



DEL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO DE LOS MATERIALES EN LABORATORIO A LAS PRESTACIONES EN EL EDIFICIO: CASO PRÁCTICO DE TERMOARCILLA

PACS: 43.50.Jh

M.Fuente, A.Cortés, A. Esteban, O.Arribillaga
Centro Tecnológico / Fundación LABEIN
Cuesta de Olabeaga, nº 16
48013 Bilbao. España
Tel: 94.489.24.00
Fax: 94.489.24.60
E-mail: mfuente@labein.es

ABSTRACT

There is considerable interest in improvement of the acoustical quality in dwellings through stricter new regulations and in being able to predict the acoustical comfort in dwellings during the design stage, and there is a need to validate and improve current prediction methods by carrying out measurements in real buildings throughout Europe.

LABEIN present a case study based on dwellings built using "Termoarcilla" blocks where we could discuss about comparison between acoustic behaviour of this lightened clay block called TERMOARCILLA, in order to compare laboratory data with 'in situ' measurements through prediction methods (EN 12354 [2]) adapted to Spanish typical buildings.

This paper presents some of the results of that research work, testing all the operating factors: geometry, junction characteristics, flanking transmission, direct paths...

RESUMEN

En el momento actual, existe un interés en aumento sobre la mejora de la calidad acústica de los edificios, contemplada a través del nuevo Código Técnico de la Edificación con requisitos más estrictos; y sobre la necesidad de disponer de herramientas de predicción en fase de diseño del proyecto, previamente validadas a través de medidas en edificios reales.

LABEIN presenta en esta ponencia un caso práctico basado en un edificio de viviendas construido a base de bloques termoarcilla que permite abordar una discusión sobre la comparación entre el comportamiento acústico en laboratorio y resultados de medidas 'in situ', relacionados mediante modelos de predicción europeos (EN 12354 [2]) adaptados a las construcciones españolas a través de la caracterización de las juntas de unión.

Esta ponencia presenta resultados comparativos relacionando diferentes factores involucrados en la transmisión del ruido en edificios: geometría de los recintos, caracterización acústica de juntas entre elementos, así como transmisiones indirectas y directas.

INTRODUCCIÓN

En 1999 el Gobierno aprobó el proyecto de Ley de Ordenación de la Edificación LOE en la que se regulan las actividades y responsabilidades de los agentes intervinientes en la edificación. Su entrada en vigor se ha producido en el año 2000, a falta de la aprobación por el Gobierno del Código Técnico de la Edificación **CTE**, el cual establece las exigencias básicas de calidad de los edificios y de sus instalaciones.

Respecto a la protección contra el ruido, la futura reglamentación introduce un cambio importante: a diferencia de la norma básica actual **NBE-CA 88**, la cual regula el confort acústico de los edificios a partir del cumplimiento de ciertos requisitos exigidos al comportamiento acústico de los elementos de construcción ensayados en laboratorio, el futuro CTE aplicará los requisitos de confort al edificio terminado, por lo que las prestaciones acústicas del edificio deberán ser verificadas 'in situ' al finalizar la obra, obteniendo parámetros diferentes, no directamente comparables con los obtenidos en laboratorio. Destacar el incremento de exigencia en el aislamiento a ruido aéreo entre recintos de diferente unidad familiar desde 45 dBA (requisito al producto ensayado en laboratorio según R_A) a 50 dB verificado in situ entre recintos según el parámetro $D_{T,A}$ lo cual ha motivado el interés del **Consortio Termoarcilla** en realizar un análisis del comportamiento in situ de los bloques Termoarcilla como elemento separador de recintos de diferente unidad familiar.

Por lo tanto será responsabilidad del proyectista combinar adecuadamente los elementos de construcción para garantizar el confort de la obra final. Además, dado que los requisitos futuros serán más exigentes y acordes con criterios de confort acústico europeos, esto va a suponer un reto en la mejora de prestaciones acústicas de materiales de construcción y la necesidad de aplicar **modelos de predicción** para garantizar las condiciones acústicas óptimas de un edificio ya en su fase de proyecto.

