



VI Congreso Iberoamericano de Acústica - FIA 2008
Buenos Aires, 5, 6 y 7 de noviembre de 2008

FIA2008-A023

30 dBA en España

David Márquez Pérez^(a)

(a) Sociedad Española de Acústica - Universidad Politécnica de Valencia. C/ Luis Vives, 5, 46.130 (Valencia), España. E-mail: dmarquez@caatvalencia.es

Abstract

The facades are the skin of the building, and therefore determine its acoustic insulation is more complex than a mediator or other partitions. In October 2007 came into force on CTE HR (new Code Technician building - Protection against noise), which legislates the isolation that must serve a minimum closing compared to noise. This value is at 30 dBA, except when the predominant noise is produced by aircraft or trains, which will increase to 32 dBA. To understand how acoustically isolate a building we understand how the waves and their properties. The soundproofing is to prevent noise from spreading outside to inside buildings. The facades will be considered depending on single or multiple. For us mere walls based on the law of masses, which reads: "soundproofing increases by 6 dB to duplicate the mass and when the frequency is doubled." On the walls multiple soundproofing shall be determined by the following parameters: Frequency resonance; frequency coincidence; Waves stationary camera; acoustic Bridges. The following work is intended to resolve any problems that arise. The weakest part of the elements that make up a facade is carpentry and glazing. In fact, the overall isolation of the facade only exceeds a maximum at about 10 dBA isolating its weakest component.

Resumen

La fachada es la piel del edificio, y por ello determinar su aislamiento acústico será más complejo que una medianera u otras particiones. En octubre de 2007 entró en vigor el CTE HR (nuevo Código Técnico de la Edificación – Protección contra el ruido), que legisla el aislamiento mínimo que debe cumplir un cerramiento frente al ruido. Este valor se encuentra en 30 dBA, a excepción de cuando el ruido predominante sea producido por aviones o trenes, donde aumentará a 32 dBA. Para comprender como aislar acústicamente un edificio hemos de entender como funcionan las ondas y sus propiedades. El aislamiento acústico consiste en impedir que el ruido se propague del exterior al interior de los edificios. Las fachadas se estudiarán según sean simples o múltiples. Para las paredes simples nos basaremos en la ley de masas, que establece lo siguiente: "el aislamiento acústico se incrementa en 6 dB al duplicar la masa y cuando se duplica la frecuencia". En las paredes múltiples el aislamiento acústico estará condicionado por los siguientes parámetros: *Frecuencia de resonancia; Frecuencia de coincidencia; Ondas estacionarias de la cámara; Puentes acústicos*. En el siguiente trabajo se pretende dar solución a todos los problemas que surjan. La parte más débil de los elementos que componen una fachada es la carpintería y el acristalamiento. De hecho, el aislamiento global de la fachada sólo supera como máximo en unos 10 dBA el aislamiento de su componente más débil.

1 Introducción

Hoy en día vivimos en un mundo cada vez más ruidoso. El incesante incremento de la contaminación acústica en nuestra sociedad ha mermado la calidad de vida de los ciudadanos. Las buenas condiciones climatológicas han hecho que la zona del levante español sea uno de los lugares preferidos por los turistas, convirtiéndola a su vez en la zona más ruidosa de la Unión Europea, y la segunda en todo el mundo.

Desde hace más de dos años, con la llegada del Código Técnico de la Edificación, la normativa en España se intenta adecuar a las exigencias generadas en los últimos lustros por la evolución y el progreso que ha sufrido la construcción y la sociedad. La que hace referencia a la protección contra el Ruido (la DB-HR) fue la última en implantarse, hace escasamente nueve meses, debido a la complejidad y al contraste de opiniones en el comité elaborador. Desde este momento, las diversas partes implicadas en el proceso edificatorio han intentado que su repercusión fuera lo menos perjudicial para sus empresas, pensando que cada material usado en la construcción de edificios tiene un comportamiento acústico.

Llegar a conseguir que un edificio cumpla el aislamiento acústico, sobre todo en fachadas, se va a convertir en un reto desde octubre de este año, momento en el que se aplicará en su totalidad el Documento Básico de Protección contra el Ruido. Sobretudo en un país donde es normal colocar aislantes térmicos, pero no estamos acostumbrados a aislar acústicamente.

