

## PROPUESTA DE SOLUCIONES LIGERAS PARA AISLAMIENTO ACÚSTICO BASADAS EN NANOFIBRAS Y GREEN COMPOSITES

PACS: 43.55Ev

Del Rey Tormos, Romina<sup>1</sup>; Alba Fernández, Jesús<sup>1</sup>; Llopis Reyna, Ana<sup>1</sup>; Guillem Guillamon, Ignacio<sup>1</sup>,

<sup>1</sup>Centro de Tecnologías Físicas: Acústica, Materiales y Astrofísica. Universitat Politècnica de València.

C/ Paraninfo nº1, Grau de Gandia 46730 (Valencia). España.

E-mail: [roderey@doctor.upv.es](mailto:roderey@doctor.upv.es), [jesalba@fis.upv.es](mailto:jesalba@fis.upv.es)

### ABSTRACT

Green Composites can be validated as absorbent acoustic materials or as part of airborne sound insulation solutions. In this work has been studied the improvement of airborne sound insulation using new solutions made from composite materials. The evaluated solution is composed by a green composite made from flax fibers, as lightweight element, and a material made from polyester fibers combined with nanofibers, as absorbent acoustic material. The airborne sound insulation results of this 100% recyclable solution are compared with the results obtained of several plasterboard solutions (common lightweight solution in the current building)

Keywords: Green Composites, nanofibers, Acoustic Isolation.

### RESUMEN

Los Green composites pueden ser validados como materiales absorbentes acústicos o como parte de soluciones a aislamiento acústico. En este trabajo se estudia la mejora del aislamiento acústico a ruido aéreo con nuevas soluciones tipo composites. La solución evaluada está formada por un green composite de fibras de lino como elemento ligero y fibras de poliéster combinadas con nanofibras como material absorbente. Se comparan los resultados de esta solución 100% reciclable con combinaciones de placas de yeso (solución ligera común al aislamiento acústico en la edificación actual).

Palabras clave: Green Composites, nanofibras, aislamiento acústico.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el aislamiento acústico es uno de los requisitos a considerar en la construcción en España. Además, desde la publicación del Documento Básico de protección frente al ruido del Código Técnico de Edificación (Real decreto 1371/2007) [1], las exigencias para la comodidad de los ciudadanos han aumentado. Esto ha creado la necesidad de buscar nuevos materiales compuestos que cumplan con los nuevos códigos de construcción acústicas requeridas. Por otra parte, la conciencia sobre el uso de materias primas, el estudio de ciclos de vida y la re-utilización de recursos es cada vez mayor en toda la sociedad. Así se ha manifestado, en el 'HORIZONTE2020', H2020, Programa Marco de Investigación e Innovación de la Unión Europea. En este programa marco se financian proyectos de investigación e innovación de diversas áreas temáticas en el contexto europeo y, concretamente, su Acción 5, 'Acción por el clima, medioambiente, eficiencia de los recursos y materias primas', plantea diferentes líneas de actuación. Una de ellas hace referencia a "posibilitar la transición hacia una economía y una sociedad verdes a través de la ecoinnovación" reforzando, entre otros, los productos ecoinnovadores. Así pues, dentro de este nuevo grupo de productos se pueden incluir ecomateriales elaborados a partir de desechos de otros procesos de fabricación, de fibras naturales o materiales reciclados que sean susceptibles de convertirse en materiales acústicos aplicables a la construcción.

El uso de fibras naturales para elaborar ecomateriales ha sido tema de estudio durante las dos últimas décadas [2-5], dando el nombre a estos nuevos materiales de Green Composites. Algunas de las ventajas que presentan las fibras naturales frente las fibras sintéticas es que son renovables, no abrasivas, más económicas, abundantes en la naturaleza y no se contamina durante la manipulación de las mismas.

En este trabajo se muestran resultados de mediciones en cámara de transmisión de tamaño reducido [6] de una solución ligera propuesta para aislamiento a ruido aéreo. La solución está formada por placas de green composites de fibras de lino (como capas impermeables) y lana de poliéster reciclado con acabados de nanofibras (como material absorbente). Se enmarca dentro del proyecto BIA2013-41537-R (BIAEFIREMAT "Desarrollo de nuevos eco-materiales y soluciones constructivas sostenibles para edificación basado en el uso de residuos y materias primas renovables") que está financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad de España y cofinanciado con fondos FEDER., dentro del Programa Estatal I+D+I orientada a los Retos de la Sociedad 2013.

