

**COMPORTAMIENTO ACÚSTICO DE SISTEMAS DE REHABILITACIÓN POR EL  
EXTERIOR DE LA FACHADA**  
**Comparación de prestaciones acústicas**  
**Soluciones con cámara ventilada y diferentes productos aislantes**

PACS: 43.55.Ti

Rodero Antunez, Carlos (Comité Técnico AFELMA)

**RESUMEN**

Para la rehabilitación Térmica y Acústica de un edificio, es frecuente la solución de utilizar una fachada ventilada con un acabado que permita el cambio del aspecto exterior del mismo.

La solución permite la utilización de cualquier producto aislante con marcado CE presente en el mercado por lo que se considera una gama de soluciones muy flexible. El presente trabajo ha sido realizado por Técnicos de AFELMA (Asociación de Fabricantes Españoles de Lanasy Minerales).

Las soluciones de aislamiento térmico por el exterior, realizadas con lanasy minerales mejoran considerablemente el aislamiento acústico del muro inicial. Las lanasy minerales, debido a su estructura flexible y de poro abierto, presentan un elevado porcentaje de hueco y un bajo módulo de rigidez dinámica.

En este trabajo se presentan los resultados de aislamiento acústico a ruido aéreo, en laboratorio, obtenidos sobre un muro de fachada portador y dos productos aislantes diferentes en una solución de cámara ventilada con el objetivo de comprobar las diferencias en comportamiento acústico (aislamiento a ruido aéreo).

**INTRODUCCIÓN**

La exigencia de calidad en las viviendas constituye una demanda social, el acelerado cambio climático y el irreversible encarecimiento de las energías no renovables obligan a revisar la actividad de todos los colectivos y agentes sociales implicados en la edificación.

En este contexto, la actividad arquitectónica y urbanística deberá sustentarse en principios básicos como la calidad, el ahorro energético y la optimización de los recursos que utilizamos.

Siendo el sector de la edificación uno de los principales sectores económicos, con evidentes repercusiones en el conjunto de la sociedad, la Ley de Ordenación de la Edificación, LOE, aprobada en 1999, propuso como objetivo mejorar la calidad de la edificación en respuesta a una demanda creciente por parte de la sociedad. Respondiendo a este orden de principios, estableció el marco general para fomentar la calidad de los edificios y dar garantías suficientes a los usuarios frente a los daños en sus viviendas, estableciendo los requisitos básicos que deben satisfacer todas las construcciones, que son el núcleo central de la regulación del Código Técnico de la Edificación, CTE.

El CTE ha supuesto la mayor reforma normativa del sector de la edificación en los últimos 30 años, y su objetivo esencial es hacer edificios más seguros, más habitables y más sostenibles, pero también fomenta la innovación, desarrollando nuevas tecnologías en el sector, incrementado la productividad y mejorando la competitividad de las empresas.

Los distintos sistemas de mejora de la envolvente térmica colocando el aislamiento por el exterior en relación al muro portador en fachadas, (sistema SATE o los de Cámara Ventilada), están especialmente

recomendados para conseguir un óptimo aislamiento térmico. Esto se debe a que al realizar el aislamiento térmico por el exterior, estos sistemas dotan al edificio de una envolvente térmica continua evitando de esta forma la aparición de puentes térmicos.

En el caso de aplicar cualquiera de los sistemas por el exterior a la rehabilitación de edificios, estos permiten ser realizados sin tener que desalojar las viviendas.

Los sistemas realizados con lanas minerales como material aislante, además de aislamiento térmico, proporcionan una importante mejora en el aislamiento acústico a ruido aéreo del muro inicial.

Por otra parte, el ruido cotidiano ha empezado a considerarse socialmente como una fuente importante de posibles trastornos para la salud. Este hecho, unido a la reciente entrada en vigor del "**Documento básico de protección frente al ruido, DB-HR**", en abril de 2009, donde se introducen unos mínimos mucho más exigentes para el aislamiento acústico en los edificios, hace necesario promover actividades de desarrollo tecnológicas enfocadas a obtener nuevos productos y/o sistemas que resuelvan la problemática planteada.

