

NUEVO SISTEMA CONSTRUCTIVO DE PAREDES CERÁMICAS DE ALTAS PRESTACIONES ACÚSTICAS PARA EL CUMPLIMIENTO DEL CTE

Arines, S. ^[1]; Ribas, A. ^[2]; Casla, B. ^[2]

[1] Labein TECNALIA
C/ Geldo – Parque Tecnológico de Bizkaia. Edificio 700. 48160 Derio (Vizcaya)
Tel.: 94 607 33 00 Fax: 94 607 33 49
e-mail: sarines@labein.es

[2] HISPALYT Asociación Española de Fabricantes de Ladrillos y Tejas
C/ Orense, nº 10, 2ª planta, Oficina 14. 28020 Madrid
Tel.: 91 770 94 80 Fax: 91 770 94 81
e-mail: anars@hispalyt.es, belench@hispalyt.es

Resumen

Dado el incremento en los niveles de exigencia que implica la entrada en vigor del DB HR, algunas de las soluciones constructivas cerámicas habitualmente empleadas no garantizan el cumplimiento del CTE. En consecuencia, HISPALYT ha realizado importantes inversiones en I+D+I orientadas a la mejora de las prestaciones acústicas de sus productos, y al desarrollo de un sistema constructivo integral que cumpla las nuevas exigencias, garantizando a su vez calidad y robustez en obra. El resultado de dichas investigaciones es el desarrollo de un sistema constructivo de altas prestaciones acústicas denominado SILENSIS.

Este novedoso sistema, que se encuentra recogido en la opción simplificada de diseño del DBHR, se caracteriza por el empleo de paredes separadoras cerámicas de una o de dos hojas cerámicas, con bandas resilientes en las uniones con otros elementos constructivos.

Palabras-clave: aislamiento, Silensis, cerámica, diseño, edificio.

Abstract

"Given the increase of requirement levels associated to the beginning of the DB HR, some of the ceramic constructive solutions that are usually employed do not guarantee the compliance of the CTE. As a consequence, HISPALYT has carried out important investments on R&D activities, directed towards their acoustic products features improvement, and the development of an integral constructive system that can fulfil the new requirements, guarantying at the same time quality and robustness at a construction site. The result of these investigations is the development of a high acoustic performance constructive system which is called SILENSIS.

This newly developed system, that is taken into account within the simplified design option of the DBHR, is characterised by the use of ceramic separating walls of one or two ceramic sheets, with resilient bands in the joints with other constructive elements.

Keywords: insulation, Silensis, brick, design, building.

1 Introducción

En el año 2003, tras un análisis de los ensayos de laboratorio disponibles y las múltiples bibliografías existentes sobre el comportamiento acústico en laboratorio de elementos de construcción, se observó que las paredes de albañilería tradicionalmente empleadas (paredes de una y dos hojas), presentaban aislamientos en laboratorio comprendidos entre los 46 – 54 dBA, en función de distintas variables (tipo de ladrillo, ancho de la cámara, etc).

A la vista de dichos resultados, se llegó a la conclusión de que algunas de las soluciones empleadas hasta la fecha no iban a poder ser utilizadas para garantizar el cumplimiento de las nuevas exigencias establecidas en el CTE **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Por ello, desde el sector de cerámica se han desarrollado diversas investigaciones orientadas a la búsqueda de soluciones constructivas de altas prestaciones acústicas 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 robustez o la inercia térmica de las paredes.

El resultado de dichas investigaciones es el desarrollo de un sistema constructivo de altas prestaciones acústicas denominado SILENSIS, que se describe en la presente comunicación.

2 Paredes separadoras SILENSIS

Con la entrada en vigor del CTE, se incrementan considerablemente los requisitos de aislamiento acústico en los edificios. Por ejemplo, entre recintos protegidos de viviendas de distintos usuarios, se requieren aislamientos a ruido aéreo de 50 dBA verificables in situ, frente a los 45 dBA en laboratorio que exigía la NBE.

Por otro lado, a partir de ahora unas buenas prestaciones acústicas en laboratorio del elemento separador es condición necesaria pero no suficiente para cumplir las exigencias entre recintos, puesto que en el aislamiento influyen otros factores como las características del resto de elementos que conforman los recintos, sus dimensiones, el modo de unión entre elementos constructivos, o la correcta ejecución en obra.

