mantenimiento decenal: 6,05 € en los primeros 10 años.				Total:	67,26

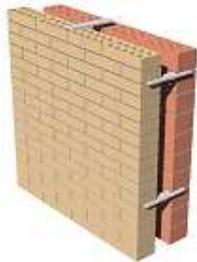
FMC010 m ² Muro cortina de aluminio.					
Muro cortina de aluminio realizado mediante el sistema de tapetas; cerramiento compuesto de un 60% de superficie opaca (antepechos sin acristalamiento exterior, cantos de forjado y falsos techos) y un 40% de superficie transparente (32% fija con luna templada por el exterior y 8% de ventanas con doble acristalamiento).					
Descompuesto	Lid	Descomposición	Rend.	p.s.	Precio partida
mt25mco010a	m ²	Estructura muro cortina, sistema de tapetas atornilladas y remate exterior embellecedor de tapajuntas clipado.	1,000	183,08	183,08
mt25mco020	m ²	Panel de chapa de aluminio, formado por dos láminas de aluminio de 1,5 mm de espesor, lacadas a una cara y alma de material aislante de 30 mm de espesor.	0,600	110,98	66,59
mt25mco030b	m ²	Doble acristalamiento sobre muro cortina, luna templada por el exterior.	0,320	106,86	34,20
mt25mco040a	m ²	Ventana de apertura sobre muro cortina, sistema de tapetas atornilladas y remate exterior embellecedor de tapajuntas clipado.	0,080	188,27	15,06
mt25mco050	m ²	Repercusión de remates y anclajes varios.	1,000	20,00	20,00
mco009	h	Oficial 1º cerrajero.	0,485	15,92	7,72
mco032	h	Ayudante cerrajero.	0,485	14,76	7,16
	%	Medios auxiliares	2,000	333,81	6,68
	%	Costes indirectos	3,000	340,49	10,21
Coste de mantenimiento decenal: 63,13 € en los primeros 10 años.				Total:	350,70

Estos precios han sido obtenidos del generador de precios de CYPE.
Como podemos observar, el muro cortina es mucho más caro, con diferencia, que cualquiera de las otras dos opciones de fachadas convencionales.
Por lo tanto observamos que a pesar de tener otras muchas ventajas, como hemos especificado en el apartado anterior, su principal inconveniente es el coste de ejecución tan elevado.

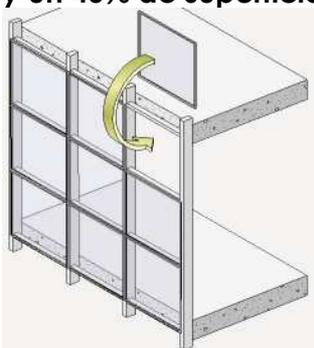
Fachada convencional de hoja exterior de 1/2 pie de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico cara vista perforado.....38,70€/m²



Fachada ventilada con hoja exterior de 1/2 pie de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico cara vista perforado.....67,26 €/m²



Muro cortina de aluminio realizado mediante el sistema de tapetas; cerramiento compuesto de un 60% de superficie opaca y un 40% de superficie transparente350,70 €/m²



Como resumen podemos destacar las ventajas e inconvenientes de los muros cortina de la siguiente forma.

VENTAJAS:

LIGEREZA:

Propiedad intrínseca que reduce el dimensionado de la estructura resistente.

GANANCIA DE ZONA HABITABLE:

Dado que la línea de fachada permanece invariable e independiente del tipo de construcción, cualquier diferencia de espesor repercutirá en el espacio interior. Es decir, permiten lograr muchos metros de espacio interior, al ganar como mínimo aproximadamente unos 20 cm. en todo lo largo de la fachada (diferencia de los 30 cm de la fachada tradicional a los 10 cm de la fachada ligera).

LUMINOSIDAD:

Conjugando los elementos adecuados puede obtenerse perfectamente un 90% de visibilidad, por tanto proporciona gran luminosidad interior y sensación de espacios abiertos.

RAPIDEZ DE MONTAJE:

Según el tipo de montaje y con buena planificación de taller, dos operarios pueden montar de 12 a 15 m² de fachada en una jornada de 8 horas.

MANTENIMIENTO:

Se eliminan prácticamente los gastos de renovación y pintura, quedando sustituidos por la limpieza periódica, tanto de los elementos metálicos como de los vidrios.

INCONVENIENTES:

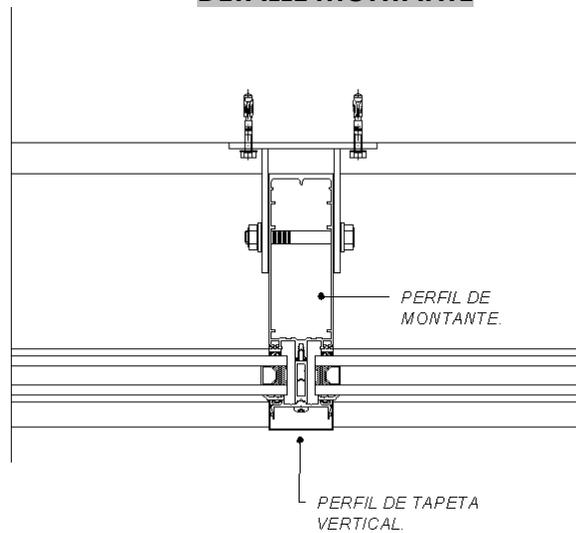
PRECIO :

El principal inconveniente en este tipo de sistemas es el precio. Se trata de un cerramiento caro, tanto por los materiales que se utilizan en su construcción como por la mano de obra especializada encargada de colocarlo.

