

## COMPOSITE DE ORIGEN RENOVABLE BASADO EN LANA DE OVEJA PARA ABSORCIÓN ACÚSTICA

**PACS:** (AED-2).

Urdanpilleta Marta<sup>1</sup>, Leceta Itsaso<sup>2</sup>, Guerrero Pedro<sup>3,4,5</sup>, de la Caba Koro<sup>3,4</sup>  
Grupo de Investigación BIOMAT, Universidad del País Vasco (UPV/EHU), Escuela de  
Ingeniería de Gipuzkoa, Plaza de Europa 1, 20018 Donostia-San Sebastián, España

<sup>1</sup> Departamento de Física Aplicada, Tel: +34 943 018620

<sup>2</sup> Departamento de Matemática Aplicada

<sup>3</sup> Departamento de Ingeniería Química y del Medio Ambiente

<sup>4</sup> BCMaterials, Basque Center for Materials, Applications and Nanostructures, UPV/EHU  
Science Park, 48940 Leioa, España

<sup>5</sup> Proteinmat materials SL, Avenida de Tolosa 72, 20018 Donostia-San Sebastián, España

E-Mail: [marta.urdanpilleta@ehu.eus](mailto:marta.urdanpilleta@ehu.eus), [itsaso.leceta@ehu.eus](mailto:itsaso.leceta@ehu.eus), [pedromanuel.guerrero@ehu.eus](mailto:pedromanuel.guerrero@ehu.eus),  
[koro.delacaba@ehu.eus](mailto:koro.delacaba@ehu.eus)

**Palabras Clave:** absorción acústica, tubo de Kundt, lana de oveja, biocomposite, economía circular

### ABSTRACT

In this study, a composite has been prepared by freeze-drying, combining sheep wool of latxa breed with soy protein. In this way, we give an added value to latxa sheep wool, which is handled as a residue. In this work, a physico-chemical characterization of samples with 7%, 10%, 15% and 20 wt % of sheep wool has been performed, relating the properties with the composite structure. In order to analyze the acoustic performance of the material, composites have been tested in a Kundt's tube, determining the absorption coefficient at normal incidence. Results show that composites display an acoustic performance that is comparable to commercial samples and, thus, it is considered that these composites have a great potential as sustainable materials in building industry.

### RESUMEN

En este estudio se ha preparado por liofilización un biocomposite con prestaciones acústicas, combinando lana de oveja latxa con proteína de soja. De esta forma, se consigue dar valor añadido a la lana de oveja latxa, que actualmente es gestionada como residuo. En este trabajo se ha realizado la caracterización físico-química de muestras con un 7%, 10%, 15% y 20% en peso de lana de oveja, relacionando las propiedades con la estructura del biocomposite. Para analizar el comportamiento acústico del material, los biocomposites se han ensayado en un tubo de Kundt y se ha determinado su coeficiente de absorción a incidencia normal. Los resultados han mostrado que los biocomposites presentan unas prestaciones acústicas comparables a las de muestras comerciales, por tanto, se considera que estos biocomposites tienen un gran potencial como materiales sostenibles en la industria de la construcción.

### 1. INTRODUCCIÓN

Si bien en el pasado la lana de oveja latxa era utilizada en la industria textil, el cambio en los gustos de los consumidores ha hecho que actualmente sea tratada como un mero residuo. Al igual que ocurre con otras variedades de oveja, muchos pastores/as deben pagar para que esta

lana sea retirada de sus explotaciones tras la temporada de esquilado. Hay iniciativas para producir compost a partir de ella, pero son aún incipientes.

La lana se ha usado desde tiempos remotos en construcción debido a sus propiedades de aislamiento térmico. Asimismo, sus prestaciones acústicas pueden llegar a ser notables. Aprovechando el potencial ecológico de la lana, sería deseable conseguir un material de aislamiento en edificación basado en lana dentro de la perspectiva de la economía circular, es decir, que sea biodegradable y de origen renovable. Esto es precisamente lo que se ha buscado en este trabajo.

En este estudio, se ha desarrollado un biocomposite de lana de oveja latxa y proteína de soja, mediante un proceso de liofilización. Así, se añade también valor a la proteína de soja, subproducto de la industria del aceite de soja. El proceso de preparación del biocomposite consiste en mezclar la solución de proteína con la lana, congelar el material y, después, extraer el agua por sublimación; esto permite obtener el biocomposite con una estructura semirígida altamente porosa. La porosidad, junto al carácter fibrilar de la lana, confiere al material buenas propiedades de absorción acústica. Se obtienen así placas semirígidas y autosostenidas mecánicamente, aptas para ser empleadas como aislante acústico entre placas de material rígido, como cartón-yeso o ladrillo.