Tras una serie de estudios, se llegó a la conclusión de que para alcanzar aislamientos de 50 dBA entre recintos colindantes horizontalmente, se necesitan paredes separadoras que presenten aislamientos en laboratorio superiores a 52 dBA, considerando que se combinan en el edificio con las tipologías de elementos constructivos habitualmente utilizados.

En consecuencia, se ha trabajado en el desarrollo de nuevas soluciones cerámicas *Soluciones Silensis* (3) [4]**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, de alto aislamiento acústico, con el objeto de ser utilizadas como paredes separadoras entre viviendas, con zonas comunes del edificio, o con recintos de instalaciones/ actividad. En el proyecto, además de las características acústicas, han sido analizados otros aspectos técnicos importantes como la estabilidad estructural de la solución, o la seguridad frente a incendios **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Las Soluciones Silensis, que se encuentran recogidas en la opción simplificada de diseño del DBHR (Figura 1), se presentan en la Figura 2, y se describen a continuación:

- Solución Silensis Tipo 1: una sola hoja cerámica pesada apoyada (sin bandas elásticas).
- Solución Silensis Tipo 2A: dos hojas cerámicas ligeras, bandas elásticas perimetrales en ambas hojas, y material absorbente en la cámara.
- Solución Silensis Tipo 2B: una hoja cerámica pesada apoyada, con un trasdosado cerámico ligero con bandas elásticas perimetrales y material absorbente en la cámara.

1 Los elementos de separación vertical son aquellas particiones verticales que separan unidades de uso diferentes o una unidad de uso de una zona común, de un recinto de instalaciones o de un recinto de actividad (Véase figura 3.2). En esta opción se contemplan los siguientes tipos:

a) tipo 1: Elementos compuestos por un elemento base de una o dos hojas de fábrica, hormigón o paneles prefabricados pesados (Eb), sin trasdosado o con un trasdosado por ambos lados (Tr);

b) tipo 2: Elementos de dos hojas de fábrica o paneles prefabricados pesados (Eb), con bandas elásticas en su perímetro dispuestas en los encuentros de, al menos, una de las hojas con forjados, suelos, techos, pilares y *fachadas*;

c) tipo 3: Elementos de dos hojas de entramado autoportante (Ea).

En todos los elementos de dos hojas, la cámara debe ir rellena con un material absorbente acústico o amortiguador de vibraciones.

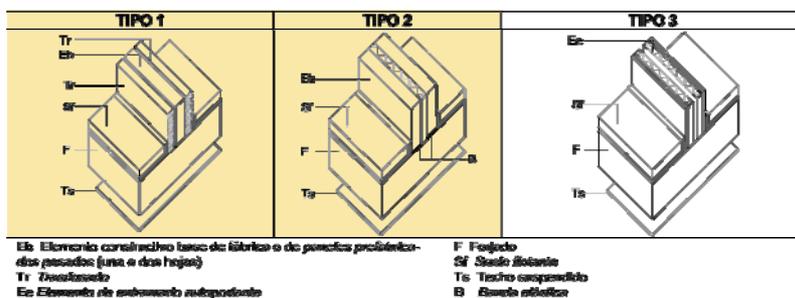


Figura 3.2. Composición de los elementos de separación entre recintos

Figura 1– Paredes separadoras contempladas en la opción simplificada de diseño acústico. DB HR.

