



**FIA 2018**

**XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-  
24 al 26 de octubre**

## **PERCEPCIÓN DEL CONFORT ACÚSTICO EN LOS EDIFICIOS CONSTRUIDOS CON LAS EXIGENCIAS DEL DB-HR. ENCUESTA Y MEDICIONES “IN SITU”**

**PACS:** 43.55.Gx

Fernando Peinado (1), Josep Bové (1), Mercedes Sánchez (1), Silvia Herranz (1), Dasil Fernández (2), Jorge Peña (2), Penelope González (2)

(1) Comité Técnico de AFELMA: Asociación de Fabricantes Españoles de Lanasy Minerales Aislantes

C/ Tambre 21, 28002 Madrid (España)

e-mail: [afelma@aislar.com](mailto:afelma@aislar.com)

(2) Comité Técnico de ATEDY-PYL: Asociación Técnica y Empresarial del Yeso, Sección de Placa de Yeso *Laminado*

C/ San Bernardo 22, 28015 Madrid (España)

e-mail: [yesos@atedy.es](mailto:yesos@atedy.es)

**Palabras Clave:** DB-HR, Encuestas, Satisfacción acústica, Confort acústico, Percepción

### **RESUMEN**

El DB-HR especifica parámetros objetivos, y sistemas de verificación, cuyo cumplimiento aseguran la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de protección frente al ruido.

En este estudio se evalúan dos parámetros que van más allá del mero cumplimiento del DB-HR:

- Determinar la percepción de los usuarios respecto al confort acústico de los edificios, así como los ruidos más molestos, mediante encuestas.
- Determinar si las soluciones elegidas, en la construcción de los edificios cumplen con las exigencias del DB-HR, mediante mediciones “in situ”.

### **OBJETIVOS**

El objetivo de este estudio es doble:

- Evaluar el confort acústico percibido por los usuarios de las viviendas construidas bajo las exigencias del DB-HR.
- Evaluar el grado de cumplimiento del DB-HR en las viviendas construidas desde su aplicación, mediante la realización de ensayos, “in situ” del aislamiento acústico a ruido aéreo e impacto.

## FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-  
24 al 26 de octubre

### 1.- EVALUACION DEL CONFORT ACUSTICO PERCIBIDO MEDIANTE ENCUESTA

Se ha realizado una encuesta para conocer la opinión del confort acústico percibido por los usuarios de edificios residenciales construidos desde el año 2011.

Las fases del estudio han sido las siguientes:

1. Diseño de la encuesta
2. Trabajo de campo
3. Análisis de los resultados

El estudio se ha llevado a cabo siguiendo las siguientes pautas:

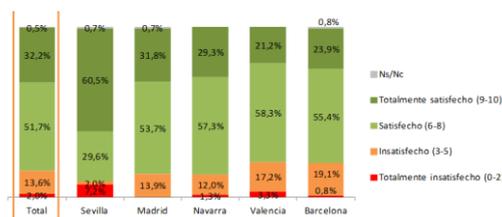
- Cuestionario estructurado en torno a 10 minutos
- Universo: El universo sobre el que se han realizado las encuestas ha sido en personas residentes en hogares construidos desde 2011, año en el que ya estaban vigentes las exigencias de aislamiento acústico del DB HR, con al menos un año viviendo en las viviendas.
- Diseño Muestral: Se ha realizado un muestreo aleatorio de carácter polietápico y estratificado en las siguientes ciudades: Madrid, Barcelona, Valencia, Sevilla y Pamplona.
- Tamaño Muestral: Se han realizado en total 1.000 entrevistas.
- Error Muestral: El margen de error para un nivel de significación del 95,5% y en la hipótesis más desfavorable de  $p=q=50\%$  es de  $\pm 3,16\%$  para el total de viviendas.