Actualmente existen unos modelos de predicción simplificados (basados en los modelos más generales **SEA**, Statistical Energy Analysis) que han sido recogidos en la serie de normas europeas **EN 12354** [2] ya adoptadas recientemente por el sistema de normalización español UNE.

Los algoritmos de predicción de la transmisión del ruido en edificios emplean como datos de entrada tanto ensayos acústicos en laboratorio de soluciones constructivas como datos sobre la atenuación del ruido en las juntas de unión entre elementos, no existiendo actualmente información sobre este comportamiento acústico de las juntas de unión entre elementos habituales en la construcción en España.

Dada la preocupación existente en el mercado frente a esta problemática, este documento presenta un análisis de la relación entre el comportamiento acústico de los materiales en laboratorio e 'in situ' a través de los modelos de predicción, aplicada a un caso práctico del comportamiento acústico de bloques Termoarcilla.

METODOLOGÍA

En este estudio se combinan los datos de aislamiento a ruido aéreo de bloques de Termoarcilla en laboratorio (**Laboratorio de Control de Calidad de la Edificación del Gobierno Vasco, Figura 1**), con el análisis teórico de la transmisión del ruido entre recintos (EN 12354 [2]) y la verificación final en obra terminada.

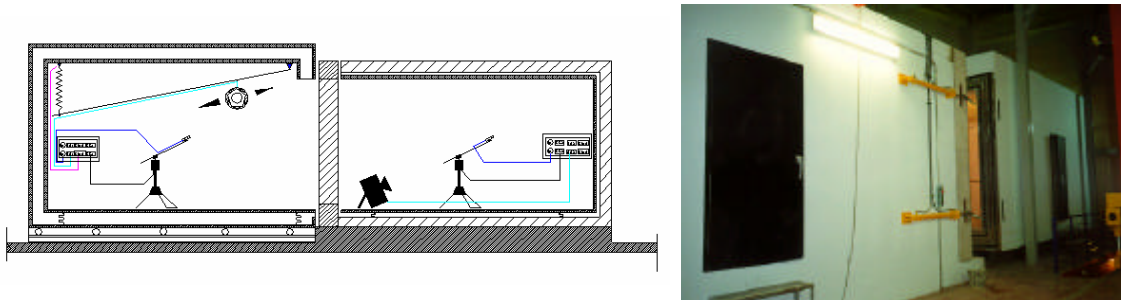


Figura 1. Cámaras Acústicas del Laboratorio de Control de Calidad de la Edificación del Gobierno Vasco.

Para poder analizar el comportamiento acústico de las construcciones habituales españolas, se han caracterizado acústicamente las uniones entre elementos que constituyen el edificio mediante la medida 'in situ' de los índices de reducción de vibraciones a través de las juntas, **K_{ij}**, para diferentes tipos de uniones (en +, en L, en T...), en diferentes promociones de viviendas.

Con los datos de entrada citados anteriormente, se han aplicado los modelos de predicción europeos recogidos en las normas UNE -EN-12354 adaptados a las características de las uniones entre elementos en España, utilizando los resultados obtenidos de las medidas 'in situ' de los **K_{ij}**.

Además se han analizado los distintos caminos de transmisión entre los elementos constructivos que constituyen los recintos en el edificio terminado para diferentes geometrías para analizar las responsabilidades en la transmisión del ruido entre recintos.

Por último, como validación del trabajo se han realizado medidas 'in situ' del aislamiento a ruido aéreo (bajo norma ISO 140-4) en obra terminada en diferentes recintos (salones y dormitorios) de diferentes promociones de viviendas construidas con medianerías de bloque Termoarcilla de diferente espesor, previamente supervisadas por personal técnico del Consorcio Termoarcilla.

Descripción de la promoción de viviendas piloto a base de termoarcilla

La promoción de viviendas piloto, proporcionada por **El Consorcio Termoarcilla**, se constituye por 5 viviendas tipo chalet adosado de dos plantas más garaje, y presenta los siguientes elementos constructivos (**Tabla 1** y **Figura 2**):

Tabla 1. Detalles constructivos de la promoción de viviendas piloto.

