

## ANÁLISIS DE LA REDUCCIÓN DEL RUIDO DE IMPACTOS DE REVESTIMIENTOS SOBRE DIFERENTES FORJADOS

PACS: 43.55 Rg

De Rozas M.J.<sup>2</sup>; Escudero S.<sup>2</sup>; Esteban A.<sup>2</sup>; De Lorenzo A.<sup>1</sup>

(1) Servicio de Normativa de Edificación del Gobierno Vasco

(2) En representación del Área de Acústica del Laboratorio de Control de Calidad de la Edificación del Gobierno Vasco

C/ Agirrelanda 10, 01013 Vitoria

Tlf: (0034) 945 26 89 33

Fax: (0034) 945 28 99 21

E-mail: [acustica.vitoria@sarenet.es](mailto:acustica.vitoria@sarenet.es)

### ABSTRACT

Laboratory measurements of the reduction of transmitted impact noise by floor coverings on a heavyweight standard floor is obtained according to UNE-EN ISO 140-8 standard, that evaluate s the mentioned reduction using a heavyweight and homogeneous floor. Nevertheless, what happens in case of the floor on which the covering is placed does not possess these characteristics?

The paper presents and analyzes the test results performed in **the Acoustics Area of Laboratory for Quality Control in Buildings of the Basque Country Government**, about different floor coverings (floating slabs, carpets, pavements...) placed on different kind of floors (concrete floor, ceramic or concrete cavity floor...) in order to obtain answers to the question previously mentioned.

### RESUMEN

La medida en laboratorio de la reducción del nivel de ruido de impactos transmitido a través de un revestimiento de suelo se obtiene de acuerdo a la norma UNE-EN ISO 140-8, que evalúa dicha reducción utilizando un forjado base pesado y homogéneo. Sin embargo, ¿qué ocurre en el caso de que el forjado sobre el cual se coloca el revestimiento no posea estas características?

En esta ponencia se presentan y analizan los resultados de ensayos realizados en el **Area de Acústica del Laboratorio de Control de Calidad de la Edificación del Gobierno Vasco** sobre diferentes revestimientos de suelos (losas flotantes, moquetas, pavimentos ...) colocados en diferentes tipos de forjados (losa de hormigón, forjado de bovedillas cerámicas o de hormigón...) con el objeto de obtener respuestas a la cuestión anteriormente planteada.

### INTRODUCCIÓN

La necesidad de un mayor confort acústico en la vivienda queda reflejada en los requerimientos más exigentes que el nuevo Código Técnico de la Edificación (CTE) [1] va a imponer. La norma NBE-CA-88 [2], vigente actualmente, exige unos requisitos de aislamiento acústico para cada solución constructiva en concreto, sin embargo, el CTE va a exigir dicho

comportamiento acústico al recinto limitado por dichas soluciones, es decir, no se va a tener en cuenta cada elemento por separado, sino que se va a exigir el comportamiento acústico al edificio terminado.

Es por ello, que serán necesarias herramientas de predicción, que simulen en fase de proyecto el comportamiento acústico del edificio. Dichas herramientas tendrán como datos de entrada tanto el aislamiento acústico de cada elemento constructivo medido en laboratorio como la atenuación que presentan las juntas de unión entre dichos elementos.

Dentro de los diferentes elementos constructivos que componen el edificio, esta ponencia se va a centrar en el comportamiento acústico frente al ruido de impactos de los cerramientos horizontales, y más concretamente, en la reducción del nivel de ruido de impactos (mejora del aislamiento a ruido de impactos) que presentan los revestimientos, así como la extrapolación de dichos valores.

La construcción habitual de este tipo de cerramientos de separación horizontal entre recintos está basada en la utilización de un forjado base, que habitualmente, está compuesto por bovedilla cerámica, de hormigón o de poliestireno expandido, capa de compresión de hormigón armado y acabado inferior, y un revestimiento superior que suele estar constituido por capa de nivelación con baldosa, parqué, tarima, moqueta, losa flotante, etc. El uso de losas de hormigón armado como forjado base no está tan extendido como en otros países de Europa.

Es necesario conocer el aislamiento a ruido de impactos de los cerramientos horizontales. Existen múltiples combinaciones de forjados base y revestimientos y resultaría interesante poder estimar el comportamiento del cerramiento a partir del nivel de ruido de impactos del forjado base y de la mejora del aislamiento a ruido de impactos del revestimiento ensayado según la norma UNE-EN ISO 140-8 [3]. Sin embargo no está confirmado, que a partir de estos datos se pueda calcular el comportamiento del conjunto, ya que la determinación de la mejora del revestimiento se realiza sobre una losa de hormigón armado y, como ya se ha indicado, muchos de los forjados que se utilizan habitualmente en la construcción no tienen estas características.