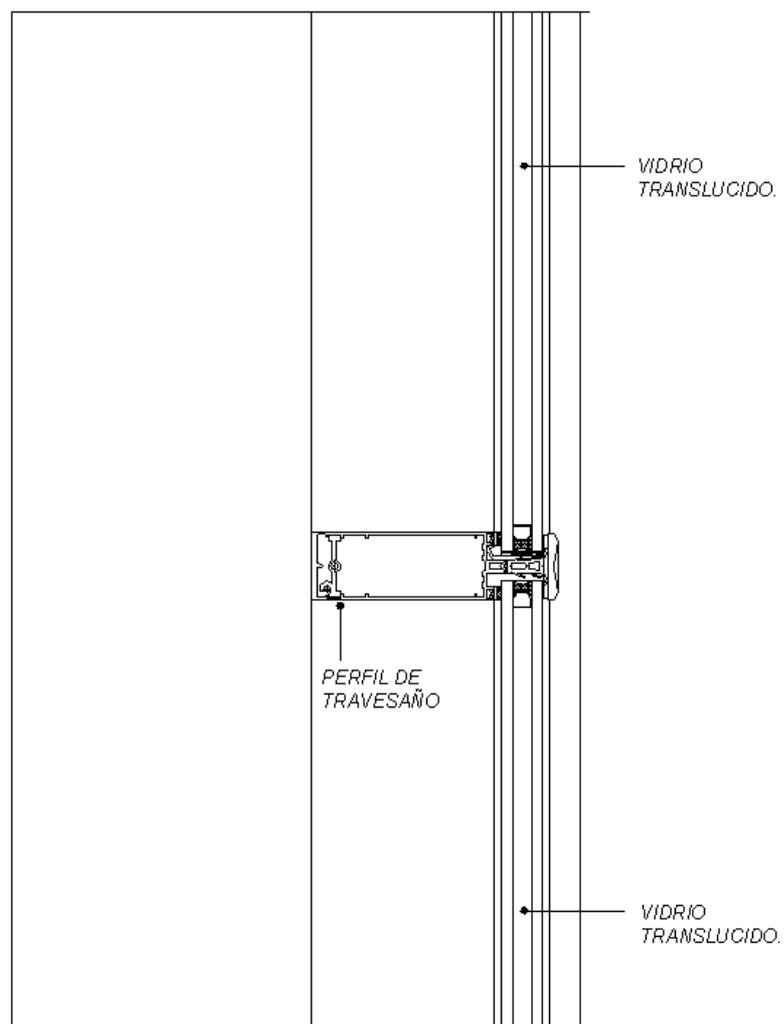
También podemos destacar como inconveniente, su bajo acondicionamiento acústico.

