

## INFLUENCIA DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS EN EL INCREMENTO DE AISLAMIENTO ACÚSTICO DE LOS REVESTIMIENTOS CON LOS QUE SE COMBINAN

PACS: 43.55.-Rg

Lasierra Liarte, Joaquín; Martínez Gómez, Francisco Javier  
Grupo de Vibroacústica de la Universidad de Zaragoza.  
C/ María de Luna s/n – Edificio Betancourt. Campus Universitario Río Ebro  
50018 Zaragoza.  
Tel: 976 762 162. Fax: 976 762 189  
E-Mail: [joaquin@grupovac.org](mailto:joaquin@grupovac.org); [fjmargo@unizar.es](mailto:fjmargo@unizar.es)

### ABSTRACT

This paper studies and analyzes the influence of coatings (panelling, floating floors and suspended ceilings) in terms of sound insulation, depending on the base elements (slabs and partitions) with which they combine. We studied the behavior of various building systems integrating those most influential physical variables such as surface mass, critical frequency and damping coefficient. Thus, after a series of simulations, we obtain analytical models that reproduce behavior increased isolation results in a coating depending on which elements combine, and therefore, their physical characteristics.

### RESUMEN

El presente trabajo estudia y analiza la influencia de los revestimientos (trasdosados, suelos flotantes y techos suspendidos), en términos de aislamiento acústico, en función de los elementos base (forjados y particiones) con los que se combinan. Para ello se estudia el comportamiento de varios sistemas constructivos integrando aquellas variables físicas más influyentes como son masa superficial, frecuencia crítica y coeficiente de amortiguamiento. De este modo, y tras realizar una serie de simulaciones, se obtienen modelos analíticos de comportamiento que reproducen el incremento de aislamiento que origina un revestimiento dependiendo de con que elementos se combine, y por lo tanto, de sus características físicas.

### 1. INTRODUCCIÓN

En la práctica, se toman consideraciones simplificadoras del comportamiento de los sistemas constructivos. Esto ocurre de forma específica en los revestimientos de particiones y forjados. Para caracterizar dichos revestimientos, tanto trasdosados como techos suspendidos y suelos flotantes, en lo que a aislamiento acústico a ruido aéreo se refiere, es necesario determinar la mejora de aislamiento que producen al combinarse con su elemento base correspondiente. En las ocasiones más afortunadas nos encontramos con que dicha mejora de aislamiento  $\Delta R_A$  es aportada por los fabricantes o distribuidores en función de la masa del elemento base al que

reviste, pero en otras muchas ocasiones vemos en catálogos valores de  $\Delta R_A$  fijos para cada trasdosado, suelo flotante o techo suspendido independientemente de con que otros elementos constructivos se combine.

Al realizar un amplio análisis bibliográfico sobre el tema que nos ocupa, la caracterización práctica de revestimientos en edificación, nos damos cuenta con cierta celeridad de que las herramientas que utiliza el proyectista son principalmente el “Catálogo de Elementos Constructivos del CTE” y la “Herramienta de Cálculo del Documento Básico HR Protección frente al ruido”. Si bien, las simplificaciones que aparecen en el CEC (que se reducen a tener en cuenta la masa superficial del elemento base con el que se combina un revestimiento) nos parecen adecuadas y del mismo modo la multitud de estudios analíticos teóricos que se han publicado, el objetivo que se busca es precisar la variación de  $\Delta R_A$  de los revestimientos introduciendo nuevas variables físicas (frecuencia crítica y coeficiente de amortiguamiento), pero ofreciendo al proyectista criterios prácticos.

Para dar el carácter práctico tan reiteradamente mencionado en la presente comunicación que se expone, se considera dividir en tres grupos a los revestimientos más habituales en edificación: trasdosados, suelos flotantes y techos suspendidos. Dichos subgrupos serán estudiados en los apartados que a continuación se desarrollan.

## 2. ANÁLISIS DE ELEMENTOS DE SEPARACIÓN VERTICALES (ESV)

En este apartado se analizan la influencia de los revestimientos de las particiones verticales, trasdosados.