Es por ello, que en esta ponencia se presentan los resultados obtenidos mediante ensayo en laboratorio de diferentes configuraciones de forjados, así como los valores estimados para dichas configuraciones, a fin de poder establecer hasta qué punto se pueden extrapolar los resultados del ensayo de reducción del nivel de ruido de impactos de un revestimiento (UNE-EN-ISO 140-8) a un forjado base que no sea la losa homogénea de hormigón que se utiliza en dicho ensayo.

## **METODOLOGÍA**

Se han realizado diferentes ensayos y estimaciones de acuerdo con la siguiente metodología:

### **1º Configuraciones Analizadas:**

Se ha realizado el estudio de cinco revestimientos diferentes y de dos forjados base, así como de sus combinaciones.

#### **▪ Revestimientos:**

(I) losetas de caucho; (II) moqueta; (III) parqué flotante; (IV y V) losas flotantes sobre lámina multicapa.

#### **▪ Forjados Base:**

(A) Forjado unidireccional (25+5) de bovedilla cerámica enlucido con 15 mm de yeso por su parte inferior.



(B) Forjado unidireccional (25+5) de bovedilla de hormigón enlucido con 15 mm de yeso por su parte inferior.



#### 2º Determinación del Aislamiento a Ruido de Impactos de los Forjados Base.

Se ha determinado para cada forjado base mediante ensayo en laboratorio, el nivel normalizado de presión sonora de impactos en función de la frecuencia  $(L_n)_{FORJ}$  según norma UNE-EN ISO 140-6 [4], así como el nivel normalizado ponderado de presión sonora de impactos  $(L_{n,w})_{FORJ}$  según norma UNE-EN ISO 717-2 [5].

#### 3º Determinación de los Valores de Mejora del Aislamiento a Ruido de Impactos de los Revestimientos.

Se han realizado los ensayos de mejora del aislamiento a ruido de impactos de los revestimientos según norma UNE-EN-ISO 140-8, obteniendo tanto la reducción del nivel de presión sonora de impactos en frecuencias de cada revestimiento  $(\Delta L)_{REVEST}$ , como la reducción ponderada del nivel de presión de ruido de impactos  $(\Delta L_w)_{REVEST}$  según norma UNE-EN-ISO 717-2.

#### 4º Estimación del Aislamiento a Ruido de Impactos de los Forjados Base con Revestimiento.

Se ha realizado la estimación del comportamiento de cada configuración de forjado más revestimiento, a partir de los datos de cada uno de los elementos, de dos maneras diferentes:

- Considerando el comportamiento en frecuencias de cada uno de ellos: '*Tratamiento en frecuencias*'.
- Teniendo en cuenta sólo los índices ponderados: '*Tratamiento en índices*'.

##### Tratamiento en frecuencias

Para cada solución de forjado base con revestimiento, se ha realizado una estimación en frecuencias del nivel normalizado de presión sonora de impactos  $(L_n)_{EST-Fr}$ , a partir del nivel de presión sonora de impactos medido para el forjado base  $(L_n)_{FORJ}$  y de la mejora del aislamiento a ruido de impactos medida para el revestimiento  $(\Delta L)_{REVEST}$ , mediante la siguiente fórmula:

$$(L_n)_{EST-Fr} = (L_n)_{FORJ} + (\Delta L)_{REVEST}$$

Una vez estimados los datos en frecuencias, se determina a partir de ellos, el nivel normalizado ponderado de presión sonora de impactos  $(L_{n,w})_{EST-Fr}$  evaluado según la norma UNE-EN ISO 717-2.

##### Tratamiento en índices

Para cada configuración de forjado base con revestimiento, se ha estimado el índice de aislamiento a ruido de impactos del forjado base con el revestimiento  $(L_{n,w})_{EST-In}$ , como la diferencia entre el índice de aislamiento a ruido de impactos del forjado base  $(L_{n,w})_{FORJ}$  y el índice de reducción ponderado del revestimiento  $(\Delta L_w)_{REVEST}$ .

$$(L_{n,w})_{EST-In} = (L_{n,w})_{FORJ} - (\Delta L_w)_{REVEST}$$

## 5º Determinación Mediante Ensayo del Aislamiento a Ruido de Impactos de las Combinaciones de los Forjados Base con los Revestimientos.

Para cada combinación de forjado y revestimiento, se ha determinado mediante ensayo en laboratorio, el nivel normalizado de presión sonora de impactos en función de la frecuencia ( $L_n$ )<sub>FORJ, REVEST</sub> según norma UNE-EN ISO 140-6 y el nivel normalizado ponderado de presión sonora de impactos ( $L_{n,w}$ )<sub>FORJ, REVEST</sub> según norma UNE-EN ISO 717-2.