5. DETALLES CONSTRUCTIVOS DE MUROS CORTINA.

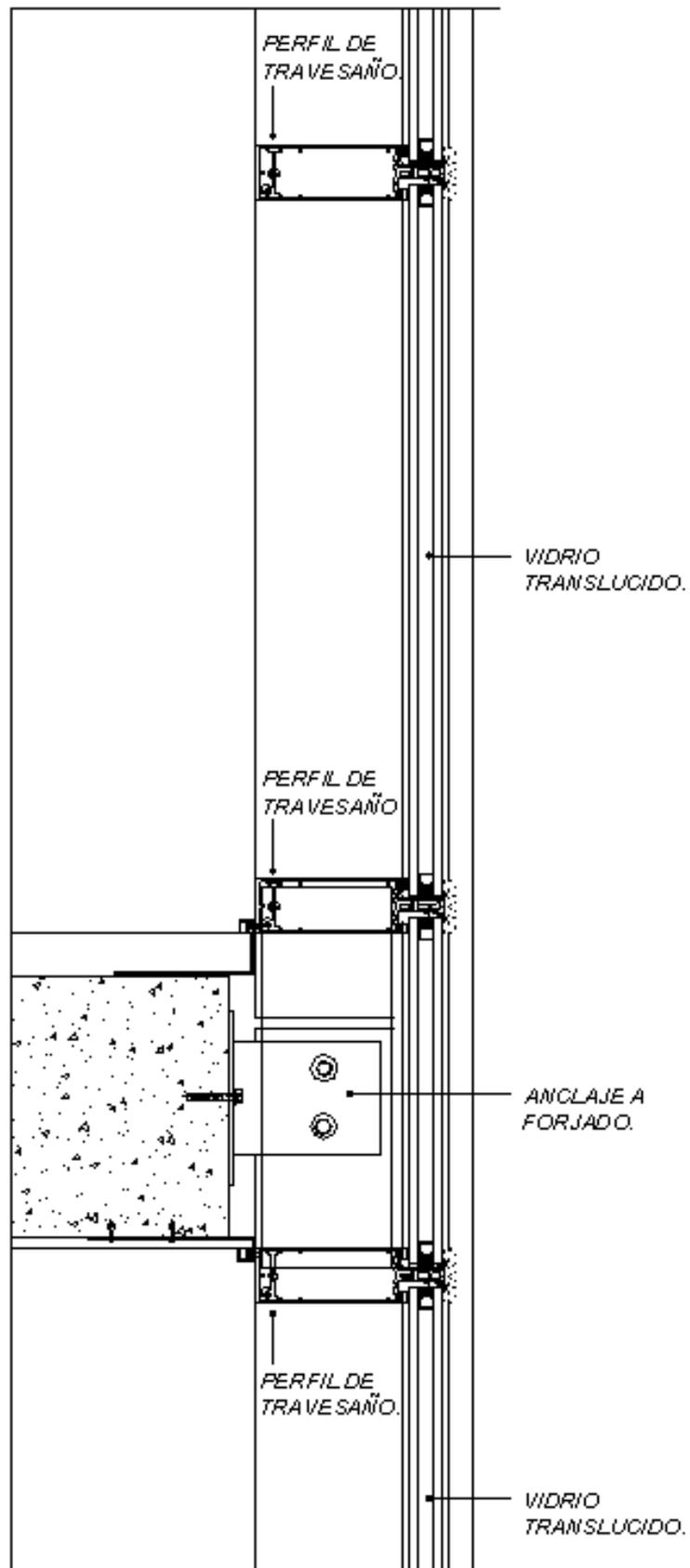
DETALLE MONTANTE



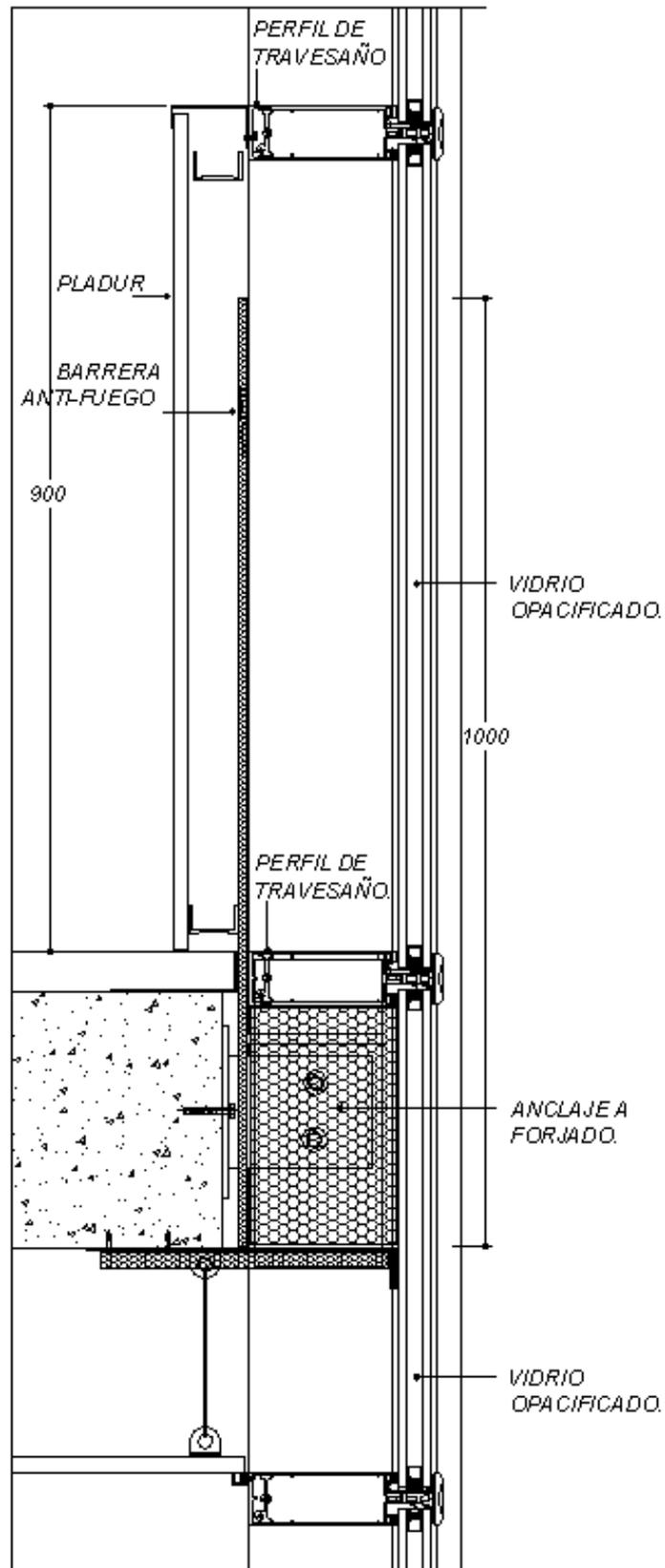
DETALLE TRAVESAÑO



