

# Una nueva técnica de acristalamiento para fachadas

## J. IKER

INGENIERO

DOW CORNING EUROPA, S.A.

SENEFFE (BÉLGICA)

## C. NENETH

DOW CORNING GMBH

WIESBADEN (ALEMANIA)

## DR. A. WOLF

DOW CORNING CORP.

MIDLAN (USA)

## LUIS BERASATEGUI

LDO. CIENCIAS QUÍMICAS

DOW CORNING CONSTRUCCIÓN

ANDOAIN (GUIPUZCOA)

El Acristalamiento Estructural (Structural Glazing) es un método de acristalamiento en el cual los vidrios y demás elementos exteriores van adheridos sobre la estructura metálica de la fachada sin ningún tipo de fijación mecánica. Esta técnica consigue fachadas de cristal uniformes y continuas, así como líneas ininterrumpidas de bandas de cristal horizontales.

Structural glazing is a method of glazing in which glass and other outside elements are adhered onto the metallic structure of the facade without any kind of mechanical fixing. This technique obtains glass facades which are uniform and continuous as well as uninterrupted lines of horizontal glass bands.

El Acristalamiento Estructural es denominado a menudo como **acristalamiento exterior pegado** o **acristalamiento de silicona**, puesto que sólo los sellantes de silicona presentan las cualidades necesarias para este método de acristalamiento, como una perfecta estabilidad a la intemperie, a los rayos ultravioleta, combinado con una excelente adherencia y fácil mantenimiento y montaje.

El concepto de Acristalamiento Estructural fue ensayado intensivamente en los años sesenta. Los primeros edificios en los que fue instalado el Acristalamiento Estructural datan del año 1963. A estos les han seguido cientos de nuevas construcciones y la renovación de numerosos edificios o de manera que las fachadas de Acristalamiento Estructural consiguieron rápidamente un lugar en el entorno arquitectónico americano. Edificios viejos, cuyo precio de venta o ingresos por alquiler estaban cayendo, recuperaron un impulso gracias a su nuevo aspecto.

A pesar de todas estas ventajas estéticas y económicas, el Acristalamiento Estructural se ha ido imponiendo muy lentamente, debido a que es tan diferente en comparación con otros acristalamientos convencionales, que los arquitectos de los años sesenta exigían más comprobaciones que las pruebas de unos resultados de laboratorio antes de estar dispuestos a cambiar las fijaciones mecánicas. Actualmente, casi una generación más tarde, el tiempo transcurrido sirve como prueba: las inspecciones realizadas en cada uno de los primeros edificios con fachadas en Acristalamiento Estructural nos dan una confianza total en tanto en cuanto a su duración como a su estabilidad. Consecuencia de esta creciente confianza en la técnica del Acristalamiento Estructural, ha sido su rápida expansión de los Estados Unidos al próximo y lejano Oriente, Sudáfrica y Europa.

Las superficies lisas y regulares de las fachadas completas de cristal, así como las líneas horizontales ininterrumpidas impresionan. Las construcciones de Acristalamiento Estructural son fáciles de realizar y de montar. No obstante, como suele ser habitual, detrás de esta sencillez y elegancia se esconde un elevado grado de tecnología y de saber artesanal.

La pérdida de fijación de un sellante en un acristalamiento convencional conlleva exclusivamente una entrada de agua en la junta, en cambio, en fachadas de Acristalamiento Estructural la pérdida de fijación del sellante conlleva en caso extremo a una caída de vidrios. Un acontecimiento de este tipo no se ha producido nunca en la historia del Acristalamiento Estructural, pero ya que al menos teóricamente, la posibilidad existe, los arquitectos exigen un estudio muy riguroso de todos y cada uno de los elementos que componen la fachada, así como un control extremo en las fases de fabricación y montaje.

Aunque el Acristalamiento Estructural no es tan fácil como quizás aparezca a primera vista, esta técnica está al

alcance de aquellos arquitectos y fabricantes que estén dispuestos a tener en cuenta determinados criterios durante el proyecto y durante la ejecución.

### TIPOS DE EJECUCIÓN DE FACHADAS

En el caso de una fachada en Acristalamiento Estructural el sellante de silicona no sólo sirve como cierre (impermeabilización) contra los elementos atmosféricos, sino que debe soportar las cargas del viento, tanto positivas como negativas, que la unidad de acristalamiento transmite a la estructura metálica de la fachada. El sellante se convierte de este modo en un elemento estructural básico de las fachadas. Existen dos tipos básicos:

#### Acristalamiento Estructural a dos lados

Es el que tiene más años de experiencia de uso. En este tipo, el sellante de silicona se introduce como adhesivo estructural en sólo dos lados normalmente opuestos de la unidad de acristalamiento; habitualmente se trata de los lados verticales.

Los otros dos lados de la unidad de acristalamiento se sujetan en la parte de arriba y de abajo como en los acristalamientos convencionales. La estructural horizontal del acristalamiento recoge por un lado el peso de la unidad de acristalamiento y por otro presenta una fijación mecánica.

#### Acristalamiento Estructural a cuatro lados

Es el tipo más reciente de ejecución. En esta construcción el sellante de silicona es la única unión entre la unidad de acristalamiento y la estructura de metal.

Determinadas construcciones prevén soportes de metal en la zona horizontal, que soportan el peso de la unidad de acristalamiento a través de calces. En este caso el material de sellante de silicona recoge únicamente la carga dinámica del viento.

