



EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO DE LOS PRODUCTOS UTILIZADOS EN EDIFICIOS

Susana Lopez de Aretxaga, María José de Rozas¹

¹Área de Acústica, Laboratorio de Control de Calidad de la Edificación del Gobierno Vasco, co-gestionada por Tecnalía
(acustica.vitoria@sarenet.es; mjose.derozas@tecnalia.com)

Resumen

Para conseguir que un edificio cumpla con las prestaciones acústicas requeridas es imprescindible disponer de los datos acústicos de las distintas tipologías de elementos que se van a utilizar en el diseño y construcción del mismo. Desde el Área de Acústica del Laboratorio de Control de la Calidad de la Edificación del Gobierno Vasco se ha desarrollado y publicado la base de datos 'dBMat-Índices Globales', que recoge los resultados de aislamiento y absorción acústica de más de 420 soluciones constructivas ensayadas en el laboratorio durante las dos últimas décadas. La presente ponencia presenta el contenido de la citada base de datos y analiza los resultados de las distintas tipologías de soluciones constructivas que están siendo utilizadas actualmente en los edificios.

Palabras-clave: aislamiento acústico, base de datos.

Abstract

To ensure that a building complies with acoustic performance requirements, it is essential to have acoustic data of the different types of elements that are going to be used in its design and construction. The Acoustics Area of the Basque Government's Quality Control Laboratory for Construction has developed and published the "dBMat-Índices Globales" database, which records the sound insulation and absorption results of over 420 construction solutions tested in the laboratory over the past two decades. This paper presents the contents of the aforementioned database and analyses the results of the different types of construction solutions that are currently used in buildings.

Keywords: sound insulation, database.

PACS no. 43.55.Ti, 43.55.Dt

1 Introducción

El Área de Acústica del Laboratorio de Control de la calidad de la Edificación del Gobierno Vasco (en adelante Área de Acústica) tiene entre sus objetivos desarrollar y difundir información que posibilite la mejora del confort acústico de los edificios.

Para ello, a finales de los años 90, el Área de Acústica se dotó de las instalaciones necesarias para caracterizar acústicamente los sistemas y productos utilizados en la construcción de edificios [1]. En esa época existían pocos datos acústicos de los sistemas y productos que se estaban utilizando y desde el área se realizó una campaña de medidas sobre soluciones típicas utilizadas en el País Vasco y, por



extensión, en España. Estos datos, junto con los datos de ensayos realizados en el laboratorio a clientes, sirvieron para el desarrollo en 2001 de la base de datos acústica en frecuencias ‘dBMat’ [2]. A comienzos del año 2000 se estaba ya desarrollando la nueva normativa acústica a aplicar a las edificaciones de España (actual DB-HR del CTE [3]). Este nuevo desarrollo de reglamentación preveía la solicitud de requisitos acústicos al edificio terminado. El Área, consciente de la necesidad de disponer de herramientas que permitieran diseñar acústicamente los edificios en fase de proyecto, desarrolló el software de predicción de aislamiento en edificios Acoubat-dBMat [4], que integra la base de datos acústicos en frecuencias anteriormente citada.

El DB-HR del CTE, publicado en 2007, además de establecer el nivel prestacional del edificio frente al ruido, establece 2 métodos para el diseño acústico del mismo: método simplificado y modelo de cálculo simplificado basado en la normas EN 12354- PARTES 1, 2 y 3 [5] En ambos métodos los datos de entrada de las distintas soluciones constructivas a utilizar son parámetros globales de aislamiento.

En este sentido el Ministerio del Gobierno de España responsable, publicó en el año 2008 el Catálogo de Elementos Constructivos [6] que recoge niveles globales de aislamiento y absorción acústica de elementos constructivos genéricos, que pueden ser utilizadas en la fase de diseño. Esto no exime de que, una vez definida la solución en concreto a utilizar en el edificio, se le requiera al producto que llega a obra de su justificación de prestación frente al ruido.

Teniendo en cuenta lo anterior, en 2011 se consideró de interés poner a disposición del sector, vía web, una base de datos acústicos del comportamiento acústico de sistemas de construcción concretos ensayados en laboratorio: ‘dBMat -Índices globales’ [7].