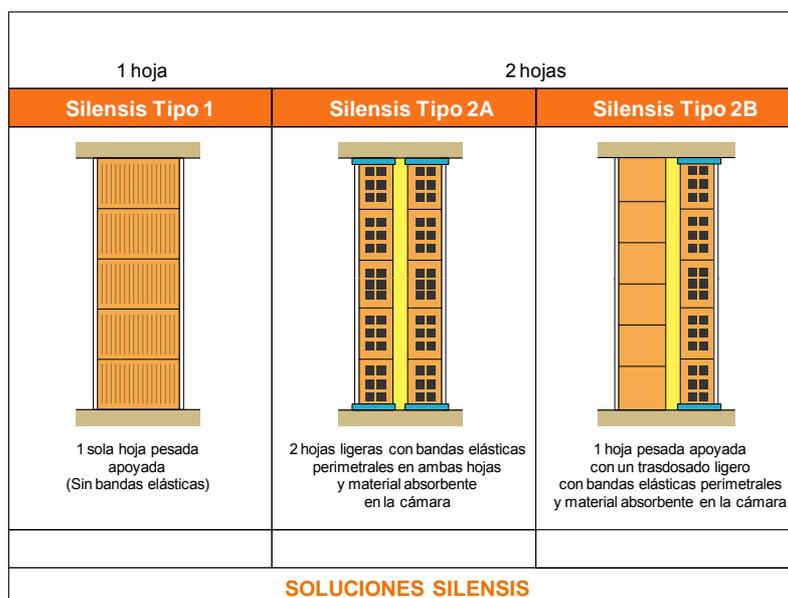


Figura 2– Soluciones SILENSIS

Los niveles de aislamiento en laboratorio alcanzados por estas paredes (ensayos realizados por el Instituto de Acústica, el Laboratorio de Acústica del Gobierno Vasco, y Applus), se muestran en las Figuras 3-5. En general, se obtuvieron valores comprendidos entre los 52 – 63 dBA, en función de varios factores (tipo de pared, espesor de la cámara, material absorbente utilizado, etc).

Las paredes Silensis Tipo 1 y tipo 2A, presentan aislamientos comprendidos entre 52 y 56 dBA. Son paredes aptas para separaciones entre viviendas de distintos usuarios, y como separadoras entre viviendas y zonas comunes del edificio.

Las paredes Silensis Tipo 2B aportan valores de aislamiento más elevados (62-63 dBA). Además de los usos anteriormente citados, constituyen paredes indicadas para separaciones con recintos de instalaciones (garajes, cuartos de caldera, etc.) y recintos de actividad.

| | | | |
|---|---|-----------------------|----------|
|  Silensis Tipo 1 | BC 300x290x190 mm Enlucido 1,5 cm en ambas caras | 289 Kg/m ² | 52 dBA |
| | BC 300x240x190 mm Enlucido 0,3 cm + Guarnecido de cemento 1 cm, en ambas caras | 261 Kg/m ² | 54 dBA |
| | 2 x 1/2 pie LP a tope Enlucido 1 cm en ambas caras | 318 Kg/m ² | 54 dBA |
| | BC 280x180x75 mm Enlucido 1 cm en ambas caras | 333 Kg/m ² | 54 dBA |
| | BC 280x180x75 mm Enfoscado de mortero 1 cm en ambas caras | 377 Kg/m ² | 55,4 dBA |

Figura 3– Soluciones SILENSIS Tipo 1

| | | | |
|---|---|-----------------------|--------|
|  Silensis Tipo 2A | LHDGF 7 cm + LM 4 cm + LHDGF 5 cm Bandas perimetrales de EEPS y enlucido 1 cm en ambas hojas | 111 Kg m ² | 53 dBA |
| | LHDGF 7 cm + LM 4 cm + LHDGF 7 cm Bandas perimetrales de EEPS y enlucido 1 cm en ambas hojas | 123 Kg m ² | 56 dBA |
| | LHD 7 cm + LM 4 cm + LHD 7 cm Bandas perimetrales de EEPS y enlucido 1 cm en ambas hojas | 171 Kg m ² | 54 dBA |
| | LHD 8 cm + LM 4 cm + LHD 8 cm Bandas perimetrales de EEPS y enlucido 1 cm en ambas hojas | 164 Kg m ² | 56 dBA |
| | LHDGF 9 cm + LM 4 cm + LHDGF 9 cm Bandas perimetrales de EEPS y enlucido 1 cm en ambas hojas | 170 Kg m ² | 56 dBA |
| | PPCY 6 cm + LM 6 cm + PPCY 6 cm Bandas perimetrales de EEPS en ambas hojas | 133 Kg m ² | 56 dBA |

Figura 4– Soluciones SILENSIS Tipo 2

| | | | |
|---|--|-----------------------|--------|
|  Silensis Tipo 2B | 1/2 pie LP + LM 4 cm + LHS 5 cm con bandas perimetrales de EEPS Enlucido 1 cm en ambas hojas | 230 Kg m ² | 62 dBA |
| | BC 300x240x140 mm + LM 4 cm + LHS 5 cm con bandas perimetrales de EEPS Enlucido 1 cm en ambas hojas | 237 Kg m ² | 63 dBA |