## 2. MÉTODO EXPERIMENTAL

### 2.1. Preparación de muestras

La lana de oveja (de variedad latxa, L) se obtuvo de una productora local (Ametzaga de Zuia, Álava, España). La proteína de soja (PS, PROFAM 974), suministrada por ADM Protein Specialities Division (Amsterdam, Países Bajos), se empleó como matriz polimérica. Finalmente, el glicerol (de pureza 99.01%), se obtuvo de Panreac (Barcelona, España), y fue utilizado como plastificante.

Se mezclaron 15 g de proteína de soja con la correspondiente cantidad de lana, para obtener biocomposites con 7%, 10%, 15% y 20% en peso de lana. El conjunto se añadió a 500 mL de agua destilada. Las mezclas se calentaron a 80 °C durante 30 min, con un agitador mecánico a 150 rpm. Entonces, se añadió un 20% en peso de glicerol (sobre el peso de la proteína de soja) y se ajustó el pH a 10 con NaOH 1 M. La dispersión resultante se mantuvo a 80 °C durante otros 30 min, removiendo a 150 rpm.

Las mezclas se vertieron en moldes y se congelaron a -23 °C durante 48 h. Se liofilizaron las muestras con un liofilizador Alpha 1-4 LD (Martin Chirst), obteniendo los biocomposites finales, denominados PSL7, PSL10, PSL15 y PSL20, respectivamente. Todas las muestras se almacenaron en atmósfera controlada (25 °C, 50% humedad relativa) previa a las medidas.

### 2.2. Medidas de absorción acústica

Para las medidas de coeficiente de absorción acústica a incidencia normal se empleó un sistema de medida ACUPRO de Spectronics con un tubo de impedancia de Kundt, usando el método de función de transferencia [1], y de acuerdo a ASTM E-1050. El tubo de Kundt tenía un diámetro interior de 34,9 mm, y dos micrófonos de 1/2" para medidas en el rango 50 – 5700 Hz. Se midieron muestras de distintos espesores para cada biocomposite. Para cada composición y espesor, se realizaron 8 tests, retirando y volviendo a introducir las muestras del portamuestras cada vez, y cambiando también la orientación respecto de los micrófonos.

### 2.3. Microscopía electrónica de barrido (MEB)

El análisis de MEB se realizó en un microscopio Hitachi S-4800. Antes de la observación, las muestras se montaron en una superficie de metal mediante cinta adhesiva de doble cara, y recubierta con oro en vacío, usando un aparato de pulverización de iones de capa fina JEOL JFC-1100, en atmósfera de argón. Todas las muestras se examinaron con un voltaje de aceleración de 10 kV.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 a) se puede ver una imagen de la muestra PSL20, mostrando buena homogeneidad y aspecto. En las Figuras 1 b) y c) se observan dos imágenes MEB de la muestra PSL7 en dos escalas distintas. En el análisis se puede apreciar un diámetro de fibra de entre 20 y 100  $\mu\text{m}$ , lo cual supone una calidad gruesa [2]. En la Figura 1 c) se muestra la matriz biopolimérica, que rodea las fibras, ordenada en láminas.

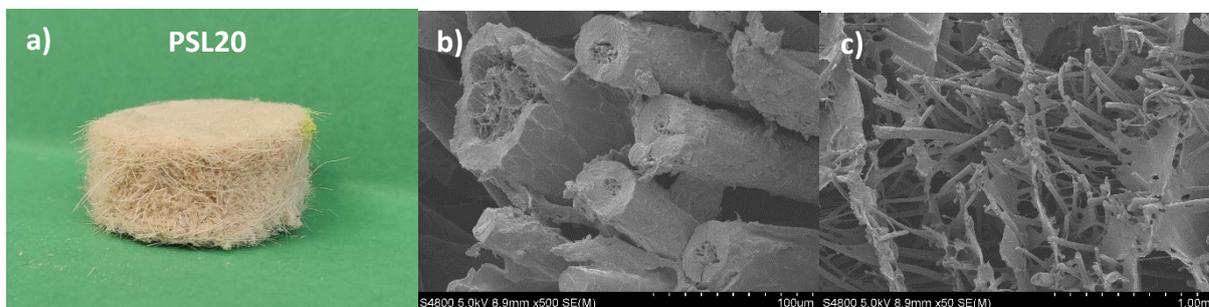


Figura 1 – a) Fotografía de la muestra de biocomposite PSL20, e imágenes MEB del biocomposite LPS7 en una escala de b) 100  $\mu\text{m}$  c) y 1 mm.