El objetivo de este documento es presentar el alcance y contenido de esta base de datos en cuanto a la tipología de datos disponible, su aplicación y la evolución de las soluciones constructivas que se han ido desarrollando a lo largo de los últimos 18 años.

2 Base de datos acusticos: dBMat-Índices globales

La base de datos, cuya última versión, ‘dBMat-Índices globales-V4’, fue publicada en 2014, contiene más de 420 datos experimentales de aislamiento acústico y absorción sonora de múltiples productos y sistemas constructivos evaluados en el Área de Acústica desde finales de los años 90.

2.1 Soluciones constructivas

Los productos o sistemas incluidos en la base de datos se presentan organizados por criterios arquitectónicos, así como teniendo en cuenta los parámetros acústicos requeridos en la normativa española aplicable a los edificios [3]. Se clasifican en dos bloques principales en función de su disposición: cerramiento vertical u horizontal. En cada bloque se han agrupado los datos por las categorías indicadas en la Tabla 1.

Dentro de cada categoría o subcategoría, la solución queda definida por una descripción básica que incluye si procede su espesor y masa, así como el titular y al informe de ensayo asociado. El detalle de las características de la muestra se recoge en el informe de ensayo, propiedad del titular.



El espesor es un dato importante desde el punto de vista arquitectónico y de disponibilidad de espacio; la masa es significativa tanto desde el punto de vista acústico (por ejemplo para la aplicación del modelo simplificado del DB-HR de CTE) como desde el punto de vista de diseño estructural.

En el caso de trasdosados, revestimientos y techos suspendidos se incluyen además la descripción básica del elemento base utilizado en el ensayo, así como los datos acústicos de los elementos base y/o del conjunto si están disponibles.

Tabla 1 – Categorías de soluciones contempladas en la base de datos ‘dBMat-Índices globales-V4’.

Cerramientos verticales	Cerramientos horizontales
<ul style="list-style-type: none"> • Paredes albañilería: <ul style="list-style-type: none"> ○ Simples – Ladrillos huecos y gran formato. – Bloques. ○ Dobles. 	<ul style="list-style-type: none"> • Forjados: <ul style="list-style-type: none"> ○ Unidireccionales / losas. ○ Reticulares. ○ Ligeros / madera / acero, etc.
<ul style="list-style-type: none"> • Particiones entramado autoportante. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cubiertas.
<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas paneles madera, hormigón, acero, mixtos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Revestimientos de suelo: <ul style="list-style-type: none"> ○ Losas flotantes. ○ Suelos secos / solados.
<ul style="list-style-type: none"> • Trasdosados de paredes. • SATE / fachadas ventiladas. • Muros cortina. • Sistemas paneles sándwich. • Mamparas. • Ventanas. • Puertas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Techos suspendidos.

2.2 Ensayos realizados y datos acústicos

El tipo de ensayo, la norma aplicada y los índices globales presentados para cada tipología de producto o sistema se detallan en la tabla 2.

La definición de los índices globales considerados se detalla en la tabla 3.



Tabla 2 - Ensayos realizados y datos acústicos y para cada tipología de elemento constructivo, recogidos en la base de datos acústica.

Elemento constructivo	Ensayo (100-5000Hz)	Norma de ensayo ⁽¹⁾	Índices globales	
Cerramiento Horizontal	Aislamiento a ruido aéreo	UNE-EN ISO 140-3 ⁽¹⁾	R_A y $R_{A,tr}$ ⁽²⁾	
Datos específico por tipología	Forjado	Aislamiento ruido de impactos	UNE-EN ISO 140-6 ⁽¹⁾	L_{nw}
	Recubrimiento suelo	Mejora aislamiento a ruido aéreo	UNE-EN ISO 140-16 ⁽¹⁾	ΔR_A ó $\Delta R_{A,d}$
		Mejora aislamiento a ruido de impactos	UNE-EN ISO 140-8 ⁽¹⁾	ΔL_w ó $\Delta L_{nw,d}$
	Techos suspendidos	Mejora aislamiento a ruido aéreo	UNE-EN ISO 140-16	ΔR_A ó $\Delta R_{A,d}$
		Absorción sonora	EN ISO 354 ó EN 20354	α_w
Cerramiento vertical	Aislamiento a ruido aéreo	UNE-EN ISO 140-3 (1)	RA y RA_{tr} ⁽²⁾	
Datos adicionales por tipología	Trasdosado/SATE...	Mejora aislamiento a ruido aéreo	UNE-EN ISO 140-16 ⁽¹⁾	$\Delta R_{A,d}$ ó/y $\Delta R_{A,tr,d}$
	Sistema paneles sándwich	Absorción sonora	EN ISO 354 ó EN 20354	α_w