Para realizar este análisis se seleccionan elementos base (particiones) representativos y que forman parte de la base de datos del CEC. Como característica común de los elementos constructivos que se proponen, resaltar que tienen valores de masa superficial muy próximos. De este modo se elimina esta dependencia para analizar otras variables físicas.

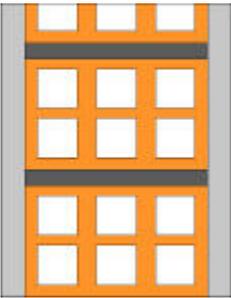
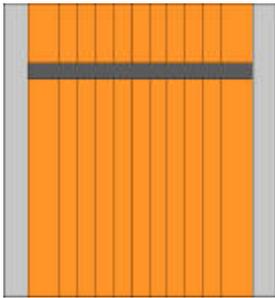
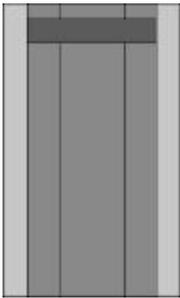
| Enl15+LHD 115+Enl15   | Enl15+BC 140+Enl15  | Enl15+BH AD 80+Enl15  |
|---|---|---|
|  |  |  |
| $R_A = 44$ dBA  | $R_A = 46$ dBA  | $R_A = 43$ dBA  |
| $m = 139$ m/s <sup>2</sup>  | $m = 156$ m/s <sup>2</sup>  | $m = 148$ m/s <sup>2</sup>  |
| $f_c = 287,8$ Hz  | $f_c = 236,4$ Hz  | $f_c = 188,1$ Hz  |

Tabla 1. Elementos base (particiones)

En cuanto a los trasdosados, los podemos dividir, tal y como se hace en el DB-HR, en dos grupos: trasdosados de entramado autoportante y trasdosados de fábrica.

## 2.1 Trasdosados de entramado autoportante

En primer lugar se analizan los trasdosados de entramado autoportante (más ligeros y por lo tanto con un rendimiento más vulnerable a variaciones) y se observa la alta dependencia de la frecuencia crítica del elemento base con los que se combinan. Los trasdosados de entramado autoportante tienen una alta frecuencia crítica, habitualmente mayor que los elementos base con los que se ejecutan.

Se propone revestir los elementos constructivos base, antes presentados, mediante trasdosados de entramado autoportante compuestos de una placa de yeso laminado de 15 mm con perfilería autoportante de 46 mm con fibra de vidrio de baja densidad en su interior de 40 mm. Para la comprensión del posterior análisis de los resultados conviene mencionar que la frecuencia crítica de una placa de yeso laminado de 15 mm aparece entorno a los 2530 Hz.