Teniendo en cuenta las excelentes propiedades térmicas y acústicas de las lanas minerales, los miembros de AFELMA han desarrollado productos para los sistemas con cámara ventilada que aportan el aislamiento térmico necesario al edificio, y a la vez dotan al mismo, de un excelente aislamiento acústico frente al ruido externo.

Los productos de base en lana mineral han sido especialmente desarrollados para este tipo de soluciones cumpliendo con todos los requisitos indicados y controlados en su mercado CE.

En este trabajo se presentan los resultados de aislamiento acústico a ruido aéreo, en laboratorio, obtenidos sobre un muro de fachada, utilizando como materiales aislante paneles de Lana Mineral especialmente diseñada para esta aplicación y un aislante constituido in situ por proyección de Poliuretano (PUR).

Este estudio se realiza en un marco que busca diseñar nuevos productos y sistemas constructivos de altas prestaciones acústicas que tengan aplicación directa y específica en la construcción de edificios, así como en su diseño integral, sin descuidar otros requisitos de producto.

## **MÉTODO EXPERIMENTAL**

Los ensayos van encaminados a caracterizar el aislamiento acústico a ruido aéreo que presenta el sistema de aislamiento térmico exterior de fachada con cámara ventilada, al ser colocado sobre un muro de ladrillo portador al que se añade aislamiento, con paneles aislantes de lanas mineral (MW) y con un aislamiento constituido in situ por proyección de poliuretano(PUR).

Los ensayos de aislamiento acústico a ruido aéreo se han realizado aplicando las normas:

- Anexo G de la norma UNE-EN ISO 10140-1:2011 (revestimientos Acústicos. Mejora del aislamiento a ruido aéreo).
- UNE-EN ISO 10140-2:2011 (Medición en laboratorio del aislamiento acústico a ruido aéreo de los elementos de construcción).
- Anexo B de la norma UNE-EN ISO 10140-5:2011 (Elementos Básicos Normalizados para medir la mejora del aislamiento acústico a ruido aéreo mediante revestimientos).
- Anexo E del Documento Básico DB HR Protección Frente al Ruido. Abril 2009.

Se han seguido asimismo los procedimientos de medida y los cálculos expuestos en los procedimientos de ensayo PE-36-ENAC y PE-38-ENAC del Laboratorio de Acústica de Audiotec.

Como procedimiento en la secuencia de los ensayos, primero se realizó el ensayo del "elemento básico" (muro portador) y en segundo lugar se ensayó el sistema formado por el "elemento básico + revestimiento complementario".

Este procedimiento asegura la perfecta comparación de prestaciones entre las diferentes elecciones de productos aislantes.

Los ensayos se han realizado en las cámaras de ensayo normalizadas de Audiotec situadas en las parcelas 28 y 30 del Parque Tecnológico de Boecillo en Valladolid.

**Identificación del revestimiento:**

**Revestimiento de aislamiento exterior con placa cementicia + lana mineral, sobre tabique de fábrica de 1/2 pie cara vista. Cámara de aire ventilada.**

**Cerramiento portador:** 12 mm de yeso + tabique de fábrica de 1/2 pie de ladrillo cara vista (24x5x12 cm), con un peso de 216 kg/m<sup>2</sup> +

**Revestimiento de interior a exterior:** lana mineral de 80 mm de espesor fijada mecánicamente al muro base mediante espigas IZ-P 10x120 mm + cámara ventilada de aire de 50 mm + placa cementicia de 8 mm de espesor adherida mediante cinta de espuma de polietileno de 3 mm y masilla adhesiva elástica a una estructura metálica compuesta por perfiles de aluminio verticales "T" (110x50x2 mm) anclados al muro base mediante escuadras de aluminio.

Nota 1: junta horizontal de 9 mm de separación entre placas.

Nota 2: junta vertical de 10 mm de separación entre placas.