⁽¹⁾ A partir del 30 de marzo de 2011 las normas UNE-EN ISO 140 partes 3, 6, 8 y 16 fueron anuladas y sustituidas por la familia de normas UNE-EN ISO 10140:2011, partes 1 a 5. El proceso de medida y evaluación aplicado cumple con las nuevas normas.

⁽²⁾ El índice $R_{A,tr}$ se aplica a todo elemento que forme parte de la envolvente del edificio

La superficie de muestra montada para realizar el ensayo de cerramiento horizontales ha sido de 14 m², excepto en el caso de materiales flexibles caracterizados frente al ruido de impactos usando 3 probetas de tamaño pequeño.

En el caso de los cerramientos verticales la superficie construida ha sido de 10 m², excepto en el caso de ventana donde es de 1,88 m² y en el de puertas donde el tamaño es específico en cada caso.



Tabla 3 - Detalle de los índices globales expuestos en la base de datos.

Índice	Forma de cálculo	Denominación índice
R_A	Documento Básico "DB-HR (CTE)	Índice global de reducción acústica ponderado A
$R_{A,tr}$	Documento Básico "DB-HR (CTE). En su defecto $R_{A,tr} \approx (R_w + C_{tr})$ según UNE-EN ISO 717-1	Índice global de reducción acústica ponderado A para ruido exterior dominante de automóviles
ΔR_A	Norma UNE-EN ISO 10140-1-Anexo G (antigua UNE-EN ISO 140-16)	Índice global de mejora de reducción acústica ponderado A del revestimiento respecto a forjado normalizado pesado de referencia
$\Delta R_{A,d}$	$\Delta R_{A,d} = R_A - R_{Ab}$ R_A Aislamiento R_A del conjunto R_{Ab} Aislamiento R_A del elemento base $\Delta R_{A,tr,d} = R_{A,tr} - R_{A,tr,b}$	Índice global de mejora de reducción acústica directa ponderado A, del revestimiento respecto al elemento base (pared o forjado) utilizado (no normalizado)
$\Delta R_{A,tr,d}$	$R_{A,tr}$ Aislamiento $R_{A,tr}$ del conjunto elemento base+ revestimiento $R_{A,tr,b}$ Aislamiento $R_{A,tr}$ del elemento base En su defecto $\Delta R_{A,tr,d} \approx \Delta(R_w + C_{tr})_d = (R_w + C_{tr})_{con\ revest.} - (R_w + C_{tr})_{sin\ revest.}$	Índice global de mejora de reducción acústica directa ponderado A para ruido exterior dominante de automóviles del revestimiento respecto a un elemento base (pared o forjado) no normalizado
L_{nw}	Norma de cálculo UNE-EN ISO 717-2	Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado
$\Delta L_{nw,d}$	$\Delta L_{nw,d} = L_{nwb} - L_{nw}$ L_{nwb} Nivel L_{nwb} del forjado base utilizado L_{nw} Nivel L_{nw} del conjunto forjado base+revestimiento	Índice global de reducción del nivel de presión sonora de impactos directa, del revestimiento frente a forjado utilizado (no normalizado)
ΔL_w	Norma de cálculo UNE-EN ISO 717-2	Índice de reducción ponderada del nivel de presión sonora de impactos respecto al forjado normalizado pesado (losa hormigón 15 cm)
α_w	Norma de cálculo UNE-EN ISO 11654	Coefficiente de absorción sonora ponderado

2.3 Campo de aplicación

El aislamiento a ruido aéreo/impactos o la absorción sonora de una solución o elemento constructivo vienen determinados por los datos obtenidos en bandas de frecuencia de tercio de octava, en general, de 100 a 5.000 Hz. Son estos datos los que definen el aislamiento acústico ó de absorción sonora de las soluciones constructivas y los que permiten realizar un diseño acústico detallado del edificio.