Figura 5– Soluciones SILENSIS Tipo 2B

El aislamiento acústico de una pared doble cerámica con bandas elásticas perimetrales, puede incrementarse entre 10 y 15 dBA con respecto al de la misma pared doble con el sistema de montaje tradicional. Esto es debido a que la colocación de bandas elásticas en el perímetro de la(s) hoja(s) de las paredes, interrumpe la transmisión de ruido a través del camino hoja 1- hoja 2 (R2, marcado en rojo, ver Figura 6), debilitando el puente acústico estructural y mejorando con ello el aislamiento a ruido aéreo de la pared en laboratorio.

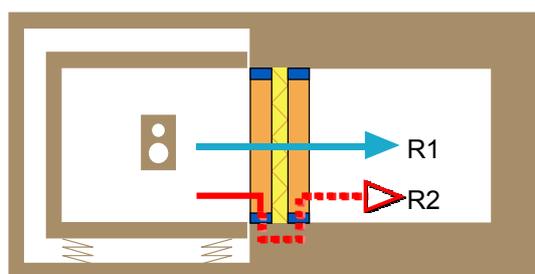


Figura 6– La colocación de bandas elásticas en el perímetro de las paredes minimiza el puente acústico estructural

Las bandas elásticas utilizadas con este fin pueden estar constituidas por diversos materiales, como muestran las experiencias llevadas a cabo en diversos países europeos, como Francia y Bélgica, en los cuales es común el uso de bandas de caucho para la desolidarización de los tabiques cerámicos (7). También otros materiales como algunos tipos de corcho han sido probados con éxito. Los principales parámetros que se exigen a estos materiales son espesores determinados (al menos 10 mm), y valores de rigidez dinámica determinados (inferiores a 100 MN/m³), de acuerdo con lo establecido en el DB HR.

En España hasta el momento se han utilizado dos productos: poliestireno expandido elastificado (EEPS) y caucho. Los resultados obtenidos con EEPS han sido buenos, mientras que los obtenidos con caucho no han sido muy satisfactorios. Actualmente se están realizando estudios de investigación con el fin de disponer de nuevas alternativas al EEPS.

Además de las prestaciones acústicas, se han evaluado otras propiedades de las paredes. En lo referente a la estabilidad estructural, se han realizado ensayos de seguridad de uso 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. En dichos ensayos se evalúan los daños funcionales y daños estructurales, que experimenta el tabique al ser sometido a impactos de cuerpo duro, de cuerpo blando y cargas excéntricas. Los resultados han sido satisfactorios, y las soluciones cumplen los requisitos establecidos en la normativa aplicable (6).

En el aspecto de seguridad frente a incendios, se ha acreditado también, mediante ensayo bajo norma EN 1364-1, el correcto comportamiento al fuego de las paredes, que garantizan las exigencias de la normativa vigente (6).

3 Sistemas constructivos SILENSIS

El siguiente paso en el proyecto ha sido el desarrollo de sistemas constructivos incorporando las paredes separadoras descritas.

Durante los años 2004-2007, se han realizado estudios de transmisión de ruido a través de los distintos elementos constructivos del edificio, y se han definido una serie de sistemas constructivos de altas prestaciones acústicas. Se han llevado a cabo diversas experiencias en promociones de viviendas reales con objeto de validar las prestaciones del sistema in situ, además de verificar su robustez ante las tareas de ejecución.

Finalmente, se han realizado medidas acreditadas ENAC según las normas UNE-EN ISO 140-4 y 7 (8), y se han obtenido resultados satisfactorios (6). Tal como se muestra en la Figura 7, los niveles de aislamiento entre recintos medidos están comprendidos entre 50 y 56 dBA.