2 Legislación actual

2.1 Normativas

Cada año la población se encuentra menos expuesta a la tranquilidad y la calma que tuvimos antaño. El tráfico rodado, como el que aparece en la figura 1, y el aéreo, genera una sensación de potencia sonora alta, debido a las bajas frecuencias. Algo similar ocurre con los ruidos de los aparatos de aire acondicionado, los *home cinema* con sus potentes *subwofers*, etc. En este sentido, se han elaborado leyes con el fin de soslayar este impacto. A nivel estatal, la ley 37/2003 intentará adoptar planes de acción para prevenir y reducir el ruido ambiental. Para ello, elaborará mapas acústicos en las ciudades de más de 200.000 habitantes, que serán la base para llevar a cabo estas intervenciones. En la Comunidad Valenciana se creó la ley 7/2002, que marca los mínimos niveles de ruido que deben llegar al edificio. Los ayuntamientos de las grandes ciudades, entre ellos Madrid y Valencia, también poseen una ordenanza muy específica y detallada que además se centra en el aislamiento acústico de los edificios.



Figura 1. Tráfico rodado en una calle.

2.2 Introducción al Documento Básico contra el Ruido del CTE

El DB-HR engloba dos grandes ejes: una visión general acústica del edificio y la imposición de comprobación de medidas *in situ* como nuevo método. El CTE considera el edificio acabado como un producto, exigiendo las prestaciones acústicas al edificio en su conjunto, al contrario de lo que hasta el momento hacía la NBE CA-88, que lo aplicaba a cada uno de los elementos constructivos.

Para conseguir un buen aislamiento acústico en las fachadas, se tiene que tener en cuenta los problemas acústicos desde el principio de la elaboración del proyecto, teniendo en consideración aspectos como el aislamiento acústico a ruido aéreo, impacto y control del ruido de las instalaciones.

El DB-HR trata a los elementos, de modo que para obtener los valores de aislamiento no se solucionará dándoles espesores a los materiales, sino cambiando los sistemas constructivos.

3 Acústica aplicada a las fachadas

3.1 Nociones de acústica

Para comprender como aislar acústicamente un edificio, hemos de entender como funcionan las ondas y sus propiedades (figura 2). Las ondas se propagan en medios que poseen inercia y elasticidad. Por lo tanto, no se producen en el vacío. Los Hz (hertzios) miden las oscilaciones o vibraciones por segundo.

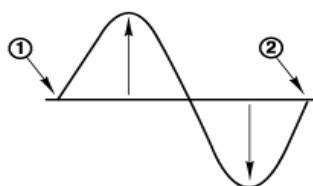


Figura 2. Oscilación de una onda sonora en un ciclo completo.

El sonido origina unos niveles de presión, intensidad y potencia característicos, que al llegar al oído humano produce unas sensaciones. Estas percepciones se medirán en decibelios (dB), usándose sonómetros con una ponderación “A” para niveles de sonoridad bajos, que se aproxima más a nuestra realidad.

El aislamiento acústico consiste en impedir que el ruido se propague del exterior al interior de los edificios. Las fachadas se estudiarán según sean simples o múltiples.

3.2 Paredes simples

Para el primer caso nos basaremos en la ley de masas, que establece lo siguiente:

*“El aislamiento acústico se incrementa en 6 dB al duplicar la masa.
El aislamiento acústico crece en 6 dB cuando se duplica la frecuencia”.*

Otro factor que también influye en su capacidad de aislar es la frecuencia de coincidencia, calculada por la siguiente ecuación (1), que depende del coeficiente de *Poisson* y del módulo de *Young* “E” (factor amortiguamiento del material).

$$f_c = \frac{6,4 \times 10^4}{d} \times \sqrt{\frac{\rho(1-\sigma)^2}{E}} \quad (1)$$

3.3 Paredes múltiples.

Su aislamiento acústico estará condicionado por los siguientes parámetros:

Frecuencia de resonancia.

Frecuencia de coincidencia.

Ondas estacionarias de la cámara.

Puentes acústicos.

Para solucionar el problema de la resonancia recurriremos a colocar un material absorbente en la cámara (lana de roca). Si las paredes son muy rígidas, se colocará una membrana (material plástico) entre el material absorbente (figura 3).

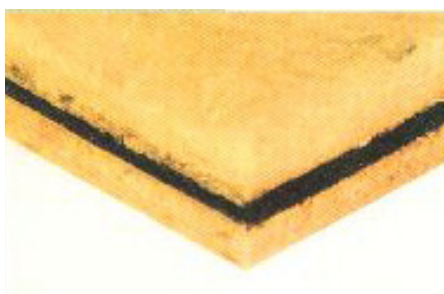


Figura 3. Material absorbente tipo sándwich para cámaras de aire.