FORJADO ($\approx 500 \text{ Kg/m}^2$)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Forjado de bovedillas y viguetas de hormigón 25+5 ▪ Solera de 10 cm ▪ Parquet de roble
PAREDES ENTRE DISTINTO PROPIETARIO ($\approx 260 \text{ Kg/m}^2$)	Termoarcilla de 29 cm, enlucida de yeso (1,5 cm) por ambas caras
PAREDES DENTRO DE LA MISMA VIVIENDA ($\approx 100 \text{ Kg/m}^2$)	LHD de 7 cm, enlucido de yeso (1,5 cm) por ambas caras. Puertas interiores de madera.
FACHADA ($\approx 270 \text{ Kg/m}^2$)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mortero monocapa de 1,5 cm ▪ Termoarcilla de 29 cm ▪ Enlucido de yeso de 1,5 cm Ventana y puerta de aluminio con vidrio CLIMALIT 4 / 6 / 4.

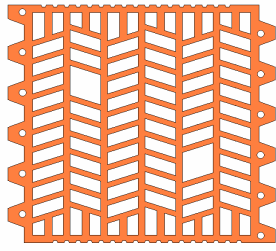


Figura 2. Bloque de termoarcilla de 29 cm (elemento base de la promoción piloto en fachada y elemento separador de viviendas).

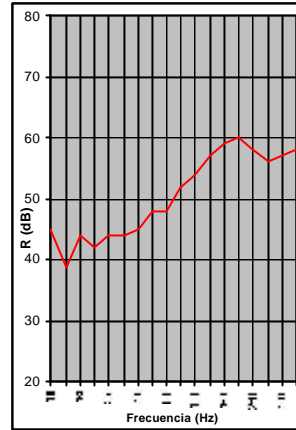


Figura 3. Aislamiento a ruido aéreo en laboratorio del bloque de termoarcilla de 29.

Los resultados que se presentan en este documento se centran en el aislamiento entre los salones de dos viviendas de dicha promoción piloto (**Figura 4**).

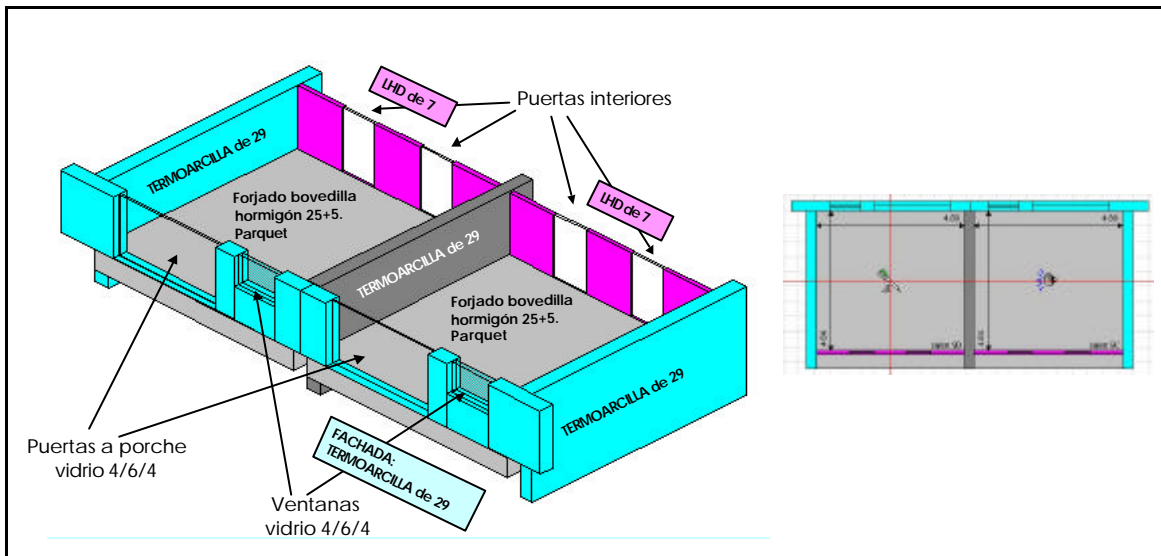


Figura 4. Geometría y materiales de los salones de la promoción piloto.