Sin embargo, a nivel reglamentario, se utilizan los índices globales de aislamiento acústico de las soluciones constructivas, obtenidos a partir de los datos en frecuencias, como un número de 'referencia' del aislamiento acústico en frecuencias.

La base de datos recoge los índices globales de aislamiento acústico redondeados a un número entero, así como el índice de absorción sonora con 2 cifras decimales, correspondientes a diferentes tipologías de muestras ensayadas en el Área de Acústica. Dichos resultados se refieren exclusivamente a la muestra ensayada.



La información contenida en la base de datos no supe a un informe de ensayo y no es un documento con validez legal, sino informativo. En caso de que se utilice un dato de esta base de datos para justificar el aislamiento acústico de una solución, se deberá solicitar el informe de ensayo que lo acredite al propietario del mismo, siendo responsabilidad del técnico la utilización y aplicación adecuada de los datos. Es en dicho informe donde estarán reflejados los datos y detalles constructivos de las muestra, detalles que pueden influir considerablemente en el resultado obtenido.

3 Evolución de los productos de construcción caracterizados acústicamente.

La evolución de los tipos de soluciones caracterizadas acústicamente en España, durante los 18 últimos años, ha venido impulsada por el aumento de los requisitos acústicos solicitados al edificio con la entrada en vigor del Código Técnico de la Edificación [3].

Las soluciones constructivas que los fabricantes han ido ensayando en el laboratorio del Área de Acústica a lo largo de dicho periodo y parte de las cuales están recogidas en la base de datos, son un reflejo de esta evolución.

En el primer lustro del siglo XII los fabricantes optaron por la caracterización de los elementos tradicionales que se estaban utilizando hasta la fecha. Estas evaluaciones permitieron establecer en qué situación se encontraban respecto a la reglamentación vigente y frente al proyecto de nueva reglamentación que se estaba desarrollando.

Los datos desfavorables de algunos de los productos tradicionales frente a algunas aplicaciones concretas (por ejemplo, el aislamiento a ruido aéreo entre medianeras o el nivel de ruido de impactos de los forjados) derivó en el desarrollo de soluciones mejoradas o en la búsqueda de soluciones alternativas en base a los productos existentes.

Tabla 4 - Paredes de albañilería de la base de datos. Rango de aislamientos y características.

RANGO DE VALORES PAREDES					
Fábricas	Espesor (cm) (Mín. – Máx.)	Masa (Kg/m ²) (Mín. – Máx.)	Aislamiento R _A (dBA) (Mín. – Máx.)	Nº de soluciones	Variantes:
Simples: Ladrillos Huecos y Gran Formato	4-15	162-347	28-44	36	Tipos de piezas, montaje y revestimientos y materiales en cámara
Simples: Bloques	9-32	113-379	28-57	100	
Dobles	18-30	111-315	47-57	19	

En el caso de cerramientos verticales de soluciones de albañilería simples y dobles, utilizadas principalmente para soluciones de tabiquería interior en el primer caso y para soluciones de medianería y fachada en ambos casos, los distintos fabricantes caracterizaron sus productos y detectaron áreas de mejora.



Para la aplicación en medianeras se recurrió a la búsqueda de soluciones simples con bloques que presentaran un aislamiento R_A superior a 50 dBA, así como al desarrollo y diseño de soluciones de paredes dobles que permitieran obtener, en combinación con el resto de elementos del edificio, un aislamiento a ruido aéreo in situ ($D_{nT,A}$) mayor a 50 dBA. Todo ello con el hándicap de minimizar el posible aumento de espesor y carga asociado a las nuevas soluciones.

Empiezan a tener un mayor protagonismo soluciones en base a placas de yeso laminado y otros materiales con entramado autoportante.

Tabla 5 - Particiones verticales entramado autoportante de la base de datos.
Rango de aislamientos y características.

