

Aislamiento acústico de particiones ligeras con fisuras perimetrales. Influencia del sellado



J. M. Bravo, A. Uris, J. Llinares, H. Estellés
Departamento de Física Aplicada, Universidad Politécnica de Valencia
E-mail: jobrapla@fis.upv.es

PACS: 43.55 Ti

Resumen

En este artículo, se muestra que una grieta en el perímetro de una partición ligera produce un decremento importante del índice de reducción sonora. Para recuperar el índice de reducción sonora original de la partición, se han sellado las grietas utilizando dos técnicas: el sellado con silicona y el sellado con lana de roca embutida y masilla de yeso superficial. Los resultados muestran que con el sellado de lana de roca embutida y masilla de yeso se consigue la recuperación completa del índice de reducción sonora.

Abstract

In this paper, it is shown that a sound leak at the perimeter of a lightweight partition causes an important decrease on sound reduction index. To restore the sound reduction index, the sound leaks were sealed by using two methods: sealed with silicone and sealed with mineral wool inserted into the slit and plastered. When the sound leaks were sealed with mineral wool inserted into the slit and plastered, the sound reduction index were completely restored.

1.- Introducción

En la actualidad, el uso de particiones ligeras en la construcción aumenta con respecto a la mampostería tradicional

debido tanto a las ventajas constructivas (rapidez, limpieza, etc.), como a los buenos resultados comprobados en cuanto aislamiento térmico y acústico.

La partición ligera más simple se constituye mediante dos placas cartón-yeso montadas a ambos lados de una periferia metálica sujeta entre forjados. El espacio entre placas se rellena normalmente con material absorbente.

Sin embargo, no todo son ventajas en el uso de estas particiones ligeras. Es frecuente que al construir una partición ligera aparezcan una serie de grietas o fisuras en su perímetro por la propia flecha del forjado y la rigidez en el plano de las placas. Estas grietas suelen constituir puentes acústicos en la partición.

Se han desarrollado varios trabajos que estudian el efecto de grietas sobre el índice de reducción sonora de la partición afectada. Así Gomperts [1], desarrolla un modelo de cuantificación del índice de reducción sonora de una grieta en un cerramiento monolítico, considerando la posición de ésta y para campo difuso. Wilson and Soroka [2] desarrollan un modelo en las condiciones de incidencia plana sobre una apertura circular para paredes de espesor finito. Trochidis y Papanikolaou [3] estudian en su trabajo la transmisión del sonido a través de aperturas alargadas y circulares a partir de balances energéticos. Kuo-Tsai Chen [4] realiza un estudio para conocer las frecuencias más y menos afectadas en la transmisión del sonido a través de aperturas.

Por otro lado, otros investigadores han tratado el efecto de estas grietas y las diferencias entre los ensayos efectuadas en condiciones controladas de laboratorio en comparación con las que se realizan in situ., un ejemplo de ello es el desarrollado por Kang [5]. También en esta línea, el trabajo realizado por Uris et al. [6] que investigaba la influencia de la longitud de estas grietas sobre el índice de reducción sonora en particiones ligeras. Mechel [7] estudia de forma teórica las condiciones de sellado de grietas y la influencia del tipo de material empleado.

El objetivo de este trabajo experimental es comparar las prácticas más habituales en el sellado de grietas en cuanto a su influencia en la transmisión de sonido.

2. Montaje experimental

Las medidas de laboratorio se realizaron con una partición ligera formada por una perfilera simple de acero galvanizado de 50 mm de espesor rellena de material absorbente (lana de roca de 40 kg/m³) y cerrada a ambos lados por dos placas de cartón-yeso superpuestas, atornilladas a la citada perfilera. El espesor de las placas de cartón-yeso es de 12.5 mm y una masa superficial de 8.8 Kg/m². Se realizan fisuras de 1.5 mm de anchura de forma controlada en el perímetro del cerramiento. La figura 1 muestra un esquema de la partición utilizada.