Las 1.000 entrevistas realizadas se han distribuido de la siguiente manera:

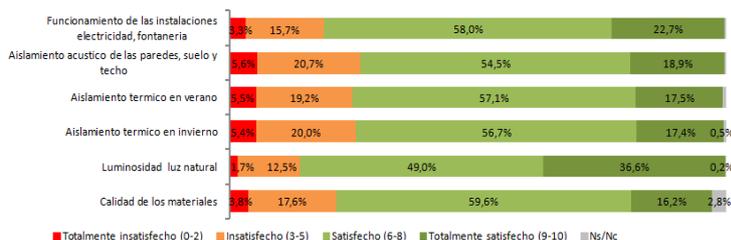
Ciudad	Número encuestas
Madrid	296
Barcelona	251
Valencia	151
Sevilla	152
Pamplona	150

### 1.2.- ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Satisfacción general con la calidad de vida en su vivienda



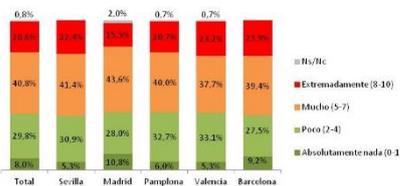
Satisfacción con los siguientes factores de su vivienda



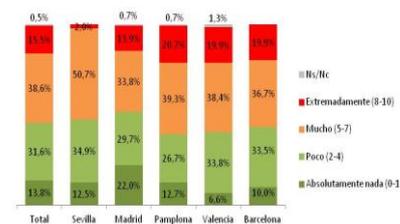
## FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-  
24 al 26 de octubre

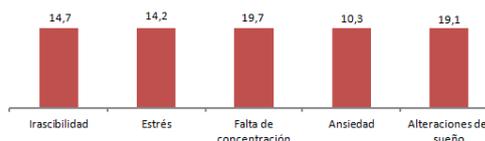
Cuánto le molesta o perturba el ruido producido en general



Cuánto le molesta o perturba el ruido producido por vecinos, instalaciones...



El ruido le ha causado alguna afectación a su salud



## 2.- EVALUACION DEL GRADO DE CUMPLIMIENTO DEL DB-HR

Para la evaluación del grado de cumplimiento del DB-HR se han realizado, por CECOR, Centro de Estudio y Control de ruido, S.L, ensayos "in situ" de aislamiento a ruido aéreo e impacto en la edificación, en los años 2011 a 2016.

Estos ensayos se han realizado a forjados, fachadas y medianeras. El trabajo ha sido encargado por las asociaciones ATEDY (Asociación Técnica y Empresarial del Yeso), Sección de Placa de Yeso Laminado, y AFELMA (Asociación de Fabricantes Españoles de Lanasy Minerales Aislantes).

Se han analizado un total de 279 ensayos de los cuales:

- 84 son medianeras o particiones entre diferentes unidades de uso
- 115 son fachadas
- 23 son forjados a ruido aéreo
- 57 ensayos de ruido de impacto

El análisis de los resultados se realizará dividiéndolo en estas cuatro categorías.

Los análisis se han hecho obteniendo el valor promedio de los datos de aislamiento obtenidos en cada medición (dependiendo del tipo de partición) y la desviación estándar de la muestra de mediciones. La desviación estándar es la medida de la dispersión de los valores respecto a la media (valor promedio), con lo cual se ha podido construir un gráfico de dispersión de la muestra por frecuencias y en valor global.

En cada tipo de ensayo se han comparado los niveles de aislamiento obtenidos con los límites del Documento Básico de Protección frente al ruido del Código Técnico de la Edificación (en adelante DB-HR del CTE). Este documento dice en el punto 5.3 Control de la obra terminada:

## FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-  
24 al 26 de octubre

*“Para el cumplimiento de las exigencias del DB-HR se admiten tolerancias entre los valores obtenidos por mediciones in situ y los valores límite establecidos en el apartado 2.1 del DB-HR, de 3 dBA para aislamiento a ruido aéreo, de 3 dB para aislamiento a ruido de impacto y de 0,1 s para tiempo de reverberación.”*

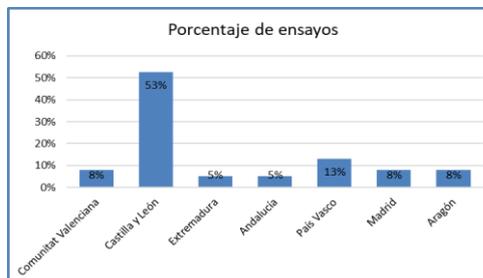
Por lo tanto, se tendrán en cuenta esas tolerancias para la verificación de los cumplimientos.