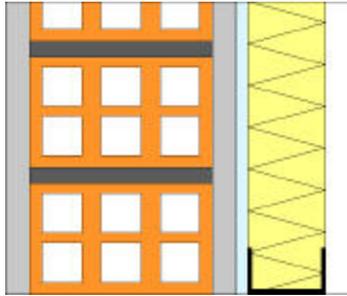
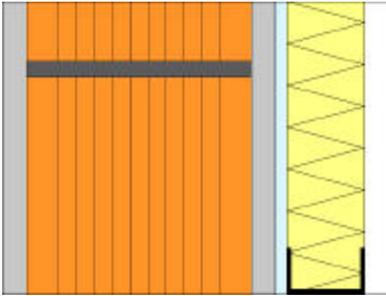
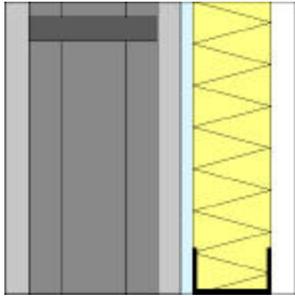
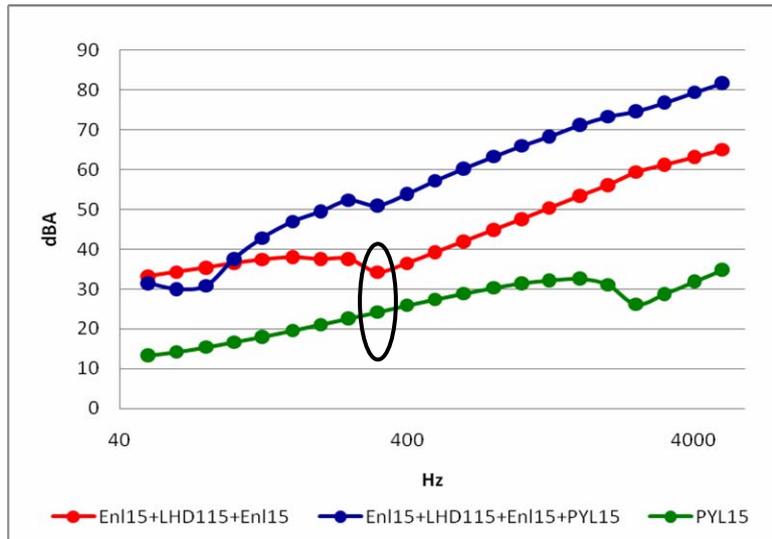
| Enl15+LHD 115+Enl15+<br>PYL15  | Enl15+BC 140+Enl15+<br>PYL15  | Enl15+BH AD 80+Enl15+<br>PYL15   |
|--|---|--|
|  |  |  |
| $R_A = 59$ dBA   | $R_A = 60$ dBA  | $R_A = 56$ dBA   |
| $\Delta R_A = 15$ dBA  | $\Delta R_A = 14$ dBA   | $\Delta R_A = 12$ dBA  |

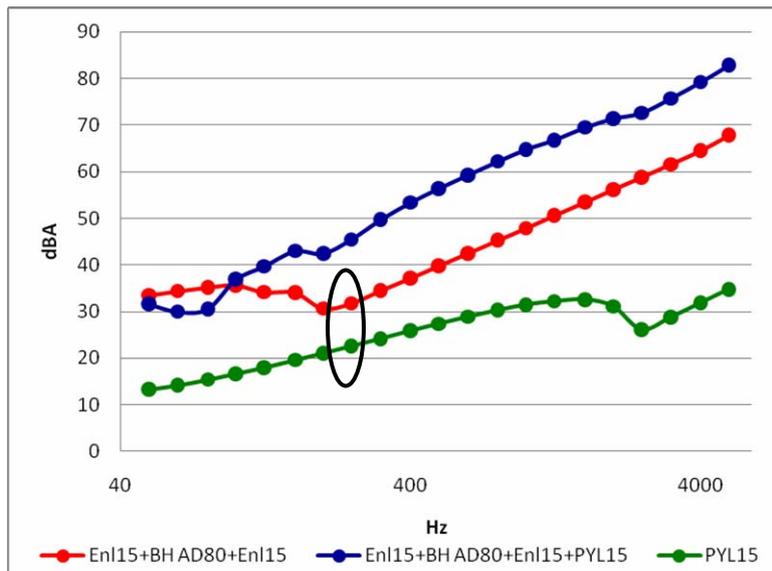
Tabla 2. Elementos base (particiones) y trasdosados de entramado

Como podemos observar en los ejemplos (Tabla 2), puede existir una diferencia considerable en la mejora de  $\Delta R_A$  de un trasdosado. Este hecho, si tenemos en cuenta que para el análisis se conviene la condición de igual masa superficial para todos los elementos base, podemos achacarlo a la diferencia de la frecuencia crítica de los elementos base y al fenómeno que se produce al combinar elementos constructivos con frecuencias críticas más o menos próximas.