**Espesor del sistema:** Cerramiento portador 13,2 cm + revestimiento 14,1 cm = 27,3 cm.

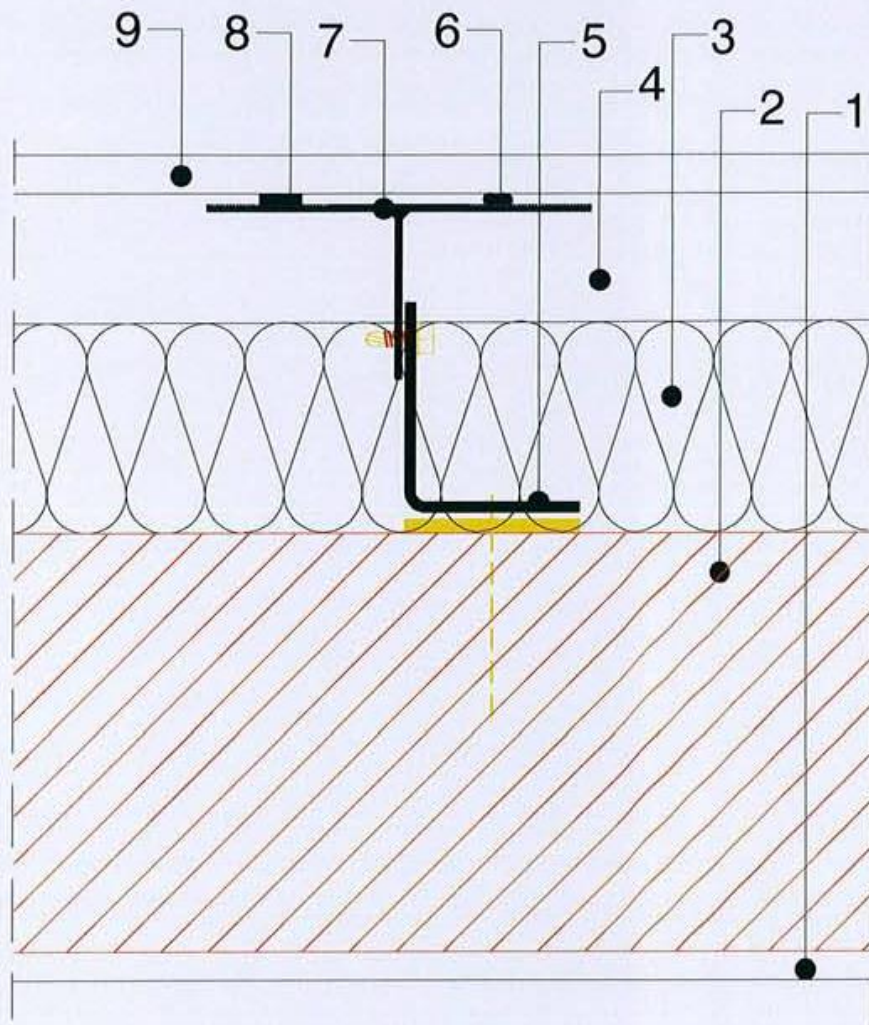
Las dimensiones de la apertura de medida son 3,6m de ancho por 2,8m de alto. La superficie total de la muestra es de 10,08 m<sup>2</sup>.

La muestra ensayada fue instalada por operarios de Audiotec y de Afelma, bajo la supervisión de técnicos de AUDIOTEC.

□ **Identificación de los productos utilizados en la construcción de la muestra:**

- Ladrillo Perforado Cara Vista de dimensiones (24 x 5 x 12 cm.).
- Mortero de cemento para la instalación del ladrillo.
- Yeso para el enlucido.
- Lana mineral de 80 mm con una resistividad al flujo de aire  $r \geq 5$  kPa.s/m<sup>2</sup>.
- Espigas IZ-P 10x120 mm para fijar mecánicamente la lana mineral.
- Cámara de aire de 50 mm.
- Escuadras de aluminio.
- Perfiles de aluminio "T" (110x50x2 mm).
- Masilla adhesiva elástica a base de poliuretano monocomponente.
- Cinta adhesiva de doble cara de espuma de polietileno (ancho: 12 mm; espesor: 3 mm). Adhesiva dos caras.
- Placa cementicia de 8 mm de espesor.
- Tornillería.