Las medidas del índice de reducción sonora se realizaron en la cámara de transmisión normalizada del Grupo de Acústica Arquitectónica y del Medio Ambiente de la Universidad Politécnica de Valencia, según la norma UNE-EN ISO 140-3. Apartado 6. Las dimensiones de los tabiques construidos para las experiencias fueron de 3.80 m de anchura y 3.00 m de altura.

3. Experiencias programadas

Tal como se ha comentado anteriormente, el objetivo de este trabajo es comprobar si las prácticas habituales en el sellado de grietas introducen diferencias en cuanto a la recuperación de aislamiento acústico. Las técnicas más comúnmente empleadas para sellado son la aplicación directa de silicona cubriendo la grieta y la de embutir lana de roca en la grieta para después sellar superficialmente con masilla de yeso. Así, se programaron dos series de experiencias con el fin de constatar las diferencias entre ambas técnicas. El orden y experiencias realizadas, fue el siguiente:

- Muestra 1: cerramiento patrón de referencia, construido con especial atención para garantizar la no presencia de grietas.

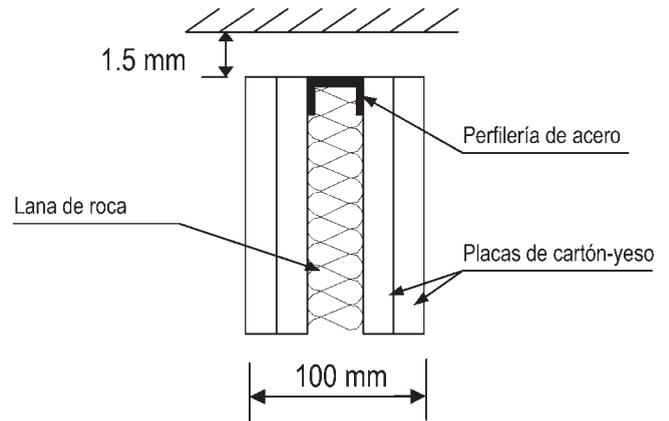


Figura 1. Detalle del puente acústico.

- Muestra 2: cerramiento al que se le practican fisuras en el perímetro; en ambos laterales y en el forjado superior.
- Muestra 3: cerramiento de la Muestra 2 con una fisura lateral sellada (serie 1 con silicona, serie 2 con lana-masilla).
- Muestra 4: cerramiento de la Muestra 2 con los dos laterales sellados (serie 1 con silicona, serie 2 con lana-masilla).
- Muestra 5: sellado completo, cerramiento de la Muestra 2 al que se le han sellado todas sus fisuras (serie 1 con silicona, serie 2 con lana-masilla).

4. Teoría básica

El índice de reducción sonora de una partición con puentes acústicos perimetrales puede calcularse a partir de la siguiente expresión:

$$R_{total} = 10 \lg \frac{S_{part} + S_{slit}}{S_{part} 10^{-R_{part}/10} + S_{slit} 10^{-R_{slit}/10}} \quad (1)$$

donde S_{part} es el área de la partición.

S_{slit} es el área de la grieta o puente acústico.

R_{part} es el índice de reducción sonora de la partición ciega (sin fisuras).

R_{slit} es el índice de reducción sonora calculado de la fisura o puente acústico.

Existen muchos modelos para el calculo del índice de reducción sonora para una partición ciega como la descrita en la figura 1. En este trabajo se utilizan las ecuaciones de Sharp [8] modificadas para particiones con perfilera única con uniones

puntuales por su sencillez y buena concordancia con los resultados experimentales. Este modelo asume que la cavidad entre placas es cuasianecoica, lo cual es bastante aproximado a la realidad por el uso de material absorbente en su interior.

Así para calcular el valor del índice de reducción sonora se divide el espectro de frecuencias en tres zonas:

$$\begin{aligned} R &= R_M & \text{si } f > f_{mam} \\ R &= R_1 + R_2 + 20 \lg(f d) - 29 & \text{si } f_{mam} < f < f_l \\ R &= R_1 + R_2 + 6 & \text{si } f_{mam} < f < f_l \end{aligned} \quad (2)$$

donde R_M es el índice de acuerdo con la ley de masas del sistema en conjunto, R_i es el índice de reducción sonora de cada placa, d es el ancho de la cavidad y f es la frecuencia.