Si observamos las gráficas 1 y 2 podemos analizar por qué para un elemento base con mayor frecuencia crítica la mejora producida por el trasdosado del ejemplo es mayor. Al analizar las gráficas vemos como en aquella donde la frecuencia crítica del elemento base es más alta (gráfica 1) se obtienen mejores resultados de aislamiento. Para comprender este fenómeno es necesario observar la forma de la curva de aislamiento de la placa de yeso laminado de 15 mm y tener en cuenta el procedimiento para obtener el valor global de aislamiento dado el espectro frecuencial. Una vez contemplados estos factores, puede observarse en las gráficas que cuanto más alta es la frecuencia crítica del elemento constructivo base correspondiente menor es la penalización aplicable a la mejora de aislamiento producida por el revestimiento correspondiente.

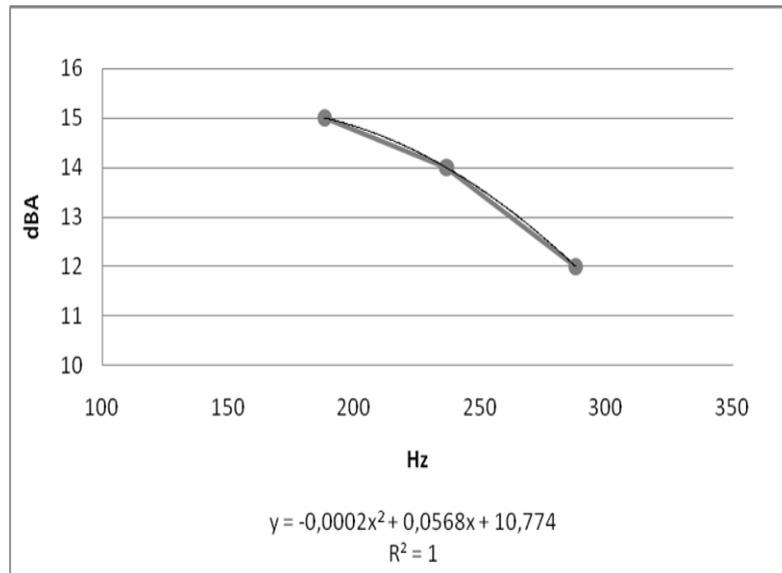


Gráfica 1. Curva de aislamiento Enl15+LHD115+Enl15



Gráfica 2. Curva de aislamiento Enl15+BH AD80+Enl15

Así pues, siguiendo con el desarrollo del ejemplo, podríamos aproximar el comportamiento de un trasdosado compuesto de estructura de 46 mm con fibra de vidrio de baja densidad en su interior y un placa de yeso laminado de 15 mm al combinarse con un elemento base de masa superficial entorno a los 150 kg/m<sup>2</sup> como aparece en la gráfica 3.



Gráfica 3. Curva de comportamiento trasdosado 46+PYL15 (elemento base masa 150 kg/m<sup>2</sup>)

## 2.2 Trasdosados de fábrica

El estudio continúa analizando la variabilidad de la mejora de aislamiento de los trasdosados de fábrica. Continuando con el ejemplo anterior, los elementos constructivos base se mantienen, mientras el revestimiento en este caso se compone de: hoja de ladrillo hueco de 50 mm con 15 mm de enlucido de mortero y cámara de 40 mm rellena de fibra de vidrio.

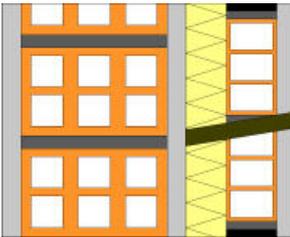
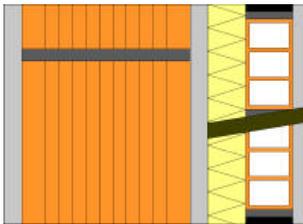
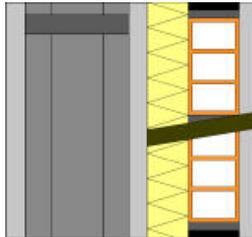
| Enl15+LHD 115+Enl15 + AT<br>MW 40 + LH 50 + Enl 15                                  | Enl15+BC 140+Enl15 + AT<br>MW 40 + LH 50 + Enl 15                                   | Enl15+BH AD<br>80+Enl15+ AT MW 40 +<br>LH 50 + Enl 15                                 |
|---|---|---|
|  |  |  |
| $R_A = 61$ dBA  | $R_A = 63$ dBA  | $R_A = 60$ dBA  |
| $\Delta R_A = 17$ dBA   | $\Delta R_A = 17$ dBA   | $\Delta R_A = 16$ dBA   |