En los promedios mostrados no se ha tenido en cuenta la incertidumbre, que en general sí se tiene en cuenta en la declaración de conformidad de una medición de aislamiento acústico, exceptuando aquellos casos que las propias administraciones indican obviar la incertidumbre de la medida.

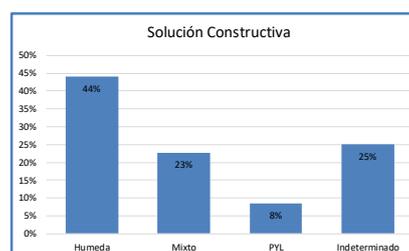
### 2.1.- EVALUACION DEL AISLAMIENTO EN MEDIANERAS

Esta categoría de ensayos se refiere a aquellos realizados entre medianeras, o bien entre unidades de uso diferentes, siempre en recintos protegidos. Los ensayos se han realizado según la norma internacional UNE EN ISO 140-4: 1999, obteniendo el espectro de aislamiento  $D_{nT}(f)$  y el valor global  $D_{nT,A}$  en dB(A), respecto al cual se cuantifican las exigencias según el DB-HR del CTE. Según esta norma de edificación, el valor mínimo que debería dar este tipo de particiones entre recintos protegidos de diferente usuario es de 50 dB(A), que quedaría en 47 dB(A) al detraer la tolerancia.

Los 84 ensayos analizados se reparten por años y por CCAA de la siguiente forma:

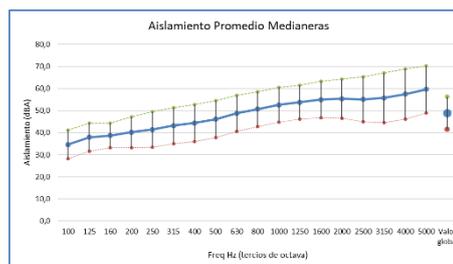


La solución constructiva de la partición no siempre se conocía por lo que algunas se han catalogado como indeterminadas. Las soluciones constructivas han sido en las siguientes proporciones:



#### 2.1.1. AISLAMIENTO MEDIO DE MEDIANERAS

El aislamiento medio ( $D_{nT,A}$ ) de las muestras medidas es de 48,9 dB(A), por lo que de media está por encima del valor exigido de 47 dB(A). De los 84 valores medidos, 32 (el 38 %) no llegaban al límite exigido, estando 52 (62 %) dentro de las exigencias.

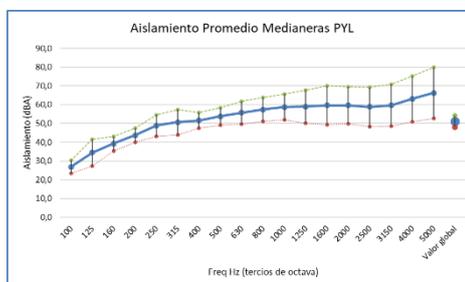


	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	Valor global
Promedio	34,6	38,0	38,7	40,2	41,5	43,2	44,4	46,1	48,8	50,7	52,6	53,8	55,0	55,4	55,1	55,8	57,5	59,6	48,9
Desviacion	6,4	6,4	5,6	7,0	8,0	8,2	8,4	8,4	8,2	7,8	7,8	7,8	8,3	8,9	10,1	11,3	11,3	10,6	7,3

