



**FIA 2018**

**XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18- 24 al 26 de octubre**

## **INVESTIGACIÓN EN EL DISEÑO ACÚSTICO DE MUROS CORTINA EN EDIFICIOS SINGULARES**

**REFERENCIA PACS:** 43.55.-N. ACÚSTICA ARQUITECTÓNICA

Perez Abendaño, Mariana<sup>1</sup>; Díaz-Chyla Alexander<sup>1</sup>; García Colorado Fernando<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Arup Madrid

c/ Alfonso XI- 12, 28014 Madrid, [mariana.perez@arup.com](mailto:mariana.perez@arup.com); [alexander.diaz@arup.com](mailto:alexander.diaz@arup.com); [fernando.garcia@arup.com](mailto:fernando.garcia@arup.com).

**Palabras Clave:** diseño acústico, transmisiones por flancos, modelos de predicción, edificación singular, construcción ligera, construcción industrializada, acústica en edificación, muros cortina, fachada acristalada, envolvente ligera, fachadas ligeras, UNE EN ISO 12354.

### **ABSTRACT**

The envelope of the building provides acoustic protection to the interior spaces from external noise.

In recent years, the curtain wall has been introduced in a large number of building projects as an enclosure element that responds to architectural and technical needs (lighting, acoustic insulation, fire protection, etc.) in office buildings, commercial buildings, hotels, etc.

The curtain walls require a specific design to guarantee a satisfactory acoustic comfort since it limits the global acoustic insulation between enclosures by the flanking transmission paths through the façade.

This publication summarizes the research carried out to acoustically design curtain walls facades with high acoustic performance.

### **RESUMEN**

La envolvente del edificio es el conjunto de elementos constructivos que permite la protección acústica de los espacios interiores frente al ruido exterior.

En las últimas décadas el muro cortina se ha introducido en una gran cantidad de proyectos de edificación como elemento de envolvente que dota de singularidad a los edificios y que resuelve los requerimientos técnicos (vistas del exterior, iluminación, aislamiento acústico, protección frente al fuego, etc.) en edificios en altura, oficinas, centros comerciales, hoteles, etc.

Los muros cortina requieren de un diseño específico para garantizar un confort acústico satisfactorio puesto que limita el aislamiento acústico global entre recintos debido a la transmisión por flancos a través de la fachada.

Esta publicación resume la investigación llevada a cabo para diseñar acústicamente fachadas acristaladas con muros cortina de altas prestaciones acústicas.

## FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-  
24 al 26 de octubre

### INTRODUCCIÓN

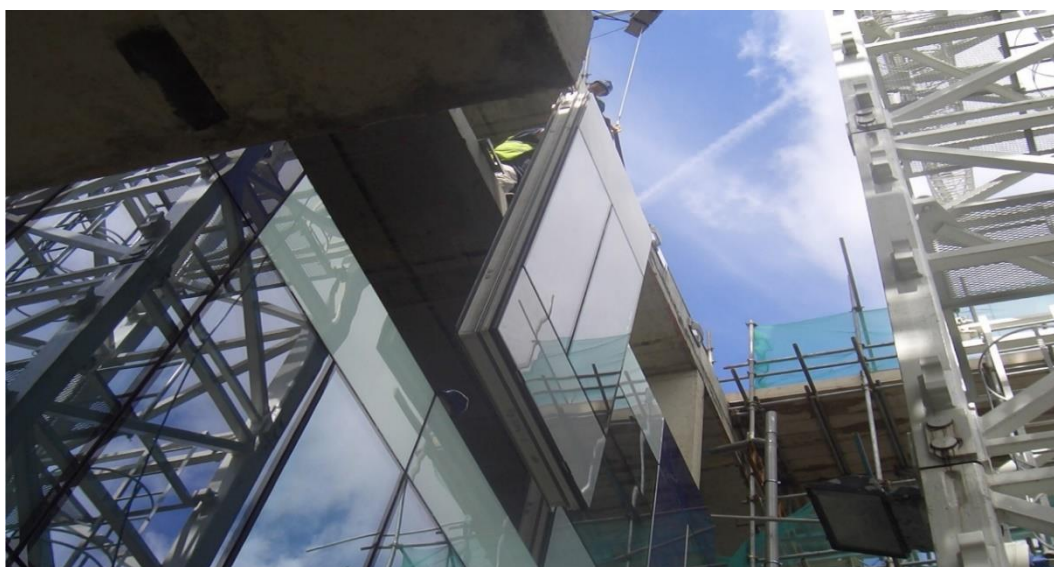
En los últimos años el empleo de sistemas constructivos industrializados y ligeros se ha multiplicado en el sector de la edificación. La creciente demanda actual responde a la necesidad arquitectónica de dotar a los edificios de un carácter singular y exclusivo a la vez que satisfacer la demanda de confort acústico, confort térmico, de iluminación, etc.