Tabla 3. Elementos base (particiones) y trasdosados de fábrica

Al analizar el comportamiento de los trasdosados de ladrillo hueco de 50 mm cuya frecuencia crítica es de 662 Hz no podemos afirmar una clara dependencia de la frecuencia crítica del elemento base, así como no lo hay tampoco claramente definida de la masa de éste. Estamos hablando de sistemas mucho más masivos que por ejemplo los de entramado autoportante y con una frecuencia crítica mucho más baja que éstos.

### 3. ANÁLISIS DE ELEMENTOS DE SEPARACIÓN HORIZONTALES (ESH)

Los revestimientos de los elementos de separación horizontal son suelos flotantes o techos suspendidos dependiendo de si hablamos de revestimientos superiores o inferiores de, por ejemplo, un forjado.

Del mismo modo que para el análisis de los elementos de separación vertical seleccionamos a modo de ejemplo, elementos constructivos con igual masa superficial para, como ya se ha dicho, eliminar esta dependencia de nuestro análisis.

| U BC 300                 | U BH 250                |
|--------------------------|-------------------------|
|                          |                         |
| $R_A = 52 \text{ dBA}$   | $R_A = 53 \text{ dBA}$  |
| $m = 300 \text{ m/s}^2$  | $m = 302 \text{ m/s}^2$ |
| $f_c = 115,5 \text{ Hz}$ | $f_c = 81,6 \text{ Hz}$ |

Tabla 4. Elementos base (forjados)

#### 3.1 Techos suspendidos

El caso de los techos suspendidos podríamos considerarlo “a priori” similar al comportamiento de los trasdosados al combinarlos con particiones de fábrica. Sin embargo existe una variación importante. La mayoría de los forjados tienen una masa superficial mayor que la que puede tener una partición. Debido a esto, si únicamente contemplamos el aislamiento teniendo en cuenta la ley de masas, estamos ante elementos constructivos de, generalmente, un alto aislamiento por sí mismos. Así pues, la mejora de un techo “sencillo” y de uso común será menor que en la analogía que se plantea con los elementos de separación vertical. Dicho esto se entiende que al ser el valor de  $\Delta R_A$  menor las variaciones que pueden existir debido a la disparidad en las frecuencias críticas de los elementos constructivos será menor.

El techo suspendido que se utilizará a modo de ejemplo se compone de: placa de yeso laminado de 15 mm suspendida mediante cuelgues y perfilería formando una cámara de 100 mm con 40 mm de fibra de vidrio en su interior.

| U BC 300 + PYL 15            | U BH 250 + PYL 15            |
|------------------------------|------------------------------|
|                              |                              |
| $R_A = 61 \text{ dBA}$       | $R_A = 62 \text{ dBA}$       |
| $\Delta R_A = 9 \text{ dBA}$ | $\Delta R_A = 9 \text{ dBA}$ |

Tabla 5. Elementos base (forjados) y techo suspendido

En el sistema constructivo propuesto en la Tabla 5 no se aprecia ninguna dependencia con la frecuencia crítica de los forjados. Además de la explicación anterior conviene reseñar que en nuestra propuesta los dos elementos constructivos están unidos rígidamente mediante cuelgues y perfilaría de acero. Este sistema de cuelgue no desolidarizador implica una transmisión directa de ruido en los puntos de unión de las dos hojas por lo que las fórmulas analíticas que al fin y al cabo es la base de los software comerciales de predicción de aislamiento acústico a ruido aéreo no funcionan correctamente y es necesario hacer ajustes que usualmente derivan de ensayos experimentales. Dicho esto, podemos concluir que se trata de un sistema complejo que no sólo depende de las variables habituales como masa superficial, frecuencia crítica y amortiguamiento, si no que es necesario contemplar otros parámetros como las condiciones de unión de los techos suspendidos teniendo en cuenta que en muchos casos la unión perimetral es distinta (usualmente más rígida) de la superficie central.