El método más avanzado de Acristalamiento Estructural a cuatro lados prescinde totalmente de estos soportes de metal, ya que la unidad de acristalamiento se pega sobre la parte interior de la construcción. En esta construcción el sellante de silicona no sirve solo para recoger la carga positiva y negativa del viento, sino que además debe estar diseñado para soportar permanentemente el peso de la unidad de acristalamiento.

### VENTAJAS ESTÉTICAS Y OTRAS

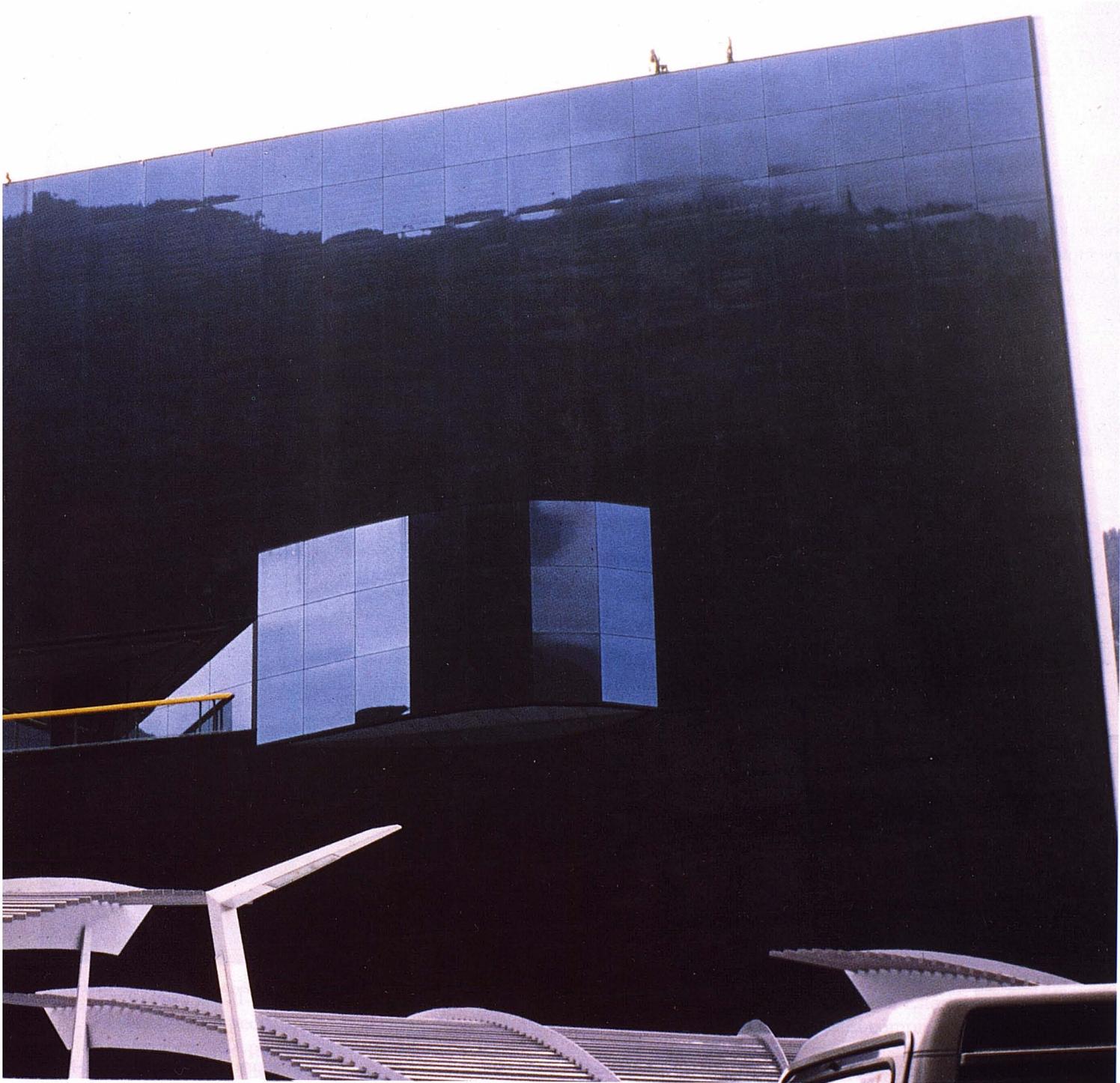
El efecto estético del Acristalamiento Estructural radica en el pequeño número o ausencia de particiones ópticas de la fachada. El Acristalamiento Estructural a dos lados produce la impresión de bandas horizontales o de tiras, ya que la sujeción superior e inferior de la unidad de acristalamien-



to son visibles, mientras que la fijación vertical mediante la silicona estructural no se puede ver a simple vista.

Es posible fabricar fachadas totalmente de cristal con el Acristalamiento Estructural a cuatro lados con cristales coloreados o reflectantes, quedando las fijaciones superior, inferior y laterales completamente escondidas detrás de la

Concí d'Encamp (Andorra)  
Arquitecto Roberto Suso



unidad de acristalamiento, de manera que el edificio parece un gran espejo.

