

NUEVAS SOLUCIONES CERÁMICAS DE ALTAS PRESTACIONES ACUSTICAS

PACS 43.55.Ti

Esteban, Alberto⁽¹⁾; Santiago, Elena⁽²⁾; Ribas, Ana⁽²⁾; Muzio, Giovanni⁽²⁾

(1) LABEIN Centro Tecnológico

C/ Geldo – Parque Tecnológico de Bizkaia. Edificio 700. 48160 Derio (Vizcaya)

Tlf: 94 607 33 00. Fax: 94 607 33 49

E-mail: albertoe@labein.es

(2) Hispalyt

C/ Orense, 10 - 2ª Planta 28020 MADRID.

Tlf: 917 709 480 · Fax: 917 709 481

E-mail: hispalyt@hispalyt.es

ABSTRACT

The normative change in acoustics from the current NBE-CA88 to the new CTE is of great importance, as it includes an important increase of the exigencies and a new approach, as it considers the complete building like a product that must fulfil the benefits established.

Within the commitment with the quality in construction of the ceramic products, it is included the protection against the noise, reason why diverse projects of investigation have been made oriented to obtain ceramics solutions with better acoustic behaviour.

The present communication gathers the results of a project on ceramic double walls of high acoustic behaviour, where the advantages of the use of elastic bands are showed.

RESUMEN

El cambio normativo en materia de acústica que va a suponer el paso de la actual NBE-CA88 al nuevo CTE es de gran importancia al incluir un aumento importante de las exigencias y un cambio de mentalidad al pasar a considerar al edificio completo como un producto que debe cumplir las prestaciones establecidas.

Dentro del compromiso con la calidad en la edificación de la cerámica está incluida la protección contra el ruido, por lo que se han realizado diversos proyectos de investigación orientados a obtener soluciones cerámicas con mejor comportamiento acústico.

La presente comunicación recoge los resultados de un proyecto sobre paredes dobles cerámicas de altas prestaciones acústicas, donde se muestran las ventajas del uso de bandas elásticas perimetrales.

INTRODUCCIÓN

En marzo de 1999 el Gobierno aprobó el proyecto de Ley de Ordenación de la Edificación -LOE 38/1999- en la que se regulan las actividades y responsabilidades de los agentes que intervienen en la edificación. El desarrollo técnico de este marco normativo, que establece las exigencias básicas de calidad de los edificios y de sus instalaciones, es el

denominado Código Técnico de la Edificación CTE [1]. Dentro de los requisitos básicos que enuncia la Ley, se hace referencia a aquellos referidos a la habitabilidad recogidos en la Directiva Europea de productos de construcción 89/106/EEC, en la cual se enmarca la protección contra el ruido como uno de seis requisitos esenciales a cumplir por una vivienda, de tal forma que “el ruido percibido no ponga en peligro la salud de las personas y les permita realizar satisfactoriamente sus actividades”.

La futura reglamentación (de la cual existe un borrador en fase de discusión) introduce un cambio importante en la cultura acústica de los edificios al seguir la tendencia actual consistente en enfocar los Reglamentos de Edificación basándose en prestaciones en lugar de regular el confort acústico de los edificios a partir del cumplimiento de requisitos exigidos al aislamiento acústico de los elementos de construcción (ensayados en un laboratorio). El nuevo CTE aplicará los requisitos de confort al edificio terminado, considerando al mismo como el producto final a controlar. Adicionalmente, estos nuevos requisitos incluyen un incremento notable en la mejora del aislamiento acústico entre recintos adyacentes tanto para ruidos aéreos, de impactos o el aislamiento de las fachadas contra el ruido exterior.

De análisis previos realizados [2] obtenidos a partir de la Base de Datos del Comportamiento Acústico de los Materiales “dBMAT” elaborada por el Área de Acústica del Gobierno Vasco, se llega a la siguiente reflexión: es necesario avanzar en la mejora de las prestaciones de los productos de construcción para el cumplimiento del futuro Código Técnico de la Edificación. Los elementos constructivos tradicionales habitualmente empleados en la actualidad presentan aislamientos en laboratorio que rondan los 46 – 54 dBA tanto para paredes de una como de dos hojas.