La frecuencia f_{mam} representa la resonancia del sistema masa-aire-masa y se calcula con la siguiente ecuación:

$$f_{mam} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{18\rho c^2 (m_1 + m_2)}{d m_1 m_2}} \quad (3)$$

donde m_i es la masa superficial de la placa considerada, ρ es la densidad del aire, c es la velocidad de la propagación del sonido en el aire.

La frecuencia límite, f_l , esta relacionada con el espesor de la cámara de aire y se calcula como:

$$f_l = \frac{c}{2\pi d} \quad (4)$$

El parámetro R_M se calcula atendiendo a la ley de masas.

$$R_M = 20 \lg(M f) - 48 \quad (5)$$

donde M es la masa superficial total del sistema, incluido el interior de la cavidad.

Y el índice de reducción sonora de cada placa individual R_i se calcula con las ecuaciones:

$$\begin{aligned} R_i &= 20 \lg \frac{\pi f m_i}{\rho c} - 5 & \text{si } f < \frac{f_{cr}}{2} \\ R_i &= 20 \lg \frac{\pi f m_i}{\rho c} - 5 + 10 \lg \frac{2\eta f}{f_{cr}} & \text{si } f \geq \frac{f_{cr}}{2} \end{aligned} \quad (6)$$

donde η es el factor de amortiguamiento de la placa y f_{cr} es su frecuencia crítica. Entre las frecuencias $0.5 \cdot f_{cr}$ y la f_{cr} se aplica una interpolación lineal.

Por otro lado las conexiones puntuales que se producen con el atornillado a la perfilera metálica provocan desviaciones en cuanto al valor del índice de reducción sonora fun-

damentalmente a altas frecuencias por lo que propone una modificación sobre el método.

La contribución en la transmisión del sonido a través de las conexiones puntuales es significativa a partir de la frecuencia, f_{br} , calculada como:

$$f_{br} = f_{mam} \left(\frac{\pi^3 e^2 f_{cr}^2}{8c^2} \left(\frac{m_1}{m_1 + m_2} \right)^2 \right)^{1/4} \quad (7)$$

donde e es la distancia entre puntos de conexión.

A partir de esta frecuencia, la curva del índice de reducción sonora será paralela a la ley de masas por encima de la frecuencia, f_{br} a una distancia ΔR_M de ésta.

$$R_D = R_M + \Delta R_M \quad \text{si } f > f_{br} \quad (8)$$

donde ΔR_M viene dado por:

$$\Delta R_M = 20 \lg(e f_{cr}) + 20 \lg \left(\frac{m_1}{m_1 + m_2} \right) - 45 \quad (9)$$

Una vez calculado el índice de reducción sonora de la partición ciega, si se atiende a la ecuación (1) se ve la necesidad de un modelo para la predicción del índice de reducción sonora de la fisura. El modelo de cálculo utilizado es el desarrollado por Gomperts [1], así el índice de reducción sonora de la grieta, R_{slit} , se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$R_{slit} = 10 \lg \left[\frac{2n^2 \left[\frac{\sin^2 K(L+2e)}{\cos^2 Ke} + \frac{K^2}{2n^2} \{1 + \cos K(L+2e) \cos KL\} \right]}{mK \cos^2 Ke} \right] \quad (10)$$

donde $K = k \cdot d_s$, k es el número de ondas, d_s es la anchura del puente acústico.

$L = t/d_s$, t es la profundidad del puente acústico (espesor del tabique).

$$e = \beta d_s \text{ y } \beta = \frac{d_s}{\pi} \left(\ln \frac{8}{K} - 0.577 \right).$$

m es una constante que caracteriza el campo sonoro, n es el factor de directividad.

Para campo sonoro difuso y puentes acústicos situados en el perímetro los valores de las constantes son $m = 8$ y $n = 1/2$.