Validación del sistema Silensis en obras reales. Mediciones in situ

Resultados de ensayos en obras reales terminadas, según UNE-EN ISO 140 y bajo acreditación ENAC de hasta 56 dBA

| | ELEMENTO SEPARADOR | LOCALIZACION | FECHA | D _{nT,w+C100-5k} |
|---|---|--------------|--------|---------------------------|
|  Silensis Tipo 2A | LGF 7cm + LM 4cm + LGF 5cm Bandas EEPS 1,5cm | Álava | Feb-04 | 50 |
| | LHD 8cm + LM 4cm + LHD 8cm Bandas EEPS 1,5cm | Mérida | Ene-06 | 54 |
| | LGF 8cm + LM 4cm + LGF 8cm Bandas EEPS 1,5cm | Vigo | Ago-06 | 51 / 55 |
| | LGF 7cm + Tecnosound 3cm + LGF 7cm Bandas EEPS 1,5cm | Soria | Sep-06 | 50 |
| | PPCY 6cm + LM 6cm + PPCY 6cm Bandas EEPS 1,5cm | Logroño | May-06 | 51 / 52 |
| | LGF 7cm + LM 5cm+ LGF 10cm Bandas EEPS 1,0cm | Valencia | Ene-07 | 53 / 55 |
| | LGF 7cm +LM 4cm + LGF 7cm Bandas EEPS 1,0cm | Guipúzcoa | Feb-07 | 53 |
|  Silensis Tipo 2B | 1/2 pie perforado 11,5cm + LM 4cm + LHS 5cm. Bandas EEPS 1,5cm | Vigo | Ago-06 | 54 / 55 |
| | 1/2 pie perforado 11,5cm + LM 4cm + LHS 5cm. Bandas EEPS 1,5cm | La Coruña | Ago-06 | 56 / 56 |

LGF: ladrillo gran formato - LHD: Ladrillo hueco doble - LHS: Ladrillo hueco sencillo - PPCY: Panel Prefabricado de cerámica y yeso
LM: Lana mineral - EEPS: Poliestireno expandido elastificado

Figura 7– Validación del sistema Silensis en obras reales

Una vez validado in situ el comportamiento de los sistemas Silensis, con el objeto de disponer de distintas combinaciones de elementos constructivos que satisfagan los requisitos exigidos en el CTE, se han realizado un gran número de estudios de predicción teórica del aislamiento acústico in situ entre recintos. Los resultados obtenidos se han implementado en la *Herramienta Silensis*, el software de diseño acústico de edificios con materiales cerámicos, cumpliendo los requisitos del CTE (9).

En los sistemas Silensis se emplean bandas elásticas en las uniones entre elementos constructivos. Las bandas elásticas mejoran el aislamiento acústico in situ a ruido aéreo en horizontal y/o en vertical, en función de dónde y cuándo las coloquemos.

El empleo de bandas elásticas perimetrales en las hojas de la pared separadora (■) mejora el aislamiento acústico a ruido aéreo horizontal debido a la interrupción del puente acústico estructural (■) y de determinados caminos indirectos de transmisión (■ ■) (ver Figura 8).