### 3.2 Suelos flotantes

Los revestimientos superiores de los forjados, suelos flotantes, están compuestos básicamente de una capa de mortero de entorno a unos 50 mm, cuya frecuencia crítica es de 437 Hz. Además a esta capa se le añade el pavimento o acabado con su masa correspondiente. Con lo dicho anteriormente se puede suponer que estamos ante un revestimiento con cierta masa desolidarizado del forjado por una cámara rellena de lana mineral. Podemos establecer una analogía correcta con los sistemas de particiones revestidas con trasdosados de fábrica donde la segunda hoja tenía una frecuencia crítica relativamente baja y no establecía dependencia de la mejora de aislamiento producido por el revestimiento frecuencia crítica del elemento base, forjado en este caso.

En el ejemplo que a continuación se propone consistente en un suelo flotante con lana mineral de 30 mm y capa de mortero de 50 mm se ratifica esta no dependencia significativa de la frecuencia crítica del elemento base.

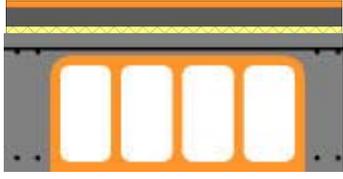
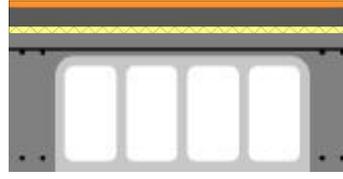
| U BC 300  | U BH 250   |
|---|--|
|  |  |
| $R_A = 60 \text{ dBA}$  | $R_A = 61 \text{ dBA}$   |
| $\Delta R_A = 8 \text{ dBA}$  | $\Delta R_A = 8 \text{ dBA}$   |

Tabla 6. Elementos base (forjados) y suelo flotante

## 4. CONCLUSIÓN

En los apartados anteriormente desarrollados, hemos podido concluir que efectivamente existen otras variables físicas que influyen en la mejora que produce un revestimiento, además de la masa superficial del elemento base. Si bien es cierto que en ocasiones no de forma claramente representativa o cuantificable, lo que implica un estudio de cada uno de los tipos de revestimientos. Podríamos decir entonces, que en determinados tipos de revestimientos la frecuencia crítica debería tenerse en cuenta, al menos en igual medida que se tiene la masa superficial para determinar la eficacia de dichos elementos.

Si consideramos los métodos más extendidos para el cálculo del índice de reducción sonora, basados fundamentalmente en la ley de masa corregida, nos encontramos con otro parámetro influyente que se ha considerado en el estudio, el coeficiente de amortiguamiento. Este coeficiente si bien es importante en el comportamiento global de los sistemas no da lugar a una tendencia clara cuantificable que clasifique la mejora de los revestimientos en función de esta variable. Para concluir, decir, que una vez realizada una extensa búsqueda de valores de coeficiente de amortiguamiento para distintos materiales, nos encontramos con disparidades importantes dependiendo de la fuente que impiden afirmar con seguridad una relación significativa entre la mejora de aislamiento acústico a ruido aéreo de un revestimiento y el coeficiente de amortiguamiento del elemento con el que se combina.

#### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- F. Alton Everest: "The master handbook of acoustic". TAB Books 1994.  
Manuel Recuero López: "Acústica Arquitectónica Aplicada". Editorial Paraninfo 1999.  
Francisco Javier Rodríguez Rodríguez, Javier de la Puente Crespo: "Guía acústica de la construcción". Cie Inversiones Editoriales Dossat 2000, 2006.  
Cyril M. Harris: "Manual de medidas acústicas". McGraw-Hill 1995.  
Documento Básico de Protección Frente al Ruido.  
Catálogo de Elementos Constructivos del CTE.