Las posibilidades estéticas descritas fueron seguramente la llave para el éxito del Acristalamiento Estructural, no obstante, esta técnica ofrece también otra serie de ventajas. En el caso de un acristalamiento convencional, la es-

tructura metálica, que tiene la función de soporte mecánico y la sujeción de la unidad de acristalamiento, forma una parte importante de la fachada. Por el contrario la superficie de metal visible desde fuera en el Acristalamiento Estructural a dos lados compone normalmente menos de un 10% y en las construcciones de Acristalamiento

 *fachadas ligeras*



Caja de Ahorros de la Inmaculada - Zaragoza

Doctores Arquitectos: D. Ramón Minguell Minguell y D. José Manuel Pérez Latorre

**proyecto • ejecución • colocación**  
de construcciones metálicas  
en aluminio - a/inoxidable - hierro - pvc

fachadas singulares  
fachadas ligeras  
fachadas vidrio continuo - **viconti**  
ventanas y puertas

**domicilio social y fábrica:**  
48960 galdakao-usánsolo (bizkaia)  
pertxin bidea, 4  
teléfono (94) 457 03 00\*  
fax (94) 457 09 77

**representación castilla-león**

**rilova fachadas ligeras, s.a.**  
09001 burgos  
polígono i. villalonguejar  
c. lópez bravo  
teléfono (947) 29 81 09  
fax (947) 29 83 14

PREFABRICADOS METALICOS

**UMARAN**  
SOCIETAT ANONIMA

Estructural a cuatro lados, no se puede ver ninguna superficie de metal desde fuera.

Puesto que en una fachada de este tipo, las superficies de metal están protegidas por el cristal, éstas están expuestas a la intemperie en mucha menor medida que en acristalamientos convencionales.

Además, el Acristalamiento Estructural presenta otras ventajas:

1. **Mayor aislamiento térmico**, puesto que tanto el vidrio como los sellantes de silicona son peores conductores de calor que los metales.

2. **Mejor insonorización**, debido al soporte elástico de los acristalamientos se produce un menor paso de los ruidos y vibraciones al interior del edificio. Al estar expuesto solamente vidrio, se produce un calentamiento y enfriamiento proporcional en la superficie total del vidrio, por lo que decrece el peligro de rotura.

3. **Mayor estanqueidad contra la lluvia**, la estanqueidad contra la lluvia de las fachadas en Acristalamiento Estructural supera a los acristalamientos convencionales tanto recién instalados como después de varios años.

4. **Ahorro económico**, debido a que el montaje de la fachada es más rápido.

## MÉTODOS DE FABRICACION

Igual que en acristalamientos convencionales, el acristalamiento Estructural podría ejecutarse directamente en la obra. No obstante en ese caso la unidad de acristalamiento debe ser sujeta de modo mecánico durante el tiempo de reacción de la silicona estructural.

Este problema, básicamente práctico, fue el motivo por el que muchos fabricantes de fachadas en USA desarrollaran el sistema de Acristalamiento Estructural con módulos de acristalamiento prefabricados en el taller.

Ventajas de fabricación de la fachada en taller:

1. Un control más eficiente de la calidad de los materiales y de la fabricación.

2. Eliminación de pérdidas de días de trabajo por mal tiempo.

3. Posibilidad de crear un grupo de trabajo altamente cualificado y especializado en acristalamiento estructural y reducir con ello posibles errores de fabricación.

4. Mayor rapidez en el tiempo de fabricación de las fachadas y por lo tanto un menor coste de trabajo en el proyecto.

5. La utilización de un menor número de componentes en el montaje de la fachada.

6. Un acceso más fácil a las superficies de sustrato sobre las que se debe sellar.

Hay que decir que con la prefabricación en taller de módulos de acristalamiento es posible desarrollar un úni-

co diseño estandarizado para acristalamiento de vidrio, granito, placas cerámicas o paneles de metal (unitized design), lo cual es otra ventaja que conlleva una importante reducción del coste de fabricación.

En resumen, se puede constatar que la prefabricación de módulos de fachadas en Acristalamiento Estructural conlleva:

- Mayor calidad de fabricación.
- Disminución de costes.

Este es el modo de fabricación más habitual para fachadas estructurales, a excepción de aquellos proyectos en los que por necesidades de diseño, sea obligatorio un acristalamiento directo en la obra, siempre con las necesarias garantías de ejecución.

## COMPONENTES DE UNA FACHADA

Para la ejecución de una fachada en Acristalamiento Estructural se necesitan cuatro componentes básicos: vidrio, silicona estructural, estructura metálica y materiales auxiliares. Pese a estar estrechamente relacionados entre ellos, vamos a tratar cada uno de estos materiales por separado.

### Vidrio

Todos los requisitos básicos para la utilización del vidrio en sistemas de acristalamiento convencional son también aplicables en Acristalamiento Estructural. No obstante, se deben observar además otros requisitos adicionales inherentes a la propia técnica que pueden estar sujetos a normativa. También hay que tener en cuenta que la distancia entre vidrios y/o marcos de metal es bastante inferior a lo habitual en acristalamientos convencionales. La elección del tipo de vidrio debe realizarse con esmero, ya que es deseable que tenga una mínima distorsión de la reflexión y además sea un vidrio de seguridad. Habitualmente se utilizan vidrios templados, termoendurecidos o laminados. Las bases sobre las que se producen estos vidrios son vidrios flotados, ya sean transparentes o coloreados en masa, individualmente o en combinación. Cada vez es más extendida la utilización de los modernos vidrios reflectantes y de baja emisividad. Estos vidrios han de ensayarse individualmente para comprobar su comportamiento en el tiempo.

El comportamiento en cuanto a carga de viento en un sistema Acristalamiento Estructural no se diferencia en lo esencial del comportamiento de un sistema convencional, en el que el vidrio se encuentra sujeto mecánicamente al marco. No obstante, hay que tener cuidado en la utilización correcta de la terminología. A continuación se explicará esta definición con varios ejemplos.