## CARACTERIZACIÓN ACÚSTICA

En este apartado se muestran los resultados que nos conducen a pensar en la combinación "Green Composite+Poliéster Combinado con Nanofibra+ Green Composite" como posible solución ligera al aislamiento acústico, comparable con las tradicionales placas de yeso.

### TL en incidencia normal del Green Composite de Lino

El green-composite que se presenta como parte de la solución acústica en este trabajo, es un composite textil prácticamente 100% reciclable, ya que la resina que se utiliza para su elaboración es tipo epoxy [7]. Se han realizado ensayos de Transmission Loss (TL) en tubo de impedancia en los laboratorios de la Escuela Politécnica Superior de Gandia de la Universitat Politècnica de València (EPSG-UPV) [8], con tubos específicos fabricados al efecto. En la figura 1 se puede observar detalles de estos ensayos y en la figura 2 los resultados de los mismos.



Figura 1. Detalles de ensayos del Green Composite utilizado en la solución de aislamiento a ruido aéreo. Ensayos de TL en incidencia normal. EPSG-UPV.

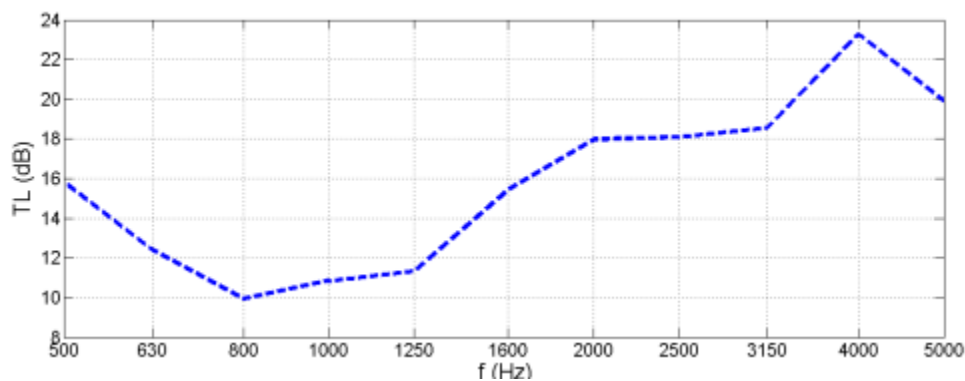


Figura 2. Resultados de los ensayos de TL en incidencia normal de la placa de lino de 5mm de espesor.

### Mejora de la absorción del PET con acabado de nanofibras

Son conocidas las ventajas en la absorción sonora de recubrimientos con acabados de nanofibras sobre absorbentes de poliéster reciclado (PET) [9]. También en los laboratorios de la EPSG-UPV se realizaron una multitud de ensayos de la absorción sonora en incidencia normal [10] dentro del proyecto Europeo LIFE09-NOISEFREETEX [11], donde se pudo concluir, que después de concretar la combinación más adecuada de PET base con acabado de nanofibra, estas soluciones reducen el espesor efectivo del material, manteniendo sus características de absorbentes acústicos.

En la figura 3 se muestran algunos acabados de nanofibras, así como los valores del coeficiente de absorción en incidencia normal [10] de los absorbentes con acabados de nanofibras. Los detalles de cada uno de las combinaciones; tipo de nanofibra (ANY6, NY6, PETR) o densidad de la base de PET (400, 720 o 1200) [9]. En este trabajo se muestra como ejemplo para justificar su participación como absorbente en la solución propuesta como solución ligera al aislamiento de ruido aéreo.