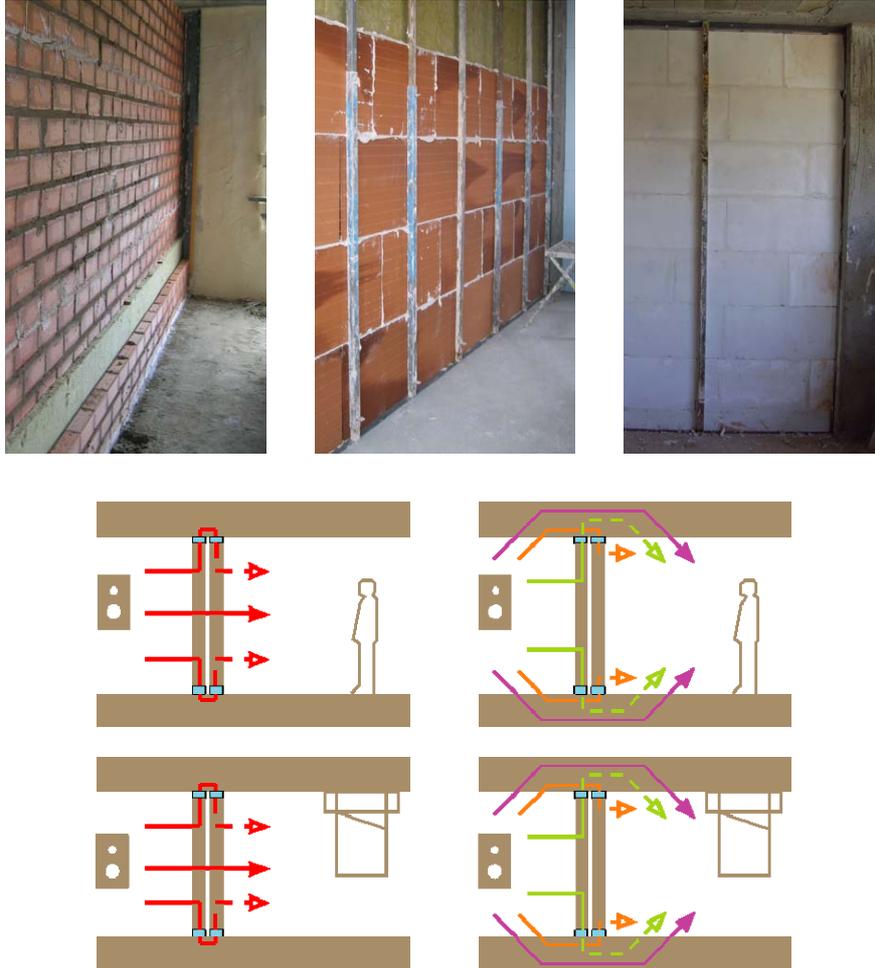


Figura 8– Caminos de transmisión del ruido entre dos recintos colindantes horizontalmente

Asimismo, la colocación de bandas elásticas (■) en la base de paredes separadoras, tabiques interiores y trasdosados de fachada, mejora el aislamiento acústico a ruido aéreo en vertical, al interrumpir determinados caminos indirectos de transmisión (■ ■) (ver Figura 9).

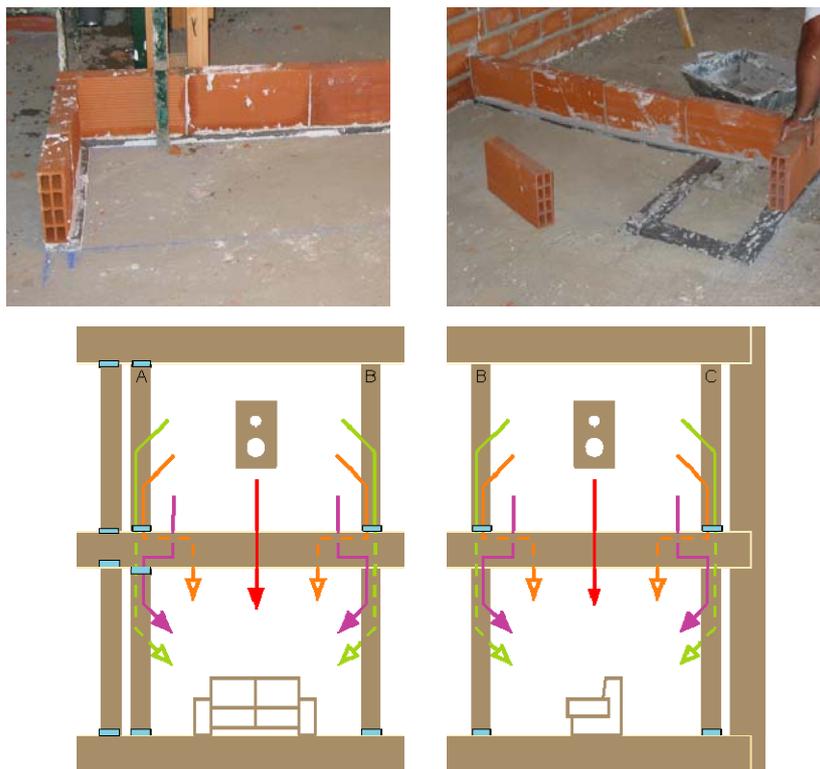


Figura 9– Caminos de transmisión del ruido entre dos recintos colindantes verticalmente

Esta mejora del aislamiento en vertical lleva asociada una serie de ventajas adicionales: permite optimizar las láminas anti-impacto, permite el uso de tabiques y paredes separadoras de menor masa y espesor, evita la sobrecarga de la estructura, aumenta la superficie útil y disminuye el coste final de las viviendas.