A través de modelos de predicción, utilizando los resultados obtenidos de las medidas 'in situ' de los Kij de las juntas, se analiza el comportamiento acústico de la Termoarcilla de 29 cm para diferentes configuraciones geométricas hipotéticas (**Figura 5**) con los mismos elementos constructivos del caso real de los salones de la promoción piloto (**Figura 4**).

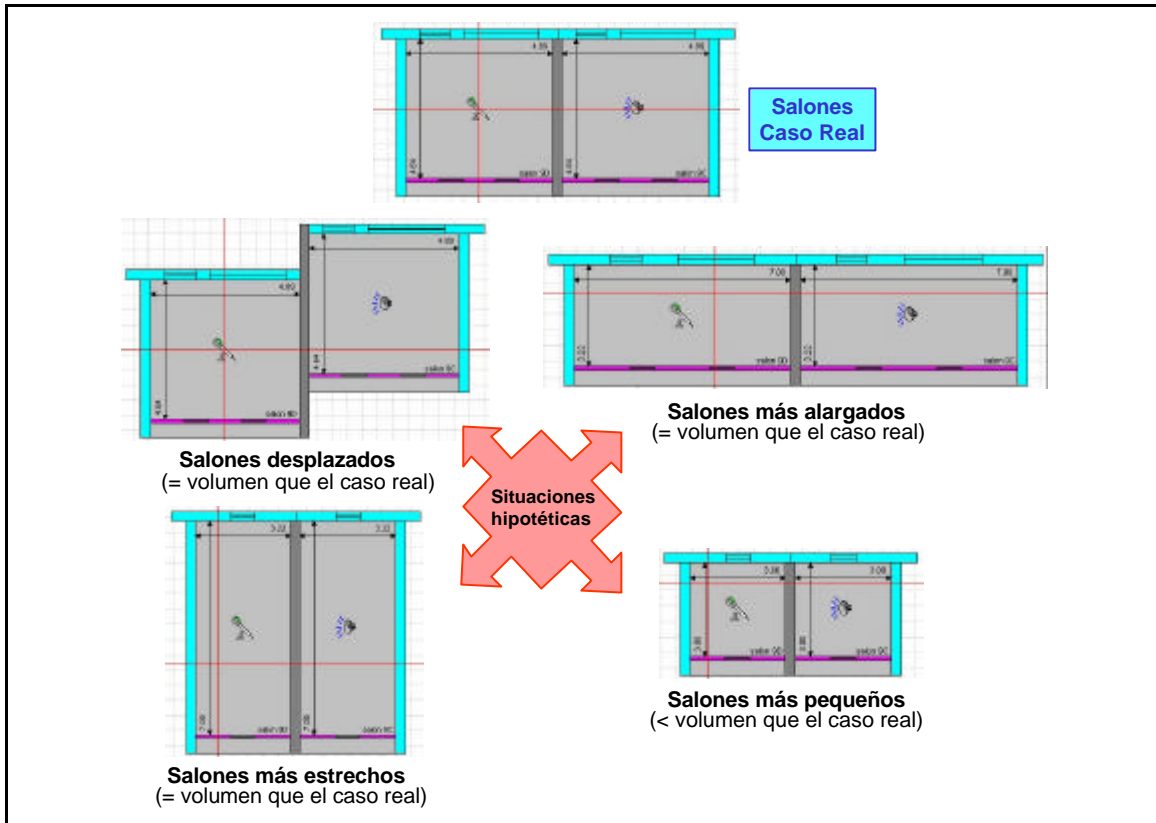



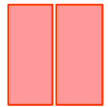



Figura 5. Diferentes configuraciones geométricas hipotéticas analizadas, a partir de un caso real.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

A continuación se presenta un resumen de los resultados obtenidos (**Tabla 2**) en las predicciones realizadas, así como un par de ejemplos del análisis de los caminos de transmisión (**Figura 6**).