□ **Croquis de la muestra (sección en planta):**



Referencia	Material
1	Guarnecido de yeso de 12 mm.
2	Ladrillo Perforado Cara Vista de dimensiones (24 x 5 x 12 cm.).
3	Lana mineral de 80 mm con una resistividad al flujo de aire $r \geq 5 \text{ kPa.s/m}^2$ .
4	Cámara de aire de 70 mm.
5	Escuadras de aluminio.
6	Cordón de masilla adhesiva elástica.
7	Perfiles de aluminio "T" (110x50x2 mm).
8	Cinta adhesiva de espuma de polietileno. Adhesiva dos caras.
9	Placa cementicia de 8 mm de espesor.

#### □ **Proceso de instalación de la muestra:**

En un portamuestras se construyó el cerramiento con una fábrica de ½ pie de ladrillo perforado cara vista, sin interponer ninguna junta elástica entre el portamuestras y el tabique. El montaje se realizó con junta continua de mortero en las juntas horizontal y vertical.

Posteriormente se aplicaron 12 mm de yeso por la cara interior.

Una vez terminado y secado el cerramiento portador, se realizó el ensayo y a posteriori se procedió a instalar el revestimiento de aislamiento exterior.

En primer lugar, se fijaron con tacos de golpe sobre la cara exterior del cerramiento portador las escuadras de aluminio.

A continuación se instalaron los paneles de lana mineral de 80 mm fijándolos mecánicamente al portador mediante espigas IZ-P 10x120 mm.

Se atornillaron a las escuadras los perfiles verticales de aluminio "T" (110x50x2 mm) sobre los cuáles se fijó mediante adhesivo para paneles y cinta de espuma de polietileno de 3 mm, una capa de placas cementicias de 8 mm de espesor y dimensiones 1180 x 549 mm dejando una cámara de aire de 50 mm de espesor entre la placa y la lana. Se dejó una junta horizontal de 9 mm y otra de 10 mm de separación entre placas.

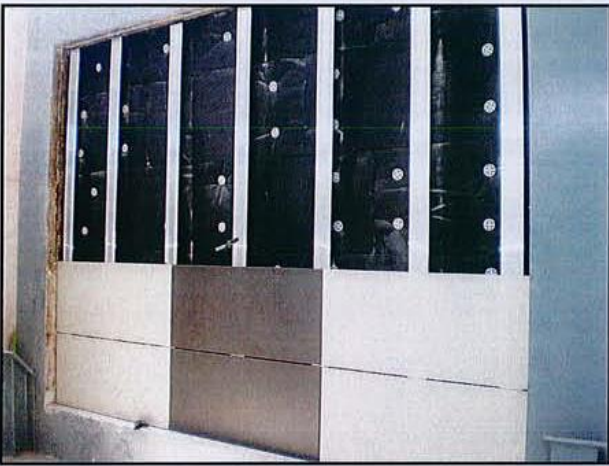
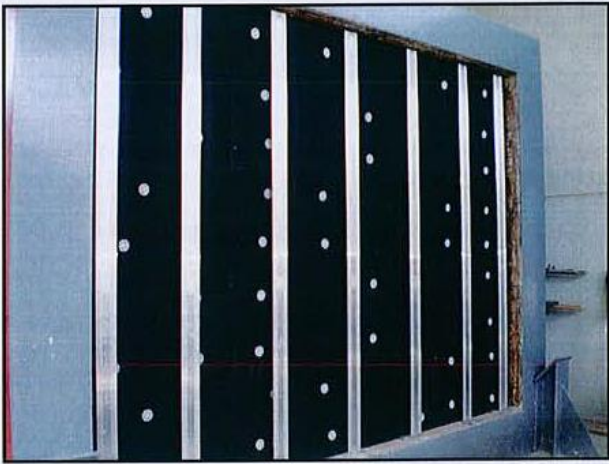
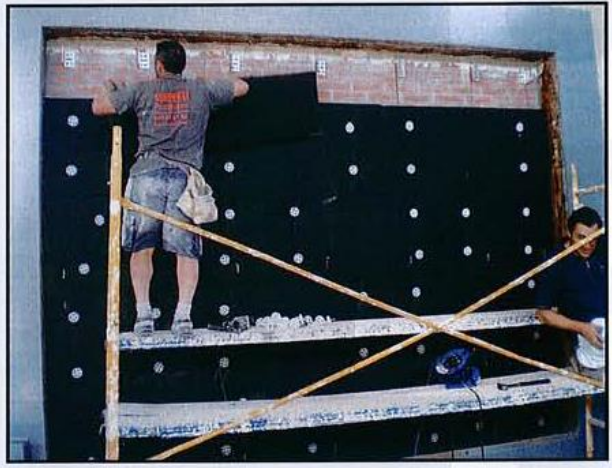
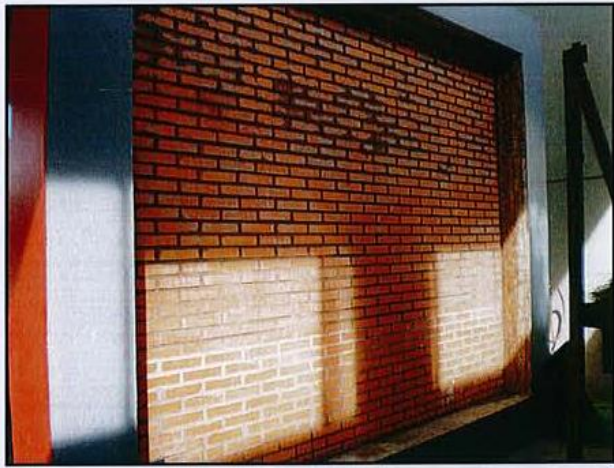
El espesor final de la muestra fue de 27 cm, correspondiendo 13,2 cm al cerramiento portador y 13,8 cm al revestimiento.

