

**CARACTERIZACIÓN Y VALIDACIÓN DE LÁMINAS ANTI-IMPACTO,
ELABORADAS CON RECICLADO DE MATERIALES, PARA LA MEJORA
DEL NIVEL DEL RUIDO DE IMPACTO**

PACS: 43.35 Mr

Maderuelo, R.¹; Martín, M.¹; Navia, J.A.²

1. INTROMAC

Campus Universidad e Extremadura, Ctra. Trujillo, s/n. 10071, Cáceres. España

Tel.: (34) 927 18 10 42, Fax: (34) 927 18 10 41

E-mail: rmaderuelo@intromac.com

2. IBERCAL MORTEROS, S.L.

Ctra. Badajoz, km 55.800, 06200 Almendralejo, Badajoz. España.

Tel.: (34) 924 677 002, Fax: (34) 924 670 005

E-mail: gerencia@ibercalmorteros.es

ABSTRACT

This paper wants to report an investigation of a new kind of materials and its mechanical and acoustic performance. These new material are made from recycled rubber tires and other different materials mixed with binders. Mechanical properties, as apparent dynamic stiffness and compressibility, are obtained according UNE EN 29052-1:1994 and UNE EN 12431:1999, respectively. Acoustic performance of different materials is predicted according UNE EN 12354-2:2001. The values of mechanical and acoustic properties from these new underlays are so good in laboratory, so is necessary to determine its performance according EN ISO 140-8:1997 to obtain the reduction of transmitted impact noise.

RESUMEN

Diferentes tipos de materiales resilientes, denominados láminas anti-impacto, se emplean en edificación con objeto de introducir una mejora del nivel de ruido de impactos y una mejora a ruido aéreo. Este trabajo, continuación del presentado por los mismos autores en el Tecniacústica 2009, presenta los resultados obtenidos mediante el ensayo de muestras de tamaño reducido en laboratorio según las normas UNE EN 12431:1999 y UNE EN 29052-1:1994, de la compresibilidad y de la rigidez dinámica, respectivamente, así como la mejora del nivel del ruido de impactos y del ruido aéreo mediante ensayos en cámaras acústicas normalizadas.

INTRODUCCIÓN

El Documento Básico de protección frente al ruido CTE DB-HR (Real Decreto 1371/2007), sustituto de la NBE-CA-88, supone un cambio significativo respecto a lo exigido y realizado hasta el momento, en cuanto a limitar, dentro de los edificios y en condiciones normales de

uso, el riesgo de molestias o enfermedades que el ruido pueda producir a los usuarios como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

Los elementos constructivos de separación horizontales que conforman los recintos de un edificio, deben tener unas características adecuadas para reducir la transmisión al ruido de impactos. Esto exige que no se superen los valores límite de nivel de presión de ruido de impactos (aislamiento acústico a ruido de impactos) que se establecen en 65 dBA, para el caso más general, entre recintos protegidos que pertenezcan a unidades de uso diferentes. Para ello el CTE DB-HR obliga de forma generalizada a la disposición de suelos flotantes (comprende el solado con su capa de apoyo y el de una capa de un material aislante a ruido de impactos) y a conocer de antemano las propiedades acústicas de los distintos elementos constructivos (y los forjados no son una excepción) [1].

La construcción habitual de este tipo de cerramientos de separación horizontal entre recintos, está basada en la utilización de un forjado base que, habitualmente, está compuesto por bovedilla cerámica de hormigón o de poliestireno expandido, capa de compresión de hormigón armado y acabado inferior, y un revestimiento superior que suele estar constituido por capa de nivelación con baldosa, parqué, tarima, moqueta, losa flotante, etc., en la que se intercala una lámina o capa (lana mineral, polietileno, poliestireno expandido elastificado o espuma de poliuretano aglomerado) con objeto de mejorar el aislamiento a ruido de impacto.

Estas láminas anti-impacto ofrecen posibilidades como elementos de construcción y otras posibles aplicaciones. En lo que se refiere a características acústicas de los materiales destinados a esta aplicación, éstas pueden ser modelizadas en función de sus propiedades físico-mecánicas tales como densidad, rigidez dinámica y estática, compresibilidad, módulo de Poisson, etc. De igual forma se observa la conveniencia de establecer relaciones analíticas entre la composición de una determinada formulación y estas características físico-mecánicas.

No obstante, es necesario, una vez obtenidos los valores de las propiedades mecánico-acústicas de estas láminas, comprobar su comportamiento en cámaras normalizadas para conocer cuales son las propiedades acústicas que van a presentar en condiciones reales de puesta en obra.