NUEVAS SOLUCIONES CERÁMICAS: BASE TEÓRICA Y VENTAJAS FRENTE A CTE

Con estos antecedentes el sector de la cerámica inició una línea de investigación en el año 2003 con objeto de buscar soluciones constructivas de altas prestaciones acústicas y que no supusieran un encarecimiento de la construcción ni una sobrecarga a las estructuras de los edificios, a la par que se mantuvieran otras cualidades inherentes a la construcción con ladrillo cerámico, como son la seguridad ante el intrusismo, la inercia térmica de las paredes o la ausencia de problemas acústicos debidos a las rozas o conductos de instalaciones [3].

El análisis en profundidad de los fenómenos que se ven implicados en la transmisión del sonido a través de una pared de dos hojas de albañilería, mostró que el mecanismo principal de transmisión era el *‘puente estructural’* que se forma a través de la unión de las hojas con los elementos de flanco (forjados, paredes laterales y fachadas en el caso de obras reales; el propio marco de hormigón que exige la norma UNE-EN ISO 140-1 [4] para el caso de laboratorios). Este fenómeno existe también (aunque tiene menor incidencia) en cerramientos de placa de yeso, limitando igualmente su aislamiento [5].

Es decir, puede decirse que en una pared doble, el sonido se transmite de un recinto al otro a través de dos caminos, tal y como se refleja en la siguiente figura:

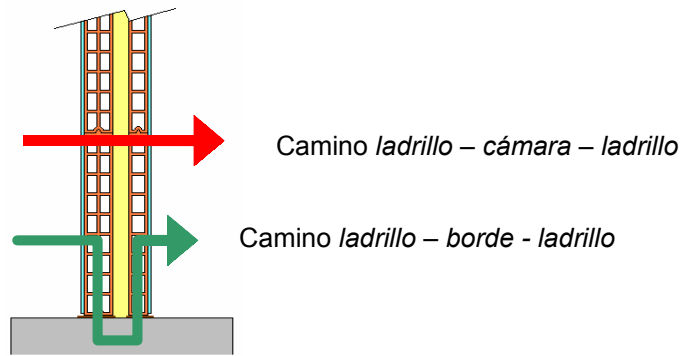


Figura 1: caminos de transmisión del sonido en paredes de doble hoja

Siendo el camino *ladrillo - borde - ladrillo* el dominante en la mayoría de las situaciones comunes. Ello explica las escasas diferencias encontradas habitualmente al variar la cámara entre hojas o el material colocado en su interior, ya que el camino *ladrillo - cámara - ladrillo* no es la principal vía de transmisión.

Por lo tanto, para lograr paredes dobles de altas prestaciones acústicas, capaces de cumplir los requisitos del futuro CTE sin recurrir a masas superficiales ni espesores imposibles, es necesario eliminar de algún modo la transmisión de energía acústica entre ambas hojas a través de los bordes. La forma ideal de hacerlo sería interrumpir los forjados y paredes laterales. Este es precisamente el caso de las juntas de dilatación, que como bien se sabe, presentan aislamientos medidos in situ muy elevados. Desafortunadamente, no es posible siempre ejecutar una junta de dilatación entre dos viviendas adyacentes, por lo cual se deben valorar otras alternativas, como es el uso de bandas perimetrales resilentes.

Estas bandas resilentes pueden ser de diversos materiales. Por poner algún ejemplo, en Francia y en Bélgica es común desde hace años el uso de bandas de caucho para la desolarización de los tabiques cerámicos [6], aunque otros materiales como el corcho han sido probados con éxito. En la aplicación española se optó por el EPS elastificado al ser un material económico y de fácil utilización que cumple con todas las prestaciones exigidas. Además el EPS es un material que ya se viene colocando habitualmente como base en los tabiques de ladrillo de gran formato, por lo que su aceptación por el sector es inmediata. En todo caso, otros materiales elásticos pueden ser admisibles, como los utilizados en el perímetro de los tabiques de paneles de yeso para evitar la aparición de fisuras [7].