Las frecuencias de resonancia de la fisura en las cuales se tiene el mínimo índice de reducción sonora viene dado por la expresión:

$$f_{slit} = N \frac{c}{2t} \quad N = 1,2,3,\dots \quad (11)$$

5. Resultados obtenidos

La figura 2 muestra el índice de reducción sonora calculado para una fisura de 1.5 mm de anchura. En la curva del índice de reducción sonora de la fisura se observa un decremento considerable en la frecuencia de 1600 Hz, efecto este debido a la frecuencia de resonancia de la fisura expresada en la ecuación (11).

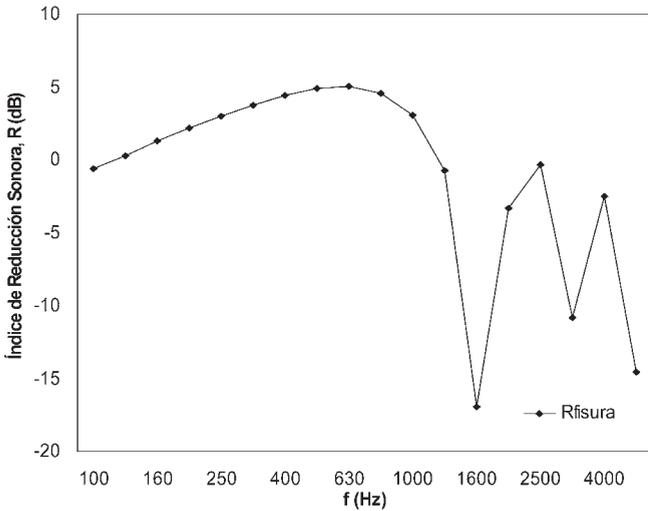


Figura 2. Índice de reducción sonora calculado de la fisura.

En la figura 3 se muestran el índice de reducción sonora calculado tanto de la partición sin fisuras (Muestra 1) como de la partición con fisuras en todo su perímetro (Muestra 2), en comparación con los valores experimentales.

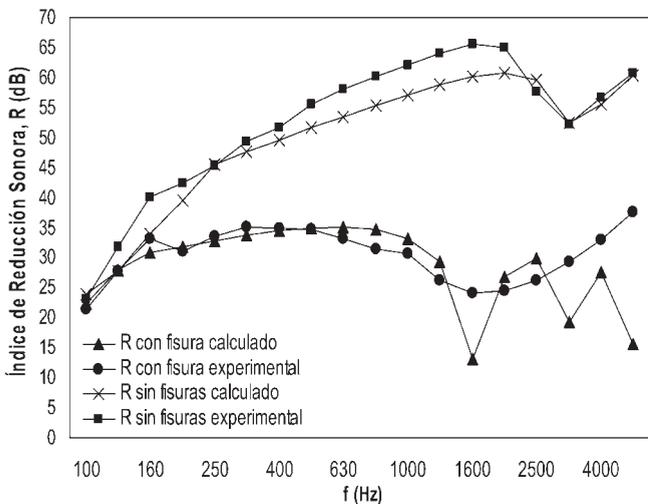


Figura 3. Índices de reducción sonora calculados y experimentales tanto del cerramiento dañado por la existencia de fisuras como del cerramiento sin fisuras.

Se observa la similitud entre los resultados experimentales y medidos, confirmando la validez de los modelos em-

pleados. En los resultados experimentales, el decremento observado por la frecuencia de resonancia de la fisura (11) no es tan pronunciado como se había predicho ya que las pérdidas energéticas existentes en el interior del puente acústico debidas a la viscosidad del medio no se han tenido en cuenta en los cálculos teóricos, Gomperts [9].

A partir de esta situación con el cerramiento afectado por las fisuras practicadas se comienza el sellado fisura a fisura utilizando silicona (serie 1). Los resultados obtenidos se observan en la figura 4.