MATERIALES

Los materiales empleados en este trabajo son láminas que pretenden ser utilizadas en la construcción de cerramientos horizontales de los edificios, fabricadas de forma que se facilite su colocación en obra (en este caso mediante el extendido de una pasta de forma manual o mediante maquinaria), teniendo como principal material constituyente el reciclado de neumático, además de cales, resinas, aditivos y residuos inorgánicos (como lodos de pizarra o granito) en diferentes proporciones.

Las láminas anti-impacto que se presentan en este trabajo han sido elaboradas por Ibercal Morteros, S.L., dedicada a la fabricación de morteros de restauración y rehabilitación, de edificios singulares, también utilizados en la ejecución de la obra nueva.

Se han estudiado un total de 8 láminas diferentes. En la figura 1 podemos observar el detalle de algunas de ellas. Las características físicas de estas láminas las podemos observar en la Tabla 1.

Tabla 1. Espesores y densidades de las diferentes muestras ensayadas.

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Espesor (mm)	10.9	12.0	10.1	9.9	9.8	9.9	10.2	10.0
Densidad (kg/m³)	429.5	430.9	570.0	558.5	544.7	594.6	398.0	284.7



Figura 1. Detalle de algunas de las muestras utilizadas en este trabajo.

METODOLOGÍA

La rigidez dinámica se obtiene según la norma UNE EN 29052-1:1994 [2] en la que el suelo flotante se modela mediante una capa elástica sobre la que se sitúa una placa metálica de masa determinada. Esta configuración se supone que se comporta como un sistema masa muelle. La norma fija el tamaño de la placa (200 x 200 mm.) y su masa (8 Kg.), lo que equivale a una masa por unidad de superficie de 200 Kg/m². Esta disposición se excita mediante un martillo de impactos. Los equipos utilizados fueron un sistema multi-analizador PULSE de 4 canales de Brüel & Kjaer, modelo 3560 C, acelerómetros Deltratron y martillo de impactos Endevco, modelo 2302-100.

La rigidez dinámica se obtiene mediante la frecuencia de resonancia del sistema a través de la ecuación [2]:

$$s' = 4\pi^2 m' f_0^2$$

Para obtener la frecuencia de resonancia se mide la aceleración de la placa mediante un acelerómetro, situado en el centro y se golpea la placa mediante un martillo provisto de acelerómetro en un área situada alrededor del acelerómetro, para evitar posibles efectos indeseados. En este estudio se efectuaron 30 respuestas en frecuencia de cada uno de los materiales para evaluar la variabilidad de los impactos así como de las distintas muestras del mismo material.

Si tenemos en cuenta el Anexo C, de la norma UNE-EN 12354-2:2000 [3], podemos estimar la reducción del nivel de ruido de impactos, ΔL_w , mediante la siguiente fórmula de Cremer [4]:

$$\Delta L_w = 30 \log \frac{f}{f_0}$$

La norma UNE EN 12431:1999 [5], especifica el procedimiento para determinar el espesor de los productos aislantes para el aislamiento a ruido de impacto en aplicaciones de suelos flotantes. El espesor de estas láminas resilientes, se evalúa bajo tres diferentes cargas estáticas, con un ciclo de carga-descarga en un corto periodo. Para evaluar la compresibilidad, es preciso en primer lugar, obtener el espesor (d_L) de la lámina bajo una carga constante de 250 Pa aplicada durante 120 segundos. Seguidamente se aplica una carga de 2 kPa, durante otros 120 segundos, obteniendo d_F . Posteriormente se aplica una carga de 50 kPa, durante otros 120 segundos para finalizar con una carga de 2 kPa durante otros 120 segundos (d_B), durante los cuales, la lámina debe de expandirse libremente sin que exista ninguna fricción en ella. La prensa utilizada ha sido una Shimadzu SERVOPULSER U Series Body Frame.

Las muestras que se utilizan en este ensayos son las mismas que las utilizadas para obtener la rigidez dinámica. La compresibilidad, c , es el valor absoluto obtenido de la diferencia entre d_L y d_B . Para evaluar la variación de espesor de forma adimensional, se define el valor $h(c)$ [6], de forma que:

$$h(c) = \left(1 - \frac{d_B}{d_L} \right) \cdot 100$$

Para la obtención de la mejora a ruido aéreo y a ruido de impacto se siguen los procedimientos descritos en la norma UNE EN ISO 140-3:1995 y UNE EN ISO 140-6:1995.