A cualquiera le es familiar el acristalamiento de un escaparate, en el que los cristales se sujetan arriba y abajo,

estando las juntas selladas con silicona. En estos casos, las partes del cristal en la zona de la junta no se pegan a una estructura metálica interior, por lo que para realizar el cálculo sobre la hipótesis de carga máxima de viento, se debe considerar el sistema como de sujeción a dos lados, por lo tanto, solo se puede tener en cuenta el valor de la fijación mecánica. En cambio si estas partes verticales, se fijaran con silicona estructural a una estructura metálica interior, el sistema se denominaría como Acristalamiento Estructural a dos lados. Para calcular la hipótesis de carga máxima de viento se debería tener en cuenta como una fijación a cuatro lados, esto quiere decir que se debería tener en cuenta las fijaciones horizontales clásicas así como también las dos verticales fijadas con silicona.

Un Acristalamiento Estructural a cuatro lados, es decir, el fijado con silicona en los cuatro lados del cristal a una estructura metálica, se calcula, en cuanto a carga máxima de viento soportable, como se calcula un sistema sujeto mecánicamente por cuatro lados.

### **Doble Acristalamiento**

La utilización de unidades de doble acristalamiento aislante para Acristalamiento Estructural, tal y como está regulado en Europa por las normativas de ahorro de energía, hace necesario tener en cuenta otros criterios importantes, que, tomados individualmente, deberían merecer un artículo aparte.

En el caso de que se deban utilizar unidades de doble acristalamiento aislante en una fachada de Acristalamiento Estructural, es necesario que haya un acuerdo entre el fabricante del vidrio aislante y el suministrador del sellante, para garantizar la compatibilidad entre el sellante del doble acristalamiento y la silicona estructural de fijación a la estructura metálica. La mejor forma de estar seguro de la compatibilidad entre sellantes es utilizar productos de la misma naturaleza química y del mismo fabricante.

Es de vital importancia el correcto dimensionamiento del sellante de segunda barrera del doble acristalamiento aislante, puesto que en una fachada de Acristalamiento Estructural, debe soportar cargas de viento y eventualmente también cargas estáticas. En el caso de vidrios con algún tipo de recubrimiento, como pueden ser los vidrios opacificados para zonas de antepecho, vidrios lacados, etc..., se debe determinar la necesidad de retirar este recubrimiento en aquellas zonas en las que después se aplicará la silicona estructural.

Se recomienda que las unidades de acristalamiento aislantes estén sujetas a cuatro lados, bien por una sujeción mecánica convencional, o bien fijadas a la estructura metálica por medio de una silicona estructural. Las juntas libres, como puede ocurrir con vidrios monolíticos (acristalamiento de escaparates), no llevan a una hipótesis de carga de viento y por lo tanto se deben evitar en acristala-

mientos con vidrios aislantes, ya que esto conlleva una elevación de la carga en el sellante del doble acristalamiento. Cuando se utilizan vidrios aislantes para fachadas en Acristalamiento Estructural, normalmente se prevé en la zona horizontal, un soporte de metal para soportar el peso del acristalamiento.

No obstante, se deben tener en cuenta otros criterios importantes para la fabricación de unidades de doble acristalamiento para fachadas de Acristalamiento Estructural:

1. Utilización necesaria y obligatoria de un sellante de silicona como sellante de segunda barrera, para garantizar una larga vida de la unidad y perfecta estabilidad a los rayos ultravioleta.

2. Todas las unidades deben ser de doble barrera (primera barrera de butilo). Una sola barrera no asegura la estanqueidad de la cámara del doble acristalamiento, contra la entrada de humedad.

3. La unión de las juntas de los distanciadores deberían ser soldadas, curvadas, o se les debe inyectar butilo, ya que sólo una cuidadosa unión de las juntas puede asegurar una larga duración de la unidad de vidrio aislante.

4. El sellante de silicona del doble acristalamiento aislante, debe ser compatible y no atacar las capas metálicas de los vidrios reflectantes aplicadas sobre las superficies internas de los vidrios.

5. El sellante de segunda barrera debe ser dimensionado según las cargas dinámicas y estáticas esperadas.

Tal y como demuestra este pequeño enunciado, la utilización de doble acristalamiento aislante en Acristalamiento Estructural, aún siendo habitual, debe ser llevado a cabo con el necesario cuidado.

### **Sellantes**

Hay dos cualidades que determinan si una silicona sirve para Acristalamiento Estructural: su adhesión y su poder de cohesión. Estas dos cualidades se pueden definir de la siguiente forma: se da un defecto de adhesión cuando la silicona se puede despegar de un sustrato antes de romperse. En cambio, se produce un fallo de cohesión cuando el sellante se rompe mientras se mantiene la adhesión al sustrato. Se puede comprender fácilmente que para una silicona estructural, su adhesión, es decir su fuerza de pegado, debe ser más fuerte que su cohesión, en otras palabras, la silicona se debería romper antes que soltarse del sustrato. En caso contrario, no se aprovechan totalmente las características de las siliconas estructurales. Los sellantes de silicona desarrollan una elevada fuerza adhesiva sobre vidrio. Para poder desarrollar una buena adhesión sobre el aluminio, así como otros sustratos que se utilizan en muros cortina, puede ser necesaria la aplicación de un promotor de adherencia o imprimación. En cualquier caso, es de decisiva importancia para el éxito

de un proyecto de Acristalamiento Estructural, que el usuario siga al pie de la letra todas las indicaciones de limpieza, de aplicación de imprimación y de uso. Por otra parte, han de efectuarse los ensayos de adhesión y envejecimiento correspondientes al proyecto, que se realizan para todas las fachadas de Acristalamiento Estructural, de acuerdo con todas las indicaciones recogidas en los libros de taller.

