

ESTUDIO DE LA APLICABILIDAD DEL DB HR EN UN EDIFICIO EXISTENTE

PACS: 43.55.Rg

M^a Teresa Carrascal García; Amelia Romero Fernández; Belén Casla Herguedas
Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, IETcc – CSIC
C/ Serrano Galvache 4.
28033 Madrid. España.
Tel: +34 913 020 440
Fax: +34 913 020 700
E-mail: tcarrascal@ietcc.csic.es; aromero@ietcc.csic.es; belench@ietcc.csic.es

ABSTRACT

Spanish regulation DB HR Protection against noise does not cover repairs, additions or any alteration undertaken in existing buildings, unless it is considered an “integral restoration” as defined in Part I of the Spanish Building Code (CTE). This paper contains a case study concerning the application of DB HR to an existing building. It focuses on the study and evaluation of existing walls and floors, the possibilities of architectonic intervention and the use of Spanish Standards UNE EN 12354 to evaluate in situ acoustic performance.

RESUMEN

En el ámbito de aplicación del Documento Básico DB HR de Protección frente al ruido quedan excluidas las rehabilitaciones, salvo que éstas sean “rehabilitaciones integrales” según se define en la parte I del CTE. En esta ponencia se analiza un caso práctico de aplicación del DB HR a la rehabilitación de un edificio existente. El problema se ha enfocado desde el estudio y evaluación de las soluciones existentes, las posibilidades de intervención arquitectónica y el uso de la norma UNE EN 12354 para evaluar las prestaciones acústicas finales.

OBJETO

En el ámbito de aplicación del DB HRi protección frente al ruido excluye las obras de ampliación, modificación, reforma o rehabilitación en los edificios existentes, salvo cuando se trate de **rehabilitación integral**, concepto definido en la parte I del CTE ii como “aquellas obras que tienen por objeto actuaciones orientadas a **todos** los resultados siguientes:

- a) la adecuación estructural, considerando como tal las obras que proporcionen al edificio condiciones de seguridad constructiva, de forma que quede garantizada su estabilidad y resistencia mecánica;

- b) la adecuación funcional, entendiéndose como tal la realización de las obras que proporcionen al edificio mejores condiciones respecto de los requisitos básicos a los que se refiere este CTE;
- c) la remodelación de un edificio con viviendas que tenga por objeto modificar la superficie destinada a vivienda o modificar el número de éstas, o la remodelación de un edificio sin viviendas que tenga por finalidad crearlas.”

De la lectura de los párrafos anteriores se deduce que no es obligatorio aplicar el DB HR a muchas intervenciones en edificios existentes, desde las simples obras de conservación o reforma, a las ampliaciones, cambios de uso, modificaciones o redistribuciones de los espacios de un edificio etc., que generalmente no pueden ser consideradas rehabilitaciones “integrales”, pero pueden ser una oportunidad para mejorar las condiciones acústicas de los espacios en los que habitamos.

La no obligatoriedad de aplicar el DB HR a las rehabilitaciones no integrales, conjuntamente con el hecho de que los diversos condicionantes a los que suele estar sujeto un proyecto de arquitectura: programa, plazos de ejecución, normativa aplicable, materiales, presupuesto, etc. suelen relegar el estudio de las condiciones acústicas a un segundo lugar, motivan esta ponencia en la que se estudia la viabilidad de aplicar el método de cálculo contenido en el DB HR, en concreto la norma UNE EN 12354 partes 1ⁱⁱⁱ, 2^{iv} y 3^v, a la rehabilitación acústica de un edificio de viviendas.

Posiblemente, esta sea una buena herramienta para los arquitectos o proyectistas en las primeras fases de un proyecto de rehabilitación para evaluar las posibilidades de intervención en el edificio, siempre que se disponga de información sobre las soluciones constructivas (fundamentalmente particiones, forjados, fachadas y cubiertas del edificio), sus formas de unión y puedan estimarse con cierta seguridad sus valores de aislamiento acústico en laboratorio: índices R_A y L_{nw} .

VIABILIDAD DE LA APLICACIÓN DE LA UNE EN ISO 12354 A EDIFICIOS EXISTENTES

Los datos previos para aplicar la UNE EN 12354 son:

- Información sobre el aislamiento acústico en laboratorio de los elementos constructivos de separación y de flanco: R_A , $L_{n,w}$, ΔR_A , ΔL_w , etc.
- Valores de masa por unidad de superficie de todos los elementos.
- Datos de las uniones y de su índice de reducción vibracional en las uniones (T o + y tipo de elemento constructivo).