La envolvente es el conjunto de elementos constructivos que permite aislar acústicamente las estancias interiores frente al ruido exterior ambiental. Además, la fachada influye en la transmisión acústica de ruido y vibraciones entre recintos interiores conectados entre sí. Por tanto, los sistemas de fachada ligera y muros cortina requieren de un diseño específico para garantizar un confort acústico satisfactorio para los usuarios finales.

Esta comunicación recoge la investigación llevada a cabo para el diseño de edificios proyectados con muros cortina acristalados. El consultor o diseñador acústico debe realizar un estudio específico y facilitar soluciones que permitan hacer frente a los requisitos normativos actuales. Adicionalmente, se incluyen ejemplos, soluciones y resultados de un caso real en un edificio terciario.

### PRESENTACIÓN DE SISTEMAS DE MUROS CORTINA

Los muros cortina son sistemas constructivos de fachada autoportante, generalmente ligera y acristalada, soportados y fijados a la estructura principal del edificio. Son sistemas industrializados formados generalmente por una subestructura de perfiles verticales (montantes) y horizontales (travesaños) de extrusión de aluminio cerrados con vidrio. La fachada se monta desde el exterior del volumen ocupado por el edificio y se une mediante anclajes puntuales a la estructura principal, generalmente en el borde de los forjados. La ligereza, un muro cortina de una sola piel de vidrio con cámara pesa unos 70 kg/m<sup>2</sup>, la prefabricación del sistema y el sistema de montaje desde el exterior de la estructura del edificio, hacen que sea necesario tratar de forma particular el diseño acústico de estos sistemas respecto a las fachadas tradicionales masivas.



**Figura 1:** Montaje de un sistema de muro cortina modular en obra. Fuente: Arup.

## FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-  
24 al 26 de octubre

### MURO CORTINA TIPO "STICK"

Dentro de los diferentes tipos de muros cortina, los sistemas conocidos como "sistema stick" se componen de perfiles tubulares de sección cerrada de extrusión de aluminio, mecanizados en fábrica y montados in situ dando lugar a una estructura de fachada continua y rígida si nos referimos a la transmisión de ruidos.