En edificios con exigencia acústica en vertical (en altura), se recomienda colocar bandas elásticas en la base de tabiques y hojas interiores de la fachada, mientras que en edificios sin exigencia acústica en vertical (adosados) no es necesaria la colocación de estas bandas.

Por otro lado, el empleo de bandas elásticas en las uniones de los tabiques (y hojas interiores de la fachada) con paredes separadoras de una sola hoja, interrumpe los caminos de transmisión indirectos tabique-tabique y hoja interior de la fachada-hoja interior de la fachada, que en algunos casos podrían resultar críticos, mejorando el aislamiento acústico a ruido aéreo en horizontal (ver figura 10).

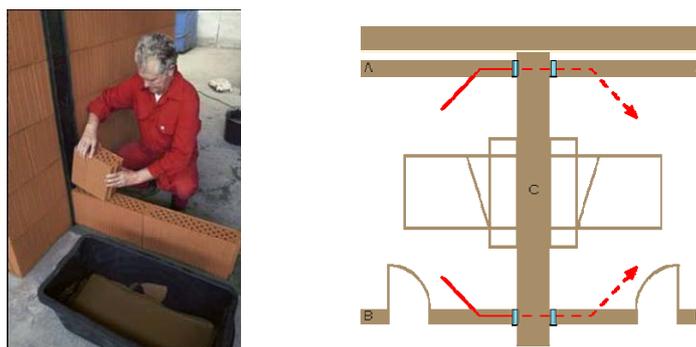


Figura 10– Caminos de transmisión del ruido entre dos recintos colindantes horizontalmente

4 Conclusiones

Los distintos proyectos de investigación que se han llevado a cabo en estos últimos años contribuyen de forma importante al progreso y evolución en el conocimiento del comportamiento acústico de los materiales cerámicos, con el fin de mejorar la calidad acústica de los edificios.

Los resultados de las experiencias presentadas, muestran la viabilidad de cumplir los requisitos de protección frente al ruido del CTE utilizando materiales cerámicos habituales hoy en día en viviendas, y sin suponer un sobrecoste ni una pérdida de superficie útil significativa respecto a la situación actual.

El sector cerámico continúa avanzando en el campo de la acústica. Una de las líneas de trabajo actuales está orientada a la optimización de los sistemas constructivos cerámicos, y al estudio y mejora de las prestaciones acústicas de productos considerando técnicas innovadoras.

Referencias

- [1] Esteban, A.; Cortés, A.; De Rozas, M.J.; Tellado, N.; De Lorenzo, A. Análisis de la situación actual y futura sobre el confort acústico en los edificios. XXXII Congreso Nacional de Acústica, Tecniacústica, 2001.
- [2] Esteban, A., Castelruiz, G.; Cortés, A.; Álvarez, I. Tópicos de acústica a prueba y otras curiosidades sobre el comportamiento acústico de materiales en laboratorio. XXX Jornadas Nacionales de Acústica, Tecniacústica, 1999.
- [3] www.silensis.es
- [4] Arines, S.; Cortés, A. ; Fuente, M. ; Guigou-Carter, C., Claude, M. ; Villot, M. Optimization of ceramic brick double walls with peripheral resilient layers. ICA 19th International Congress on Acoustics, Madrid, 2007.
- [5] Arines, S.; Esteban, A.; Cortés, A.; Fuente, M., Fernández, F. Nuevas soluciones cerámicas de altas prestaciones acústicas. Revista Conarquitectura, nº 23, julio 2007.

- [6] Hispalyt. Proyecto de investigación y desarrollo de paredes dobles y trasdosados cerámicos de altas prestaciones acústicas. PROFIT 2006.
- [7] CSTB: Avis technique 98 – 652 Double paroi en briques à hautes performances acoustiques, y similares.
- [8] UNE EN ISO 140-4 y 7. Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 4: Medición “in situ” del aislamiento a ruido aéreo entre locales. Parte 7: Medición “in situ” del aislamiento acústico de suelos al ruido de impactos.
- [9] Hispalyt. Proyecto de diseño acústico de edificios con materiales cerámicos cumpliendo los requisitos del CTE. PROFIT 2007.