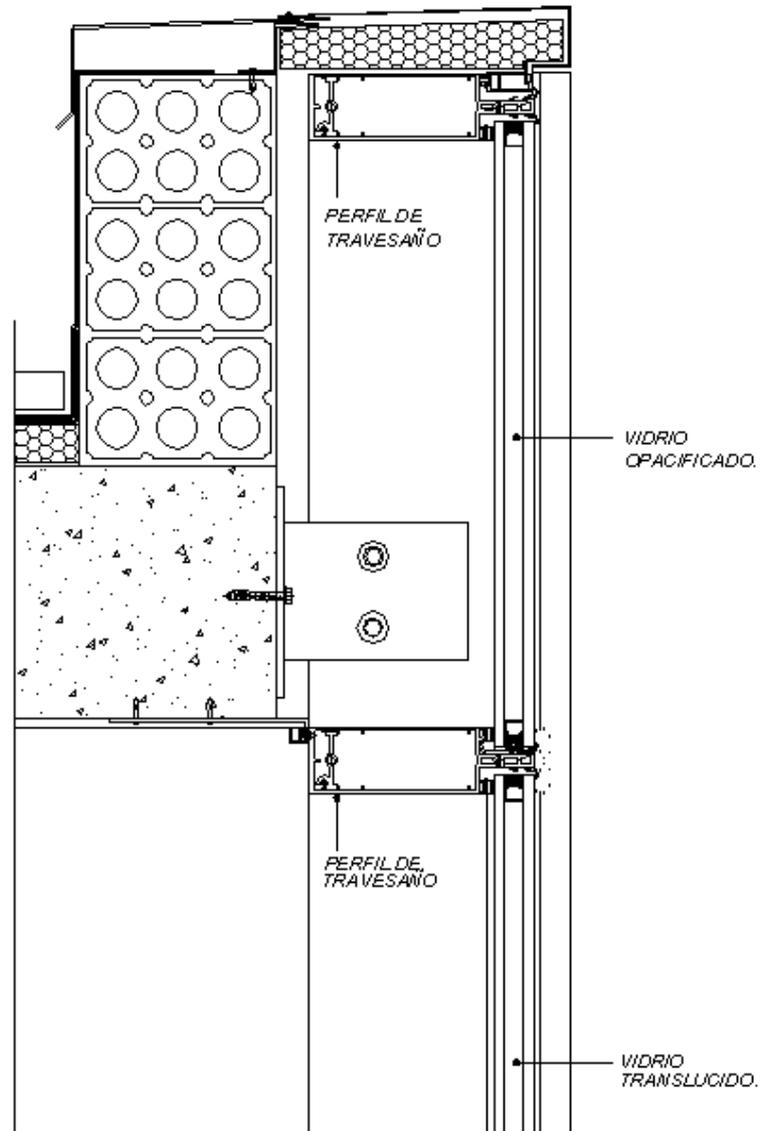
DETALLE PASO DE FORJADO



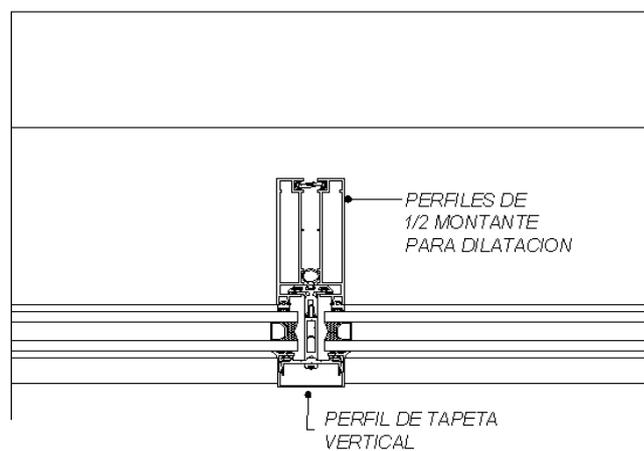
DETALLE PASO DE FORJADO CON BARRERA ANTI FUEGO