Según la UNE EN 12354 – 1, el modelo de cálculo detallado, es decir, para bandas de tercio de octava, tiene una desviación estándar de 1,5 y 2,5 dB. Para el modelo simplificado, la desviación es 2 dB, con una tendencia a sobreestimar el aislamiento acústico.

Este método es viable si se conocen los índices de aislamiento de los elementos constructivos existentes y sus uniones.

Para aplicar el método de cálculo es necesario poder evaluar las soluciones existentes, la información previa de la que suele disponerse es la inspección del propio edificio y la documentación del proyecto o de alguna intervención anterior en el edificio: memoria de calidades, planos, etc. En este punto, merece la pena hacer un análisis de las soluciones constructivas más comunes que hay en la edificación española y determinar en cuáles de ellos, puede emplearse este método de cálculo.

Hasta 1988, no entró en vigor una normativa que estableciera las condiciones acústicas de los edificios. Hasta entonces, no existía ninguna reglamentación en materia de acústica. Siguiendo

la evolución de la construcción española desde finales del siglo XIX, puede hablarse de diferentes tipos constructivos caracterizados una problemática acústica distinta. En la siguiente lista se describen de forma general los tipos constructivos y sus prestaciones acústicas.

1. Hasta 1940 las edificaciones tienen en su gran mayoría una estructura horizontal de forjados de madera, apoyados en muros de carga de fábrica, de mampuesto o en estructuras de entramado de madera que se rellenaban con cascotes, fábrica, arena, etc.

Los forjados están formados por las vigas de madera y el entrevigado puede estar relleno con yesones o con un revoltón de fábrica. Previo a la colocación del pavimento se ha colocado una o varias camas de arena y mortero de agarre, lo que confiere una mayor masa y por tanto, más aislamiento acústico.

Las fachadas también son portantes y por lo general están formadas por una hoja de elevada masa y espesor de ladrillo macizo o mampuesto.

No existe casi información sobre las prestaciones acústica en laboratorio y en el edificio de forjados de madera en España de ahí la imposibilidad de aplicar la norma UNE EN 12354 con garantías.

2. Después de 1940, empiezan a generalizarse las estructuras de hormigón, los forjados son de hormigón con viguetas metálicas o de hormigón, en su mayoría apoyados en estructuras de muros de fábrica de 1 pie de espesor.

En el caso de las fachadas, éstas suelen estar formadas por una hoja de ladrillo perforado de 1p de espesor, que a veces se revestía por el interior de un ladrillo hueco sencillo para dejar espacio a las instalaciones.

3. En 1970^{vi} se generalizan las estructuras porticadas de hormigón, lo que cambió el planteamiento de la construcción de muros de fábrica, que pasaron de tener una función portante, a insertarse en las estructuras porticadas, de tal forma, que sus espesores pudieron afinarse aún más. Las particiones no portantes se aligeran. se emplean masivamente el ladrillo hueco, los bloques aligerados y se empieza a usar el gran formato.

La solución de fachada más extendida consiste en una fachada multicapa de una hoja exterior de 1 pie o ½ pie de ladrillo cara vista, una cámara de aire sin ventilar y una hoja interior resuelta con tabique de ladrillo hueco sencillo. En estos años se empieza a utilizar el aislamiento térmico en las cámaras de fachadas, cubiertas, etc.

4. A partir de 1988, año en el que la NBE - CA-88 entra en vigor, según la cual las particiones y forjados que separan viviendas han de tener un índice de reducción acústica R_A de al menos 45 dBA. Las dos soluciones más extendidas para particiones entre viviendas son:
 - El medio pie de ladrillo perforado o macizo o los bloques de hormigón u hormigón aligerado. Se han utilizado ladrillos de mayor masa y aislamiento, con denominaciones comerciales que hacen referencia a su aislamiento acústico (sonorresistente, fónico, etc.).
 - La pared de dos hojas de ladrillo hueco doble de 70 mm de espesor, con cámara intermedia de 30 o 40 mm.

En cuanto al ruido de impactos, el nivel de presión de ruido de impactos exigido en la norma Básica NBE - CA 88 es de 80 dBA, que es bastante alto e insuficiente. De hecho, el uso de materiales de aislamiento a ruido de impactos en vivienda es residual.

Estas soluciones se mantienen hasta el momento en que se aprueba el CTE, en el que las nuevas exigencias son superiores a las anteriores y por lo tanto se produce un cambio en los sistemas constructivos.