Las ventajas de la utilización de este sistema son espectaculares en la mejora del aislamiento de paredes dobles. Por poner sólo un primer ejemplo, una misma pared de ladrillo gran formato de 7cm con 4cm de lana de roca y otro ladrillo gran formato de 7cm (ambos enlucido con 1cm de yeso) presenta un aislamiento en laboratorio $R_w = 45$ dB, mientras que mediante la desconexión perimetral de las hojas de ladrillo, el valor medido asciende a $R_w = 56$ dB. Múltiples ensayos han sido realizados en diversos laboratorios (Área de Acústica del Gobierno Vasco, Instituto de Acústica del CSIC, Audiotec...) mostrando aislamientos entre 53 y 64 dB, en función del tipo de ladrillo, espesor de la cámara, material aislante, etc...

Pero las ventajas del sistema no se reducen únicamente a la mejora del aislamiento entre dos recintos adyacentes horizontalmente. También la transmisión en vertical (es decir, recintos separados por forjados) se ve notablemente incrementada. Aplicando los modelos de predicción UNE-EN ISO 12354 [8] recogidos en el CTE, a un caso común como el reflejado en la siguiente figura, se comprueba que el camino de flanco a través de los tabiques interiores es de gran importancia. Esto explica múltiples casos reales (con todo tipo de soluciones constructivas cerámicas y no-cerámicas) de mediciones in situ que presentaban valores de aislamiento muy inferiores a lo esperado por el sentido común al haberse colocado un elemento separador de elevado aislamiento. Es importante por tanto desterrar la idea de que

las pérdidas in situ son del orden de 5dB respecto al valor del elemento separador medido en laboratorio, ya que se pueden alcanzar pérdidas de incluso 20 dB o superiores.

La utilización de bandas elásticas en la parte inferior de los tabiques corta la transmisión de ruido a través de este camino, permitiendo una mejora de la calidad acústica de los edificios y una optimización de elementos constructivos como las láminas anti-impacto. Asimismo se evita la necesidad de utilizar tabiques interiores de masas y espesores excesivos que suponen una sobrecarga innecesaria en los forjados logrando prestaciones iguales o inferiores a las soluciones con bandas elásticas.

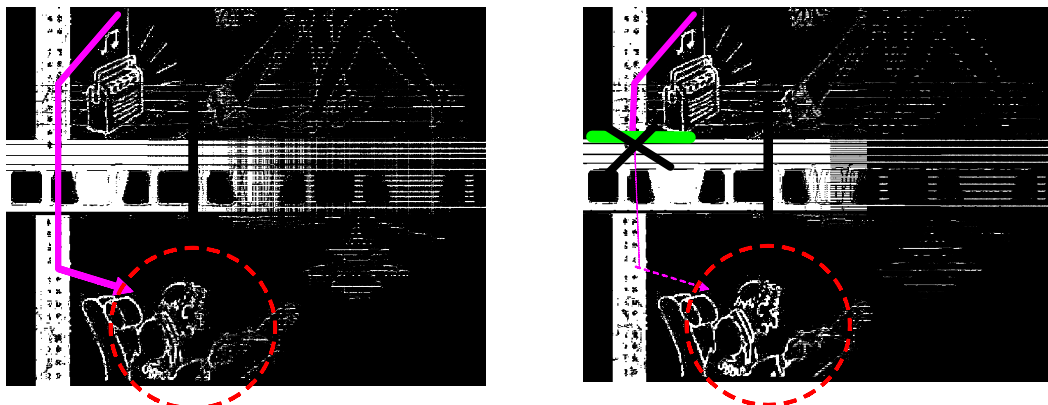


Figura 2: eliminación de posibles transmisiones indirectas mediante el uso de bandas elásticas en la base de los tabiques

APLICACIONES PRÁCTICAS

Hasta el momento se ha presentado el desarrollo teórico y las pruebas en laboratorio del sistema, pero no se debe olvidar que los requisitos del CTE son *in situ*, y por lo tanto la solución constructiva debe funcionar en obras reales, con la consecuente resolución de encuentros entre elementos, presencia de pilares, shunts, patinillos, etc...