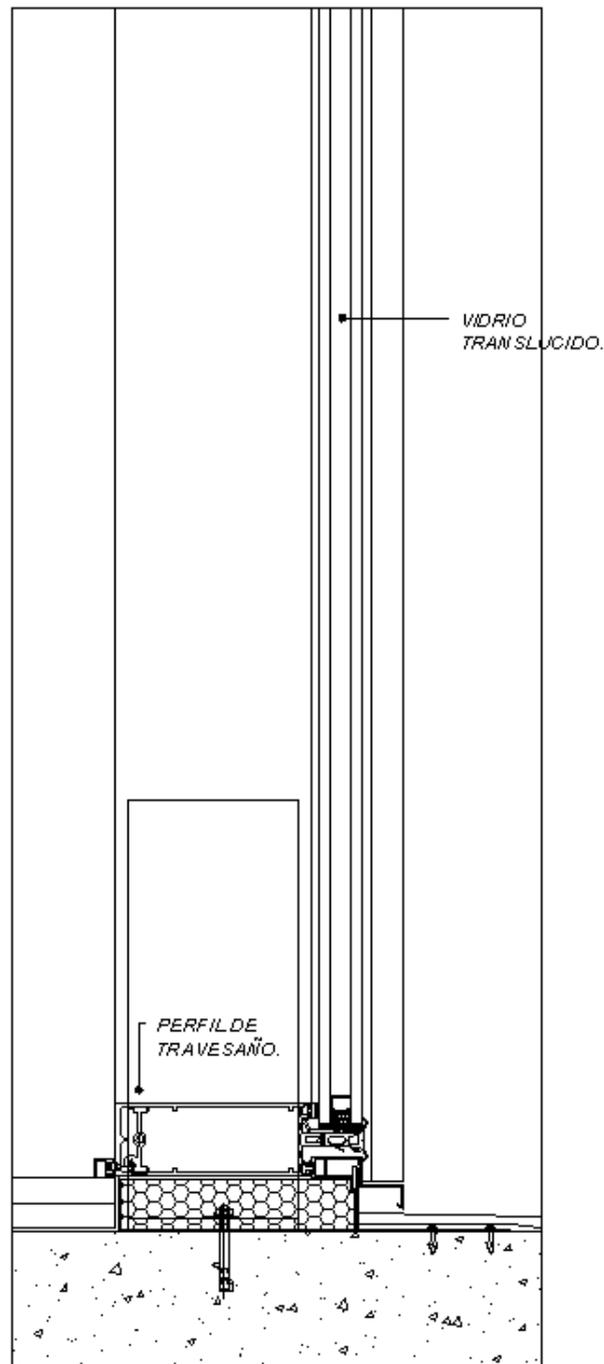
DETALLE DE CORONACIÓN



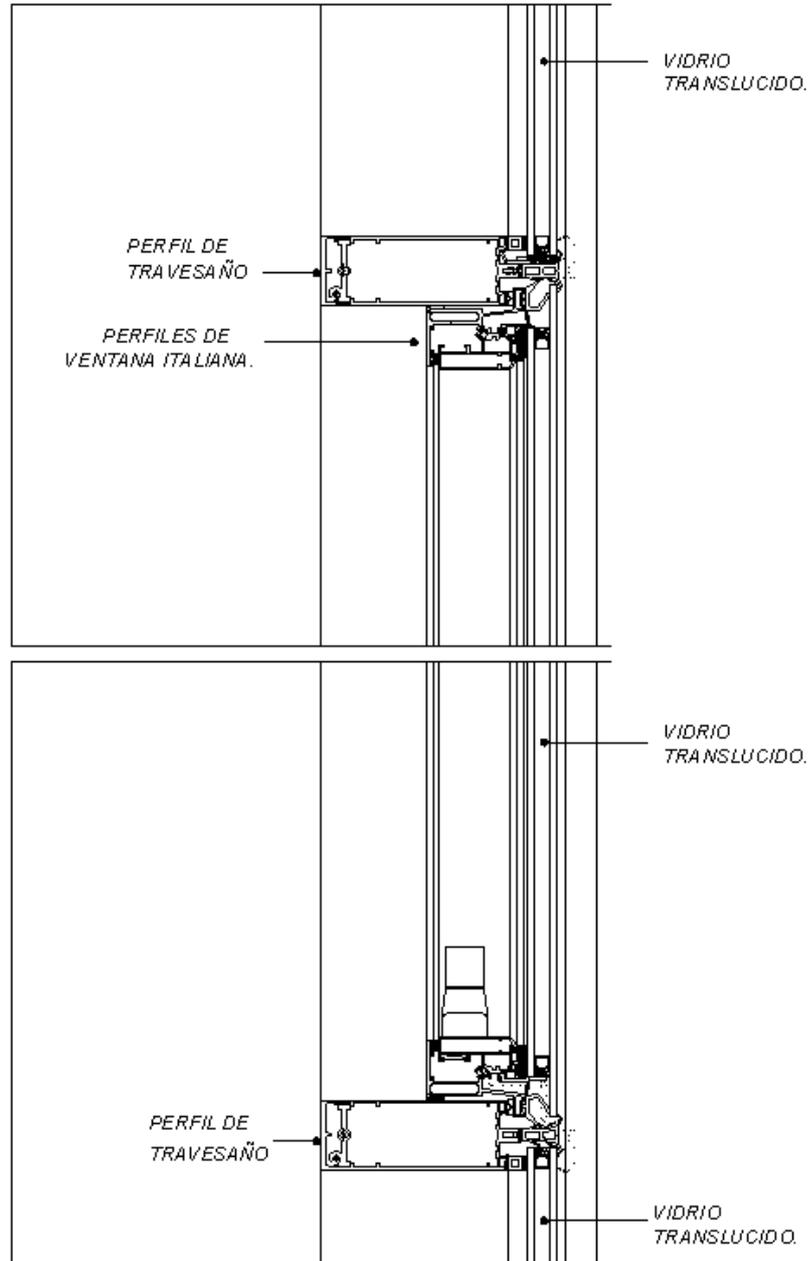
DETALLE JUNTA DE DILATACIÓN



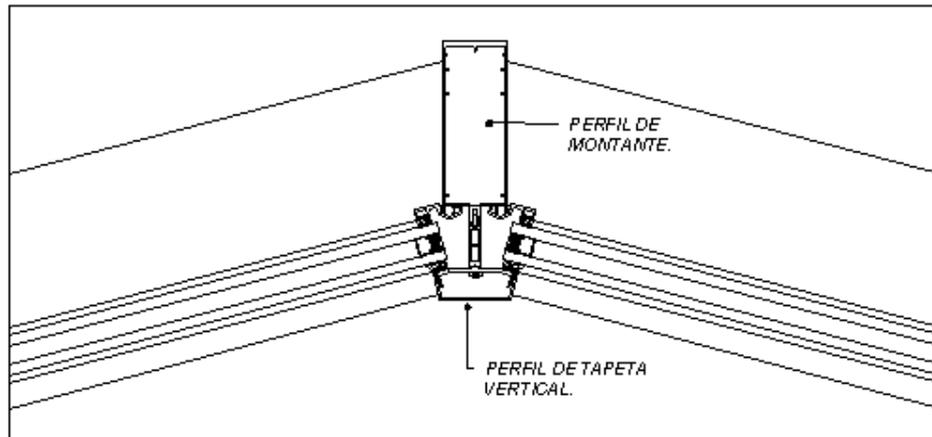
DETALLE ARRANQUE INFERIOR



