

ISSN: 2322-7672

# **II Encuentro de Investigación Formativa Ingeniería Industrial Medellín**

Memorias

---

Diana Rocío Roldán Medina  
Beatriz Elena Ángel Álvarez  
Compiladoras



Universidad  
Pontificia  
Bolivariana

© Diana Rocío Roldán Medina (Compiladora)  
© Beatriz Elena Ángel Álvarez (Compiladora)  
© Editorial Universidad Pontificia Bolivariana

**II Encuentro de Investigación Formativa - Memorias**

ISSN: 2322-7672

Primera edición, 2012

Escuela de Ingenierías

Facultad de Ingeniería Industrial

**Gran Canciller UPB y Arzobispo de Medellín:** Mons. Ricardo Tobón Restrepo

**Rector General:** Mons. Luis Fernando Rodríguez Velásquez

**Vicerrector Académico:** Pbro. Jorge Iván Ramírez Aguirre

**Editor:** Juan José García Posada

**Coordinación de producción:** Ana Milena Gómez C.

**Diagramación:** Juan Esteban Casas Tejada

**Corrector de estilo:** César Alejandro Buriticá

**Dirección editorial:**

Editorial Universidad Pontificia Bolivariana, 2012

Email: [editorial@upb.edu.co](mailto:editorial@upb.edu.co)

[www.upb.edu.co](http://www.upb.edu.co)

Telefax: (57) (4) 354 4565

A.A. 56006 - Medellín - Colombia

**Radicado:** 1037-16-08-12

Prohibida la reproducción total o parcial, en cualquier medio o para cualquier propósito sin la autorización escrita de la Editorial Universidad Pontificia Bolivariana.

# Metales celulares para aplicaciones acústicas

---

**Laura Pomar R.**

Universidad Pontificia Bolivariana  
laura.pomar@alfa.upb.edu.co

**Juliana Sánchez P.**

Universidad Pontificia Bolivariana  
juliana.sanchez@alfa.upb.edu.co

**Patricia Fernández M.**

Universidad Pontificia Bolivariana  
patricia.fernandez@upb.edu.co

**Abstract**

---

In general, it was found that porous materials are excellent sound absorbers. Moreover compared with conventional materials, these are particularly suitable for applications in extreme conditions. In particular, cellular metals have a porous structure that allows the absorption of characteristic vibrations of sound waves. In recent years, cellular metals especially metallic sponges, have been studied in the GINUMA-UPB, and it is intended to provide researching on the acoustic properties and to make a comparison with other currently used materials of the same family. It also presents an analysis of the coefficient of normal incidence sound absorption

of metallic sponges manufactured by the process of Soluble Preform Infiltration. The sponges used for this work, were fabricated with different morphology, varying the thickness and pore size. Finally, it shows the influence of these parameters over the acoustical behavior.

**Keywords:** Acoustic absorption, absorption coefficient, metallic sponges, cellular metals.

## Resumen

---

En general, se ha comprobado que los materiales porosos son excelentes absorbentes acústicos. Además, en comparación con los convencionales, éstos están especialmente adecuados para aplicaciones en condiciones extremas. Forman parte de ellos los metales celulares con una estructura porosa que les permite la absorción de las vibraciones propias de las ondas de sonido. Desde hace algunos años los metales celulares, en especial las esponjas de aluminio, han sido estudiadas en el GINUMA UPB, a partir de lo cual se pretende aportar en la investigación sobre las propiedades acústicas y su comparación con otros materiales utilizados actualmente y materiales de su misma familia. Se presenta además un análisis del coeficiente de absorción acústica a incidencia normal de esponjas de aluminio fabricadas mediante el proceso de infiltración de preformas solubles (IPS). Se fabricaron esponjas de distinta morfología, variando el espesor y el tamaño de poro. Se muestra la influencia de estos parámetros en el comportamiento acústico.

**Palabras clave:** Absorción acústica, coeficiente de absorción, metales celulares, esponjas de aluminio.

## Introducción

---

La absorción acústica constituye uno de los principales requisitos para la comodidad humana de hoy. Requisitos de aislamiento acústico en los automóviles, los entornos de habitación y equipos, están propiciando la necesidad para desarrollar materiales más eficientes, económicos y ambientalmente amigables asociados con buenas capacidades de absorción acústica.

Los materiales porosos en general, son considerados materiales con un comportamiento sobresaliente en la absorción de sonido. Entre estos, los de tipo polimérico y las maderas son actualmente los más utilizados para aplicaciones que requieran absorción de sonido. De reciente aparición, los metales celulares son una nueva y llamativa clase de materiales que ofrecen una gran variedad de aplicaciones estructurales y funcionales. Las esponjas metálicas hacen parte de este grupo de materiales y se caracterizan por tener una estructura porosa abierta. Éstas pueden aportar otras características adicionales a su absorción de sonido, tales como su resistencia a las altas temperaturas y aislamiento térmico, dada su buena transferencia de calor y su resistencia mecánica. Además, al ser metálicas pueden ser recicladas en el momento de su desinstalación.

