

## COMPORTAMIENTO ACÚSTICO DE PANELES SÁNDWICH CON PRODUCTOS ECOLÓGICOS

PACS: 43.55.Ev

Autores: Lorenzana Lorenzana, Teresa<sup>1</sup>; Alba Fernández, Jesús<sup>2</sup> y González Suárez, Julio<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Universidad de A Coruña

Campus de A Zapateira, s/n, 15192 A Coruña. España

Tlf: 981167 000 - ext: 2768. Fax: 981167 060.

E-mail: lorenzan@udc.es

<sup>2</sup> Universidad de Valencia Escuela politecnica de Gandia

Calle Nazaret Oliva s/n; 46730 Grao de Gandia. España

Tlf: 962 849 314. Fax 962 849 309.

E-mail: jsalba@fis.upv.es

<sup>3</sup> Universidad de Valladolid

Avda. de Salamanca s/n; 47014 Valladolid. España

Tlf: 983 433 446. Fax: 983 423 425.

E-mail: juliog@opt.uva.es

### ABSTRACT

Continuing in the initiate line last year on conformed ecological, in this work we go to analyze the acoustic characteristics of panels sándwich using these products of having undone, as alternative materials.

For we have measured it, by means of tube of impedance (it unites in ISO 10534-2) the absorbent estates, firstly of metallic membranes located on these material ones and later on panels sándwich, with the purpose of their possible use in external, as protection in front of fires or aesthetic reasons.

Since the metals are good thermal drivers, we have analyzed the influence of a movie of vinyl policloruro placed on the ecological sample before the metallic sheet that can diminish that conduction or I eat barrier anti humidity for their possible use in external where we will also analyze the effect union with the ecological sample.

### RESUMEN

Siguiendo en la línea iniciada el pasado año sobre conformados ecológicos, en este trabajo vamos analizar las características acústicas de paneles sándwich utilizando estos productos de deshecho, como materiales alternativos.

Para ello hemos medido, mediante tubo de impedancia (une en ISO 10534-2) las propiedades absorbentes, primeramente de membranas metálicas situadas sobre estos materiales y posteriormente paneles sándwich, con el fin de su posible utilización en exteriores, como protección frente a incendios o razones estéticas.

Dado que los metales son buenos conductores térmicos, hemos analizado la influencia de una película de policloruro de vinilo colocada sobre la muestra ecológica antes de la lámina metálica, que pueda disminuir esa conducción o como barrera anti humedad para su posible utilización en exteriores donde además analizaremos el efecto unión con la muestra ecológica.

## 1. INTRODUCCIÓN

Desde hace miles de años la paja ha sido un material de construcción, procedente de los desechos de los cereales, y un conductor muy pobre del calor, por lo que su temperatura en el interior se mantiene estable. Estos hechos despertaron nuestro interés por la utilización de materiales vegetales o desechos de cacahuetes, pipas, hierba, etc, como materia prima para conformar nuevos materiales acústicos.

Una vez que hemos comprobado, en trabajos anteriores (1, 2), el buen comportamiento absorbente de estos materiales ecológicos frente algunos comercializados de similar estructura y con bajos costes de fabricación, pues constituyen una fuente eficiente de recursos, ya que son desechos o materiales vegetales silvestres. Pensamos que pueden ser considerados como una alternativa a muchas aplicaciones exteriores e interiores y para ello hemos analizado la importancia de ampliar su aplicación protegiéndolos de las agresiones externas, como lluvia o fuego.

En este trabajo hemos estudiado el comportamiento absorbente de estos productos ecológicos con membranas metálicas sobre su superficie frontal, analizando la influencia de su espesor, unión (película flexible o no), efectividad, y posteriormente el efecto de varias y distintas capas (efecto estético o protección), paneles sándwich, utilizando como base soporte dichos productos.

## 2. METODOLOGÍA

Su estructura está formada por partículas semirígidas interconectadas y espacios vacíos, en los cuales se pueden propagar pequeñas ondas de compresión.

Las partículas que conforman los distintos aglomerados tienen un diámetro comprendido entre 1,13 y 2.12 mm y su colocación, para formar el aglomerado, es totalmente aleatoria, utilizando el mismo ligante para ello.

Para los ensayos se han preparado tres muestras de cada material para las medidas en el tubo de impedancia y los resultados son los promedios resultantes. Se han realizado medidas en dos fechas diferentes para comprobar su reproducibilidad y las desviaciones obtenidas no llegan al 6 %.