La parte más débil de los elementos que componen una fachada es la carpintería y el acristalamiento. De hecho, el aislamiento global de la fachada sólo supera como máximo en unos 10 dBA el aislamiento de su componente más débil.

La fórmula que utiliza la norma para calcular el aislamiento global de una fachada, teniendo en cuenta la superficie de elementos ciegos y los huecos, según la normativa actual en España, es la siguiente (2):

$$R_{wG} = 10 \log \frac{S_c + S_h}{S_c \cdot 10^{-R_{wc}/10} + S_h \cdot 10^{-R_{wh}/10}} \quad (2)$$

3.4 Carpintería

Según las normas UNE, su aislamiento viene dado por la estanqueidad al aire, lo que las clasifica en Clase-1, Clase-2, Clase-3 y Clase 4 (la norma actual NBE las clasifica en tipo A-1, A-2, A-3).

Los materiales de la carpintería (aluminio, madera o PVC) y el sistema de apertura (corredera, abatible,...) van a influir en el resultado final, pues las abatibles, como la que

aparece en la figura 4, al tener más puntos de cierre, suelen conseguir mayor aislamiento acústico. También tendremos que tener en cuenta la caja de la persiana, punto donde se pueden producir bajas de aislamiento de hasta 5 dBA.



Figura 4. Ventana ejemplo, carpintería abatible.

Una buena solución es colocar una doble carpintería (una enrasada a la fachada y la otra interior), de modo que la cámara que producen ambas dará lugar a la mejora del aislamiento (llegando a aumentar el valor en 7 dBA).

3.5 Acristalamiento

Al ser un material con un cierto espesor, también posee una frecuencia crítica “ f_c ”, en la que se produce una baja importante del aislamiento.

Cuando el acristalamiento sea doble se puede producir el efecto de frecuencia de resonancia “ f_r ”, por la cual se produce un acoplamiento que hará que baje el aislamiento en dichas frecuencias (figura 5).

El acristalamiento, según el tipo de vidrio, puede ser monolítico, laminar, templado o texturizado. El vidrio laminado presenta una mayor protección frente al ruido debido a que el material que lo compone, un butiral, realiza un gran amortiguamiento a las ondas.

El uso de acristalamiento doble con un relleno de gas también presenta mejores niveles de aislamiento, a la vez que cumple también con los requerimientos térmicos mejor que el acristalamiento simple.

El cristal ha de colocarse de manera que no entre en contacto con la carpintería, para evitar la transmisión del sonido. La figura 5 muestra la disposición mediante perfiles continuos de materiales elásticos, como el butil, el neopreno, etc.

3.6 Puertas

La puerta es un elemento continuo y ligero en un paramento, por lo que, por la ley de masas, no puede ser un buen aislante. La norma CA-88 no se centra tanto en ellas como en las ventanas. Debemos tener en cuenta que existan elementos elásticos perimetralmente para evitar la entrada del ruido por las juntas.

Al igual que en las ventanas, una buena solución sería la de instalar una doble puerta.

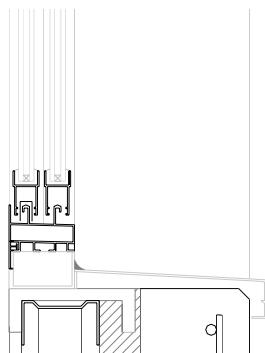


Figura 5. Acristalamiento doble en ventana corredera

4 Conclusiones

Hasta el día de hoy, la importancia que se le ha dado al aislamiento acústico en fachadas ha sido prácticamente nula, ya sea por la falta de atención, el desconocimiento del tema o la falta de recursos para poder poner en práctica los medios de determinación y ensayos. Mientras tanto el nivel de contaminación acústica va en aumento desde hace años.

Con la reciente incorporación del Código Técnico, la construcción de viviendas ha sufrido un gran cambio en lo que refiere a la manera de construir. El apartado de Protección contra el ruido (DB-HR) se encuentra en estos momentos en convivencia con la antigua normativa. Su entrada en vigor total a partir de octubre de este año va a ser positiva, pues va a exigir un certificado oficial de verificación de los niveles de aislamiento acústicos proyectados.

En general, la puesta en marcha y aplicación de las exigencias y especificaciones establecidas por CTE, va a demandar un gran esfuerzo, tanto para los técnicos como para los empresarios de la construcción y los que la ejecutan. Si actualmente no se están cumpliendo al cien por cien las exigencias de la NBE CA 88, antes de su comprobación “in situ”, la introducción del Código, con su incremento de requerimiento en los niveles de aislamiento, va a acrecentar esta dificultad. Con total seguridad, muchos de los materiales y soluciones constructivas empleados normalmente en la actualidad van a tener que sustituirse o sufrir grandes modificaciones, con la repercusión que todo ello va a ocasionar en el sector de la construcción.