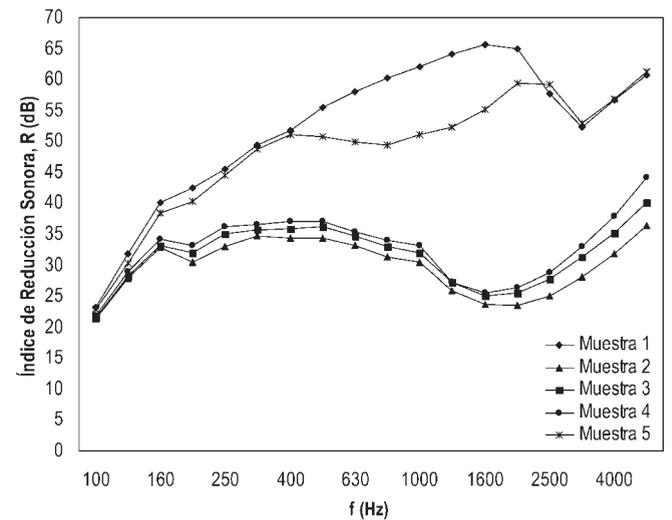


Figura 4. Recuperación del índice de reducción sonora del cerramiento afectado por puentes acústicos mediante el uso de silicona (lote 1).

Se observa un aumento significativo en el índice de reducción sonora cuando se sella el último puente acústico perimetral (sellado total) del tabique. El sellado de las fisuras anteriores (sellados parciales) habían producido un aumento muy poco significativo [6]. También se hace evidente que mediante esta técnica de sellado no se recuperan los valores del índice de reducción sonora iniciales (antes del deterioro controlado del tabique). Fundamentalmente se observa un descenso significativo del índice de reducción sonora en el rango de frecuencias entre 400 y 2000 Hz.

En la figura 5, se muestran los resultados obtenidos en el sellado del cerramiento mediante la técnica de embutir material absorbente en la fisura para finalizar el sellado superficial con masilla de yeso (serie 2).

Como en la experiencia anterior se observa un aumento significativo en el índice de reducción sonora cuando se sella el último puente acústico perimetral (sellado total) del tabique, resultando muy escasa la mejoría de este índice en los sellados parciales. Por otro lado se observa que mediante

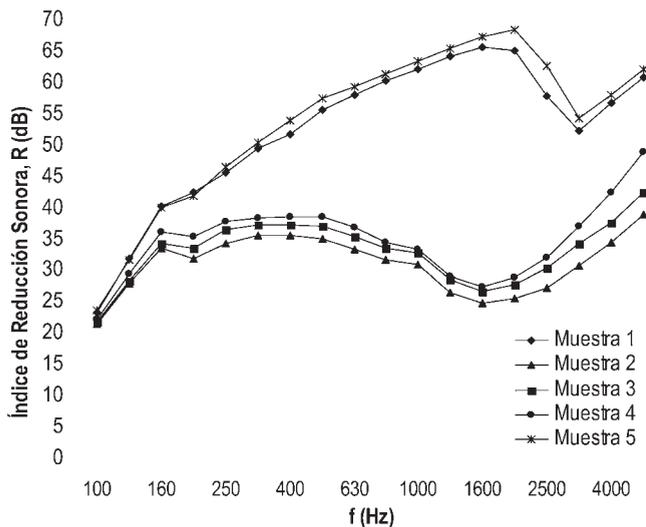


Figura 5. Recuperación del índice de reducción sonora del cerramiento afectado por puentes acústicos mediante el uso de lana-masilla (lote 2).

esta técnica se produce una recuperación completa de los valores del índice de reducción sonora en todo el espectro de frecuencias. Incluso se llega a mejorar la situación inicial debido a que al embutir el material absorbente se sella totalmente el espacio entre la perfilera perimetral y el forjado o cerramiento lateral.

Conclusiones

A partir de los resultados experimentales obtenidos se puede concluir que:

- La recuperación del aislamiento es poco significativa en sellados parciales. Cualquier fallo en el sellado provocará el decremento del índice de reducción sonora en todo el rango de frecuencias, especialmente evidente a frecuencias medias-altas.
 - El uso de la silicona como técnica presenta como ventaja la rapidez de colocación pero no permite la recuperación del valor del índice de reducción sonora, seguramente debido a las características elásticas del material de sellado.
- La técnica del uso combinado de lana y masilla de yeso permite la recuperación completa de los valores del índice de reducción sonora e incluso su mejora por la eliminación de la cámara de aire entre la perfilera y el forjado, aumentando la disipación energética al introducir material absorbente [7].