Es por ello que se han realizado diversas experiencias en obras reales con objeto de validar las prestaciones del sistema en situaciones reales, además de evaluar su robustez ante los inevitables errores de ejecución. Este punto es de especial importancia, ya que soluciones constructivas con buenas prestaciones pero muy sensibles a los errores de ejecución puede ser causa de patologías acústicas dentro del marco del CTE.

En cada promoción de viviendas se han seleccionado los recintos geoméricamente más desfavorables (generalmente dormitorios de alrededor de 2,5m de profundidad respecto a la pared medianera) para su ensayo *in situ* según UNE-EN ISO 140 y bajo acreditación ENAC.

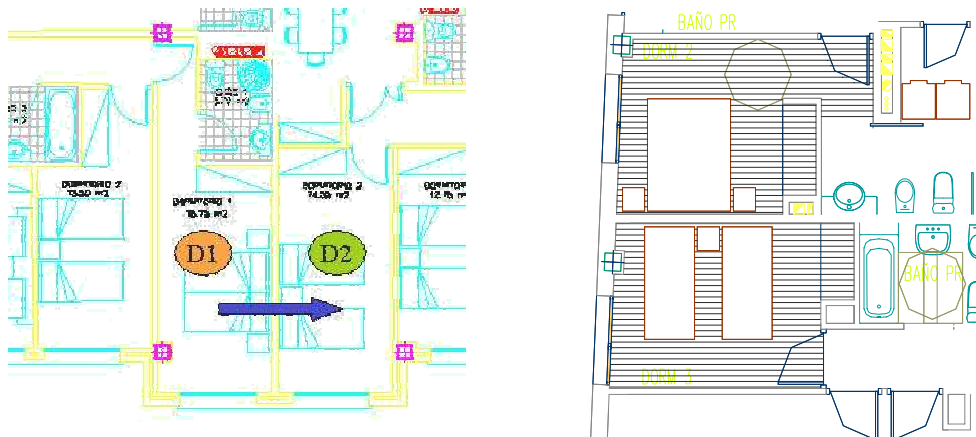




Figura 3: Ejemplo del sistema colocado con LGF (Promoción en Amurrio) y con formatos tradicionales (promoción en Mérida)

En cada promoción de viviendas se ha tomado como criterio el causar la menor interferencia posible respecto al proyecto constructivo original, buscando siempre lograr el cumplimiento de los requisitos del CTE con el menor sobrecosto o dilatación de los plazos de obra. De esta forma se ha estudiado en detalle desde la fase de proyecto la transmisión de ruido entre los recintos más desfavorables, calculando la combinación óptima de soluciones constructivas y evaluando que elementos más críticos era necesario modificar (habitualmente, la adición de suelos flotantes). Lógicamente se ha buscado el cumplimiento de todos los requisitos acústicos del CTE (transmisión de ruido aéreo en horizontal y vertical y aislamiento a ruido de impactos) pese a que el estudio está centrado en medianeras. Una vez más hay que hacer hincapié en la necesidad de pensar en el edificio como conjunto y no sólo en las prestaciones individuales de cada elemento constructivo.

Los encuentros entre elementos (medianera con fachada, suelos, pilares, patinillos, etc...) también han sido resueltos para evitar la conexión mecánica entre hojas.

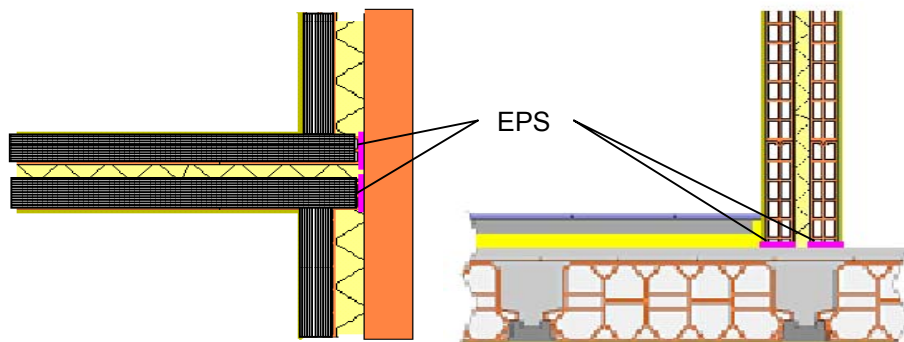


Figura 4: Ejemplos de encuentros con fachada y con suelos.