## FIA 2018

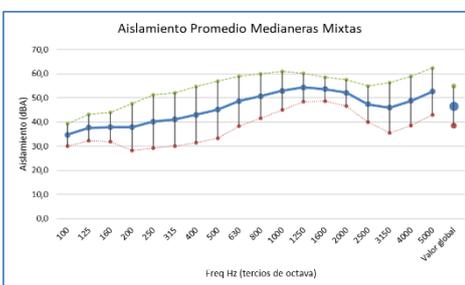
XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-  
24 al 26 de octubre

Si analizamos el aislamiento obtenido por cada una de las soluciones constructivas, para la solución de Placa de Yeso Laminado (PYL) (6 muestras), cumplen con el valor de aislamiento exigido un 83 % de las muestras, no cumpliendo el 17 %. El aislamiento medio de estas soluciones es superior al nivel exigido en 4 dB(A) y la dispersión está muy controlada.



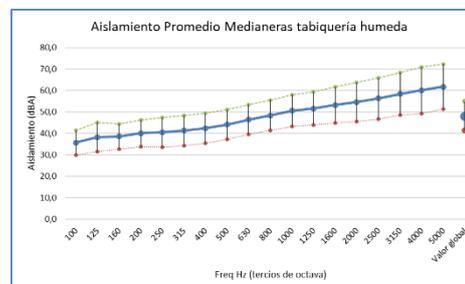
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	Valor global
Promedio	26,9	34,4	39,2	43,7	48,8	50,7	51,6	53,8	55,7	57,5	58,8	59,0	59,7	59,6	58,8	59,7	63,2	66,3	51,0
Desviacion	3,5	7,2	3,9	3,7	5,6	6,9	4,1	4,6	6,1	6,4	6,9	8,9	10,4	9,8	10,4	11,1	12,2	13,7	3,0

Para la solución mixta (Placa de Yeso Laminado + tabiquería húmeda) (19 muestras), cumplen con el valor de aislamiento exigido un 26 % de las muestras, no cumpliendo el 74 %. El valor medio no cumpliría con lo requerido.



	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	Valor global
Promedio	34,7	37,7	37,9	37,9	40,2	41,1	43,1	45,1	48,7	50,7	52,9	54,3	53,6	52,1	47,4	45,9	48,8	52,6	46,6
Desviacion	4,7	5,5	6,1	9,7	11,0	11,1	11,6	11,9	10,3	9,1	8,0	5,8	4,9	5,5	7,5	10,3	10,2	9,7	8,2

Entre la solución tradicional de tabiquería húmeda (37 muestras) el valor promedio cumple con lo exigido por la mínima, cumpliendo un 59 % y no cumpliendo el 41 %.



	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	Valor global
Promedio	35,7	38,2	38,5	40,1	40,5	41,4	42,4	44,1	46,5	48,4	50,6	51,6	53,2	54,7	56,4	58,5	60,1	61,8	48,1
Desviacion	5,7	6,8	6,0	6,3	6,9	7,1	7,0	6,9	7,0	7,0	7,4	7,7	8,4	9,2	9,6	9,9	10,9	10,4	6,8

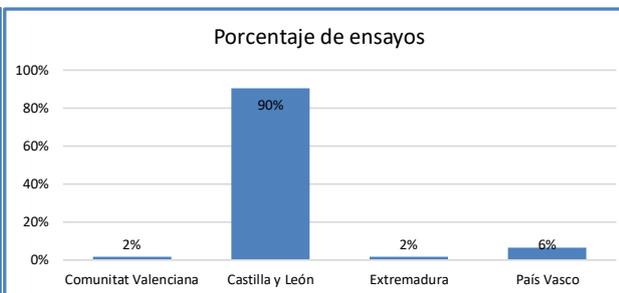
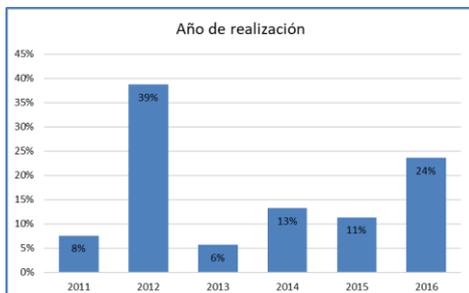
## 2.2. AISLAMIENTO DE FACHADAS