Las propiedades físicas como la densidad y el espesor de las láminas metálicas y DM empleados se dan en la tabla 1, ya que las de los productos ecológicos están publicadas en trabajos anteriores.

Tabla 1- Propiedades físicas de las membranas metálicas (aluminio pintadas por una cara, L<sub>3</sub> o L<sub>2</sub>, y de menor espesor sin pintar, L<sub>1</sub>), policloruro de vinilo y DM utilizados.

Espesor (mm)	0,92 (L <sub>2</sub> )	1,10 (L <sub>3</sub> )	0,79 (L <sub>1</sub> )	8,22 (DM)	0,06 (vinilo)
$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	2503,91	2468,91	2641,24	747,27	896,29

Las propiedades acústicas se midieron utilizando un tubo de impedancia con dos micrófonos (Tipo 4206 Brüel & Kjaer), multi analizador y Pulse según UNE EN ISO 10534-2.

La dificultad de obtener muestras ecológicas de diámetro pequeño y de igual espesor que las más grandes, con el fin de obtener resultados a frecuencias elevadas, nos ha impedido ampliar el estudio a todo el rango de frecuencias.

Los aspectos a estudiar se centran por una parte, en la capa frontal o membrana metálica, donde analizamos la influencia de su espesor, unión con la base soporte, y por otra, en la segunda capa (paneles sándwich).

### 3. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Primeramente analizamos la influencia de las láminas metálicas sobre los aglomerados ecológicos, tojo o hierba, con y sin polivinilo, que tienen espesores similares ( $\pm 1$  mm) y cuyos coeficientes de absorción frente a la frecuencia y en bandas de tercio de octava, de 50 a 1600 Hz, representamos en la figura 1

En los aglomerados de hierba y a frecuencia graves, los coeficientes de absorción con ambas membranas ( $L_2$  y  $L_3$ ) son casi iguales, siendo las diferencias mayores a frecuencias superiores. En cambio con los aglomerados de tojo, muestran una marcada influencia con el espesor de dichas láminas a bajas frecuencias.

Los máximos de absorción con ambas láminas son coincidentes en frecuencia, 800 Hz, y con valores elevados, (0,95 y 0,956), un poco mayor para la más fina ( $L_2$ ) y además presenta un descenso muy pronunciado de la absorción, 40%. En los aglomerados de tojo su resonancia

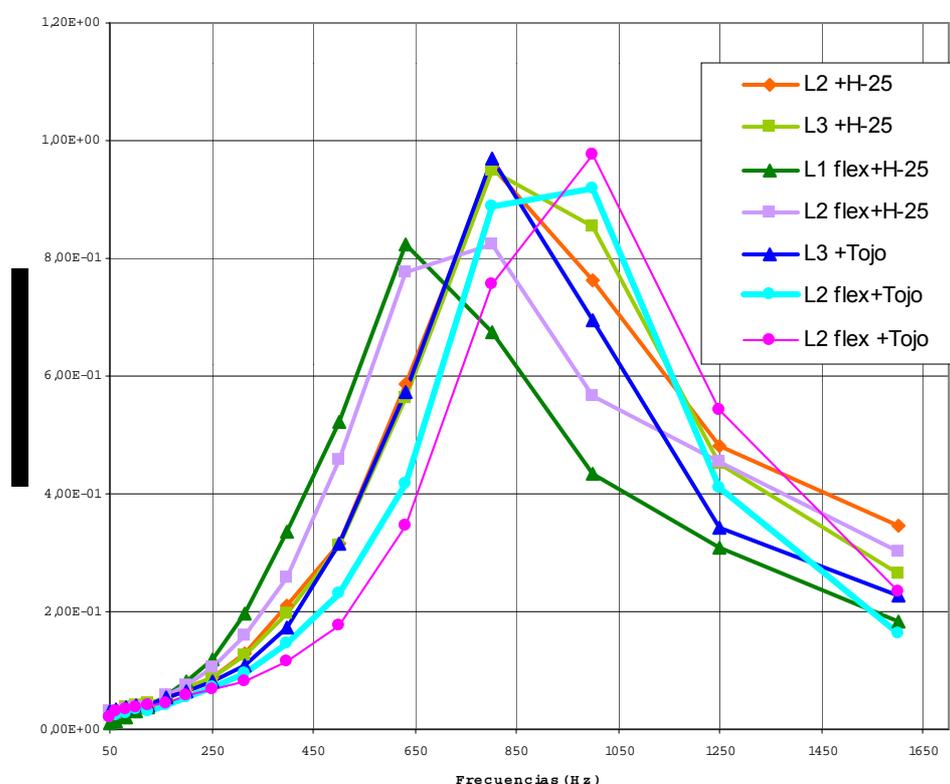


Figura 1- Efecto en los coeficientes de absorción de las láminas de aluminio sobre las muestras ecológicas de tojo e hierba