A NY6+PEO\_400



NY6+PEO\_720

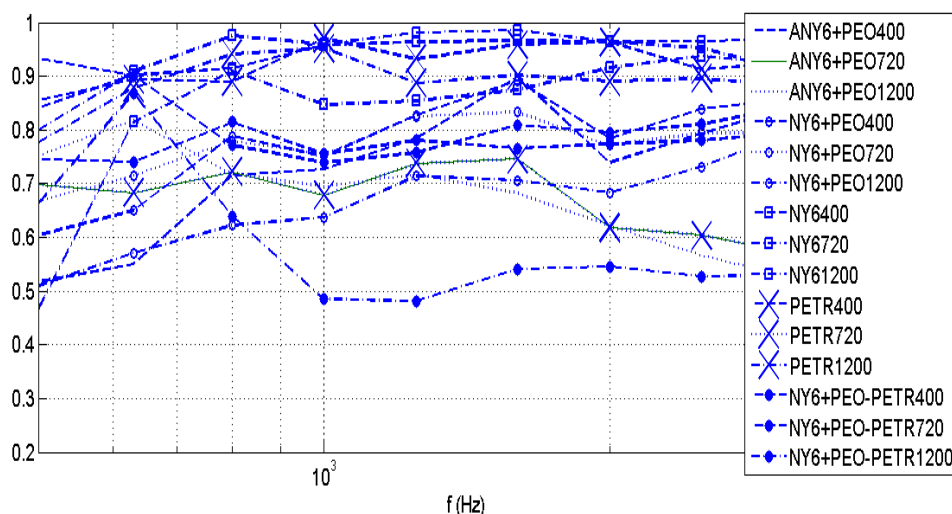


Figura 3. Algunos ejemplos de base de poliéster reciclado con acabados de nanofibras (superior) y resultados de los ensayos de coeficiente de absorción en incidencia normal de éstos absorbentes.

El reducido espesor de las placas de Green composites (de 3 y 5 mm), los valores de TL (dB) que se observan en la figura 2, junto con la experiencia conocida en acabados de nanofibras sobre textiles PET, nos hacen pensar en la combinación que se presenta en este trabajo como solución ligera al aislamiento de ruido aéreo.

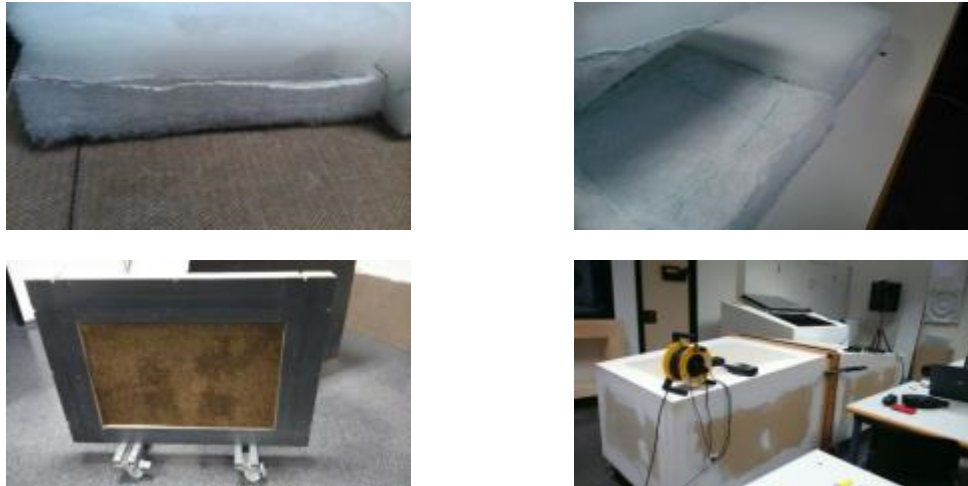
### RESULTADOS: AISLAMIENTO ACÚSTICO A RUIDO AÉREO. CÁMARA DE TRANSMISIÓN DE TAMAÑO REDUCIDO.

Se muestran en este apartado los resultados del aislamiento acústico a ruido aéreo de las siguientes configuraciones:

- 1- Placa Green Composite 5mm + PET combinado con Nanofibra (30+30 mm) + Placa Green Composite 5mm
- 2- Placa Green Composite 3mm + PET combinado con Nanofibra (30+30 mm) + Placa Green Composite 3mm
- 3- Placa Green Composite 5mm + PET (sin Nanofibra) (40+40 mm) + Placa Green Composite 5mm
- 4- Placa Green Composite 3mm + PET (sin Nanofibra) (40+40 mm) + Placa Green Composite 3mm

Como absorbente de la solución propuesta se decide utilizar un sándwich de doble capa de PET con acabado de nanofibra de 30 mm de espesor cada una. Se realizan ensayos también de soluciones elaboradas a partir de PET sin nanofibras, para poder estudiar la influencia en el centro de la solución de la nanofibra. En este caso, los absorbentes son de mayor espesor (40