Esta categoría de ensayos se refiere a aquellos realizados en fachadas, siempre entre recintos protegidos y el exterior. Los ensayos se han realizado según la norma internacional UNE EN ISO 140-5: 1999, obteniendo el espectro de aislamiento  $D_{2m,nT}(f)$  y el valor global  $D_{2m,nT,Atr}$  en dB(A), respecto al cual se cuantifican las exigencias según el DB-HR del CTE. El valor exigido al aislamiento de las fachadas depende del nivel de ruido del exterior ( $L_d$ ). Como no es posible comparar cada una de las situaciones, haremos la comparación con el valor mínimo que se puede exigir de 30 dB(A), que quedaría en 27 dB(A) al detracer la tolerancia.

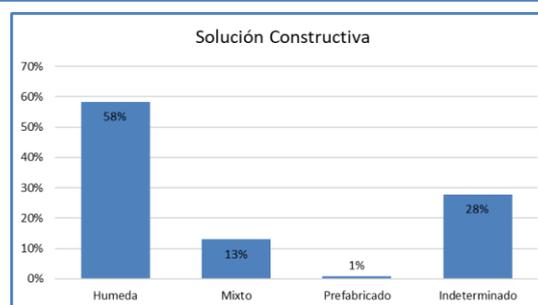
Los 115 ensayos analizados se reparten por años y por CCAA de la siguiente forma:

## FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-  
24 al 26 de octubre

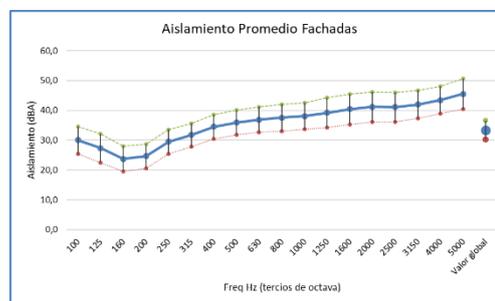


La solución constructiva de la partición no siempre se conocía por lo que algunas se han catalogado como indeterminadas. Las soluciones constructivas han sido en las siguientes proporciones.



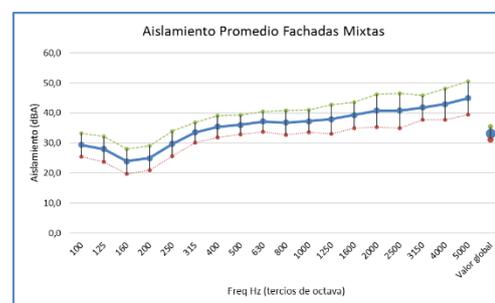
### 2.2.1. AISLAMIENTO MEDIO EN FACHADAS

El aislamiento medio ( $D_{2m,nT,Atr}$ ) de las muestras medidas es de 33,3 dB(A), por lo que de media teóricamente cumpliría con el mínimo valor exigido de 27dB(A). Todos los valores 115 valores medidos llegaban al límite exigido. El cumplimiento generalizado en este tipo de cerramientos es muy superior al de las medianeras, aunque ya se ha dicho que se compara con el mínimo valor exigible.



	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	Valor global
Promedio	30,0	27,3	23,7	24,7	29,5	31,7	34,5	36,0	36,9	37,5	38,1	39,2	40,4	41,2	41,1	42,0	43,5	45,5	<b>33,3</b>
Desviación	4,6	4,8	4,2	4,1	4,0	3,9	4,1	4,2	4,2	4,5	4,5	5,0	5,1	5,0	5,0	4,6	4,5	5,1	<b>3,2</b>

Si analizamos el aislamiento obtenido por cada una de las soluciones constructivas, la solución mixta (15 muestras) presentan como media un aislamiento de 33 dB.