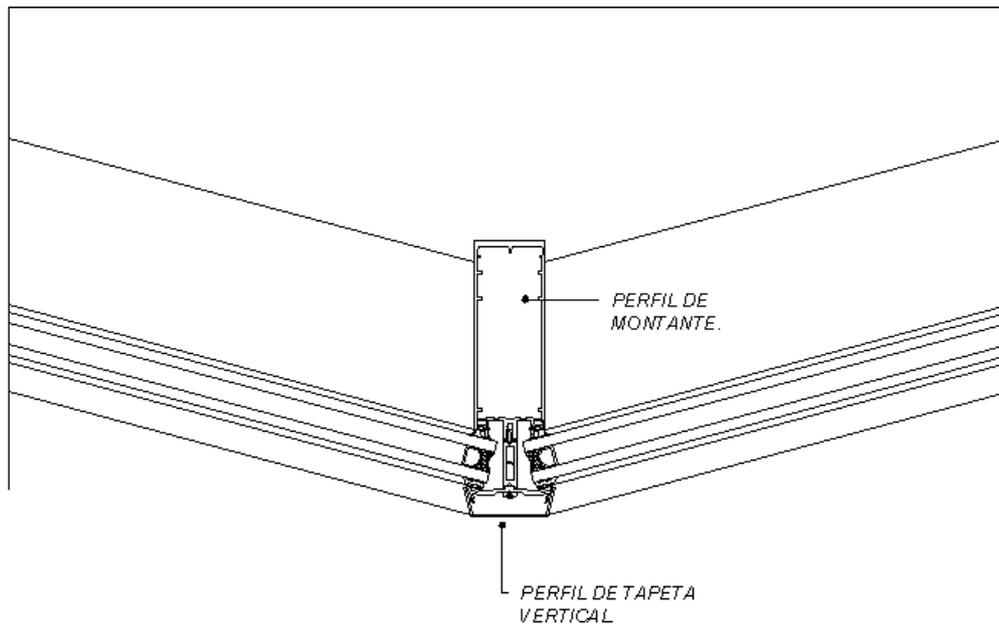
DETALLE VENTANA ITALIANA



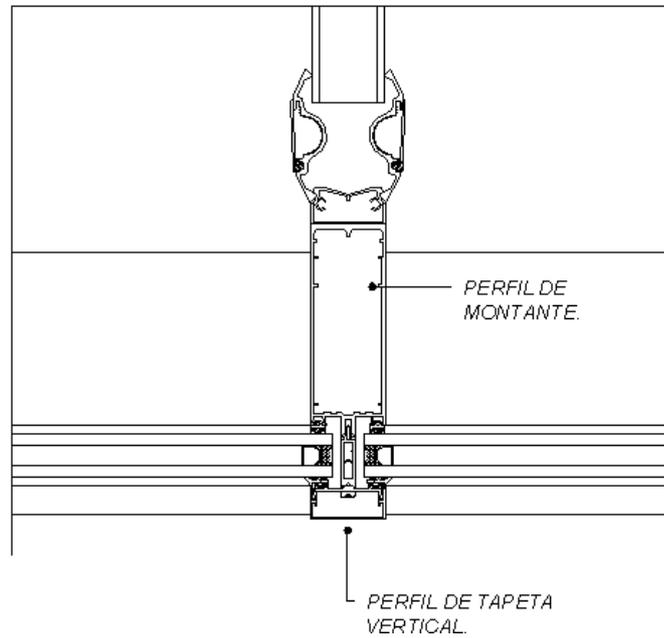
DETALLE ANGULO ENTRANTE 10° A 20° max.



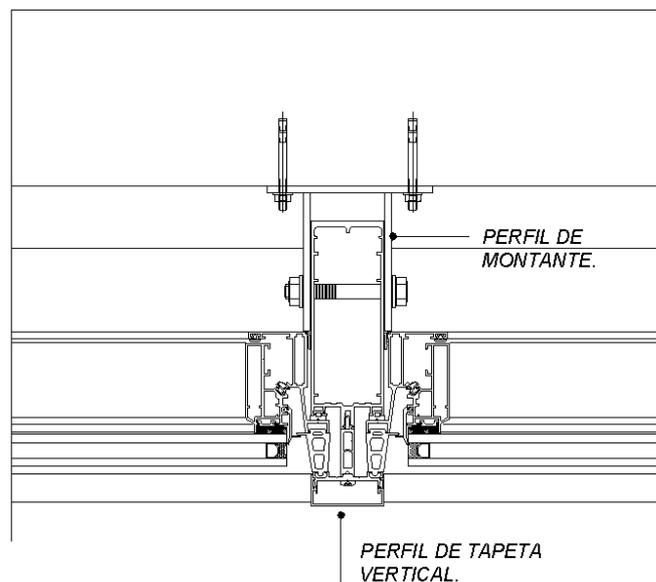
DETALLE ANGULO SALIENTE 10° A 20° max.