La presente investigación pretende determinar la eficiencia de las esponjas de aluminio en la absorción acústica, y establecer comparativamente, qué potencial de uso pueden llegar a tener en aplicaciones como paneles acústicos para aplicaciones en cerramientos, oficinas, hoteles, locaciones para congresos, centros comerciales, gimnasios, etc.

## Metodología

---

Inicialmente se recolectó la información para llevar a cabo un estado del arte sobre los materiales utilizados comúnmente y el uso de metales celulares en absorción acústica. Se está indagando además, sobre las normas en el campo de la absorción acústica (paneles). Esta etapa está en desarrollo a la fecha.

Después se realizó la fabricación de esponjas de aluminio por medio del proceso de infiltración de preformas solubles (IPS) que consiste en un proceso apoyado en el uso de presión de vacío. Se fabricaron esponjas con dos tamaños de poro y muestras de al menos dos espesores diferentes, para realizar pruebas de absorción acústica, en la figura 1 se muestran 3 tipos de esponjas.

Figura 1. Esponjas de aluminio de diferente tamaño de poro



Se continuó con el desarrollo experimental para determinar la capacidad de absorción acústica de las esponjas de aluminio bajo estudio.

Finalmente se efectuó el análisis de datos y comparación de propiedades de las esponjas de aluminio en comparación con otros materiales, determinación de la influencia de la porosidad y el espesor de la muestra.

## Presentación y análisis de resultados

En primer lugar se midió el coeficiente de absorción acústica a incidencia normal mediante el tubo de Kundt (rango 50 - 1600 Hz), de muestras de esponjas de aluminio fabricadas en la Universidad Pontificia Bolivariana. El coeficiente de absorción acústica, es una propiedad extrínseca que depende del espesor y la frecuencia, y que es función de las propiedades intrínsecas del material (porosidad, densidad, etc.).

Los resultados que se presentan, muestran el aumento del coeficiente de absorción a bajas frecuencias, el cual está ligado a dos variables principales, el espesor y el tamaño de poro.

Figura 2. Coeficiente de absorción de esponja de aluminio de espesor 20mm y poro 1mm.

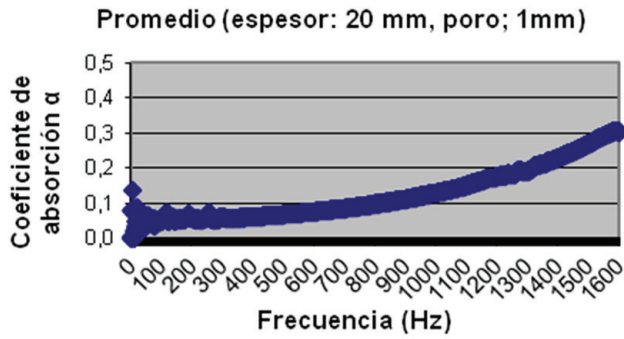


Figura 3. Absorción de esponja de aluminio de espesor 20mm y poro 2mm.

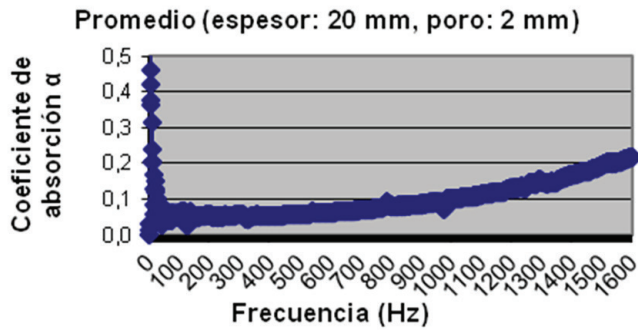


Figura 4. Absorción de esponja de aluminio de espesor 45mm y poro 1mm.

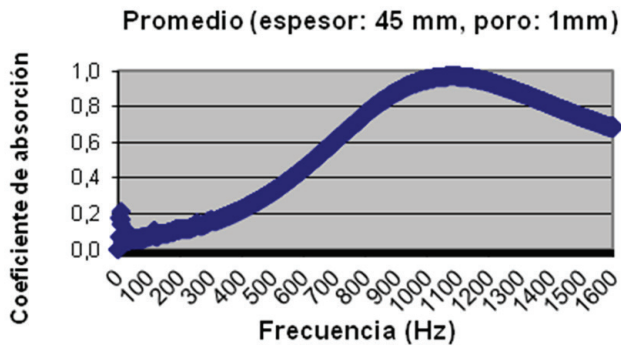
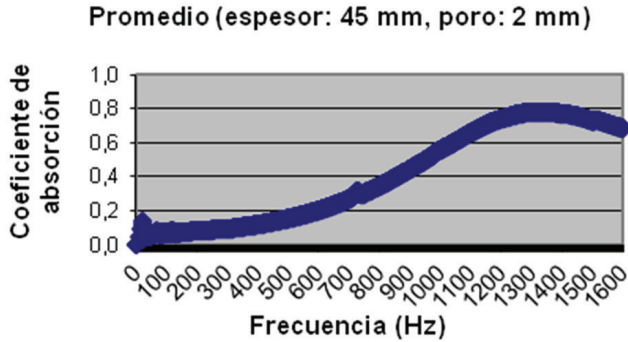