Referencias

- [1] M.C. Gomperts, *The sound insulation of circular and slit-shaped apertures*, *Acustica* 14(1), 1964, 1-16.
- [2] G. P. Wilson, *et al. Approximation to the diffraction of sound by a circular aperture in a rigid wall of finite thickness*, *J. of the Ac. Soc. of America* 37(2), 1965 286-297.
- [3] A. Trochidis, *et al. Sound transmission trough slits and circular apertures*, *Archives of Acoustics* 9(8), 1984, 317-326.
- [4] Kuo-Tsai Chen, *et al. Study of acoustic transmission trough apertures in a wall*, *Applied Acoustics* 46, 1995, 131-151.
- [5] Hyun-Ju Kang, *et al. Influence of sound leaks on in situ sound insulation performance*, *Noise Control Eng. J.* 49(3), 2001, 113-119.
- [6] Uris A. *et al. The influence of slits on sound transmission through a lightweight partition*, *Applied Acoustics* 65(4), 2004, 421-430.
- [7] F. P. Mechel, *The acoustic sealing of holes and slits in walls*, *Journal of Sound and Vibration* 111(2), 1986, 297-336.
- [8] B. H. Sharp, *Prediction methods for the sound transmission of building elements*, *Noise Control Eng. J.*, 1978, 11, 53-63.
- [9] M.C. Gomperts, *The influence of viscosity on sound transmission through small circular apertures in walls of finite thickness*, *Acustica* 15(4), 1965, 191-198.



Vibcon

Vibroacústica, control y aislamiento, S.L.

Buenas Vibraciones

VIBCON diseña, proyecta, fabrica,
para usted

Mediciones vibroacústicas

Mediciones de vibraciones y ruido.
Mediciones "in situ" del aislamiento al ruido
aéreo entre locales y fachadas.



Solución de problemas

Aislamiento de vibraciones de maquinaria
e instalaciones en edificios.
Cálculo y selección de montaje antivibratorio.



Fabricación y comercialización

Fabricamos y comercializamos todo tipo
de aisladores metálicos de muelle,
amortiguadores de caucho,
de caucho-metal y
materiales acústicos.



Apartado Correos 76
08190 Sant Cugat (Barcelona)
Tel. 902 19 55 12 - Fax 93 675 58 90
vibcon@vibcon.net

Grupo

AUDIOTEC

Ingeniería y Control del Ruido



NUEVO CENTRO DE ACÚSTICA EN ESPAÑA

- ENSAYO DE MATERIALES Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS EN CÁMARAS ACÚSTICAS NORMALIZADAS

Ensayos de aislamiento acústico de cerramientos verticales (tabiques, trasdosados, puertas, ventanas, etc.)

Ensayos de aislamiento acústico a ruido aéreo y de impacto de cerramientos horizontales

Ensayos de mejora de suelos a ruido de impacto

Ensayos de coeficientes de absorción de materiales acústicos (Cámara reverberante)

- ASESORÍA Y CONSULTORÍA ACÚSTICA

- MEDICIONES ACÚSTICAS "IN SITU", acreditadas ENAC de:

Inmisión de ruido en viviendas. Ruido medioambiental. Aislamiento acústico a ruido aéreo entre locales. Aislamiento acústico a ruido de impacto. Aislamiento acústico de fachadas.

Tiempo de reverberación. Ruido en puestos de trabajo. Potencia sonora de maquinaria.

- ENTIDAD DE INSPECCIÓN, acreditada ENAC en ruidos y vibraciones

- ELABORACIÓN DE PROYECTOS DE IMPACTO ACÚSTICO

- DESARROLLO PROYECTOS DE I+D+i

- PERITACIONES ACÚSTICAS

- MAPAS DE RUIDO



Telf.: 983 361 326

Fax: 983 361 327

E-mail: info@audiotec.es

Web: www.audiotec.es

Ctra. Burgos-Portugal Km.116
Apdo. Correos 490
47080 - VALLADOLID
ESPAÑA

Centro de Acústica AUDIOTEC
Parque Tecnológico de Boecillo, Parc. 28 - 30
Apdo. Correos 490
47080 - VALLADOLID
ESPAÑA