La masa superficial del cerramiento portador fue de 216 kg/m<sup>2</sup> y la del revestimiento de 17,6 kg/m<sup>2</sup>, dando una masa total aproximada de 234 kg/m<sup>2</sup>.

Las dimensiones de la apertura de medida son 3,6m de ancho por 2,8m de alto. La superficie total de la muestra es de 10,08 m<sup>2</sup>.

La muestra ensayada fue instalada por operarios de Audiotec y de Afelma, bajo la supervisión de técnicos de AUDIOTECH.

El volumen de la cámara emisora es de 60,61 m<sup>3</sup> y el de la cámara receptora de 50,76 m<sup>3</sup>.



#### □ **Proceso de instalación de la muestra:**

En un portamuestras se construyó el cerramiento con una fábrica de  $\frac{1}{2}$  pie de ladrillo perforado cara vista, sin interponer ninguna junta elástica entre el portamuestras y el tabique. El montaje se realizó con junta continua de mortero en las juntas horizontal y vertical.

Posteriormente se aplicaron 12 mm de yeso por la cara interior.

Una vez terminado y secado el cerramiento portador, se realizó el ensayo y a posteriori se procedió a instalar el revestimiento de aislamiento exterior.

En primer lugar, se fijaron con tacos de golpe sobre la cara exterior del cerramiento portador las escuadras de aluminio.

A continuación se realizó la proyección de poliuretano ( $e=60$  mm) sobre la cara exterior del cerramiento portador.

Una vez había secado el poliuretano, se atornillaron a las escuadras los perfiles verticales de aluminio "T" (110x50x2 mm) sobre los cuáles se fijó mediante adhesivo para paneles y cinta de espuma de polietileno de 3 mm, una capa de placas cementicias de 8 mm de espesor y dimensiones 1180 x 549 mm dejando una cámara de aire de 70 mm de espesor entre la placa y el poliuretano. Se dejó una junta horizontal de 9 mm y otra de 10 mm de separación entre placas.