	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	Valor global
Promedio	29,4	27,9	23,9	24,9	29,7	33,5	35,4	36,0	37,2	36,8	37,3	37,9	39,3	40,8	40,8	41,8	43,0	45,0	<b>33,2</b>
Desviación	3,8	4,2	4,1	4,1	4,1	3,3	3,6	3,2	3,4	4,0	3,7	4,8	4,3	5,4	5,8	4,1	5,2	5,5	<b>2,1</b>

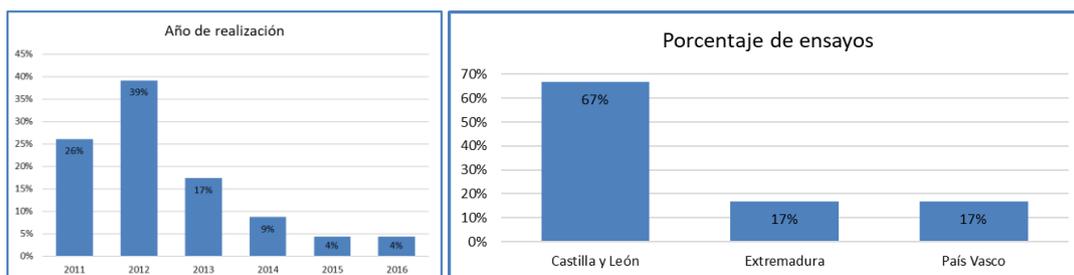
## FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-  
24 al 26 de octubre

### 2.3. AISLAMIENTO DE PARTICIONES HORIZONTALES (FORJADOS) A RUIDO AÉREO

Esta categoría de ensayos se refiere a aquellos realizados en vertical entre diferentes unidades de uso, siempre en recintos protegidos y para aislamiento a ruido aéreo. Los ensayos se han realizado según la norma internacional UNE EN ISO 140-4: 1999, obteniendo el espectro de aislamiento  $D_{nT}(f)$  y el valor global  $D_{nT,A}$  en dB(A), respecto al cual se cuantifican las exigencias según el Documento Básico de Protección frente al ruido del Código Técnico de la Edificación (en adelante DB-HR del CTE). Según esta norma de edificación, el valor mínimo que debería dar este tipo de particiones entre recintos protegidos de diferente usuario es de 50 dB(A), que quedaría en 47 dB(A) al detraer la tolerancia. No se debe olvidar que las particiones horizontales deben cumplir también con el requisito del ruido de impacto, que en general suele ser más restrictivo y que se analiza en el punto siguiente valor mínimo que se puede exigir de 30 dB(A), que quedaría en 27 dB(A) al detraer la tolerancia.

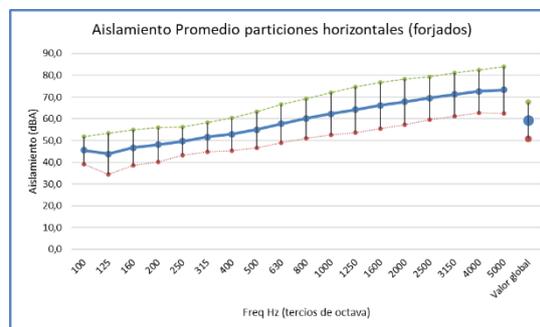
Los 23 ensayos analizados se reparten por años y por CCAA de la siguiente forma:



En el caso de los forjados no se suele obtener el tipo de bovedilla o sistema constructivo del mismo, por lo que no se podrá hacer un análisis según el mismo.

#### 2.3.1. AISLAMIENTO MEDIO EN FORJADOS A RUIDO AEREO

El aislamiento medio ( $D_{nT,A}$ ) de las muestras medidas es de 59,1 dB(A), por lo que de media teóricamente cumpliría con el mínimo valor exigido de 47 dB(A). De los 23 valores medidos, solo 1 no cumplía con el límite exigido de los 47 dB(A). Como pasaba con el caso de las fachadas, el cumplimiento generalizado en este tipo de cerramientos es muy superior al de las medianeras, si bien el punto débil de las particiones horizontales es el ruido de impacto.