## RESULTADOS

### Consideraciones Previas

Los resultados de los ensayos realizados muestran el nivel de presión sonora de impactos transmitido a través de los forjados y/o revestimientos, sin influencia de las transmisiones indirectas que habitualmente aparecen en un edificio real (medidas realizadas 'in situ' en viviendas).

El nivel normalizado ponderado de presión sonora de impactos ( $L_{n,w}$ ) es el índice empleado actualmente por las normativas europeas y el adoptado en España por el CTE para el análisis de las condiciones acústicas en el futuro (orientadas al cumplimiento de  $L'_{nT,w} \leq 65$  dB in situ), y por tanto, es el índice que se ha utilizado para valorar las prestaciones de las soluciones planteadas.

### Análisis De Resultados

El nivel normalizado de ruido de impactos ponderado medido para los forjados base ha sido de 84 dB para el forjado de bovedillas cerámicas y de 82 dB para el forjado de bovedillas de hormigón (Tabla1) y el de las soluciones combinadas oscila entre 60 y 44 dB (Tabla 3).

FORJADO BASE	Forjado bovedilla cerámica (A)	Forjado bovedilla hormigón (B)
$(L_{n,w})_{FORJ}$	84	82

Tabla 1: Nivel normalizado ponderado de ruido de impactos

Los revestimientos ensayados presentan una reducción ponderada del nivel de presión de ruido de impactos ( $(\Delta L_w)_{REVEST}$ ) de 16 a 25 dB (Tabla 2).

	REVESTIMIENTOS	$(\Delta L_w)_{REVEST}$
I	Losetas caucho	25
II	Moqueta	17
III	Parqué laminado	21
IV	Losa + lámina multicapa	16
V	Losa + lámina multicapa	19

Tabla 2: Reducción ponderada del nivel de presión de ruido de impactos

Se presentan en la tabla 3, para cada combinación de forjado y revestimiento, el nivel normalizado ponderado de ruido de impactos medido y el estimado mediante tratamiento en frecuencias.

		Forjado Bovedilla Cerámica (A)		Forjado Bovedilla Hormigón (B)	
Revestimientos		$(L_{n,w})_{FORJ, REVEST}$	$(L_{n,w})_{EST-Fr}$	$(L_{n,w})_{FORJ, REVEST}$	$(L_{n,w})_{EST-Fr}$
I	Losetas caucho	47	51	44	46
II	Moqueta	60	61	55	56
III	Parqué laminado	53	55	46	50

IV	Losa + lámina multicapa	56	61	--	--
V	Losa + lámina multicapa	--	--	53	52

Tabla 3: Resultados de los ensayos y de la estimación mediante tratamiento en frecuencias

Si se considera la estimación obtenida a partir de los datos en frecuencias, se observa que en el caso de las losetas, la moqueta, el parqué flotante y una de las losas flotantes, el nivel ponderado estimado  $(L_{n,w})_{EST-Fr}$  es mayor que el medido, cuando el revestimiento se coloca en ambos forjados, entre 1 y 5 dB. Sin embargo en el caso de la losa flotante V, el valor estimado es 1 dB menor que el medido.

Se muestran a continuación dos ejemplos gráficos en los que se han comparado los niveles medidos y estimados de la presión sonora de impactos, en tercios de octava, de 100 a 5000 Hz, para el caso de las soluciones de moqueta sobre el forjado de bovedilla cerámica y de hormigón. Los valores obtenidos para cada frecuencia se pueden considerar aceptables.

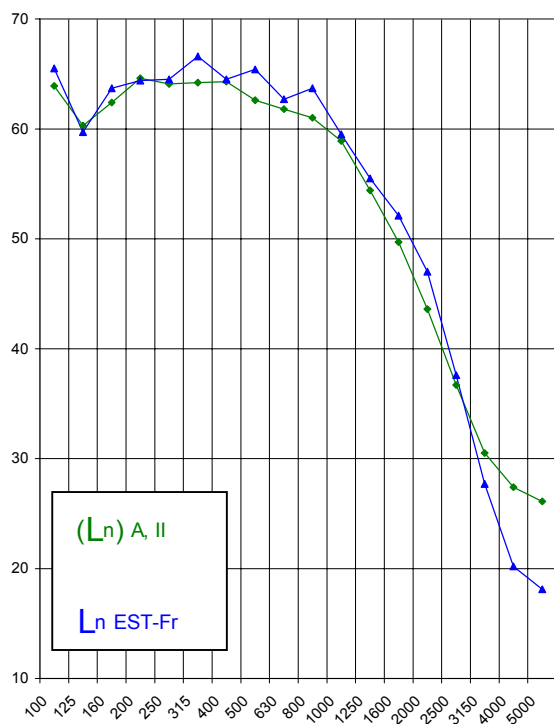


Gráfico 1: Nivel normalizado de presión sonora de impactos estimado y medido del forjado de bovedilla cerámica revestido de moqueta