Figura 5. Coeficiente de absorción vs Frecuencia de esponja de aluminio de espesor 45mm y poro 2mm.



Se observa cómo el coeficiente de absorción ( $\alpha$ ) aumenta a medida que se aumenta la frecuencia. Las esponjas de aluminio utilizadas en este estudio varían en dos de tamaño de porosidad y espesores. El espesor de 45mm alcanza un alto  $\alpha$  en comparación con el de 20mm con las mismas condiciones de frecuencia.

Por otra parte, la tortuosidad, entendida como el trayecto complejo creado entre los poros interconectados, influye en la absorción acústica máxima, reduciéndose la frecuencia y la absorción acústica máxima (en menor medida) cuanto mayor es el valor de la tortuosidad.

Aunque el espesor es una variable a tener en cuenta en el  $\alpha$ , es más influyente la morfología del poro (tamaño y ubicación) por lo tanto el mejor resultado obtenido en las pruebas realizadas se obtuvieron bajo las condiciones de espesor de 45mm y poro 1mm de las esponjas fabricadas en la Universidad Pontificia Bolivariana.

Cuantitativamente, de las figuras 2 a 4, se puede observar que las esponjas de tamaño de poro 1 mm y 45 mm de espesor, presentan el mejor comportamiento de absorción acústica, alcanzando un valor promedio cercano a 1, máximo valor del coeficiente para materiales utilizados en el campo de absorción de sonido, y equiparable con la lana de vidrio (típicamente usado). Es importante resaltar, que este comportamiento se da a un valor de frecuencia establecido en el rango estudiado, y para este caso, la frecuencia de respuesta fue de 1100 Hz.

Lo anterior quiere decir, que con el fin de establecer la posible aplicación de las esponjas metálicas, se debe analizar la frecuencia que corresponda a este nivel, para que se dé el adecuado uso. Esta etapa está en proceso.



## Conclusiones y recomendaciones

Las esponjas de aluminio son materiales con porosidad abierta que logran amortiguar de manera eficiente las vibraciones de tipo acústico, comparativamente con otros tipos de materiales que son actualmente utilizados, incluso que los de la misma familia de metales celulares (espumas o esferas huecas).

De estos primeros resultados se deduce que el coeficiente de absorción acústica de las esponjas de aluminio está regido por dos parámetros principales: el espesor y la morfología del poro (tamaño y tortuosidad).

Por otra parte, las esponjas de tamaño de poro pequeño presentan mejores resultados que las de poro grande, y en cuanto al espesor, un mayor espesor ofrece una mayor cantidad de caminos tortuosos que mejoran la capacidad de absorción de sonido, como era de esperarse.

## Referencias

1. Alba, Jesús; Marant, Vincent; Aguilera, Juan Luis; Ramis, Jaime. “Criterios de selección de materiales acústicos absorbentes con técnicas basadas en tubo de kundt”. 2004
2. Banhart, John. “Properties and Applications of Cast Aluminum Sponges”. 2004
3. Castañeda, Jaime Andrés; González, Héctor Álvaro. “Medición del coeficiente de absorción del sonido”. 2004
4. Davies, G.J.; Zhen, Shu. “Metallic foams: their production, properties and applications”. 1983
5. Grant, Paul; Lord, Jerry. “Review of Industrial Survey on Metallic Foams”. 2000
6. Han, Fusheng; Seiffert, Gary; Zhao, Yuyuan; Gibbs, Barry “Acoustic absorption behaviour of an open-celled aluminium foam”. 2003
7. J. A. González Ganso, C. García Serrada “Propiedades acústicas intrínsecas de los asfaltos porosos”. 2008
8. Lloyd Klepper, David; Banhart, John. “A sound use for metal foam”. 2006
9. Navacerrada, M<sup>a</sup> Ángeles; Díaz, César; Pedrero, Antonio; García, Luis E. “Absorción acústica a incidencia normal de espumas de Aluminio”
10. Navacerrada, M. A.; Díaz, C.; Pedrero, A.; García, L.E. “Absorción acústica de espumas de aluminio”. 2008