Una vez ejecutadas las promociones de viviendas, se ha procedido a su validación final mediante medidas acreditadas ENAC según las normas UNE-EN ISO 140-4 y 7, con resultados iguales o superiores (en los casos más desfavorables) al $D_{NT,A} = 50$ dBA exigidos por el CTE .

Los buenos resultados acústicos de estas experiencias muestran la viabilidad de cumplir con los requisitos de protección frente al ruido del CTE (o superiores) utilizando materiales cerámicos habituales hoy en día en viviendas y sin suponer un sobrecosto ni una pérdida de superficie útil significativa respecto a la situación actual.

OTROS ASPECTOS CONSTRUCTIVOS

Es importante destacar igualmente que no sólo los aspectos acústicos han sido tenidos en cuenta durante el desarrollo del proyecto. También otras cuestiones técnicas -de mayor importancia que la protección contra el ruido- han sido estudiadas en profundidad con resultados satisfactorios.

En lo referente a la estabilidad estructural, se ha acreditado mediante ensayos su adecuación a la categoría de cargas "a" y uso "III" según los criterios de la guía DITE 003 (EOTA)/ Edición Diciembre 1998 para elementos de división interior usados como muros no portantes. Los ensayos realizados han sido los correspondientes a *daños funcionales* y *daños estructurales*, para impacto de cuerpo duro, de cuerpo blando y carga excéntrica.

En el aspecto de seguridad frente a incendios, se ha acreditado también mediante ensayo bajo norma EN 1364-1 un correcto comportamiento al fuego, cumpliendo las soluciones constructivas presentadas las exigencias de la normativa vigente.

CONCLUSIONES

- La transmisión del sonido a través de una pared doble de albañilería está dominada por el *punte acústico* que va directamente de hoja a hoja a través de los elementos de borde. Es necesario cortar de algún modo dicho camino para lograr aislamientos que permitan cumplir los requisitos del CTE.
- El uso de bandas resilentes perimetrales permite lograr este efecto, lográndose aislamientos en laboratorio de hasta 64 dBA con soluciones y espesores tradicionales.
- Asimismo, el uso de bandas elásticas mejora el aislamiento entre recintos en vertical, al eliminar uno de los principales caminos de transmisión de ruido.
- Las soluciones de doble hoja desconectadas han demostrado un correcto funcionamiento en obra real, del mismo que venían haciendo en otros países como por ejemplo Francia, tanto desde el punto de vista acústico como de estabilidad estructural, resistencia al fuego, etc..

BIBLIOGRAFIA

- [1] www.codigotecnico.org
- [2] Análisis de la situación actual y futura sobre el confort acústico en los edificios. XXXII Congreso Nacional de Acústica Tecniacústica 2001. Esteban A.; Cortés A.; De Rozas M.J. ; Tellado N.; De Lorenzo A.
- [3] *Tópicos de Acústica a prueba y otras curiosidades sobre el comportamiento acústico de materiales en laboratorio*. XXX Jornadas Nacionales de Acústica, Tecniacústica 99. A. Esteban, G. Castelruiz, A. Cortés e I. Álvarez.
- [4] UNE EN ISO 140-1: 1998. *Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 1: Requisitos de las instalaciones del laboratorio sin transmisiones indirectas*.
- [5] *Modeling of sound transmission through lightweight element with stiffeners*. Building Acoustics, Volume 10, Number 3, 1 September 2003, pp. 193-209(17). Guigou-Carter C.; Villot M.
- [6] CSTB: Avis technique 98-652 *Double paroi en briques à hautes performances acoustiques*, y similares.
- [7] Manual de ejecución de tabiques con paneles de yeso o escayola. Asociación Técnica y Empresarial del Yeso ATEDY.
- [8] UNE EN 12354. Acústica de la edificación. Estimación de las características acústicas de las edificaciones a partir de las características de sus elementos.