A pesar de que en España no existe mucha información sobre los índices de reducción acústica de algunos materiales, es cierto existe más conocimiento sobre las prestaciones de los forjados de hormigón que sobre los forjados de madera y por lo tanto, es a los edificios con estructura de hormigón, es decir, aquéllos construidos a partir de 1940 a los que se puede aplicar el modelo de cálculo de la UNE EN 12354. En esta comunicación, se trata del estudio de un ejemplo de viviendas de los años 60.

DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y DE SUS SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS

El edificio objeto de estudio es un bloque lineal de viviendas, construido en los años 60^{vii} en Sabadell, con cuatro alturas, cuya estructura vertical está formada por muros de carga de ladrillo cerámico. Hay dos viviendas por planta y la planta cubierta del edificio es plana no transitable. En la cubierta existe un recinto de instalaciones donde estaban ubicados los depósitos de acumulación de agua que hoy día ya no se usan. Se trata de una construcción bastante común en edificios de viviendas de este periodo y puede considerarse representativa en lo que se refiere a las soluciones de particiones, forjados y fachadas.

El edificio cuenta con muros de carga de medio pie de ladrillo cerámico macizo en la planta primera. En el resto de plantas, los muros de carga son de ladrillo cerámico hueco. Ambos en formato catalán.

Como estructura horizontal, el edificio cuenta con forjados unidireccionales de viguetas autoportantes de hormigón pretensado con bovedillas de hormigón, con un canto total de 20cm.

A continuación se enumeran los diferentes elementos de separación:

- Elementos de separación verticales, es decir, aquellos que separan viviendas o que separan las viviendas de las zonas de escaleras. Están formados por muros de ½ pie de ladrillo perforado en la primera planta y en el resto de plantas se trata de un ladrillo hueco de ½ pie de formato catalán. Enlucidos ambos por las dos caras en las zonas que separan estancias, y cuando se trata de cuartos húmedos, están alicatados por el interior de las viviendas.
- Elementos de separación horizontales entre viviendas, formados por forjados unidireccionales de canto 20 cm con bovedilla de hormigón, enlucidos por la cara inferior. Sobre el forjado se dispone de una capa de 2 cm de arena, una capa de 2 cm de mortero de cemento y finalmente se acaba con un pavimento de terrazo de 2 cm.
- Tabiquería sin función estructural de las viviendas, formada por tabiques de ladrillo hueco sencillo de 4 cm, enlucido por ambas caras o alicatado en el caso de los cuartos húmedos.
- Fachadas:
 - En las habitaciones de la planta primera, las fachadas están compuestas por un enfoscado de mortero de cemento, de 2cm de espesor, un muro de ladrillo

cerámico macizo, de 14cm de espesor, una cámara de aire no ventilada de 5cm de espesor sin aislante térmico, trasdosado con un tabique de ladrillo cerámico hueco doble de 7cm de espesor y enlucido de yeso por el interior. En las plantas superiores, el ladrillo perforado se sustituye con $\frac{1}{2}$ pie de ladrillo hueco.

- En la sala de estar de planta primera, la fachada es de una hoja, compuesta por un muro de $\frac{1}{2}$ pie de ladrillo cerámico (14 cm), enfocado por el exterior y enlucido por el interior. En las plantas superiores, el ladrillo perforado se sustituye con $\frac{1}{2}$ pie de ladrillo hueco (14 cm).
- En los cuartos húmedos la fachada es idéntica a la de las salas de estar, a excepción de que el acabado es un alicatado cerámico.

EVALUACIÓN DE LAS SOLUCIONES EXISTENTES

El primer paso para evaluar las prestaciones in situ de las soluciones constructivas es la estimación de los aislamientos en laboratorio, tanto a ruido aéreo ($R_A, R_{A, tr}$) como a ruido de impactos (L_{nw}).

En el proyecto de rehabilitación, la información previa de la que suele disponerse es la inspección del propio edificio y la documentación del proyecto o de alguna intervención anterior en el edificio: memoria de calidades, planos, etc.

En este caso, la descripción de las particiones y forjados ha sido vital para determinar los valores globales de los índices de aislamiento acústico, que se han obtenido por comparación con otras soluciones similares, del Catálogo^{viii} de Elementos Constructivos del CTE y por los procedimientos de cálculo de la UNE EN 12354. La tabla 1 muestra las soluciones constructivas y la estimación de sus valores de aislamiento acústico en laboratorio.