está también a 800 Hz y un tercio de octava más, para la lámina menos gruesa ( $L_2$ ). Sus valores son similares, 0,97 y 0,978, mostrando también un descenso muy acusado, 51 %, después de la frecuencia de resonancia, con dicha lámina.

Los valores de la parte real de la impedancia ratio, de ambos aglomerados, son elevados para los aglomerados de tojo con la lámina más gruesa ( $L_3$ ) y positivas para ambos aglomerados, en el rango de frecuencias estudiado. La parte imaginaria son negativas y menores para los aglomerados de hierba.

Si analizamos la influencia del polivinilo (unión amortiguante con el aglomerado ecológico) en los coeficientes de absorción de los aglomerados de hierba con la lámina metálica sin pintar (L1) y de menor espesor, a frecuencias graves es ligeramente favorable a la absorción hasta 630 Hz respecto a la L<sub>2</sub> más gruesa, donde presenta su máximo de absorción. A partir de esa frecuencia de resonancia es mayor con la lámina más gruesa (L<sub>2</sub>).

El policloruro de vinilo con (L<sub>1</sub> o L<sub>2</sub>) provoca una ligera reducción en los valores de las partes real e imaginaria de la impedancia ratio.

La eficacia absorbente de estas membranas de aluminio, referida al aglomerado sin membranas, las representamos en las **figuras 2a y 2b**, para dos de los aglomerados. Primeramente para el aglomerado de hierba de menor espesor.

Se observa que el espesor de la lámina metálica aporta una mayor eficacia absorbente a frecuencias superiores a 630 Hz, respecto al aglomerado solo de hierba, llegando al 62% a 630 Hz.

El efecto de la película flexible de polivinilo frente a sin ella es muy favorable hasta dicha frecuencia y cuantitativamente algo menor que el espesor de la membrana metálica, 58 %, siendo a frecuencias superiores ineficaz a la absorción.

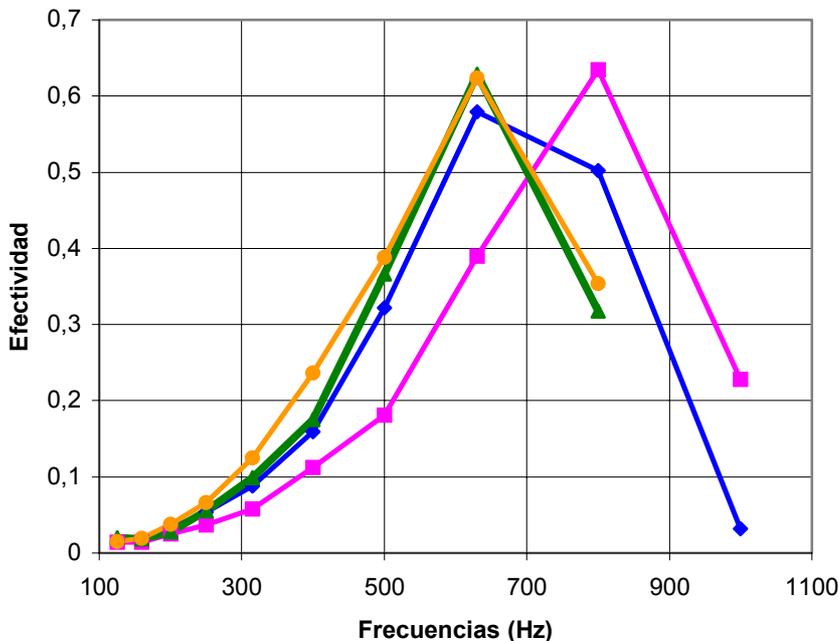


Figura 2a- Eficacia absorbente de las láminas de aluminio sobre los aglomerados de hierba de menor espesor (L2, L2 sin vinilo, L3, L1 con polivinilo).