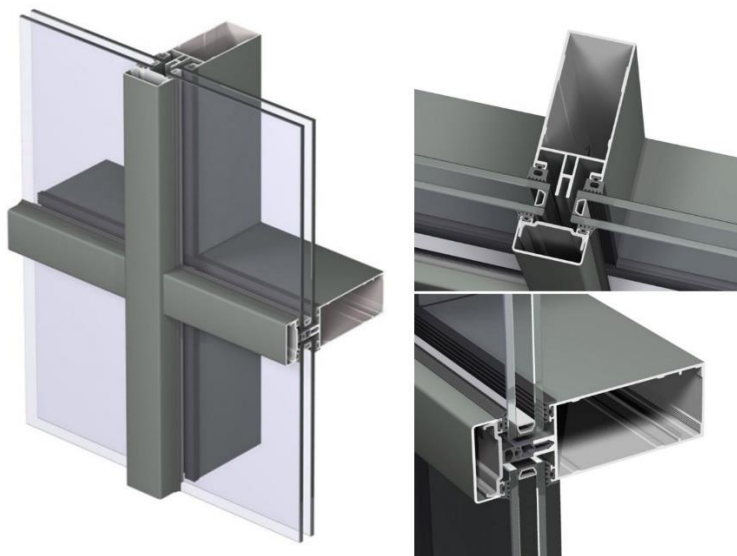


Figura 2: Sistema de muro cortina tipo "stick" Reynaers CW50

### MURO CORTINA MODULAR

En obras con una superficie de metros cuadrados de fachada acristalada, se suelen emplear "sistemas modulares". Se conforman bastidores compuestos de semi-montantes y semitravesaños. Estas piezas, generalmente ya acristaladas, se montan en la obra fijándolas a anclajes individuales en los extremos de los forjados y uniéndose entre sí mediante ensamblaje.

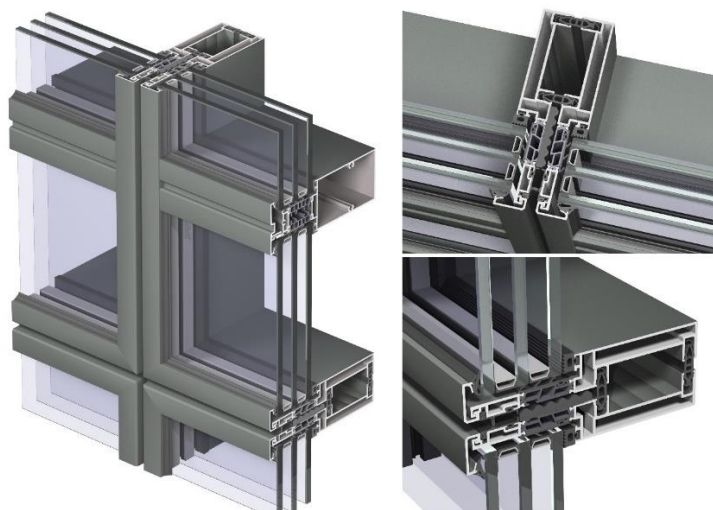


Figura 3: Sistema de muro cortina modular Reynaers CW65 EF HI



## FIA 2018

**XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18- 24 al 26 de octubre**

Esta diferenciación entre sistemas tiene relevancia en el aislamiento acústico final de los sistemas montados in situ.

Los muros cortina se montan en la obra fijando los paños de vidrio y/o paneles opacos a los perfiles resistentes de extrusión de aluminio (montantes y travesaños). Estos perfiles, ya sean tubulares montados individualmente (sistema stick) o bastidores de semiperfiles (sistema modular) se unen a la estructura principal del edificio a través de anclajes puntuales rígidos desde el punto de vista acústico.

Las soluciones de acristalamiento pueden presentar una enorme variedad de composiciones, permitiendo el uso de sistemas de vidrio laminar, unidades de vidrio aislante (vidrios con cámara dobles o triples), etc. La selección de los sistemas más adecuados responde a criterios prestacionales como la resistencia a peso propio, a cargas de viento, a cargas de barrera, la protección frente al fuego y a los aspectos relacionados con el confort acústico y térmico. Los elementos de estanqueidad al aire y permeabilidad al agua tales como sellados, gomas, burletes, etc también contribuyen al aislamiento acústico. Es preciso que los huecos y uniones entre los elementos principales no presenten holguras o huecos por dónde el ruido exterior pueda transmitirse hacia el interior.

### DISEÑO ACÚSTICO DE SISTEMAS DE FACHADAS LIGERAS

El Documento Básico de Protección frente al Ruido (DB HR) del Código Técnico de la Edificación<sup>(1)</sup> establece requisitos acústico frente al ruido procedente del exterior y entre recintos interiores del edificio.