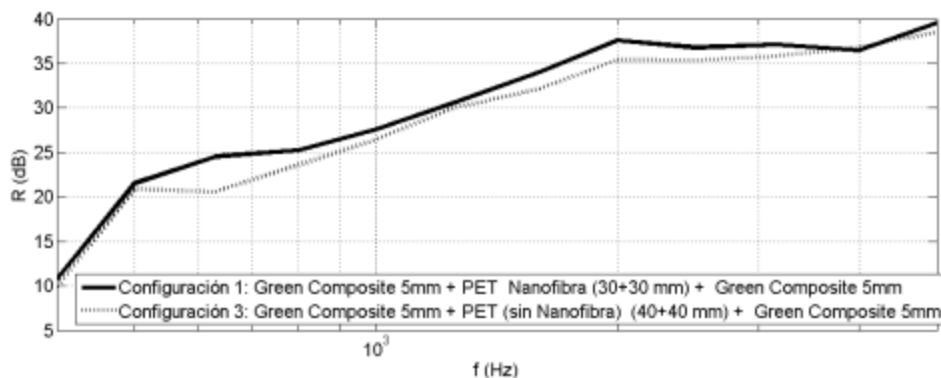
mm cada uno). En la figura 4 se observa algún detalle de las configuraciones con combinados de PET y nanofibras (superiores), así como detalles del portamuestras y de los ensayos en cámara de transmisión para muestras de tamaño reducido.



*Figura 4. Detalles de la placa de green composite junto con el PET combinado con nanofibras. Detalle del portamuestras y de los ensayos.*

La cámara de transmisión de tamaño reducido, o cámara de transmisión para muestras de pequeño tamaño es una herramienta fundamental en el campo de la caracterización de materiales todavía en fase de investigación y desarrollo. Detalles de la fabricación y puesta en marcha de la misma se pueden encontrar en algunas referencias [6] [12].

En las figuras 5 y 6 se muestran los valores del aislamiento a ruido aéreo que se obtiene a partir de los ensayos en cámara de transmisión para muestras de tamaño reducido. Los valores se muestran a partir de los 400 Hz, ya que a frecuencias más bajas no podemos asegurar que los valores obtenidos sean comparables con ensayos normalizados [6] [12]. En la figura 5 se comparan los valores para las configuraciones 1 y 3; con nanofibra y sin nanofibra respectivamente y espesor de la placa de Green Composite 5mm. En la figura 6 se comparan los valores para las configuraciones 2 y 4; con nanofibra y sin nanofibra respectivamente y espesor de la placa de Green Composite 3mm.



*Figura 5. Resultados de los ensayos realizados en la cámara de transmisión para muestras de tamaño reducido. Comparativa entre absorbente CON/SIN nanofibra. Espesor de la placa de Green composite 5mm.*

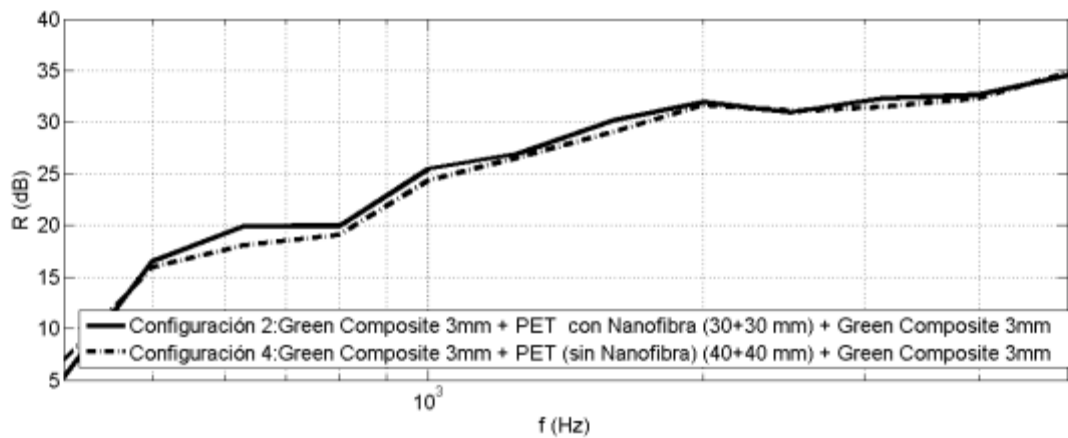


Figura 6. Resultados de los ensayos realizados en la cámara de transmisión para muestras de tamaño reducido. Comparativa entre absorbente CON/SIN nanofibra. Espesor de la placa de Green composite 3mm.