Por lo que se refiere a la otra lámina de aluminio (L1), su efecto es similar a la membrana más gruesa, con pequeñas diferencias de 250 a 500 Hz.

El efecto del espesor de la lámina de aluminio en la eficacia absorbente en los aglomerados de tojo (figura 2b) es acusado hasta 800 Hz, un 82% máximo. El máximo está desplazado respecto a la membrana metálica usual (1000 Hz). Por otro lado el efecto del polivinilo es notable hasta 800 Hz, resultando a frecuencias superiores mayor sin él.

El efecto del espesor de la lámina de aluminio en la eficacia absorbente en los aglomerados de tojo es acusado hasta 800 Hz, un 82% máximo. El máximo está desplazado respecto a la membrana metálica usual (1000 Hz). Por otro lado el efecto del polivinilo es notable hasta 800 Hz, resultando a frecuencias superiores mayor sin él.

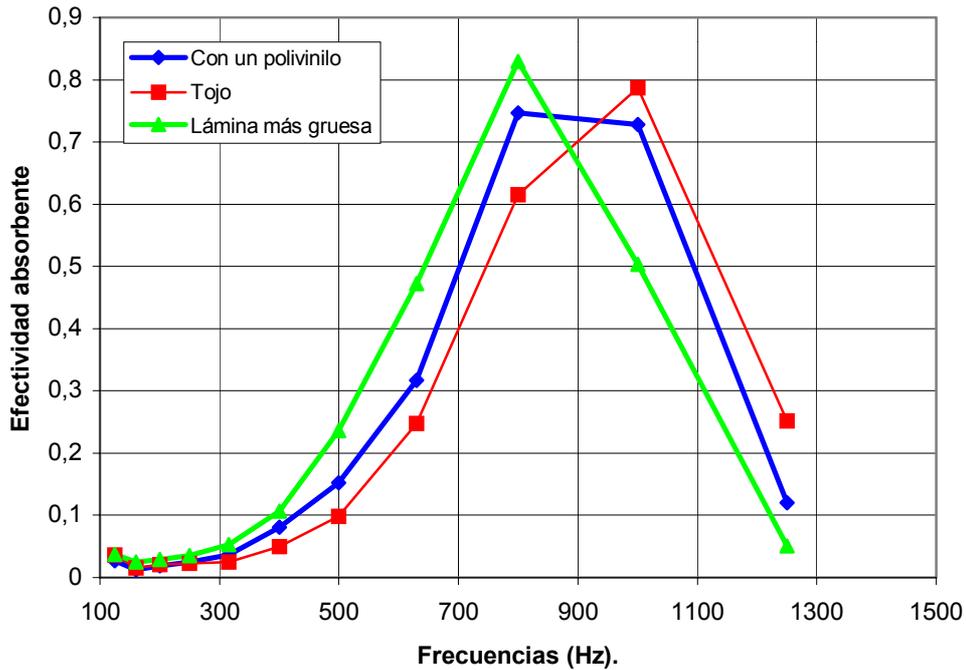


Figura 2b- Efectividad absorbente de las láminas de aluminio con aglomerados de tojo.

### Paneles sándwich-

Pasamos analizar el efecto del espesor de la segunda lámina (L2 o L3) sobre los aglomerados de tojo o hierba en los paneles sándwich y representamos en la figura 3 los coeficientes de absorción frente a la frecuencia.

Escasa influencia del espesor, a frecuencias bajas, con los aglomerados de hierba o tojo de similar espesor, con frecuencias de resonancia, para ambos paneles, a 500 Hz y un tercio de octava más, para el tojo. En los paneles con base soporte hierba más gruesa la frecuencia de resonancia es un tercio menor, 400 Hz. Los valores no son superiores al 3 % para cada base soporte ecológica y mayores para los paneles con tojo y para la lámina posterior más gruesa (L3).

Muestran descensos muy pronunciados de la absorción entre 630 y 800 Hz que llegan casi al 45 % para los paneles sándwich de tojo y a frecuencias más altas que las de resonancia, solo para la hierba más fina, son ligeramente superiores con la lámina posterior más fina (L2).