Tabla 2. Resumen de los resultados obtenidos para diferentes geometrías de salones.

	Caso Real ($V=57\text{ m}^3$)	Situaciones hipotéticas				
		= volumen que el caso real			< volumen que el caso real ($V=22,5\text{ m}^3$)	
						
	Salones piloto	Desplazados*	Más alargados	Más estrechos	Más pequeños	
S / V	0,20	0,07	0,14	0,14	0,31	0,33
D_{nTA} in situ	54	-	-	-	-	-
D_{nTA} predicción	53	56	54	54	51	51
Camino de transmisión prioritario	Directo	Directo, seguido muy de cerca por el flanco del LHD		Directo	Directo	Directo

* Para diferentes longitudes de desplazamiento.

Nota: S=Superficie elemento separador, V=Volumen recinto receptor.

D_{hTA} y R_A entre 100-5000 Hz

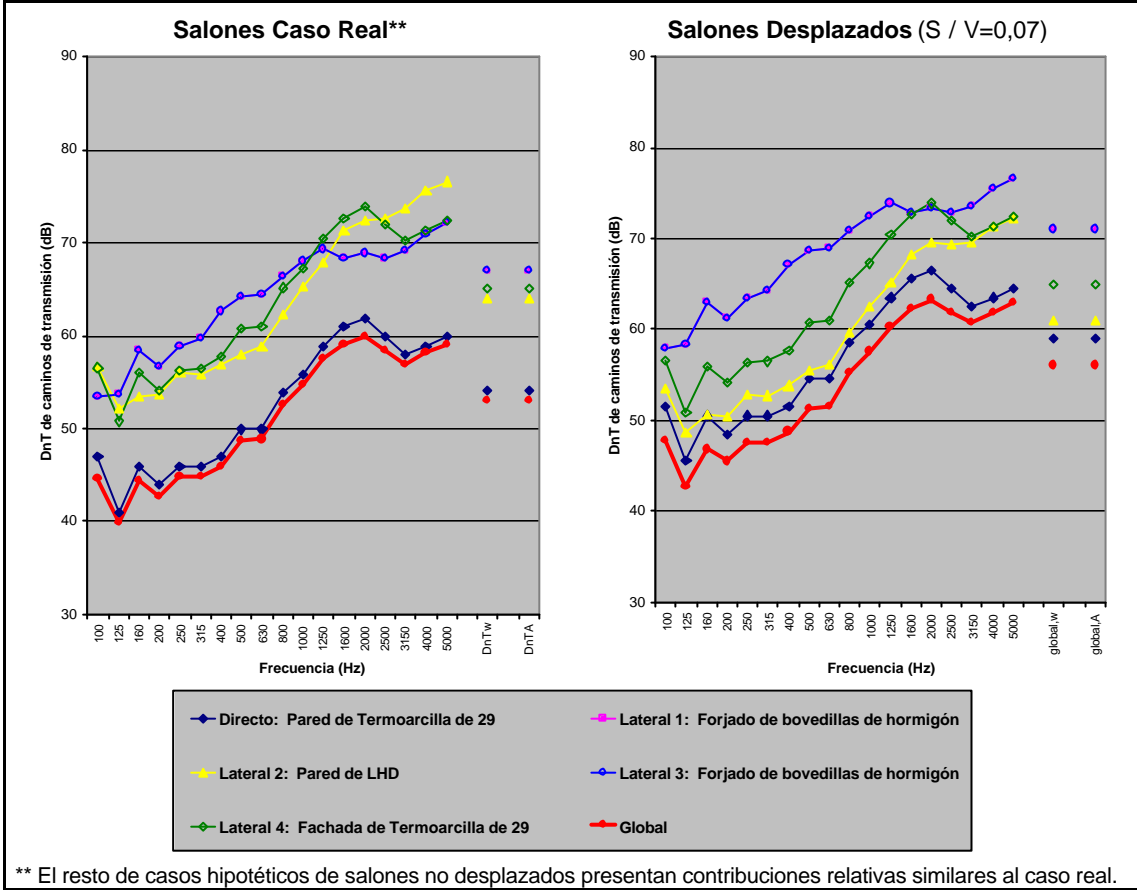


Figura 6. Dos ejemplos de análisis de los caminos de transmisión.