RANGO DE VALORES PARTICIONES ENTRAMADO AUTOPORTANTE					
Particiones verticales	Espesor (cm) (Mín. – Máx.)	Masa (Kg/m^2) (Mín. – Máx.)	Aislamiento R_A (dBA) (Mín. – Máx.)	Nº de soluciones	Variantes:
Entramado autoportante	20-75	22-84	33-66	11	Tipo de placas, de composición, material cámara, entre placas, juntas etc.

Así mismo, se desarrollaron y caracterizaron soluciones mixtas de fábricas con sistemas de placas de yeso laminado y materiales de relleno, con el objetivo de obtener soluciones con mayor prestación acústica y cumplir con los requisitos en el edificio terminado. En la base de datos se recogen 39 soluciones de este tipo con un rango de aislamiento a ruido aéreo, R_A , de 50 a 81 dBA, junto con las mejoras de aislamiento de los trasdosados.

Tabla 6 - Trasdosados y soluciones trasdosadas de la base de datos. Rango de aislamientos.

RANGO DE VALORES TRASDOSADOS				
Tipo solución	Aislamiento conjunto R_A (dBA) (Mín. – Máx.)	Mejora Aislamiento del trasdosado(s) ΔR_{Ad} (dB) (Mín. – Máx.)	Nº soluciones	Variantes:
Pared albañilería + 1 trasdosado	50-66	9-38	32	Pared base, materiales del trasdosado, disposición, cámaras, encuentros perimetrales, materiales juntas.....
Pared albañilería + 2 trasdosados	58-81	19-38	7	

El nivel de ruido de impactos, L_{nw} , de los forjados unidireccionales y reticulares incluidos en la base de datos oscila entre los 77 y 94 dB. La búsqueda de una mejora del comportamiento frente al ruido de impactos de los forjados, ha derivado en el desarrollo de soluciones constructivas de suelos flotantes que aporten la mejora necesaria.



Tabla 7 - Recubrimiento sobre forjados de la base de datos. Rango de aislamientos y mejoras.

RANGO DE VALORES REVESTIMIENTOS SUELOS					
	Revestimiento		Solución completa		
Revestimiento sobre forjado:	Mejora Aislamiento $\Delta R_{Ad} R_A$ (dB) (Mín. – Máx.)	Mejora Aislamiento ruido impactos $\Delta L_{nw,d}$ (dB) (Mín. – Máx.)	Nivel de ruido impactos L_{nw} (dB) (Mín. – Máx.)	Aislamiento R_A (dB) (Mín. – Máx.)	Nº de soluciones
Losas flotantes sobre FN ^(*)	6-14	19-34	45-70	51-74	15
Losas flotantes sobre forjados varios	1-24	11-41			32
Suelos secos sobre FN ^(*)	-----	14-25			9

(*) FN: Forjado normalizado pesado. Losa hormigón de 15 cm.

Por otra parte, las soluciones utilizadas en la envolvente de los edificios han sido ampliadas. Esta ampliación ha sido provocada no solo por las mayores prestaciones acústicas requeridas, sino por otras tendencias en el sector: diseños singulares, industrialización del proceso de construcción, implementación de soluciones energéticamente más eficientes, aplicación de criterios de sostenibilidad, etc. Esto se ha materializado en el desarrollo y caracterización de fachadas modulares en base a paneles de hormigón o madera o acero o vidrio combinadas con otros elementos y entre ellos.

Tabla 8 - Sistemas de Paneles de la base de datos. Rango de aislamientos y características.

Sistemas Paneles	Espesor (cm) (Mín. – Máx.)	Masa (Kg/m ²) (Mín. – Máx.)	Aislamiento R_A (dB) (Mín. – Máx.)	Nº soluciones	Variantes:
Combinación de paneles	10-37	21-360	26-58	25	Simple, dobles, multicapa,... Aplicación fachada, interior...

El aislamiento acústico del hueco de fachada es un dato crítico para obtener un confort adecuado en las viviendas. En su aislamiento influyen todos sus componentes (tamaño, sellados, etc) y la posible presencia de aireador y cajón de persiana. Estos elementos tienen vital importancia, tal y como se constató en el estudio 'Ventana y cajón de persiana: Estudio del comportamiento acústico en diferentes situaciones [8], realizado desde esta Área de Acústica.