Los valores de la parte real de la impedancia ratio para los paneles de los aglomerados de hierba o tojo son positivos. En el primero de ellos, a frecuencias bajas, hasta 400 Hz, son ligeramente superiores con la lámina más fina y en los de tojo hasta 1000 Hz. Respecto a la parte imaginaria son negativos en ambos y ligeramente mayores, hasta 400 Hz, para los de hierba con la lámina más gruesa (L3). En cambio para los de tojo, de 160 Hz en adelante, excepto a frecuencias muy graves y a 630 Hz, son ligeramente superiores con dicha lámina (L3). En el resto de frecuencias, del rango estudiado, mayores con la lámina más fina (L2).

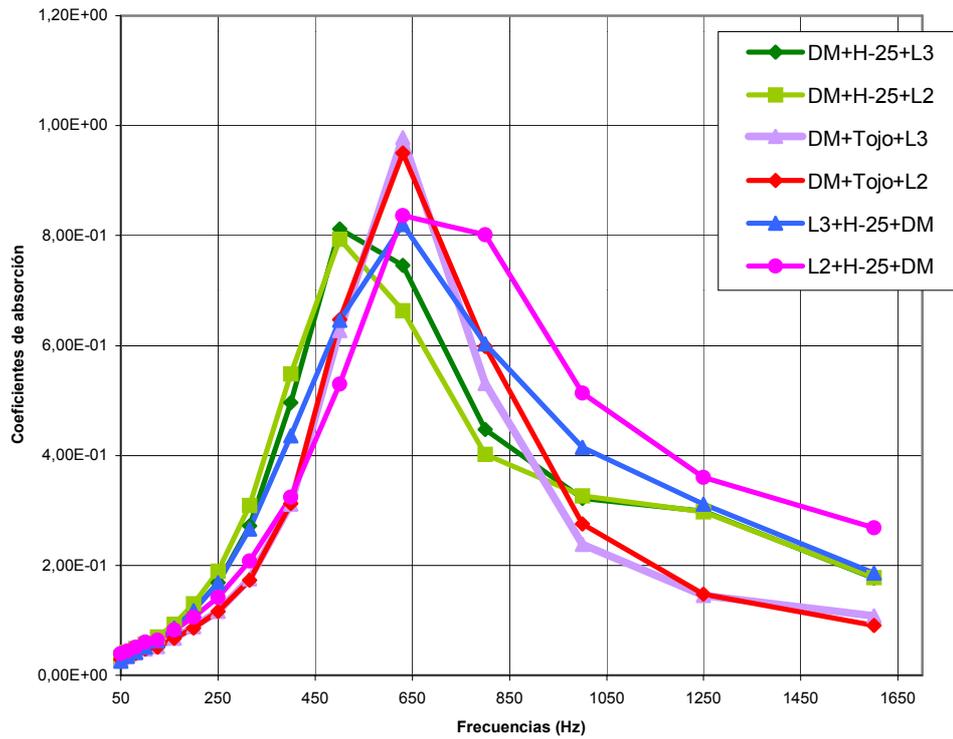
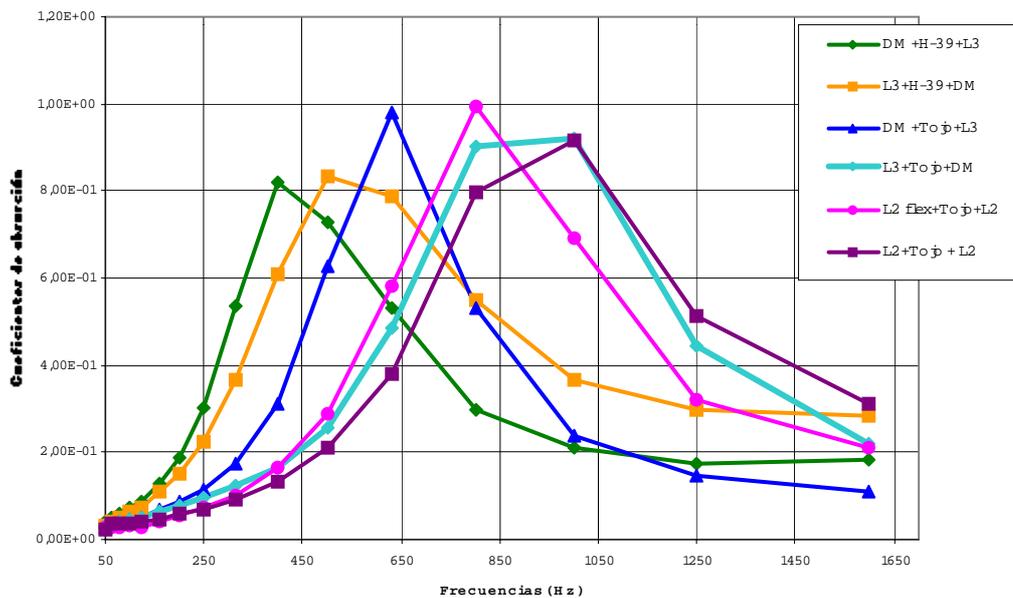


Figura 3- Coeficientes de absorción de paneles sándwich con aglomerados de tojo o hierba.