La información relativa a los volúmenes y uniones se obtuvo de los planos del proyecto. Como casos de análisis se ha elegido aquellos más desfavorables, es decir, los recintos de menor volumen y aquellos que cuentan con mayor superficie de separación entre unidades de uso, de esta manera el análisis queda reducido a unos pocos casos. Se ha utilizado el método simplificado de la norma UNE EN 12354 para el cálculo del aislamiento acústico con valores globales y como apoyo se han utilizado la Herramienta^{ix} de cálculo del Documento Básico de protección frente al ruido del Ministerio de Vivienda.

Los resultados obtenidos son los expresados en la tabla 2. Se observa que el aislamiento a ruido aéreo es bajo si se compara con el aislamiento exigido por el DB HR. En cuanto a los elementos de separación horizontales, el aislamiento acústico a ruido aéreo es razonable, pero el aislamiento acústico a ruido de impactos es escaso, un problema común en la mayoría de los edificios existentes previos al DB HR.

Tabla 1. Soluciones constructivas en el edificio objeto de estudio

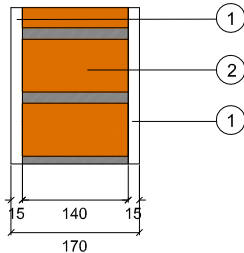
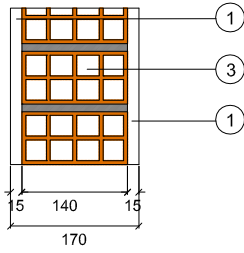
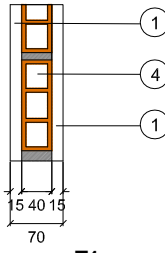
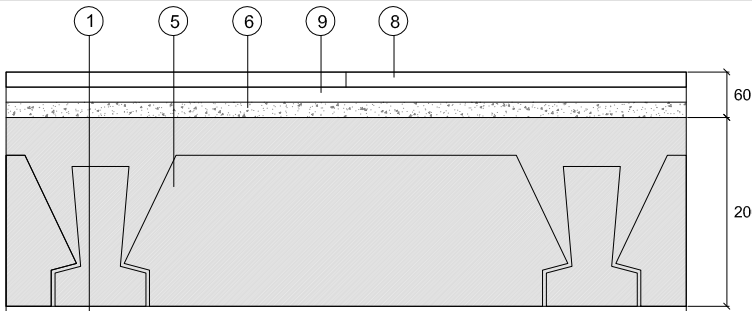
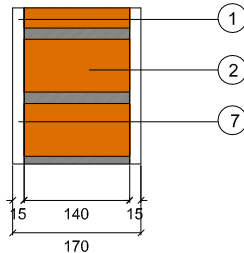
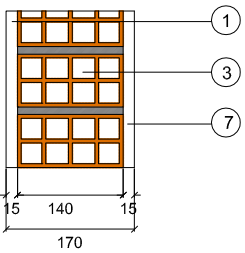
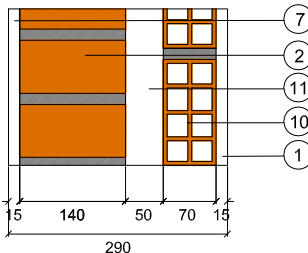
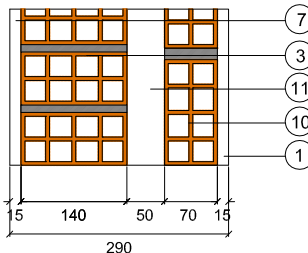
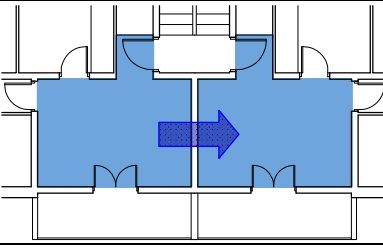
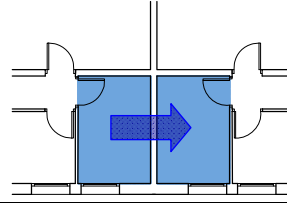
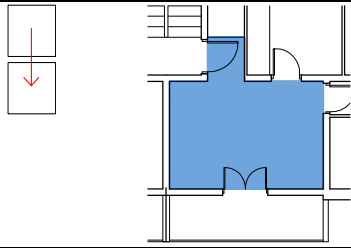
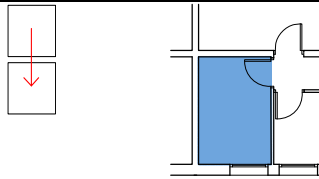
PARTICIONES	LEYENDA
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>ESV1</p> <p>UBICACIÓN: Planta baja. Entre viviendas</p> <p>$m = 150 \text{ kg/m}^2, R_A = 42 \text{ dBA}$</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>ESV2</p> <p>UBICACIÓN: Planta 1-3. Entre viviendas</p> <p>$m = 127 \text{ kg/m}^2, R_A = 40 \text{ dBA}$</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>T1</p> <p>UBICACIÓN: Tabiquería interior</p> <p>$m = 70 \text{ kg/m}^2, R_A = 33,8 \text{ dBA}$</p> </div> </div>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Enlucido de yeso 15 mm 2. Ladrillo perforado 140 mm 3. Ladrillo hueco doble 140 mm 4. Tabique hueco sencillo 40 mm 5. Forjado unidireccional con bovedilla de hormigón. Canto 200mm 6. Capa de arena, 20mm 7. Enfocado de mortero de cemento, 15 mm 8. Terrazo 9. Capa de mortero de agarre, 20 mm 10. Ladrillo hueco doble, 70 mm 11. Cámara de aire
FORJADOS	
 <p>UBICACIÓN: Forjados entre viviendas y en el rellano de las escaleras</p> <p>$m = 378 \text{ kg/m}^2, R_A = 55,6 \text{ dBA}, L_{n,w} = 73,8 \text{ dB}$</p>	
FACHADAS	
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>FAC1</p> <p>UBICACIÓN: Planta baja. Fachada salones</p> <p>$m = 175 \text{ kg/m}^2, R_A = 44 \text{ dBA}, R_{A,tr} = 40 \text{ dBA}$</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>FAC2</p> <p>UBICACIÓN: Planta 1-3. Fachada salones</p> <p>$m = 152 \text{ kg/m}^2, R_A = 42 \text{ dBA}, R_{A,tr} = 38 \text{ dBA}$</p> </div> </div>	
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>FAC3</p> <p>UBICACIÓN: Planta baja. Fachada dormitorios</p> <p>$m = 220 \text{ kg/m}^2, R_A = 48 \text{ dBA}, R_{A,tr} = 46 \text{ dBA}$</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>FAC4</p> <p>UBICACIÓN: Planta 1-3. Fachada dormitorios</p> <p>$m = 211 \text{ kg/m}^2, R_A = 47 \text{ dBA}, R_{A,tr} = 43 \text{ dBA}$</p> </div> </div>	