Se decide realizar una estimación del índice de reducción ponderado  $R_w$  [12]. Este valor, para el caso de las configuraciones 1, 2, 3 y 4 (C1, C2, C3 y C4) no refleja exactamente el significado del valor global que especifica la norma [13]. En la norma se consideran frecuencias por debajo de 400 Hz para el cálculo de este valor global. No es el caso de las configuraciones C1, C2, C3 y C4. En la figura 7 se compara este valor global para las 4 configuraciones con Green Composite, con placa de yeso común. Para especificar que los cálculos no son estandarizados, se denota el valor global con un asterisco ( $R_w^*$ ).

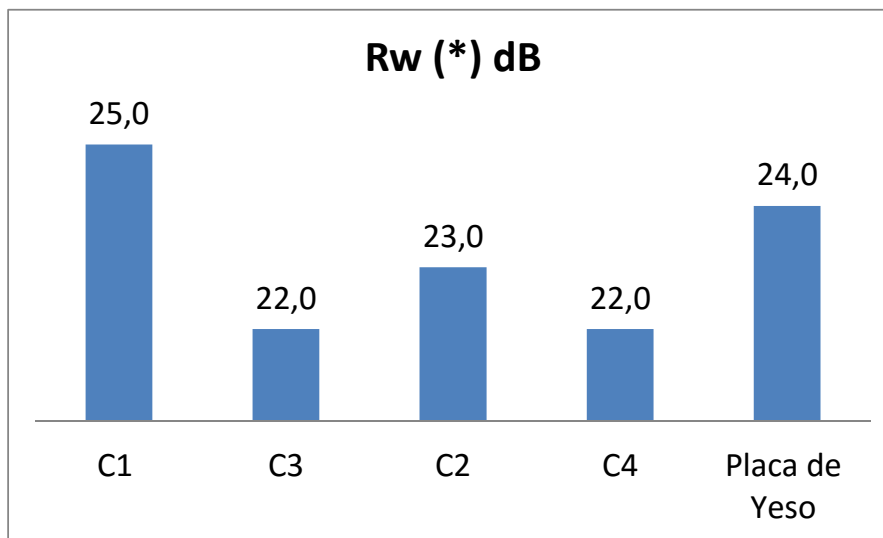


Figura 7. Comparación de valores globales (\*) del aislamiento de las 4 configuraciones expuestas e este trabajo con placa de yeso comúnmente utilizada como solución ligera al aislamiento acústico.

## CONCLUSIONES

En este trabajo se propone una combinación de Green Composites y absorbentes con acabados de nanofibras como solución ligera al aislamiento acústico a ruido aéreo. En concreto, las placas de Green Composites son placas de fibras textiles (lino) de 3 y 5 mm de espesor. Como material absorbente se elige una estructura doble de poliéster reciclado de 30 mm de espesor con

nanofibras en su parte central. Son conocidas las pérdidas por transmisión en incidencia normal de las placas de lino (figura 2), así como la absorción sonora en incidencia normal del PET con recubrimiento de nanofibras (figura 3).

Para evaluar el comportamiento de la combinación que se propone como solución ligera, se realizan ensayos en cámara de transmisión de tamaño reducido. Los resultados son comparados con la misma configuración sin nanofibras (figuras 5 y 6). Se observa en estas figuras que existe un ligero aumento en los valores del aislamiento a ruido aéreo al introducir las nanofibras en el caso de la placa de composite de 5mm, pero no se puede apreciar mejora para las configuraciones elaboradas a partir de composite de lino de 3 mm de espesor.

Se realiza una estimación del valor global (\*) y se compara con datos de yeso laminado, solución ligera al aislamiento acústico muy común en edificación. Se observa que en todo caso, el valor de  $R_w^*$  de las configuraciones con el acabado de nanofibras está por encima que en el caso de las configuraciones sin nanofibra: 25 dB frente 22 dB en el caso de configuración con placa de lino de 5mm, y 23 dB frente 22 dB en el caso de configuración con placa de lino de 3mm. Además, se supera en algunos casos (Configuración 1) el valor del índice global para la placa de yeso laminado.