RESULTADOS

En la tabla 2 podemos apreciar los valores de las frecuencias de resonancia, rigidez dinámica y mejora al ruido de impacto estimado según el Anexo C de la norma UNE EN 12354-2:2001, obtenidos para las distintas muestras:

Tabla 2. Frecuencia de resonancia, rigidez dinámica y mejora a ruido de impacto de las muestras ensayadas.

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
f_r (Hz)	78,5	42,5	61,5	65,0	78,5	63,0	45,0	78,9
s' (MN/m ³)	48,5	14,3	29,9	33,4	48,5	31,3	16,0	49,2
ΔL_w (dB)	19,5	27,5	22,7	22,0	19,5	22,4	26,8	19,5

Los valores de compresibilidad obtenidos de acuerdo a la norma UNE EN 12431:1999 para las muestras estudiadas se muestran en la tabla 3:

Tabla 3. Compresibilidad obtenida de acuerdo a la norma UNE EN 12431:1999

	Espesor d _L (mm)	Espesor d _B (mm)	c (mm)	h(c) (%)
M1	10,8	10,1	0,7	6,5
M2	11,8	11,5	0,3	2,5
M3	10,0	9,7	0,3	3,0
M4	9,7	9,5	0,2	2,1
M5	9,8	9,7	0,1	1,0
M6	9,8	9,6	0,2	2,0
M7	10,0	9,5	0,5	5,0
M8	9,8	7,3	2,5	25,5

Una vez obtenidos los anteriores resultados en laboratorio y mediante el uso de muestras de pequeño tamaño, se procedió a ensayar las muestras M6 y M8 en cámara normalizada. El motivo de la elección de estos dos materiales fueron sus resultados positivos y el bajo coste económico de su fabricación.

Los resultados obtenidos mediante el ensayo en cámara normalizada los podemos ver en las figuras 2 a 5. En las figuras se muestra los valores del paramento sin las láminas y una vez puestas. En el caso de la muestra M6, se hicieron 2 ensayos, con una capa de mortero de 5 cm y posteriormente con capa de mortero de 7 cm. Se puede apreciar que la mejora tanto a ruido aéreo como a ruido de impacto apenas se ve aumentado al aumentar la capa de mortero.

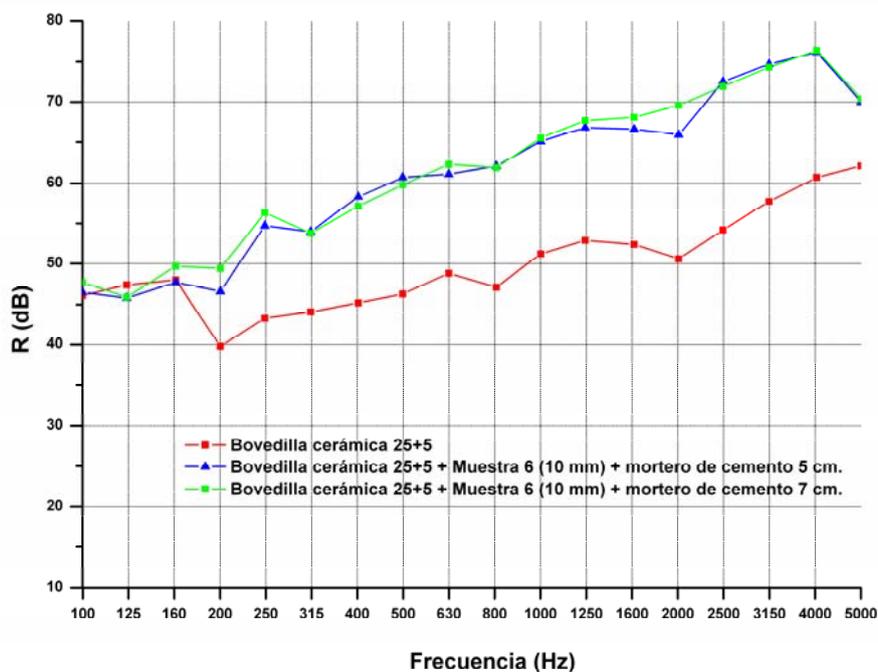


Figura 2. Aislamiento a ruido aéreo de la muestra M6 frente al forjado de referencia.