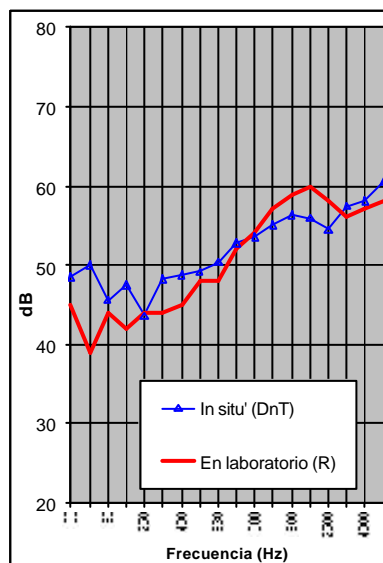


Figura 7. Comparación del aislamiento medido en laboratorio e 'in situ' del caso real de los salones piloto.

Del análisis de todos los resultados obtenidos se concluye:

- Los índices de aislamiento en laboratorio (R_A) e 'in situ' (D_{nTA}) utilizan parámetros de evaluación diferente, no siendo directamente comparables (**Figura 7**). Las relaciones entre ellos siempre se deben realizar a través de la combinación de los caminos directo y por flancos. Incluso se puede dar el caso de obtener índices de aislamiento 'in situ' superiores a los obtenidos en laboratorio. En el caso práctico presentado se han obtenido índices en laboratorio de 52 dBA (R_A), frente a índices 'in situ' de 54 dBA (D_{nTA}).
- Para la disposición de elementos constructivos analizada, cuando los recintos no se encuentran desplazados uno respecto del otro, el camino de transmisión prioritario es el directo (pared separadora entre distinto propietario de termoarcilla de 29), suponiendo la transmisión por flancos una disminución de 1÷1,5 dB respecto al directo.

En el caso de recintos desplazados, la contribución al global de la transmisión por el flanco de LHD (pared separadora dentro de la misma vivienda) es muy cercana al camino directo, siendo la contribución total de los flancos mayor, de 2÷3 dB de disminución respecto al directo (**Figura 6**).

- En las medidas in situ, con iguales elementos constructivos, tanto del elemento separador como los elementos de contorno, la variación de la relación S / V (Superficie del elemento separador / Volumen recinto receptor) puede presentar variaciones de hasta 5 dB en los índices globales (**Tabla 2**), siendo el caso más desfavorable para S / V menor (ej. en dormitorios en general se obtienen aislamientos inferiores D_{nTA} frente a los salones). Por lo tanto, en el aislamiento in situ no sólo influye el material del elemento separador y de los elementos de contorno y su unión, sino que la geometría puede jugar un papel importante.
- Analizando los resultados de las medidas 'in situ' del aislamiento a ruido aéreo en obra terminada entre diferentes recintos (salones y dormitorios) de la promoción piloto, todos ellos con los elementos constructivos descritos (**Tabla 1**), se han obtenido índices de aislamiento D_{nTA} entre 50 y 54 dBA. Comparándolos con las predicciones en base a las medidas in situ de los Kij de las juntas correspondientes realizadas en cada uno de los recintos, se observan diferencias de entre 1-2 dB.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] R.J.M Craik, *Sound Transmission Through Buildings Using Statistical Energy Analysis*, Gower (1996)
- [2] EN 12354-1,2: *Building acoustics - Estimation of acoustic performance of buildings from the performance of elements. Part 1: Airborne sound insulation between rooms; Part 2: Impact sound insulation between rooms* (2000).
- [3] *dBMAT – Base de Datos del Comportamiento Acústico de Materiales*, Dirección de Vivienda y Arquitectura, Gobierno Vasco (2000).