Los resultados nos indican que la combinación presentada en este trabajo se comporta como una solución al aislamiento acústico, con la ventaja de ser, prácticamente 100%. Como líneas futuras, es necesario establecer la influencia de la posición del acabado de nanofibra dentro de la solución en el valor del aislamiento acústico, así como intentar reducir el espesor del absorbente.

#### AGRADECIMIENTOS

En este trabajo se presentan resultados del proyecto BIA2013-41537-R (BIAEFIREMAT “Desarrollo de nuevos eco-materiales y soluciones constructivas sostenibles para edificación basado en el uso de residuos y materias primas renovables”) que está financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad de España y cofinanciado con fondos FEDER., dentro del Programa Estatal I+D+I orientada a los Retos de la Sociedad 2013.

#### REFERENCIAS

- [1] Documento Básico de Protección Frente al Ruido del Código Técnico de la Edificación (DB-HR del CTE)
- [2] Habibi, Y., El-Zawawy, W. K., Ibrahim, M. M., and Dufresne, A. (2008). “Processing and characterization of reinforced polyethylene composites made with lignocellulosic fibers from Egyptian agro-industrial residues,” *Compos. Sci. Technol.* 68(7-8), 1877-1885
- [3] López, J. P., Mutjé, P., Pèlach, M. À., El Mansouri, N.-E., Boufi, S., and Vilaseca, F. (2012). “Analysis of the tensile modulus of polypropylene composites reinforced with stone groundwood fibers,” *BioResources* 7(1), 1310-1323
- [4] Serrano A., Espinach F.X., Julian F., del Rey R., Mendez J.A., Mutje P. Estimation of the interfacial shears strength, orientation factor and mean equivalent intrinsic tensile strength in old newspaper fiber/polypropylene composites. *Composites part B*, 50, 232-238 (2013))
- [5] J. Alba, R. del Rey, JM Gadea, J Segura, E Julià. Estudio de nuevos materiales composites para soluciones ligeras al aislamiento acústico. IX Congreso Iberoamericano de Acústica. FIA 2014. Valdivia. Chile.
- [6] Del Rey R., Alba J., Bertó L., Hervás C., Sanchis V. (2012c). ‘Construcción de un tubo de impedancia para la medida de las pérdidas por transmisión’. VIII Congreso Iberoamericano de Acústica. Évora-Portugal.
- [7] Use of eco-Friendly Epoxy Resins From Renewable Resources as Potential Substitutes of Petrochemical Epoxy resins for Ambient Cured Composites with Flax Reinforcements.

- D. Bertomeu, D. García-Sanoguera, O. Fenollar, T. Boronat, R. Balart. Polymer Composites, 2012.
- [8] R. Reixach a, R. Del Rey b, J. Alba b, G. Arbat c, F.X. Espinach d,†, P. Mutjé e. Acoustic properties of agroforestry waste orange pruning fibers reinforced polypropylene composites as an alternative to laminated gypsum boards. Construction and Building Materials 77 (2015) 124–129
- [9] Romina Del Rey, Jesús Alba, Maria Blanes, Korina Molla, Bruno Marco, Enrico Fallarella, Francesca Peruzzi, Vicente Sanchis, Felipe Carrasco. Soluciones demostrativas para reducir la contaminación acústica en las áreas industriales mediante la utilización de tecnologías de acabados en los materiales textiles: PROYECTO LIFE09/ENV/ES/000461-NOISEFREETEX. Revista de Acústica, V45, N3 y 4.
- [10] UNE EN ISO 10534-2:2002. Determinación del coeficiente de absorción acústica y de la impedancia acústica en tubos de impedancia. Parte 2. Método de la función de transferencia. (ISO 10534-2:1998)
- [11] Project LIFE09 ENV/ES/461: NOISEFREETEX. <http://noisefreetex.aitex.net/>
- [12] Bertó Carbó, Laura. Nuevos materiales, modelos y técnicas de caracterización en acústica en la edificación y acústica ambiental. Tesis Doctoral – 2015.
- [13] UNE EN ISO 717-1:2013. Evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 1: Aislamiento a ruido aéreo. (ISO 717-1:2013)