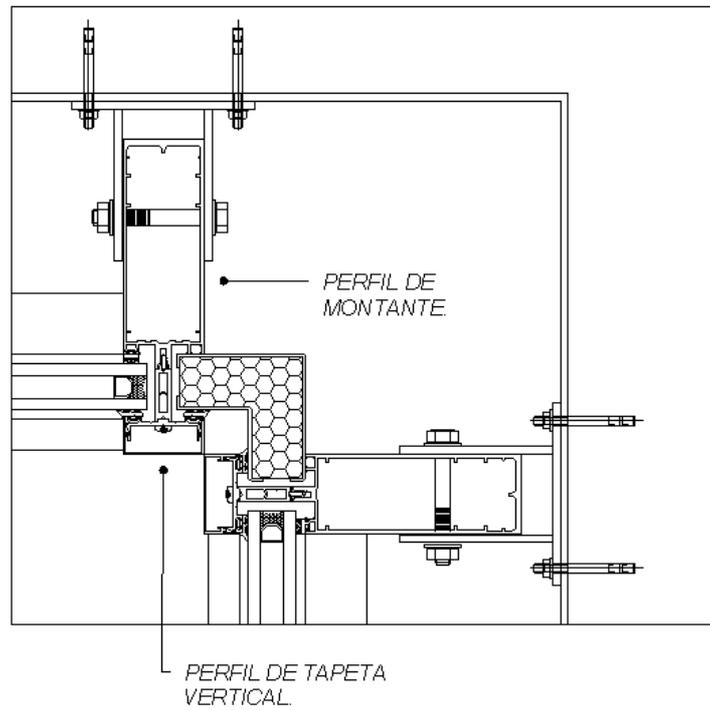
DETALLE MONTANTE CONTRA TABIQUERÍA



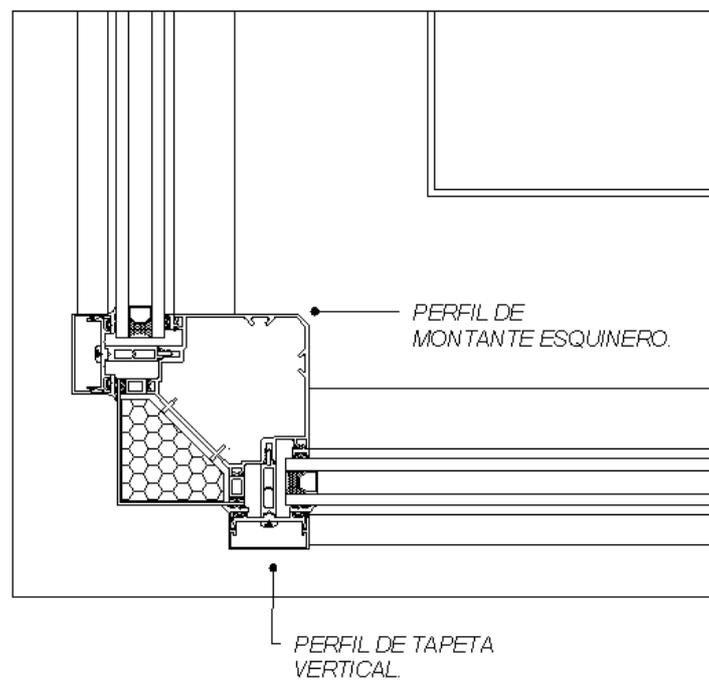
DETALLE SECCIÓN HORIZONTAL VENTANA ITALIANA



DETALLE RINCÓN



DETALLE ESQUINA

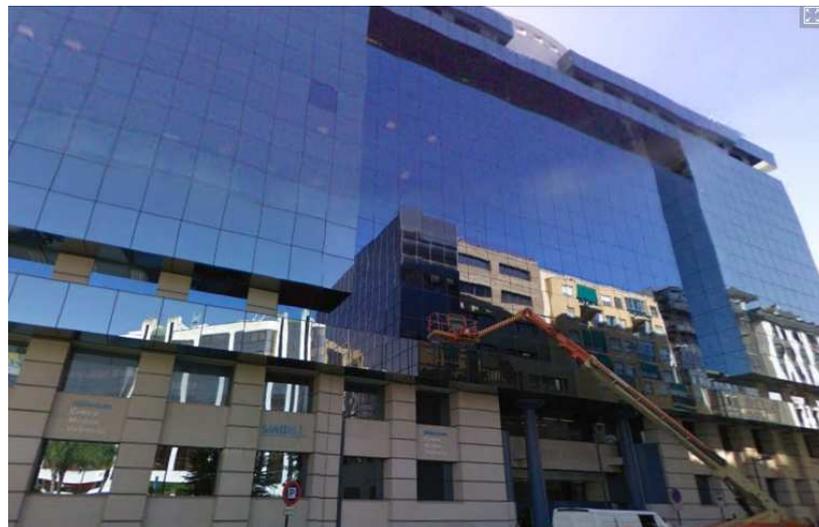


6. EDIFICIOS RESUELTOS CON MURO CORTINA EN VALENCIA.

EL CORTE INGLÉS, AV. FRANCIA (VALENCIA)



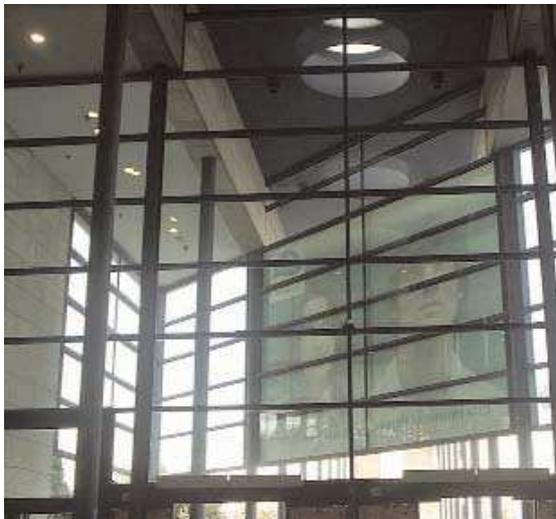
EDIFICIO ALAMEDA (VALENCIA)