Pero teniendo en cuenta que en el tema que hace referencia a fachadas en el CTE no ha cambiado nada, con la salvedad de aumentar a 32 dBA su aislamiento cuando el ruido de tráfico predominante sea producido por aeronaves o trenes, aparece una incongruencia con la ley de Salubridad, pues a partir de estos momentos las fachadas deberán tener conductos de ventilación, es decir, huecos en las fachadas que pueden constituir puentes acústicos. De ahí que en el apartado 3.1.2.5. del Documento Básico HR se establezca que estos huecos, deberán tener una superficie menor que 1 m² y deberán presentar un aislamiento mínimo de 25 dBA.

4.1 Organización de espacios

Sería pertinente, aparte de las consideraciones que se han realizado para los edificios, realizar una planificación urbanística y de diseño que colaborase en la atenuación del ruido, pues por muy bien que acondicionemos una fachada, la tendencia en un día caluroso es dejar las ventanas abiertas, por lo que el aislamiento acústico de la fachada perdería casi todo su

valor. Por ello, creo conveniente plasmar esto en el proyecto a la hora de realizar un edificio, de manera que se prevengan estos problemas.

La fachada debería estar ligeramente protegida por un antepecho o elemento que se anteponga a ella, como ocurre en los balcones. Este deberá ser completamente opaco. Para evitar reflexiones del sonido en el techo de este balcón, se colocaría materiales aislantes en la parte superior, como se muestra en la figura 6.

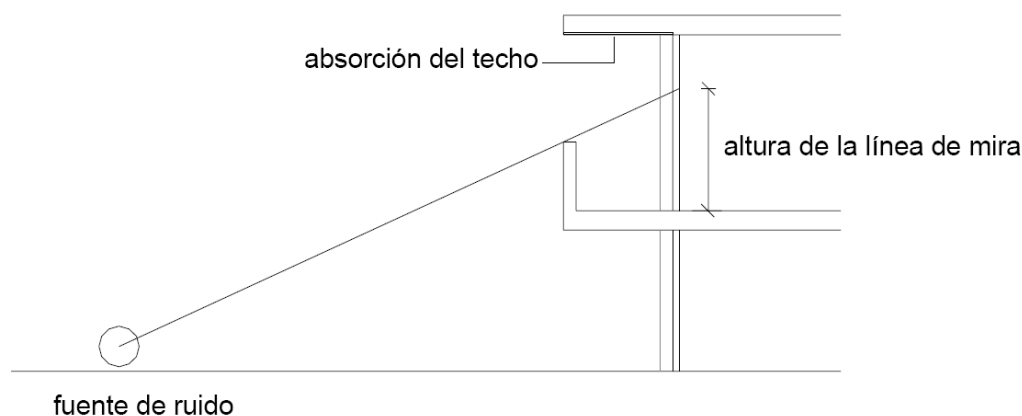


Figura 6. Tratamiento en fachadas, zona balcón.

Otro aspecto a tener en cuenta sería la colocación de pantallas acústicas en las vías o donde se encuentren las fuentes sonoras. Las grandes masas vegetales también contribuyen a la atenuación del ruido.

En cuanto al planeamiento urbanístico, convendría que los edificios se ubicasen perpendicularmente al sentido de las vías con mucha circulación de tráfico, y con las fachadas que den a éstas completamente opacas, son colocación de huecos, o ubicando en este lado del edificio la caja de escalera o los ascensores. Otra opción es colocando edificios comerciales entre las viviendas y las vías, o realizando vías subterráneas (túneles).

Cabe señalar que las exigencias de aislamiento acústico de fachadas que se le puedan exigir a una vivienda en Madrid, Valencia o Barcelona no deben ser las mismas que las de un edificio en un pueblo pequeño apartado de la ciudad, puesto que la contaminación acústica por el tráfico de coches, trenes o aviones es mucho menor que en la ciudad.

Por lo tanto, gracias a los mapas acústicos, que marcarán el nivel sonoro por distritos o zonas, podremos acondicionar un edificio con mayor precisión.