	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	Valor global
Promedio	45,5	43,9	46,7	48,1	49,7	51,6	52,9	55,0	57,7	60,2	62,3	64,2	66,2	67,8	69,5	71,2	72,6	73,3	59,1
Desviación	6,3	9,4	8,3	8,0	6,5	6,8	7,4	8,4	8,9	9,1	9,7	10,5	10,6	10,5	9,9	10,0	10,0	10,8	8,3

## FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-  
24 al 26 de octubre

### 2.4. AISLAMIENTO DE PARTICIONES HORIZONTALES (FORJADOS) A RUIDO DE IMPACTO

Esta categoría de ensayos se refiere a aquellos realizados en vertical entre diferentes unidades de uso, siempre en recintos protegidos y respecto a ruido de impacto. Los ensayos se han realizado según la norma internacional UNE EN ISO 140-7: 1999, obteniendo el espectro de aislamiento  $L'_{nT}(f)$  y el valor global  $L'_{nT,w}$  en dB, respecto al cual se cuantifican las exigencias según el Documento Básico de Protección frente al ruido del Código Técnico de la Edificación (en adelante DB-HR del CTE). Según esta norma de edificación, el valor máximo (hay que destacar que es al revés que para el aislamiento a ruido aéreo, en el que el valor es mínimo) que debería dar este tipo de particiones entre recintos protegidos y recintos de actividad es de 60 dB(A), que quedaría en 63 dB(A) al sumar la tolerancia.

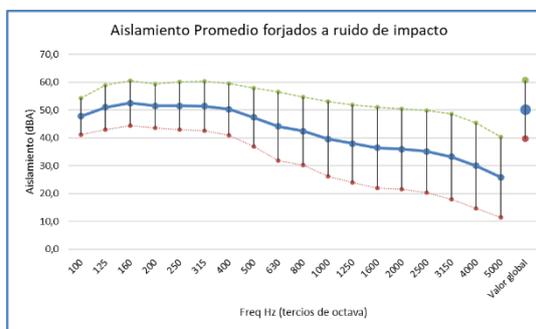
Los 23 ensayos analizados se reparten por años de la siguiente forma:



Al igual que en el aislamiento a ruido aéreo, en los forjados no se suele obtener el tipo de bovedilla o sistema constructivo del mismo, por lo que no se podrá hacer un análisis según el mismo.

#### 2.4.1. AISLAMIENTO MEDIO EN FORJADOS A DE IMPACTO

El aislamiento medio ( $L'_{nT,w}$ ) de las muestras medidas es de 50,1 dB(A), por lo que de media teóricamente cumpliría con el máximo valor exigido de 63 dB(A). De los 57 valores medidos, 7 no cumplían con el límite exigido de los 63 dB(A). Por lo tanto, como pasaba con el caso de las fachadas y en el ruido aéreo, el cumplimiento generalizado en este tipo de cerramientos es muy superior al de las medianeras.



	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	Valor global
Promedio	47,8	51,0	52,5	51,5	51,5	51,4	50,2	47,4	44,1	42,4	39,6	37,9	36,5	36,0	35,1	33,2	29,9	25,9	50,1
Desviacion	6,6	8,0	8,1	7,9	8,6	8,9	9,3	10,5	12,3	12,2	13,4	14,0	14,5	14,4	14,8	15,4	15,4	14,4	10,5

## CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos podemos apreciar que el ruido es un problema real en buena parte de los hogares, independientemente de su localización, siendo además el aislamiento uno de los aspectos que más preocupan a los ciudadanos.

Por ello, quizá se debería empezar a pensar en incrementar los valores de aislamiento exigidos en edificación, acercándonos algo más a los estándares europeos.

Los ensayos "in situ" muestran que los incumplimientos al DB-HR principalmente se encuentra en las medianeras.