Tabla 2. Resultados obtenidos en el edificio con su estado original

SITUACIÓN	DATOS DE LOS RECINTOS	RESULTADOS
	$V = 30\text{m}^3$; $S = 12\text{m}^2$ $S_{\text{ESV}} = 7,5\text{m}^2$	
	Planta Baja (ESV1) Plantas 1 a 3 (ESV2)	$D_{\text{nT,A}} = 41\text{ dBA}$ $L'_{\text{nT,w}} = 68\text{ dB}$ $D_{\text{nT,A}} = 39\text{ dBA}$ $L'_{\text{nT,w}} = 69\text{ dB}$
	$V = 14,6\text{m}^3$; $S = 5,84\text{m}^2$ $S_{\text{ESV}} = 5\text{m}^2$	
	Planta Baja (ESV1) Plantas 1 a 3 (ESV2)	$D_{\text{nT,A}} = 38\text{ dBA}$ $L'_{\text{nT,w}} = 71\text{ dB}$ $D_{\text{nT,A}} = 36\text{ dBA}$ $L'_{\text{nT,w}} = 72\text{ dB}$
	$V = 30\text{m}^3$; $S = 12\text{m}^2$	
	Planta Baja Plantas 1 a 3	$D_{\text{nT,A}} = 50\text{ dBA}$ $L'_{\text{nT,w}} = 76\text{ dB}$ $D_{\text{nT,A}} = 50\text{ dBA}$ $L'_{\text{nT,w}} = 76\text{ dB}$
	$V = 14,6\text{m}^3$; $S = 5,84\text{m}^2$	
	Planta Baja Plantas 1 a 3	$D_{\text{nT,A}} = 47\text{ dBA}$ $L'_{\text{nT,w}} = 81\text{ dB}$ $D_{\text{nT,A}} = 47\text{ dBA}$ $L'_{\text{nT,w}} = 81\text{ dB}$

PROPUESTA DE SOLUCIONES DE MEJORA Y RESULTADOS

En cuanto a las soluciones de mejora, se opta por aumentar el aislamiento acústico a ruido aéreo entre viviendas instalando un trasdosado de placa de yeso laminado a ambos lados. Es una solución simétrica que no sobrecarga la estructura del edificio y que un aumenta el aislamiento acústico de entre 7 y 9 dBA. El inconveniente es que se reduce la superficie útil de los usuarios en al menos 6 cm por cada lado, lo que es una limitación cuando se trata de estancias muy pequeñas.