Para finalizar analizamos la influencia sobre las características absorbentes, por una parte, de la colocación del DM, y por otra, del policloruro de vinilo, colocado como anteriormente comentamos, sobre los paneles sándwich de tojo o hierba, más gruesa (figura 4).

#### Paneles sándwich con aglomerados ecológicos



En el primero de ellos, es más favorable la absorción con el DM colocado frontalmente hasta la frecuencia de resonancia, 630 Hz y en el resto del rango de frecuencias estudiado, la mejora es con el DM situado en la pared rígida. Además la forma de la curva de absorción con el DM frontal es muy pronunciada. Las partes real de la impedancia ratio son bajas, positivas y con valores similares, mientras que la parte imaginaria son negativas, presentan diferencias y de mayor valor con el DM situado frontalmente.

Respecto a los paneles ecológicos más gruesos, de hierba, las frecuencias de resonancia con el DM frontal está a 400 Hz o un tercio de octava más, para su situación en la pared rígida y de valor mayor. En el rango de frecuencias de 500 a 1600 Hz la mejora esta a su situación sobre la pared rígida. Las partes real de la impedancia ratio son positivas y de valores bajos, prácticamente iguales y las partes imaginarias son pequeñas, similares, y negativas.

Si nos referimos a la influencia del policloruro de vinilo en los coeficientes de absorción muestra un ascenso muy pronunciado, (41 %), en octavas anteriores a su absorción máxima situada a 800 Hz y eficaz hasta dicha frecuencia. El panel sándwich sin el polivinilo presenta su frecuencia de resonancia a un tercio de octava más, con ascensos similares y muy pronunciados, menos favorable a dicha frecuencia. A frecuencias superiores sus características absorbentes son mejores sin la película de vinilo.

Las partes reales e imaginarias para estos paneles son mayores que con el efecto del DM y las reales más altas, presentando diferencias entre ellas a frecuencias bajas. La real es mayor con el vinilo, mientras que la imaginaria es mayor sin él.

#### 4- CONCLUSIONES

- Las membranas metálicas sobre la base soporte de hierba muestran una eficacia absorbente en el rango de 125 a 800 o 1000 Hz con un porcentaje elevado a 630 Hz y de ellas, la más fina y con la unión amortiguante (polivinilo) sobre el aglomerado de hierba de menor espesor.
- El comportamiento de dichas membranas sobre el aglomerado de tojo se asemeja a un resonador (con L3) selectivo y en donde la unión flexible, con este aglomerado, se manifiesta claramente en la curva de absorción. Además su eficiencia se amplía hasta un tercio de octava más.
- Si nos referimos a los paneles sándwich cuando el DM lo situamos frontalmente muestra una eficacia absorbente mayor (4 %) con la lámina metálica más gruesa (L3) y abarca más rango de frecuencias, con una parte real de la impedancia ratio que se diferencia con la lámina metálica, L2, en 10 unidades e imaginaria algo mayor.
- Si analizamos la efectividad de las láminas metálicas en los paneles sándwich, iguales (L2) o distintas (L2 o L3), observamos que sólo a frecuencias muy bajas es más absorbente iguales. La efectividad de usar membranas distintas está en torno al 6 % en la frecuencia de resonancia.

#### Bibliografía.

- 1- Propiedades acústicas de nuevos materiales obtenidos con productos ecológicos. Lorenzana L, M. T. et al. Montajes e Instalaciones. (66-72) nº 389 Diciembre 2004.
- 2- Propiedades acústicas de materiales obtenidos con productos ecológicos. Lorenzana L, M. T. et al. Comunicación Tecniacústica Guimaraes 2004.
3. Attenbough, K. H. Propiedades acústicas de materiales fibrosos o granulares. JASA 1983.

**Agradecimientos:** A la Xunta de Galicia por la financiación del proyecto PGIDIT 02TMT06E e Industrias González por su aportación financiera a parte de este trabajo.