Debido al diseño del Acristalamiento Estructural, el sellante de silicona está expuesto a los rayos ultravioleta del sol en mayor proporción que un sellante de un acristalamiento convencional. En el pasado se instalaban con éxito materiales de todos los colores, no obstante, se están imponiendo cada vez más siliconas pigmentadas, en especial silicona negra.

### Estructura metálica

Normalmente se utilizan dos tipos de metales para la estructura metálica: aluminio y acero. El tipo de metal y el tratamiento de su superficie influye notablemente en la adhesión de la silicona al sustrato. El acero normal debe ser protegido contra la oxidación bien mediante galvanización y/o lacado. Ambos tratamientos de la superficie influyen en la adhesión del sellante de silicona y por ello, deben ser probados y valorados cuidadosamente antes de que se utilicen en un proyecto de Acristalamiento Estructural.

El aluminio puede recibir múltiples tratamientos superficiales. Entre los métodos más extendidos se encuentran el lacado y el anodizado. Los lacados más utilizados son el PVDF2 (difluoruro de polivinilo) o lacados en polvo de poliéster.

La anodización del aluminio es un proceso químico en el cual y de forma controlada, se produce una película de óxido sobre el aluminio que protege la superficie del mismo. La vida de una buena anodización es de 25 años como mínimo, por este motivo se preferirá con frecuencia la anodización frente al recubrimiento orgánico. La adherencia de la silicona estructural al aluminio anodizado es a menudo muy diferente de su adherencia a una superficie de aluminio lisa. Además las anodizaciones no son estandarizables, se diferencian de un fabricante a otro según su espesor de capa, composición de la capa de óxido, del pigmento así como de la calidad de la colmatación de las superficies porosas del anodizado (sealing). Si el aluminio anodizado se utiliza para la estructura metálica, se deberá ensayar la adherencia de la silicona antes y durante la construcción de la fachada, con el fin de asegurar los mejores resultados posibles.