Se muestran dos alternativas:

1. Trasdoso adherido, formado por un panel de 40 mm compuesto por una placa de yeso laminado y lana mineral de baja densidad sujeto mediante pelladas de mortero de yeso, con un espesor total de la partición de 27 cm.
2. Trasdoso autoportante, formado por una placa de yeso laminado de 15mm, sujeto a una peñilería autoportante de 48 mm, con cámara rellena totalmente de lana mineral. El espesor total de la partición en este caso es de 32 cm.

En cuanto al ruido de impactos, las medidas de mejora están limitadas por el hecho de que la altura libre de las estancias es de 2,50, lo que descarta soluciones de suelo flotante de mayor espesor al suelo ya existente. La solución adoptada es la de sustituir el terrazo existente por una tarima flotante sobre una capa de lana mineral. Esta solución no modifica la altura libre del edificio y tampoco sobrecarga la estructura del edificio.

Se han desechado otras soluciones blandas como las moquetas o los pavimentos de linóleo que tienen peor mantenimiento.

Las tablas 3 y 4 muestran los resultados obtenidos cuando se aplican las soluciones de mejora individualmente en cada uno de los elementos constructivos. La mejora en el caso de los trasdosados es notable. En el caso del forjado, la eliminación de los 2 cm de terrazo y su sustitución por una tarima flotante aumenta el aislamiento a ruido de impactos a costa de una pequeña disminución del aislamiento acústico a ruido aéreo.

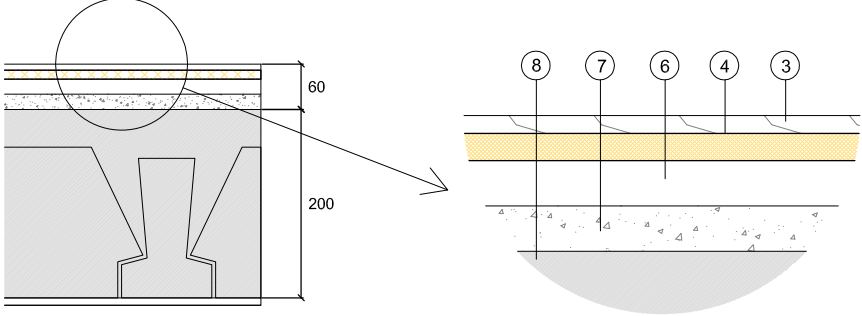
Tabla 3. Resultados obtenidos según al UNE EN 12354 -1 y 2 tras aplicar las mejoras.

MEDIDA DE MEJORA	SOLUCIÓN	UBICACIÓN	VALORES OBTENIDOS (con mejora)	VALORES ESTADO INICIAL	MEJORA
Trasdosado adherido $\Delta R_A = 7$ dBA		Planta baja Salón-salón	$D_{nT,A} = 48$ dBA	$D_{nT,A} = 41$ dBA	+7
			$L'_{nT,w} = 66$ dB	$L'_{nT,w} = 68$ dB	+2
		Dormitorio-dormitorio	$D_{nT,A} = 45$ dBA	$D_{nT,A} = 38$ dBA	+8
			$L'_{nT,w} = 69$ dB	$L'_{nT,w} = 71$ dB	+2
$\Delta R_A = 8$ dBA		Plantas 1 a 3 Salón-salón	$D_{nT,A} = 46$ dBA	$D_{nT,A} = 39$ dBA	+7
			$L'_{nT,w} = 67$ dB	$L'_{nT,w} = 69$ dB	+2
		Dormitorio-dormitorio	$D_{nT,A} = 43$ dBA	$D_{nT,A} = 36$ dBA	+7
			$L'_{nT,w} = 70$ dB	$L'_{nT,w} = 72$ dB	+2
Trasdosado autoportante $\Delta R_A = 14$ dBA		Planta baja Salón-salón	$D_{nT,A} = 50$ dBA	$D_{nT,A} = 41$ dBA	+9
			$L'_{nT,w} = 65$ dB	$L'_{nT,w} = 68$ dB	+3
		Dormitorio-dormitorio	$D_{nT,A} = 47$ dBA	$D_{nT,A} = 38$ dBA	+9
			$L'_{nT,w} = 65$ dB	$L'_{nT,w} = 71$ dB	+6
$\Delta R_A = 15$ dBA		Plantas 1 a 3 Salón-salón	$D_{nT,A} = 48$ dBA	$D_{nT,A} = 39$ dBA	+9
			$L'_{nT,w} = 66$ dB	$L'_{nT,w} = 69$ dB	+3
		Dormitorio-dormitorio	$D_{nT,A} = 45$ dBA	$D_{nT,A} = 36$ dBA	+9
			$L'_{nT,w} = 69$ dB	$L'_{nT,w} = 72$ dB	+3