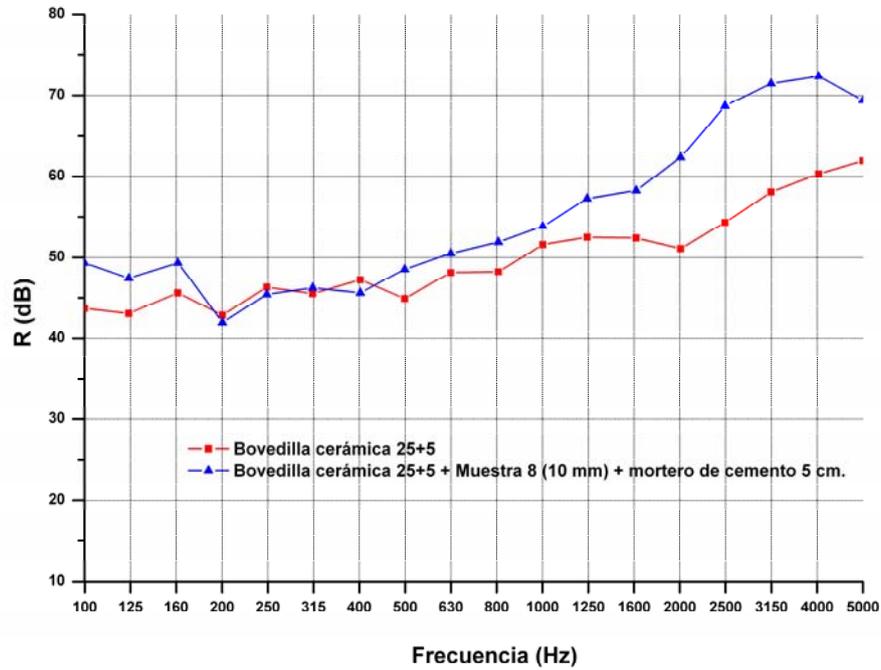


Figura 3. Aislamiento a ruido aéreo de la muestra M8 frente al forjado de referencia.

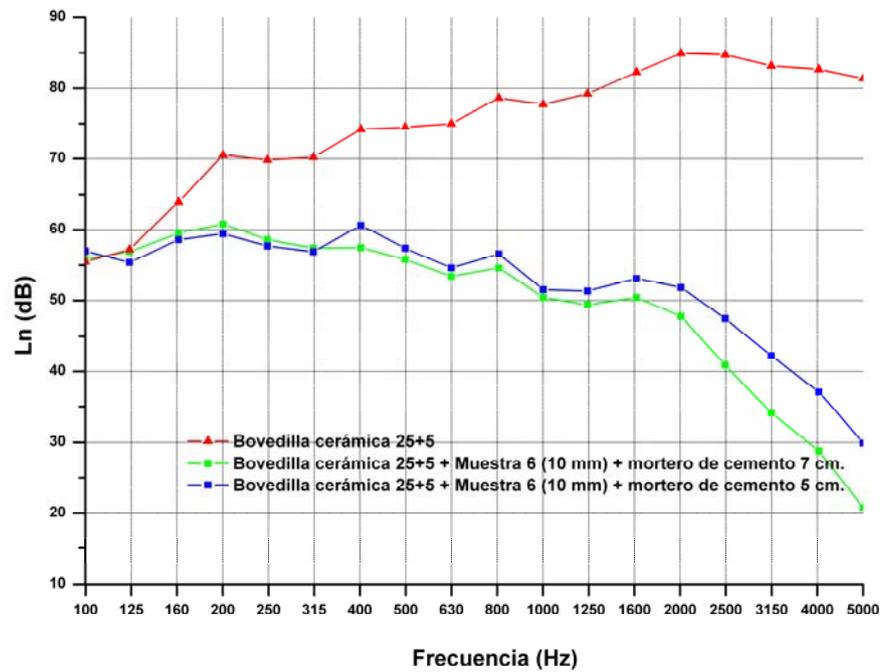


Figura 4. Aislamiento a ruido de impacto de la muestra M6 frente al forjado de referencia.