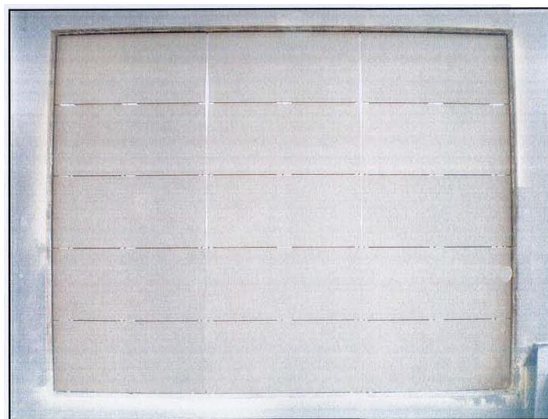
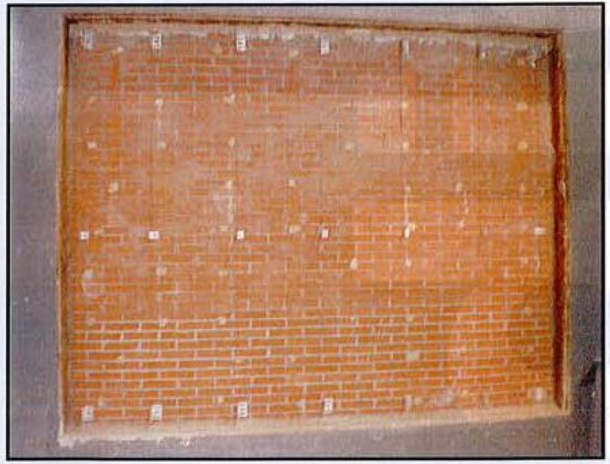
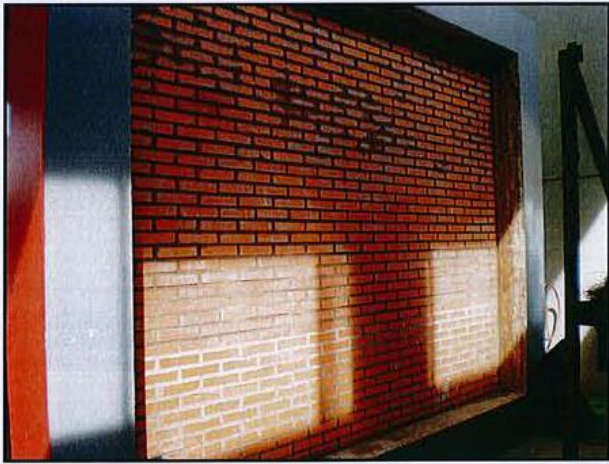
El espesor final de la muestra fue de 27,3 cm, correspondiendo 13,2 cm al cerramiento portador y 14,1 cm al revestimiento.

La masa superficial del cerramiento portador fue de  $216 \text{ kg/m}^2$  y la del revestimiento de  $17,1 \text{ kg/m}^2$ , dando una masa total aproximada de  $233 \text{ kg/m}^2$ .

Las dimensiones de la apertura de medida son 3,6m de ancho por 2,8m de alto. La superficie total de la muestra es de  $10,08 \text{ m}^2$ .

La muestra ensayada fue instalada por operarios de Audiotec y de Afelma, bajo la supervisión de técnicos de AUDIOTEC.