LEYENDA:

- | | |
|--|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Trasdosado adherido (placa de yeso laminado + panel de lana mineral) 2. Trasdosado autoportante (placa de yeso laminado de 15 mm + lana mineral de 50 mm, sujeto a perfilaría de acero) 3. Tarima de madera de 80 mm de espesor | <ol style="list-style-type: none"> 4. Lana mineral de 12 mm de espesor 5. Partición existente 6. Capa de mortero de 20 mm de espesor (existente) 7. Capa de arena de 20 mm de espesor (existente) 8. Forjado (existente) |
|--|---|

Tabla 4. Resultados obtenidos según al UNE EN 12354 -1 y 2 tras aplicar las mejoras a los forjados

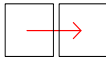
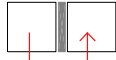
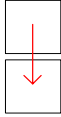
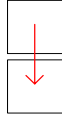
MEDIDA DE MEJORA	SOLUCIÓN			
Tarima sobre lana mineral $\Delta L_w \geq 11$ dB				
UBICACIÓN Forjados entre viviendas. Salón y dormitorios				
		VALORES OBTENIDOS (con mejora)	VALORES ESTADO INICIAL	MEJORA
Planta baja	Salón	$D_{nT,A} = 49$ dBA $L'_{nT,w} = 66$ dB	$D_{nT,A} = 50$ dBA $L'_{nT,w} = 76$ dB	-1 +10
	Dormitorio	$D_{nT,A} = 47$ dBA $L'_{nT,w} = 70$ dB	$D_{nT,A} = 47$ dBA $L'_{nT,w} = 81$ dB	0 +11
Plantas 1 a 3	Salón	$D_{nT,A} = 48$ dBA $L'_{nT,w} = 67$ dB	$D_{nT,A} = 50$ dBA $L'_{nT,w} = 76$ dB	-2 +9
	Dormitorio	$D_{nT,A} = 46$ dBA $L'_{nT,w} = 72$ dB	$D_{nT,A} = 47$ dBA $L'_{nT,w} = 81$ dB	-1 +9

LEYENDA:

- | | |
|--|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Trasdoso adherido (placa de yeso laminado + panel de lana mineral) 2. Trasdoso autoportante (placa de yeso laminado de 15 mm + lana mineral de 50 mm, sujeto a perfilaría de acero) 3. Tarima de madera de 80 mm de espesor | <ol style="list-style-type: none"> 4. Lana mineral de 12 mm de espesor 5. Partición existente 6. Capa de mortero de 20 mm de espesor (existente) 7. Capa de arena de 20 mm de espesor (existente) 8. Forjado (existente) |
|--|---|

Si se aplican las mejoras conjuntamente, se observa una disminución del nivel de presión de ruido de impactos en el caso de recintos colindantes horizontalmente, pero en el caso de los forjados, el hecho de que una o dos de las paredes que conforman el recinto se haya trasdosado no tiene incidencia. Los resultados pueden verse en la siguiente tabla.

Tabla 5. Resultados obtenidos según al UNE EN 12354 -1 y 2 tras aplicar las mejoras en los forjados y en las particiones simultáneamente.

UBICACIÓN		$D_{nT,A}$	$L'_{nT,w}$	$D_{nT,A}$	$L'_{nT,w}$
					
Planta baja	Salón	48 ⁽⁺⁾ 50 ^(*)	56 55	50 50	66 66
	Dormitorio	45 47	63 63	47 47	70 70
Plantas 1 a 3	Salón	46 48	57 56	50 49	66 66
	Dormitorio	43 45	62 62	46 46	71 71

(+) Valores sin cursiva: Valores de aislamiento acústico obtenidos tras la instalación de trasdosados directos por ambas caras del elemento de separación vertical.

(*) Valores en cursiva: Valores de aislamiento acústico obtenidos tras la instalación de un trasdosado autoportante por ambas caras del elemento de separación vertical

En cuanto a la fachada, la solución adoptada pasa inevitablemente por el examen de las ventanas y capialzados existentes. En aquellos casos en los que se requiera un mayor aislamiento térmico o acústico, la mejor solución es la sustitución de las ventanas por una ventana prefabricada de más aislamiento acústico o la instalación, cuando sea posible, de una doble ventana.