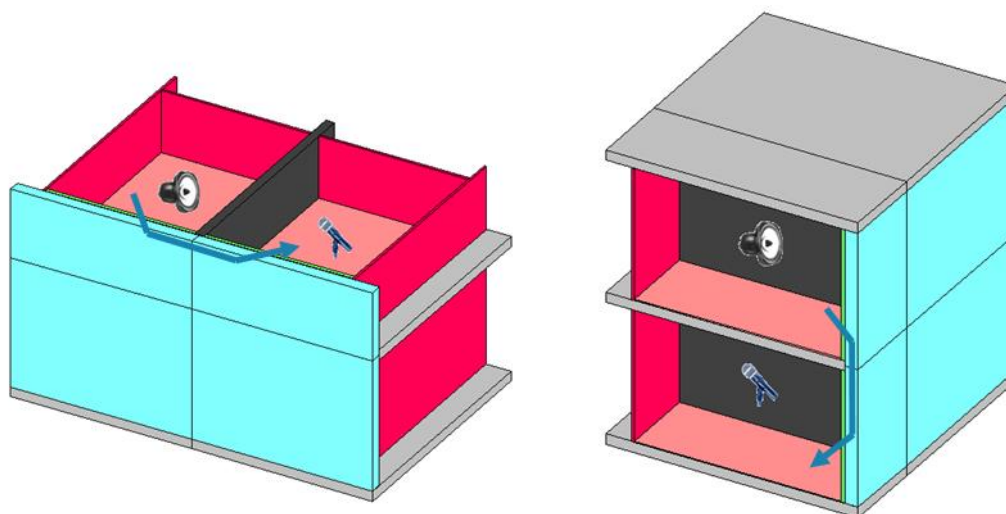
Para satisfacer las exigencias acústicas frente al ruido exterior, la Tabla 2.1 presenta Valores de aislamiento acústico a ruido aéreo  $D_{2m,nT,Atr}$  mínimos a alcanzar en función del ruido exterior presente en la zona. La información sobre el nivel de ruido exterior se obtiene de los mapas de ruido correspondientes y publicados por la administración competente.

Para seleccionar adecuadamente los cerramientos de fachada en relación al ruido exterior, se realizará una estimación acústica a partir de las características acústicas en laboratorio (Índice de reducción acústica,  $R_{Atr}$  en dBA) de los vidrios y de los cerramientos opacos (paso de forjado, otros), tal cómo indica la Opción General de Diseño y dimensionado del DB HR. Siguiendo Opción Simplificada de Diseño, es posible igualmente seleccionar elementos de fachada que cumplan los valores de aislamiento mínimos en los huecos y la parte ciega, tal como recoge la Tabla 3.4 del DB HR.

Por otro lado, en el aislamiento acústico entre recintos que dan a una fachada, influye la transmisión directa a través del elemento separador (medianera en recintos colindantes en horizontal y forjado en recintos conlindantes en vertical) y las transmisiones indirectas a través del resto de los elementos constructivos (fachadas, tabiques, etc.). El camino de flanco a través de la fachada puede limitar el aislamiento acústico final entre los recintos adyacentes si no se diseña adecuadamente.

## FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-  
24 al 26 de octubre



**Figura 4:** Camino de transmisión horizontal (Izquierda) y vertical (Derecha) por flancos a través de la fachada entre dos recintos colindantes.

Los modelos de predicción basados en la norma UNE EN 12354<sup>(2)</sup>, permiten diseñar y seleccionar los elementos constructivos en función de sus prestaciones acústicas en laboratorio.

El tratamiento de los muros cortina y fachada ligeras con respecto a las expresiones matemáticas de la norma es diferente de la modelización de fachadas tradicionales masivas, de albañilería, etc. Esto se debe a las características de masa de la fachada, a su composición a partir de elementos rígidos e industrializados (montantes, vidrios, anclajes) y a su forma de ejecución de forma continua por el exterior del volumen del edificio. Esto hace que el camino de transmisión flanco-flanco a través de la fachada por el exterior entre dos recintos sea una vía de transmisión a considerar en el diseño.