Se han desarrollado nuevos sistemas de huecos de ventana con prestaciones mejoradas y adaptadas a las condiciones de contorno del edificio proyectado. La base de datos recoge soluciones con un rango de aislamiento frente al ruido de tráfico de 25 a 42 dBA.



Tabla 9 - Ventanas de la base de datos. Rango de aislamientos y características.

RANGO DE VALORES VENTANAS			
Tipo de ventanas	Aislamiento R_A (dB) (Mín. – Máx.)	Aislamiento R_{Atr} (dB) (Mín. – Máx.)	Nº soluciones
Ventanas con cajón persiana	29-38	25-32	9
Ventanas sin cajón persiana	31-40	28-35	36
Ventanas con perfil central	44-46	42	2

La necesidad de rehabilitar edificios existentes, principalmente promovida desde la mejora de la eficiencia energética de los mismos, ha derivado en el desarrollo de nuevos sistemas, como son los de aislamiento térmico por el exterior de la fachada. Estos sistemas pueden influir negativa o positivamente en el aislamiento acústico de la fachada base. La evaluación de dicha influencia no está muy implantada.

4 Conclusiones

El aumento de las exigencias de aislamiento acústico a los edificios (junto con otras tendencias del sector como la industrialización, la rehabilitación ó la integración de criterios de sostenibilidad en el proceso de construcción) ha propiciado una evolución de las soluciones constructivas implementadas en los edificios.

Es importante que las entidades del sector que están implicados en diseño y ejecución de los edificios dispongan de datos acústicos de las soluciones constructivas contempladas en el proyecto, así como de las soluciones constructivas concretas que finalmente se utilizan en la obra. Se ha avanzado mucho en este sentido, gracias al esfuerzo realizado por los fabricantes de productos de construcción y otros agentes: existen datos acústicos de gran cantidad de soluciones constructivas y existen soluciones constructivas con prestaciones muy mejoradas respecto a las existentes hace 20 años.

Sin embargo sigue siendo necesario poner a disposición del sector datos de nuevos productos que se están desarrollando. En este sentido está previsto ampliar la base de datos ‘dBMat Índice Globales’ a partir de los ensayos que los propios fabricantes vayan desarrollando.

El confort acústico del usuario del edificio se conseguirá partiendo de un proyecto que contemple un diseño acústico adecuado, incluyendo las prestaciones acústicas requeridas a cada uno de los elementos y los detalles constructivos relevantes, seguido de un control de ejecución adecuado tanto en la fase de recepción de los materiales como en la fase de ejecución de las soluciones.

Referencias

- [1] Cortés, A.; Eguiguren, J.L.; Vázquez, Manuel. *Cámaras acústicas móviles: no solo un proyecto sino una realidad*. Tecnicústica 98. Lisboa (Portugal).
- [2] Esteban, A.; Cortés, A.; De Rozas, M.J.; Tellado, N.; De Lorenzo, A. *Análisis de la situación actual y futura sobre el confort acústico en los edificios*. Tecnicústica 2001. Logroño (Spain).



- [3] *Documento Básico 'DB-HR de Protección frente al ruido'* del Código Técnico de la Edificación. <http://www.codigotecnico.org/index.php/menu-proteccion-frente-ruido>
- [4] Acoubat-dBMat-Software de modelización del aislamiento acústico del edificio. www.acoubat-dbmat.com.
- [5] CEN, European Standard EN 12354: Acústica de la edificación. Estimación de las características acústicas de las edificaciones a partir de las características de sus elementos. Parte 1: Aislamiento acústico del ruido aéreo entre recintos;. Part 2: Impact sound insulation between rooms; Part 3: *Aislamiento acústico a ruido aéreo contra ruido del exterior*.2000.
- [6] *Catálogo de Elementos Constructivos (CEC)*. Código Técnico de la Edificación. <http://www.codigotecnico.org/index.php/menu-catalogo-informatico-elementos-constructivos>
- [7] '*dB-Mat-Índices globales*'. Laboratorio de Control de Calidad de la edificación del Gobierno Vasco. <http://www.acoubat-dbmat.com/dBMat.html>.
- [8] López, J.; Escudero S.; De Rozas M.J. *Ventana y cajón de persiana: Estudio del comportamiento acústico en diferentes situaciones*. Tecniacústica 2010, Leon. Spain.