Los resultados de coeficiente de absorción acústica a incidencia normal se dan en las Figuras 2 a), b) y c), para espesores de 30, 45 y 60 mm, respectivamente. Se puede apreciar cómo los valores obtenidos a partir de 1000 Hz superan el nivel 0,8 prácticamente en todos los casos; la excepción es la muestra PSL7, que tiene el menor porcentaje de lana.

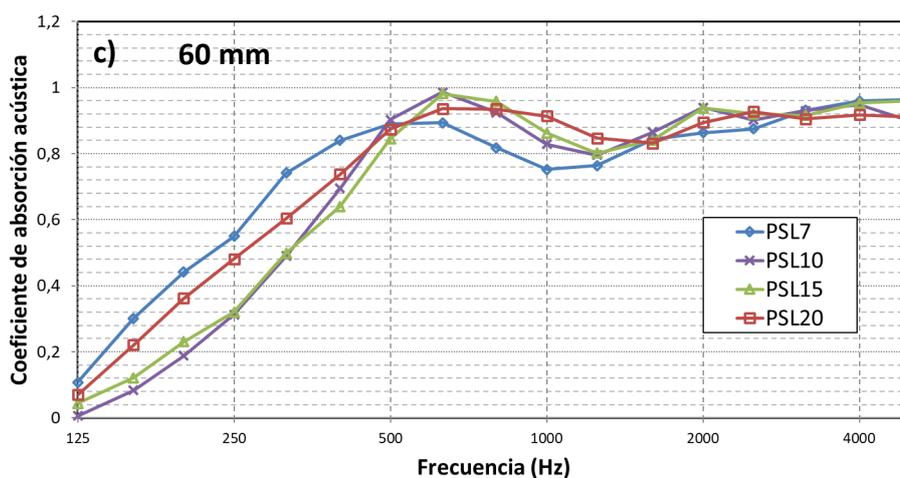
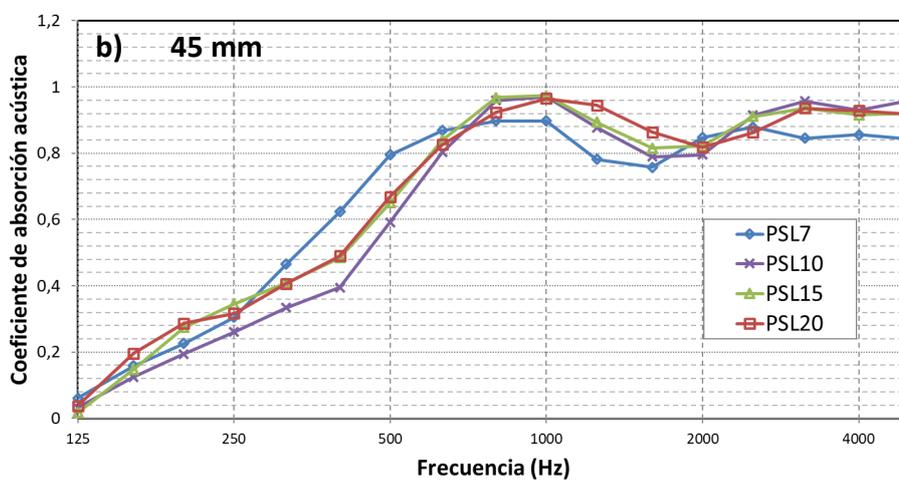
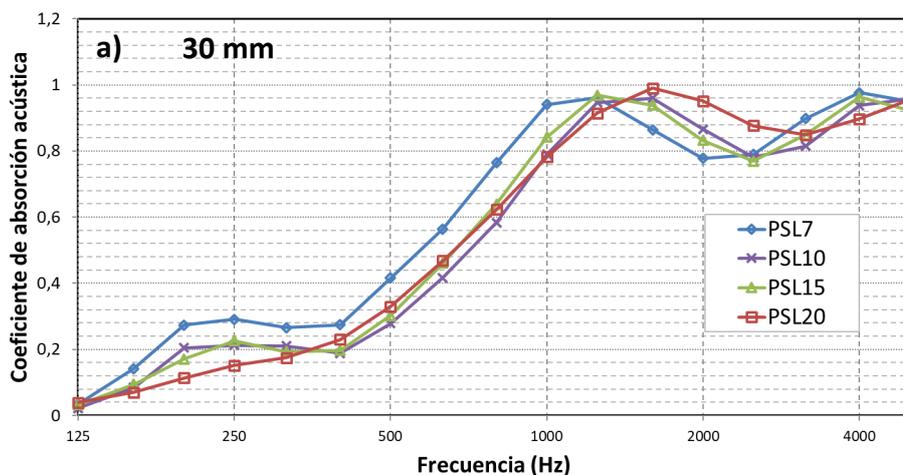