BIBLIOTECA CENTRAL UPV (VALENCIA)



CENTRO COMERCIAL EL SALER (VALENCIA)



EDIFICIO MAPFRE VALENCIA





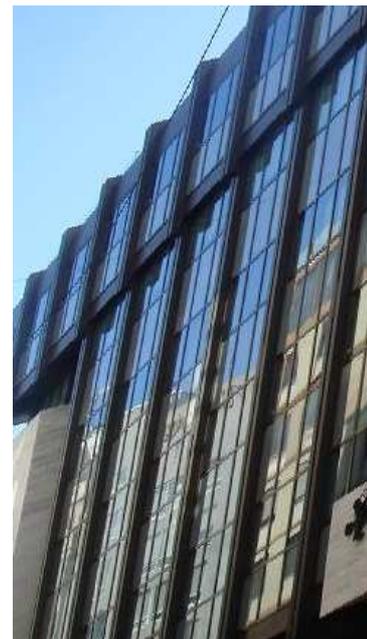
CIUDAD DE JUSTICIA DE VALENCIA



COLEGIO DE ABOGADOS DE VALENCIA



EDIFICIO BANCAJA DE VALENCIA



CENTRO COMERCIAL ARENA MULTIESPACIO



AUDITORIO DE PAIPORTA (VALENCIA)



AYUNTAMIENTO DE TORRENTE (VALENCIA)



7. CONCLUSIÓN.

La idea de este proyecto ha sido debida a que se ha producido un espectacular desarrollo en los últimos años en el empleo de las soluciones con este tipo de cerramientos sobre todo en edificios de pública concurrencia, edificios oficiales, hoteles, oficinas etc.

Se trata pues de un sistema de cerramiento en pleno auge y con muchísima proyección de futuro, debido a su rapidez de montaje y sobre todo, debido a su estética.

En la realización de este proyecto sobre muro cortina se han tratado un estudio detallado sobre el muro cortina; concepto, historia, evolución, situación actual así como, los elementos que los conforman , su comportamiento estructural en cuanto resistencia mecánica, aislamiento térmico y acústico y por último la técnica constructiva de dichos cerramientos. Se ha realizado un estudio exhaustivo del Código Técnico de la Edificación en las partes concretas que le aplican a esta tipología de fachada, así como una comparación del muro cortina con los sistemas de construcción de fachadas convencionales incluyendo una comparativa de precios.

Como conclusión podemos apuntar que los edificios resueltos con muros cortina constituyen una barrera contra la lluvia, el viento y el calor, al igual que todas las fachadas pero, tienen una mayor luminosidad al tratarse de superficies acristaladas con lo que se obtiene un gran aprovechamiento de la luz natural. Aunque debemos resaltar, que no suele utilizarse en edificios de viviendas debido a su mal aislamiento acústico.

Tienen un mayor control del aislamiento térmico con una ganancia de energía solar reduciendo las cargas de calefacción en invierno pero, por contra, presentan riesgo de sobrecalentamiento en verano debido al calor acumulado por la energía solar directa, al predominar la superficie acristalada sobre la opaca. Este problema se resuelve mediante la colocación de vidrios reflectantes y absorbentes, paneles aislantes, parasoles... para reducir las ganancias de calor por radiación.

Su principal inconveniente, es su coste económico por m² en comparación con cualquier tipo de fachada convencional, aunque a su favor podemos destacar que es viable debido a su gran ahorro energético y su larga durabilidad constructiva.

8. BIBLIOGRAFÍA.

Revistas.

- ❖ Tectónica. Muro cortina. Monografía de arquitectura, tecnología y construcción, núm. 16.
- ❖ Tectónica. Fachadas ligeras. Monografía de arquitectura, tecnología y construcción, núm. 1.

Libros.

- ❖ COMPANY SALVADOR, JUAN, *Carpintería de aluminio*, Madrid, Fundación Escuela de la Edificación, 1994.
- ❖ BIBLIOTECA ATRIUM DE LA HERRERIA, *Muros cortina y divisiones interiores*, Barcelona, Océano / Centrium, 1994.

Catálogos

- ❖ Manual de Fachadas Ligeras. TECHNAL.
- ❖ Intelliglass S.L.
- ❖ ALUMAFEL. Soluciones de aluminio para la edificación y la historia.
- ❖ Perfiles HALFEN.
- ❖ Manual de soluciones de muros cortina INDALUM.

Normativa

- ❖ Norma Tecnológica de la Edificación NTE-FPC/1975, Fachadas prefabricadas: Muros cortina.
- ❖ Norma Tecnológica de la Edificación NTE-FPC/1975, Fachada tradicional.
- ❖ Documento Básico HS Salubridad.
- ❖ Documento Básico HE Ahorro de energía.
- ❖ Documento Básico SE-AE Acciones en la edificación.
- ❖ Documento Básico HR Protección frente al ruido.
- ❖ Documento Básico SI Seguridad en caso de incendio.

Páginas web

- ❖ www.construnario.es
- ❖ www.cortizo.com
- ❖ www.wikipedia.org.
- ❖ www.codigotecnico.org
- ❖ www.construibles.es
- ❖ www.corbalan.com
- ❖ www.fachadasarquitectonicas.blogspot.com