4.2 Ventanas en fachadas

Como ya he mencionado anteriormente, los huecos son la parte más débil de la fachada, y, por tanto, la más difícil de aislar. De un modo simple se puede decir que cuando el aislamiento específico de la parte ciega de la fachada supera en más de 15dB al aislamiento específico de la ventana, el aislamiento global de la fachada se puede expresar por la ecuación (3) que aparece a continuación:

$$R_G = R_v + 10 \log \frac{S}{S_v}, \quad (3)$$

donde R_G es el aislamiento específico global del cerramiento, R_v el aislamiento de las ventanas, S es la superficie total de fachada y S_v la superficie de ventana.

Una primera conclusión que se obtiene de la simple observación de la expresión del aislamiento específico global de fachada es que el aislamiento del ciego no interviene. De manera que, en las condiciones indicadas para la obtención de esta expresión (que son las que se dan en las fachadas habitualmente), la mejora del aislamiento del ciego no influye para nada en el aislamiento global.

Quizá la conclusión más importante de estas expresiones es la de que, en general, el aislamiento global de la fachada se encuentra limitado por el aislamiento de la ventana, tal y como se aprecia en la imagen de la figura 7. En otras palabras, si conseguimos aumentar en un determinado número de dB el aislamiento de ventana, el aislamiento específico global de la fachada aumentará en ese mismo número.



Figura 7. Fachada con mucha superficie acristalada en calle ruidosa.

¿Cómo se consigue un buen aislamiento de ventana?

En primer lugar, consiguiendo su estanqueidad. La fijación de los cercos de las carpinterías que forman los huecos (puertas y ventanas) y lucernarios, así como el sellado de las cajas de persiana, debe realizarse de tal manera que quede garantizada la estanqueidad. En la figura 8 se muestra una sección de una ventana de madera abatible, en su encuentro con la fachada.

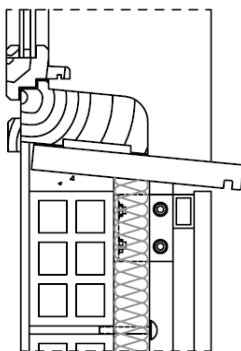


Figura 8. Sección tipo de un encuentro de carpintería con mampostería.

Una vez asegurada la estanqueidad de la carpintería, el siguiente paso es la revisión de los espesores de los vidrios. Los laminados con dos o más capas separadas por resinas elásticas (butiral, pmma, etc) son los más adecuados.

De todos modos, cuando aún así sigamos sin conseguir el aislamiento adecuado, deberemos plantearnos la solución de colocar doble ventana. La doble carpintería consigue muy buenos resultados a partir de un determinado espesor de la cámara de aire o distancia entre carpinterías (superior a 10cm).

Finalmente, el tercer parámetro a revisar en la fachada es el tanto por cien de huecos o ventanas.

Para una superficie de ventanas que suponga un 10% del total, el aislamiento será la que se obtenga de la ecuación (4):

$$R_G = R_V + 10 \quad (4)$$

y para una superficie que suponga un total de un 50%, tendremos, según la siguiente ecuación (5):

$$R_G = R_V + 3 \quad (5)$$

En una de mis visitas a una fábrica de cristal para viviendas, en Castellón, pregunté la posibilidad de realizar estas cámaras al vacío, puesto que el sonido no se puede producir en estas condiciones, pero es una opción que económicamente no es viable.

Todavía estamos adentrándonos en el mundo del aislamiento acústico de los edificios. En un futuro próximo la incorporación de la construcción industrializada va a contribuir a su mejora. En los países del norte ya se está construyendo de este modo. Las viviendas, junto con sus fachadas, se construirán por módulos prefabricados que habrán sido confeccionados en una industria, siendo mucho más fácil la comprobación de que cumplen un aislamiento adecuado.

Las futuras investigaciones seguro ayudarán a que las ventanas y huecos no sean un problema en los cerramientos, llegando a realizar combinaciones con materiales o gases (y por qué no al vacío de las cámaras) para que de este modo aumente el aislamiento acústico de las fachadas.

Referencias

- Querol, Josep M. "Aislamiento acústico en la edificación: Proyecto, cálculo, control técnico y administrativo" Volumen III. Ed. Colegio Oficial de Aparejadores, Barcelona, España.
- Llinares, Jaime; Llopis, Ana; Sancho, José. "Acústica arquitectónica y urbanística". Ed. Universidad Politécnica", Valencia, España.
- Arau, Higinio. "ABC de la Acústica arquitectónica". Ediciones CEAC. Barcelona, España.
- Josse, Robert. "La acústica en la construcción". Editorial Gustavo Gili, SA. Barcelona, España.