Según las formulaciones de la norma UNE EN 12354-1, para elementos constructivos ligeros, el camino de transmisión por flanco a través del elemento ligero se puede estimar a partir de la siguiente expresión.

$$R_{ij,w} = D_{nf,ij,w} + 10 \lg \frac{l_{lab}}{l_{ij}} \frac{S_s}{A_o} \text{ dB}$$

La expresión anterior representa el aislamiento por flancos de un elemento ligero (transmisión ij) entre dos recintos colindantes en función de la Diferencia de nivel por flancos (índice Dnf en dBA). En la fórmula se considera igualmente la geometría de los recintos implicados, y las superficies de los elementos constructivos de la unión ij.

El valor Dnf representa la transmisión vertical u horizontal del camino flanco-flanco a través de la fachada entre dos recintos. Este parámetro considera el aislamiento acústico de la fachada en sí y la forma de unión entre la fachada y el elemento de unión (forjado o cerramiento vertical).

### CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO DE FACHADAS LIGERAS

Como se ha explicado en la sección anterior, un sistema constructivo de fachada debe satisfacer simultáneamente:

- Aislamiento acústico frente al ruido exterior.
- Aislamiento acústico de flancos entre dos recintos colindantes que comparten fachada.

## FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-  
24 al 26 de octubre

Por esta razón, un sistema constructivo de fachada continua, tal como un muro cortina, debe caracterizarse para dar respuesta a esta doble funcion.

Los fabricantes, diseñadores, gamistas, etc. Deben facilitar al equipo de diseño la siguiente información:

- Índice de reducción acústica del sistema de fachada a ruido de tráfico R<sub>Atr</sub> en dBA. Este ensayo se puede obtener del resultado de un ensayo normalizado según la norma EN ISO 10140-2<sup>(3)</sup>. Bajo este ensayo, es posible caracterizar el aislamiento a ruido aéreo de la solución de muro cortina completa, considerando la perfilería vertical y horizontal del sistema y en un tamaño de muestra similar al de los ensayos de cerramientos verticales ( $\approx 10\text{m}^2$ ).



**Figura 5:** Muestra de muro cortina de tamaño de cerramiento vertical en laboratorio. Fuente: Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación del Gobierno Vasco.

- Diferencia de nivel por flancos D<sub>nf</sub> en dBA. El objetivo de este ensayo es la caracterización del camino de transmisión por flanco vertical y horizontal del sistema de muro cortina. Para su realización, se ejecuta una junta vertical y horizontal en un laboratorio específico para transmisiones por flancos, conforme a la norma EN ISO 10848<sup>(4)</sup>.



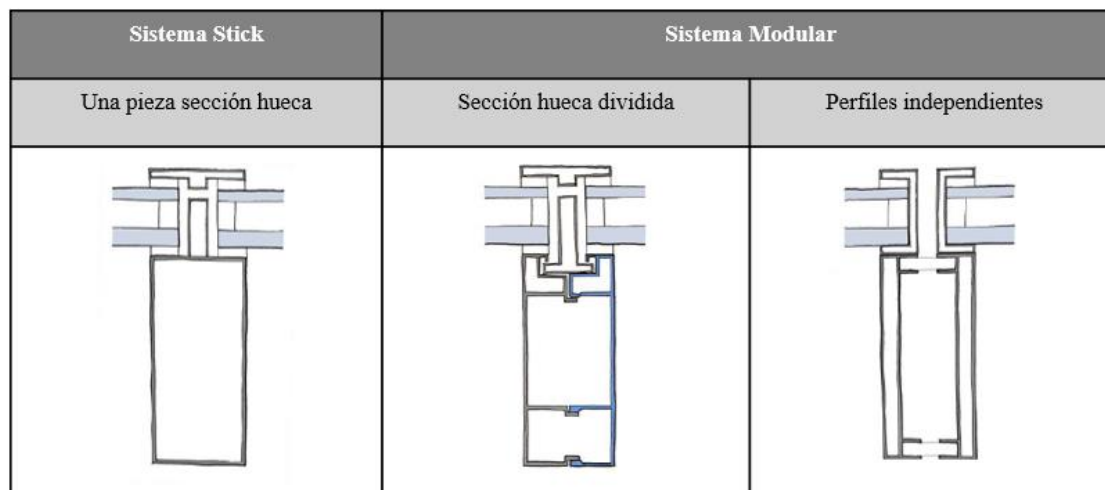
**Figura 6:** Sistema de muro cortina instalado sobre una cámara de transmisiones por flancos: junta vertical y horizontal.

FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-  
24 al 26 de octubre

**PRESTACIONES MURO CORTINA “STICK” O MODULAR**

A continuación se presentan datos del comportamiento acústico por flancos de distintos sistemas de perfiles de muro cortina.



**Figura 7:** Croquis de sección de montantes de sistemas de muro cortina

Tipo perfil	Características	Comportamiento acústico $D_{nf}$ (dBA)
Montante pieza stick hueca	125 mm	44
Montante pieza stick hueca	200 mm	40
Travesaño pieza stick hueca	125 mm	38
Montante pieza sistema modular	125 mm	47
Montante piza sistema modular	110 mm	44

**Figura 8:** Valores del comportamiento acústico por flancos de perfiles de muro cortina

Como muestran los datos anteriores, de forma general, los elementos de un sistema modular presentan mayores valores de aislamiento por flancos que los elementos de perfilería de un sistema “stick”. Esto puede deberse a la forma de unión de los componentes de los perfiles que van desconectados entre sí en los sistemas modulares.

De forma general, los elementos con un aislamiento  $D_{nf}$  40dBA permiten satisfacer exigencias entre recintos de volúmenes grandes tales como oficinas diáfanas, espacios en centros comerciales, tiendas, etc. Para recintos de volúmenes alrededor a  $25m^3$ , dónde los requerimientos acústicos entre recintos sean  $D_{nTA}$  50dBA, los caminos de transmisión por flancos a través de la fachada deberán aislar en torno a  $D_{nf}$  47-53 en función de las dimensiones y los demás elementos constructivos del recinto. Para alcanzar estos aislamientos en los perfiles, es posible utilizar elementos de refuerzo como placas metálicas, perfiles forrados de material aislante y otras soluciones.



## FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-  
24 al 26 de octubre

### CONCLUSIONES

Para satisfacer los requisitos acústicos del CTE DB HR, entre recintos, es necesario hacer un estudio detallado de todos los caminos de transmisión acústica. Los muros cortina, como elementos de flancos, son elementos acústicamente determinantes en el diseño del aislamiento acústico entre recintos interiores.

Actualmente, los métodos de diseño “general” y “simplificado” del CTE DB HR, no incluyen herramientas para diseñar considerando las transmisiones por flancos a través de muro cortina, por lo que es necesario hacer un diseño específico para garantizar las prestaciones finales del sistema en el edificio.

El aislamiento acústico en muros cortina y fachadas ligeras se puede caracterizar e laboratorio mediante un ensayo de transmisiones por flanco. Por otro lado, mediante modelos de predicción es posible realizar una estimación matemática del aislamiento global entre recintos. Los fabricantes, diseñadores acústicos, especialistas en fachadas disponen de datos de ensayos en laboratorio de los diferentes elementos. Así como en seguridad ante incendio, el paso de forjado es un elemento que se tiene en cuenta en el diseño, en acústica, el paso de forjado y los montantes van a determinar las prestaciones acústicas finales de un recinto.

### REFERENCIAS

- (1) Documento Básico de Protección frente al ruido del Código Técnico de la Edificación.  
[www.codigotecnico.org](http://www.codigotecnico.org)
- (2) Norma UNE EN 12354: Estimación de las características acústicas de las edificaciones a partir de las características de sus elementos –Parte 1: Aislamiento acústico a ruido aéreo entre recintos.
- (3) Norma UNE EN 10140-2 Medición en laboratorio del aislamiento acústico de los elementos de construcción. Parte 2: Medición del aislamiento acústico al ruido aéreo
- (4) Norma UNE EN 10848. Acústica. Medida en laboratorio de la transmisión por flancos del ruido aéreo y del ruido de impacto entre recintos adyacentes.