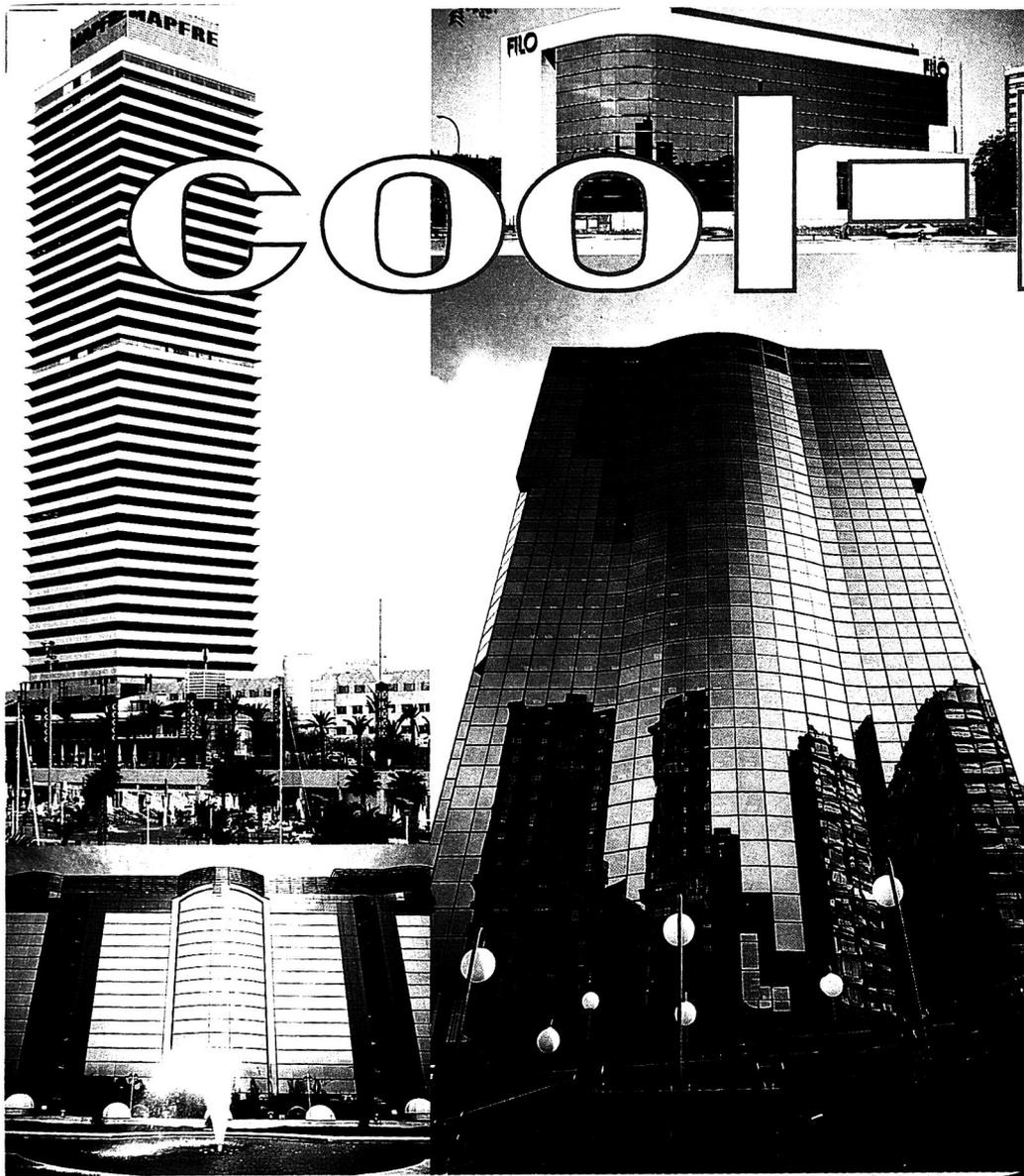
### Materiales auxiliares

Con el concepto material auxiliar, quisiéramos señalar todos los materiales que están en contacto con las juntas



Castellna 110  
Arquitecto Rafael de la Hoz

de silicona estructural, como p.e. cintas, perfiles, espaciadores, etc... Todos los materiales auxiliares deben ser ensayados en cuanto a su compatibilidad con la silicona estructural o su estanqueidad. Una posible incompatibilidad de uno de estos materiales para acristalamiento con el sellante de silicona puede llevar a decoloramientos y/o una pérdida de adherencia a los sustratos. La regla de oro para el acristalamiento estructural es por tanto: Todos los materiales que, bien sea directa o indirectamente, están



# cool+lite



**VIDRIO PARA EL**

**CONTROL SOLAR**

**DE ELEVADAS**

**PRESTACIONES**

. . . . .

**Control de energía solar**

**Control luminoso**

**Ahorro energético**



en contacto con el sellante de silicona, deben ser ensayados en cuanto a su compatibilidad con el sellante. En caso contrario no se descartan a largo plazo deterioros estéticos y/o funcionales.

### DIMENSIONAMIENTO DE JUNTAS

Los dos criterios esenciales para el dimensionamiento de las juntas de adhesión del acristalamiento estructural son su forma, y la superficie de adhesión de la silicona estructural al vidrio y a la estructura metálica. Las juntas más utilizadas se diferencian principalmente sólo en el número de superficies a pegar a la estructura metálica. Si la silicona se pega solamente a 2 lados opuestos, la junta permite una cierta admisión de movimiento del sellante, sin una carga crítica en una de las superficies de adhesión. El sellante de silicona se puede adherir también a tres lados. Esta estructura puede llevar en determinados puntos de la junta a extremos de carga y disminuye por consiguiente la capacidad de admisión de movimiento del sellante. Ambos tipos de junta podrían ser utilizadas con éxito en un gran número de proyectos, siempre que se calculara correctamente los esfuerzos a los que iba a estar sometida esta junta. Antes de la configuración de la junta se debe conocer no obstante, si se trata de una junta pura de pegado o de una junta de pegado y movimiento. Dos medidas características, el espesor y la profundidad de la junta del sellante, determinan la integridad de la junta de silicona estructural. La profundidad de la junta se definirá como la dimensión longitudinal del sellante perpendicular al canto del vidrio y a lo largo de la estructura metálica. Debe asegurarse una profundidad de junta mínima, para garantizar la duración de la junta de adhesión estructural; se da pues como una función de las dimensiones del vidrio y de la carga de viento máxima admisible. Si suponemos una distribución de carga de viento en forma de trapecio en el vidrio, se calcula el espesor para vidrios rectangulares:

$$PS = \frac{\frac{1}{2} \cdot L \cdot CV}{dfc}$$

- PS profundidad de sellado  
 L longitud del lado del vidrio corto  
 CV carga de viento  
 dfc coeficiente de resistencia dinámica del sellante.

Bajo el coeficiente de resistencia dinámica (dfc) del sellante se entiende cada fuerza, con la que la silicona estructural puede cargarse dinámicamente sobre un espacio de tiempo de más de 30 años, sin por ello ocasionar daños de cohesión o adhesión. El coeficiente de resistencia dinámica se reduce normalmente al 0,14 N/mm<sup>2</sup> má-

ximo, un valor que cumple un factor de seguridad de por lo menos 150%. Este coeficiente de resistencia dinámica será dado por el fabricante de silicona estructural y no debe de ninguna manera ignorarse al evaluar una fachada de acristalamiento estructural. En cada construcción de acristalamiento estructural en la que los vidrios no se protegen mecánicamente, la silicona de acristalamiento estructural debe soportar la carga estática de los vidrios. El espesor de junta se calcula en este caso según la fórmula siguiente:

$$PS = \frac{\frac{1}{2} \cdot b \cdot w}{u \cdot sfc}$$

- PS espesor de junta  
 L longitud de los elementos de los vidrios  
 b anchura de los elementos de los vidrios  
 w peso de los vidrios/m<sup>2</sup>  
 u perímetro de los elementos de acristalamiento  
 sfc coeficiente estático de fijación.

El coeficiente estático de fijación de la silicona estructural, análogo al coeficiente dinámico de fijación, se define como aquella fuerza con la que el sellante puede estar cargado estáticamente en un espacio de tiempo de más de 30 años, sin que se produzcan deterioros en la adhesión o en la cohesión.

El segundo criterio importante para la función de duración de las juntas del Acristalamiento Estructural, tal y como ya se ha descrito, es el espesor del sellante. Es decir el espesor de la capa entre la unidad de acristalamiento y la construcción inferior. El espesor del material es de una magnitud relativa, en tanto que debe ser dimensionada suficientemente como para poder recoger los movimientos de cizallamiento resultantes de los distintos movimientos térmicos del cristal y los de la construcción inferior.