Figura 2 – Coeficiente de absorción acústica a incidencia normal para muestras de biocomposites de lana de oveja/proteína de soja con espesores a) 30 mm, b) 45 mm, c) 60 mm.

Se ha realizado un análisis más exhaustivo de la dependencia del coeficiente de absorción respecto del espesor para el biocomposite PSL20. La gráfica correspondiente se presenta en la Figura 3. Como es esperable para absorbentes porosos, al aumentar el espesor de la muestra, los picos del máximo de coeficiente de absorción se desplazan hacia frecuencias menores. Las muestras de 60 mm son las que presentan una alta absorción en el rango más amplio del espectro.

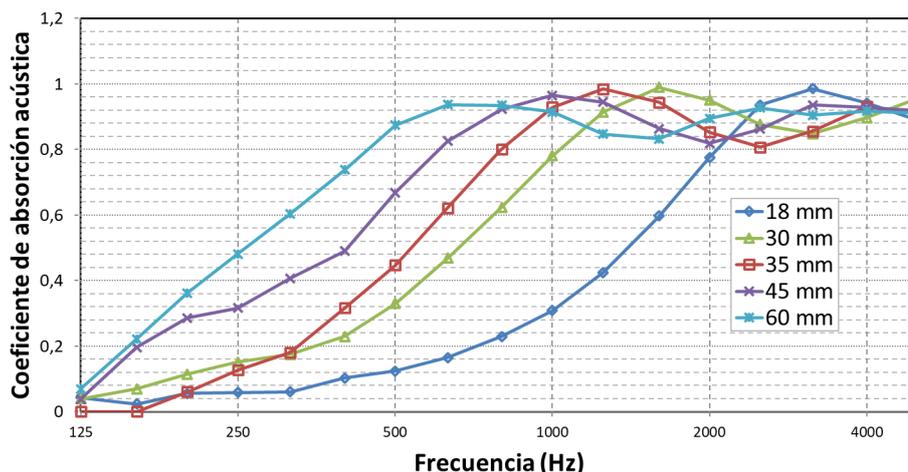


Figura 3 – Coeficiente de absorción acústica a incidencia normal para muestras del biocomposite PSL20 con espesores 18, 30, 35, 45, y 60 mm.

Los valores obtenidos son comparables a los reportados para composites de lana de oveja/PET [3], y también a los de materiales comerciales comúnmente usados en construcción como PET o kenaf.

### 3. CONCLUSIONES

Los biocomposites de proteína de soja/lana de oveja han demostrado tener prestaciones de absorción acústica comparables a materiales comerciales como el PET o el kenaf. Esto los convierte en una alternativa sostenible para la industria de la construcción, dado el origen enteramente renovable y el carácter biodegradable de estos materiales.

### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto PID2021-124294OB-C22 de los fondos MCIN/AEI/10.13039/501100011033/ FEDER, UE y por el Gobierno Vasco (IT1658-22). Los/as autores/as agradecen a la pastora Paula Menoyo, del caserío Landazurieta de Ametzaga de Zuia (Álava) por haber proporcionado la lana de oveja; también a Erika Macho, del Departamento de Física Aplicada de la Escuela de Ingeniería de Bilbao (UPV/EHU), por su generosa ayuda con las medidas acústicas.

## REFERENCIAS

- [1] Hua, X.; Herrin, D. W. Reducing the uncertainty of sound absorption measurements using the impedance tube method. *SAE Technical Paper Series*, (2013).
- [2] Ghermezgoli, Z. M.; Moezzi, M.; Yekrang, J.; Rafat, S. A.; Soltani, P.; Barez, F. Sound absorption and thermal insulation characteristics of fabrics made of pure and crossbred sheep waste wool. *Journal of Building Engineering*, 35(102060), (2021), 102060. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2020.102060>
- [3] Rey, D.; Uris, R.; Alba, A.; Candelas, J. Characterization of sheep wool as a sustainable material for acoustic applications. *Materials*, 10 (2017), 11. <https://doi.org/10.3390/ma10111277>