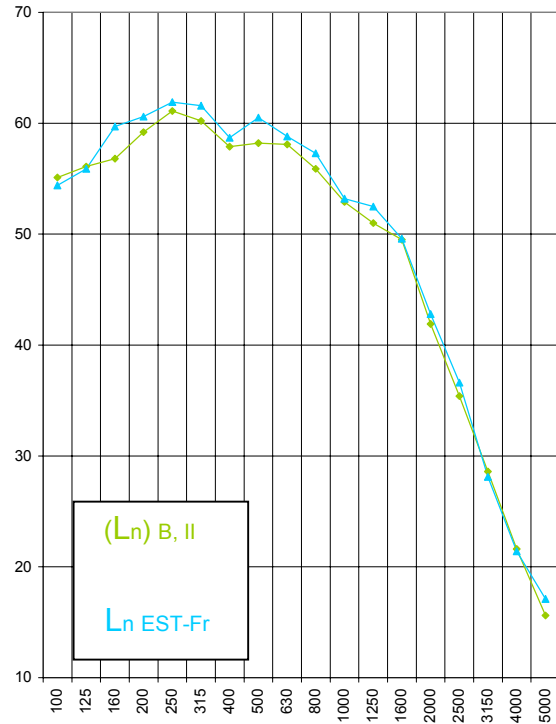


Gráfico 2: Nivel normalizado de presión sonora de impactos estimado y medido del forjado de bovedilla de hormigón revestido de moqueta

Si la estimación del nivel normalizado ponderado de ruido de impactos  $(L_{n,w})_{EST-In}$  se realiza directamente a partir de los índices del forjado base y del revestimiento, se obtienen valores estimados muy dispares a los medidos: los valores estimados difieren de los medidos de 7 a 15 dB, siendo mayores en todos los casos, tal y como se observa en la tabla 4.

Revestimientos		Forjado bovedilla cerámica (A)		Forjado bovedilla hormigón (B)	
		$(L_{n,w})_{FORJ, REVEST}$	$(L_{n,w})_{EST-In}$	$(L_{n,w})_{FORJ, REVEST}$	$(L_{n,w})_{EST-In}$
I	Losetas caucho	47	59	44	57
II	Moqueta	60	67	55	65

III	Parqué laminado	53	63	46	61
IV	Losa + lámina multicapa	56	68	--	--
V	Losa + lámina multicapa	--	--	53	63

Tabla 4: Resultados de los ensayos y de la estimación mediante tratamiento en índices

Esta desviación ha de ser muy tenida en cuenta a la hora de aplicar el modelo simplificado de cálculo UNE EN ISO 12354-2 (recogido en el CTE), ya que puede llevar a sobredimensionamientos en la elección de las losas flotantes en forjados.

## CONCLUSIONES

- En la mayoría de los casos estudiados, al aplicar por frecuencias la reducción del nivel de ruido de impactos de un revestimiento ( $\Delta L$ ) obtenida según la norma UNE-EN ISO 140-8 a un forjado de bovedillas (cerámicas o de hormigón) para estimar el nivel normalizado ponderado de ruido de impactos del conjunto, se obtiene un valor estimado ligeramente superior al medido. Por lo tanto la estimación es ligeramente conservadora y puede servir de referencia en cuanto al nivel esperado.
- Para todos los casos estudiados, la estimación del índice normalizado ponderado de nivel de ruido de impactos del conjunto revestimiento y forjado, a partir de los índices ponderados de cada elemento, se obtienen valores muy alejados de los medidos. Sin embargo, estos valores estimados han sido mayores a los reales, por lo que se estaría trabajando con valores muy conservadores. Ello ha de tenerse en cuenta a la hora de aplicar el modelo simplificado de la UNE-EN ISO 12354-2, ya que puede llevar a un sobredimensionamiento del aislamiento, con el consecuente sobrecoste.
- Queda mucho por estudiar en el campo tratado en la presente ponencia; sin embargo, parece que a la vista de los resultados estudiados, se pueden obtener estimaciones aproximadas a la realidad.

## AGRADECIMIENTOS

Es nuestro deseo agradecer a los compañeros del Área de acústica del Laboratorio de Control de la Calidad del Gobierno Vasco la dedicación aportada al desarrollo del proyecto.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Segundo proyecto de Código Técnico de la Edificación.  
 [2] NBE-CA-88: "Norma básica de Edificación: Condiciones Acústicas".  
 [3] UNE-EN ISO 140-8:1998: "Acústica. Medición en laboratorio de la reducción del ruido de impactos transmitido a través de revestimientos de suelos sobre forjado normalizado pesado".  
 [4] UNE-EN ISO 140-6:1999: "Acústica. Mediciones en laboratorio del aislamiento acústico de suelos al ruido de impactos".  
 [5] UNE-EN ISO 717-2:1997: "Evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Aislamiento a ruido de impactos".