Si se supone que el sellante está en condiciones de soportar un dilatación de  $\pm 25\%$ , entonces se toma la recepción de movimiento de la silicona en esa proporción, dándose la siguiente fórmula para el espesor mínimo del sellante:

$$x^2 + y^2 = (1,25 x)^2$$

En este caso  $x$  es el espesor del sellante,  $y$  es el movimiento de cizallamiento y  $1,25 x$  corresponde a la absorción de movimiento de la silicona, por lo tanto, el movimiento que puede soportar la silicona es un 25 % mayor que su espesor.

Las siliconas estructurales, ya que son de módulo más alto, necesitan mayores espesores de recepción por su menor recepción de movimiento. Aunque en muchos casos esta fórmula da un espesor de material de 2 mm o menos, se recomienda como mínimo un espesor de material de

6 mm., ya que se ha demostrado que es muy difícil garantizar una perfecta aplicación del sellante en una ranura de menos de 6 mm sin que entre aire.

Otra dimensión de medición, que tiene una importancia decisiva sobre la capacidad de recepción de movimiento de la junta estructural es el llamado **juego de cantos** (edge clearance). El juego de cantos está definido como la distancia que hay entre el cristal y el calce de apoyo, o en el caso de una construcción en Acristalamiento Estructural sin soporte mecánico de la carga estática, como la distancia entre ambas unidades de acristalamiento. Esta distancia tiene que estar en condiciones de soportar los movimientos térmicos entre las distintas unidades de acristalamiento. Puesto que en pocas ocasiones se está en condiciones de prever la temperatura de la fachada durante el sellado entre vidrios, el juego de cantos debe estar dispuesto de manera que el sellante pueda absorber el conjunto del movimiento sea de dilatación o de retracción, como si fuera el movimiento total. De este modo se obtiene un juego de cantos, para un sellante de estanqueidad para juntas de Acristalamiento Estructural de bajo módulo con  $\pm 25\%$  de absorción de movimiento, del cuádruple del movimiento esperado. El movimiento esperado se obtiene sumando tolerancias del cristal y de la construcción. Además a esto hay que añadirle el margen de seguridad, porque pueden aparecer otros movimientos, resultantes de cambio de viento, de la ubicación del edificio, movimientos de tierra etc... Por esto se recomienda dimensionar el juego de cantos aproximadamente un 20 % mayor, como se ha estimado en el cálculo arriba descrito.

Debido a que cada vez aumenta el uso de sistemas de Acristalamiento Estructural de **paneles modulares** (unitized system), en los que se pegan industrialmente de antemano dos o más unidades de acristalamiento sobre un bastidor de aluminio, es posible reducir el juego de cantos, puesto que tanto el sellado estructural como el sellado de estanqueidad entre vidrios del mismo módulo se realiza en condiciones controladas.

## COLABORACIÓN

En el caso de una fachada de Acristalamiento Estructural, el sellante de silicona tiene una mayor importancia que la de un simple sellante contra los fenómenos atmosféricos. El sellante es un elemento estructural de la fachada, la importancia de la elección y la correcta utilización son de decisiva importancia para el éxito del proyecto.

Por este motivo, el fabricante del sellante sobrepasa su función de simple suministrador. Debe estar en condiciones de convertirse en un colaborador de confianza, apoyando con su consejo y experiencia profesional al que tenga que utilizar su producto.

## Elección del sellante adecuado

La elección del sellante adecuado para un proyecto de Acristalamiento Estructural es cada vez más difícil por lo siguiente:

- Aumento de la diversidad de materiales para juntas
- Nuevos materiales de construcción y nuevos tratamientos de las superficies
- Exigencias especiales sobre las siliconas para Acristalamiento Estructural.

Los especialistas en función del proyecto y en colaboración con el arquitecto y el suministrador de vidrio, pueden ayudar a elegir el sellante de silicona más adecuado para cada caso concreto.

## Pruebas de adherencia

Con ayuda de test de laboratorio normalizadas se debe probar la adherencia del sellante de silicona propuesto a los materiales que se van a utilizar para el proyecto. Por ejemplo vidrio, metal, espaciadores, etc... Las muestras de material enviadas para realizar los ensayos deben proceder de la producción que se utilizará para el proyecto. Los resultados de la prueba de adherencia, las recomendaciones finales de producción, así como las referentes al tratamiento de las superficies y la posible utilización de imprimación, etc..., se deben enviar por escrito a la empresa solicitante del ensayo.

## Pruebas de compatibilidad.

Para garantizar una compatibilidad del 100 % entre los sellantes de silicona recomendados y los materiales auxiliares instalados, como por ejemplo perfiles, espaciadores, calces, etc.. hay que realizar los correspondientes tests de laboratorio. Los resultados que se obtengan se debe comunicar a la empresa que los solicitó. La tolerancia entre los distintos materiales para el acristalamiento con la silicona estructural es muy importante, ya que la incompatibilidad puede llevar a la decoloración del sellante, así como a la pérdida de la adherencia.

## Control de calidad e indicaciones de uso

Se debe repetir constantemente que para la planificación y la ejecución de una fachada de Acristalamiento Estructural, el sellante de silicona se presenta como un elemento de unión de la fachada, por lo que debe ser tratado con el necesario cuidado y precaución que esta función conlleva. En especial, hay que prestar atención a cualquier control de calidad que garantice que el sellante de silicona, tal y como se suministra a la empresa aplicadora, esté en condiciones de cumplir con las funciones previstas. Igualmente importante es que durante el uso del sellante se sigan punto por punto las indicaciones recomendadas por el fabricante.