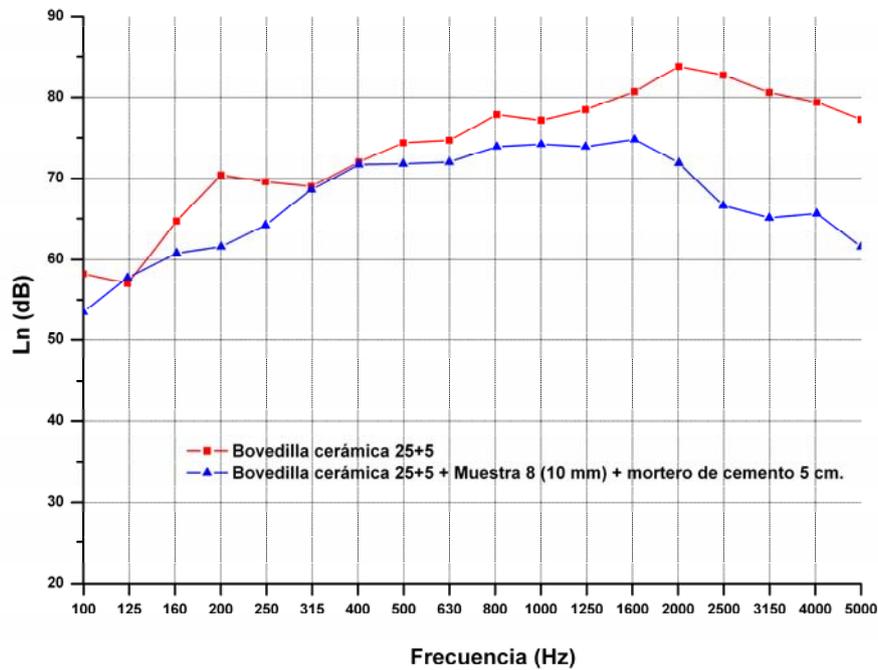


Figura 5. Aislamiento a ruido de impacto de la muestra M8 frente al forjado de referencia

En ese caso, muestra M6, los valores obtenidos de la mejora a ruido de impacto es de 23 dB, tanto en caso del uso de una capa de mortero de 5 o 7 cm. En el caso de aislamiento a ruido aéreo, se obtiene una mejora de 11.4 y 12.3 dB, respectivamente.

En el caso de la muestra M8, los valores de mejora obtenidos son de 0.8 y 10 dB para aislamiento a ruido aéreo y a ruido de impacto, respectivamente.

CONCLUSIONES

Las muestras estudiadas presentan frecuencias de resonancia y valores de rigidez dinámica relativamente bajos. Los valores estimados de mejora a ruido de impacto son relativamente elevados para los espesores estudiados, comparables con láminas actualmente comercializables. Los valores de compresibilidad obtenidos, nos hacen pensar que este tipo de material, es capaz de soportar grandes cargas. De los resultados obtenidos en cámara, la muestra 8, debido a problemas en su aplicación, presenta valores bajos, mientras que en caso de la muestra 6, los valores son buenos y se pueden comparar los valores de marcas comerciales, y por lo tanto válidas para su uso en edificación.

La novedad que introduce este tipo de materiales en cuanto a su forma de aplicación, unido a las propiedades acústicas y mecánicas que presentan, las hace adecuadas para su uso como láminas anti-impacto bajo suelo flotante, adecuándose de manera satisfactoria a lo que establece de DB-HR.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo se ha realizado mediante las ayudas concedidas por el III Plan Regional de Investigación, Desarrollo e Innovación (III PRI+D+I, 2005-2008) de la Vicepresidencia Segunda y Consejería de Economía, Comercio e Innovación de la Junta de Extremadura, con el número de expediente PDT08A065.

REFERENCIAS

- [1] Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre, por el que se aprueba el documento básico “DB-HR Protección frente al ruido” del Código Técnico de la Edificación y se modifica el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. BOE. Boletín Oficial del Estado, 23 de Octubre 2007 (núm. 254).
- [2] UNE-EN 29052-1:1994, “Acústica. Determinación de la rigidez dinámica. Parte 1: materiales utilizados bajo suelos flotantes en viviendas”.
- [3] UNE-EN 12354-2:2001, “Acústica de la edificación. Estimación de las características acústicas de las edificaciones a partir de las características de sus elementos. Parte 2: Aislamiento acústico a ruido de impactos entre recintos”.
- [4] L. Cremer et al.: Structure-borne sound: structural vibrations and sound radiation at audio frequencies, 2nd Edition (1973), Springer-Verlag, Berlin, Germany.
- [5] UNE-EN 12431:1999, “Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Determinación del espesor de los productos de aislamiento de suelos flotantes”.
- [6] Schiavi, A.; Pavoni A.; Russo, F.; Corallo, M. “Acoustical and mechanical characterization of an innovative expanded sintered elasticized polystyrene (EPS-E) used as underlayer in floating floors”. 19th International Congress on acoustic, Madrid 2007.