En este caso, el edificio se encontraba en una zona tranquila con un índice de ruido día $L_d=60$ dBA.

El porcentaje de huecos en la fachada es de un 25% en el caso de los salones y de un 16% en el caso del dormitorio más desfavorable. La actuación en las fachadas es la sustitución de las ventanas, por otras con un índice de reducción acústica ponderado A, para ruido de tráfico, $R_{A,tr}$, mayor que 24 dBA.

Tabla 6. Valores del $R_{A,tr}$ necesarios en las ventanas para cumplir las exigencias de protección frente al ruido exterior del DB HR. En la elaboración de esta tabla se ha utilizado la opción general del DB HR.

Ruido exterior tipo de zona	Tipo de recinto	Ubicación	$D_{nT,Atr}$ requerido DB HR	Fachada existente	Ventana requerida para el cumplimiento del DB HR	
				$R_{A,tr}$	$R_{A,tr}$	Alternativas descripción
Tranquila zona residencial	Salón	P Baja	30	40	24	– Ventana abatible 4-6-4, clase 3, sin/con capialzado monobloque sin aislamiento. – Ventana corredera 4-6-4, clase 2, sin/con capialzado monobloque sin aislamiento
		P Tipo		38		
	Dor 2	P Baja	30	45		
		P Tipo		43		
	25% hueco				24	
	16% hueco				24	

En el caso de las ventanas la ejecución cuidadosa es crucial para asegurar las prestaciones acústicas en los edificios. Las holguras entre la ventana y el muro de fachada deben rellenarse bien con espuma y el perímetro debe sellarse con masilla. Si la unión entre la ventana y el precerco instalado no se ejecuta bien, las prestaciones de la ventana serán mucho menores que las esperadas.

CONCLUSIONES

En el momento coyuntural actual en el que se da un descenso notable de la obra nueva en España, hay un interés creciente por la rehabilitación del parque de viviendas existente, que, por lo general, presenta un pobre aislamiento acústico.

A pesar de que el campo de aplicación del DB HR excluye las rehabilitaciones no integrales, cada rehabilitación puede verse como una oportunidad de mejora de las condiciones acústicas. Para valorar el aislamiento acústico in situ de los edificios existentes puede utilizarse la norma UNE EN 12354 o el programa de aplicación del DB HR, como herramienta para los arquitectos o proyectistas.

Este método puede utilizarse y es una herramienta válida para el proyectista, siempre que se disponga de información sobre las soluciones existentes, ya sea por la inspección del edificio, la realización de catas o el estudio de la documentación disponible sobre el proyecto, esencialmente: materiales y formas de unión entre elementos constructivos.

En general este método puede utilizarse con suficiente corrección en edificios con estructura horizontal de hormigón, ya que no existen apenas datos de las prestaciones acústicas de los forjados de madera de edificios anteriores a 1940.

BIBLIOGRAFÍA

ⁱ Documento Básico DB HR Protección frente al ruido

ⁱⁱ Parte I del Código Técnico de la Edificación

ⁱⁱⁱ UNE EN 12354-1: 2000 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. (EN 12354-1:2000)

^{iv} UNE EN 12354-2: 2001. Acústica de la edificación. Estimación de las características acústicas de las edificaciones a partir de las características de sus elementos. Parte 2: Aislamiento acústico a ruido de impactos entre recintos. (EN 12354-2:2000)

^v UNE EN 12354-3: 2001. Acústica de la edificación. Estimación de las características acústicas de las edificaciones a partir de las características de sus elementos. Parte 3: Aislamiento acústico a ruido aéreo contra el ruido del exterior. (EN 12354-3:2000)

^{vi} PARICIO, Ignacio. *La fachada de ladrillo*. Ed. Bisagra. Barcelona. Febrero 1998

^{vii} MODELO ESTUDIO TIPO 4531-00. Manuales R. Ministerio de Vivienda

^{viii} Catálogo de Elementos Constructivos del CTE. Marzo 2010.
http://www.codigotecnico.org/cte/opencms/web/galerias/archivos/CAT-EC-v06.3_marzo_10.pdf

^{ix} Herramienta de cálculo del Documento Básico de protección frente al ruido del Ministerio de Vivienda
http://www.codigotecnico.org/web/recursos/aplicaciones/contenido/texto_0011.html