Control y Aplicaciones (CAE) Barcelona  
Arquitecto Fernando Calero



Mediante el control de calidad del sellante durante la ejecución del proyecto, se garantiza que el material se encuentra en condiciones óptimas y que no sobrepasó su estabilidad de almacenamiento. El proceso de este control de calidad se realiza siguiendo cuatro pasos:

1. Tanto la fecha de suministro como el nº de suministro del sellante se inscribirá en el libro del proyecto o en otro libro de trabajo adecuado para ello.
2. Se revisará una pequeña muestra de material antes de su utilización en el proyecto.
3. Si el sellante no cumple las exigencias del ensayo, no puede ser utilizado para el proyecto de Acristalamiento Estructural.
4. Si durante la ejecución de un proyecto de Acristalamiento Estructural no se utilizara totalmente la cantidad de material, se recomienda usar el material restante den-

tro de su tiempo de estabilidad en un proyecto convencional como silicona de estanqueidad.

Es importante según las indicaciones de trabajo suministradas por los fabricantes en los libros de taller, específicos para el acristalamiento. Muchos puntos de éstas parecen triviales, no obstante, es muy importante que ninguna de ellas sea ignorada y que no se realice la más mínima modificación, ya que esto podría tener como consecuencia una disminución de las cualidades de adherencia. Trataremos brevemente estos puntos críticos:

- Cada sellante, cuya prueba de control en el proyecto sea de más de dos meses, debe ser probado nuevamente antes de utilizarlo.
- La limpieza de los substratos debe realizarse con los disolventes especificados por el fabricante. Después de que las superficies hayan sido tratadas con un disolvente,

se deben secar con papel industrial. De este modo, se evita que durante la evaporación del disolvente se produzcan enfriamientos del sustrato, lo cual conlleva a una condensación de la humedad.

– La ejecución de la junta de Acristalamiento Estructural debe realizarse con mucho cuidado. Se puede comprobar la calidad del relleno de la junta desmontando una unidad que haya sido anteriormente fabricada. Es muy importante que se rellene la junta al 100 %, ya que sino no se respeta la superficies de adhesión de la silicona estructural entre el vidrio y la estructura metálica .

– En cada caso, después de rellenar una junta se debe alisar el sellante con los instrumentos adecuados, para asegurar el completo llenado de la superficie de la junta. Es necesario el uso completo de la superficie de contacto, para garantizar una perfecta adhesión. En resumen, se puede decir que una silicona estructural sólo puede ser utilizada por trabajadores competentes, que tengan conocimientos sobre el uso del producto, y que tengan claro el significado que tiene su trabajo para el éxito de todo el proyecto.

## NUEVOS PRODUCTOS

### Opacificador de vidrios

Una interesante evolución de la silicona estructural es el **opacificador de vidrios** a base de silicona de dos componentes. Se trata de un recubrimiento de silicona neutra de dos componentes, sin disolventes, que se aplica por pulverización sobre la superficie del vidrio. Es de secado rápido a temperatura ambiente, por lo que no requiere un posterior curado en horno. Es de uso universal en todo tipo de vidrios, tanto transparentes como reflectantes, templados o laminados.

### Espuma estructural de silicona

En los diseños de las fachadas se están incorporando otro tipo de materiales distintos del vidrio y de los paneles de aluminio. El material elegido es principalmente piedra, tanto natural como artificial. Para el montaje de estos paneles existen varias opciones. Una de ellas es el uso de silicona estructural para fijarlas a un marco de aluminio. Esta técnica se restringe a aquellos que presenten un excelente comportamiento frente al envejecimiento atmosférico. Con el objeto de ampliar el número de materiales susceptibles de ser empleados en las fachadas, ha desarrollado la **espuma estructural de silicona** para montaje de paneles opacos.

Esta espuma se puede utilizar tanto en el montaje de paneles de piedra natural o artificial. La piedra, al ir reforzada en la totalidad de su superficie, puede ser aligerada hasta más de la mitad de su espesor habitual para su

utilización en fachadas. El resultado final es un panel sandwich entre piedra, espuma de silicona estructural y el material que se elija, habitualmente una placa metálica. El peso de este panel es equivalente al de un doble acristalamiento, por lo que se reduce considerablemente, el peso total de la fachada de piedra. Este sistema se está utilizando también para el revestimiento interior de zonas nobles, por su facilidad de montaje. Otro campo de aplicación para los paneles aligerados es en equipos móviles, como ascensores, por su ligereza.

También se pueden fabricar paneles Sandwich metálicos, planos o curvos. Debido a la extraordinaria adhesión de la espuma estructural de silicona a todo tipo de materiales, como a su gran cohesión, es posible la fabricación de paneles de aluminio curvos sin necesidad del preformado previo del metal.

Además, esta espuma de silicona puede fabricarse con propiedades ignífugas.

### Sellante para acristalamiento aislante

Otro producto que se ha beneficiado del avance de la tecnología del Acristalamiento Estructural ha sido el doble acristalamiento aislante. La necesidad de unos acristalamientos con unas propiedades superiores a los habituales, ha hecho necesario el desarrollo de sellantes de silicona específicos para esa utilización.

Castellana 110  
Arquitecto Rafael de la Hoz