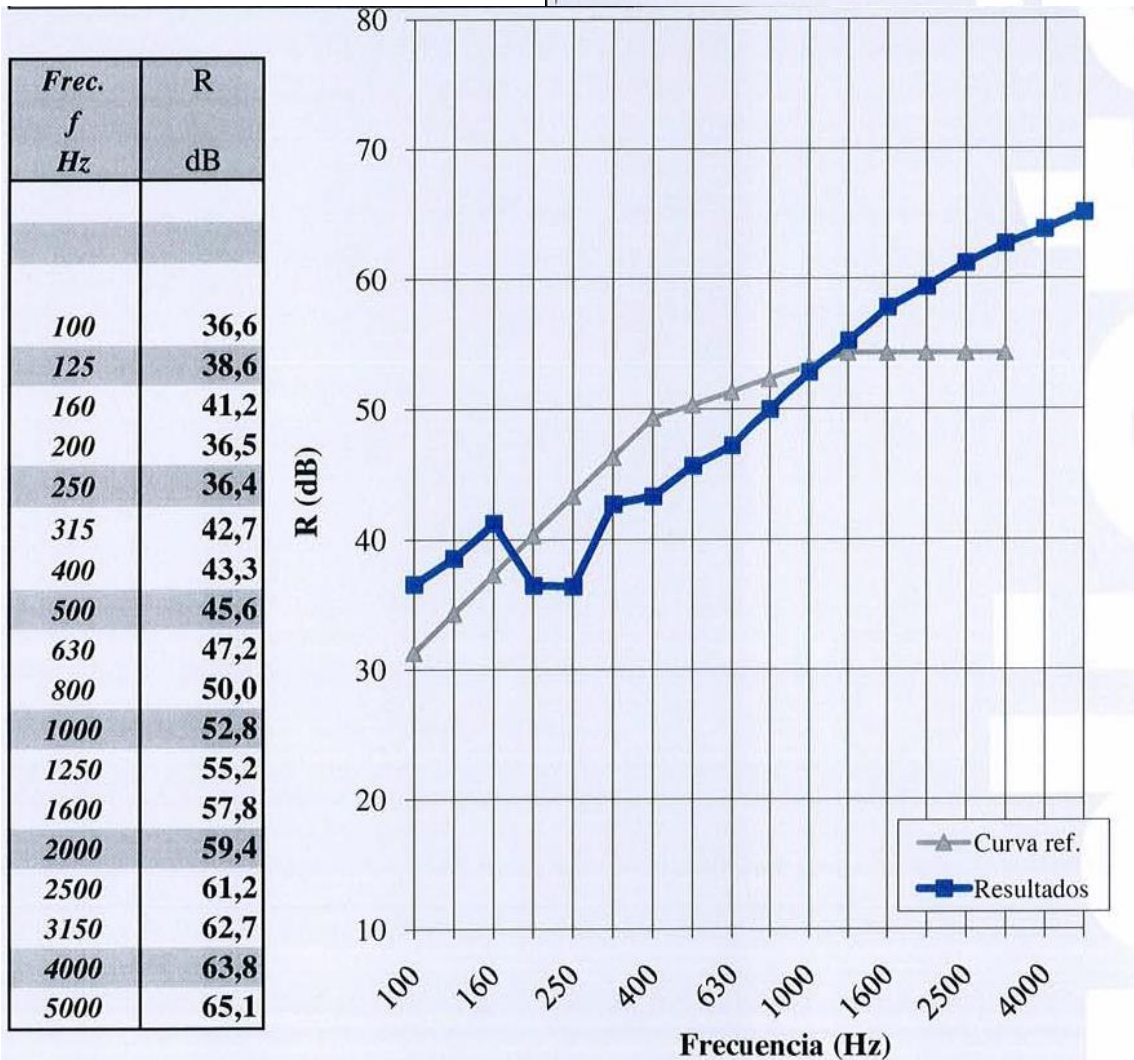
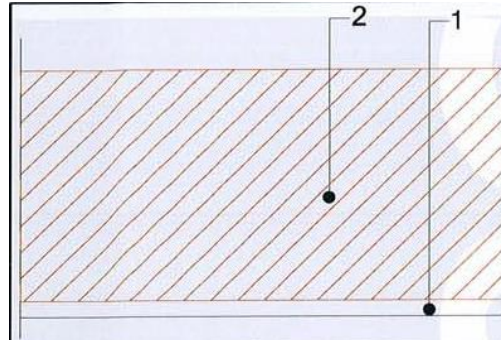
## Resultados

### Identificación de la muestra:

Tabique de fábrica de 1/2 pie de ladrillo cara vista (24x5x12 cm) [2] con enlucido de yeso de 12 mm [1] sobre una cara.

**Espesor Total: 13,2 cm.**

**Masa superficial: 216 kg/m<sup>2</sup>.**



Aislamiento global calculado según la Norma ISO 717-1:2013:

$$R_w (C ; C_{tr}) = 50,3 (-1 ; -5) \text{ dB}$$

Aislamiento global en dBA según el DB-HR.

$$R(A) = 49,7 \text{ dBA}$$

Aislamiento global en dBA, para ruido exterior dominante de automóviles.

$$R(A_{tr}) = 45,5 \text{ dBA}$$

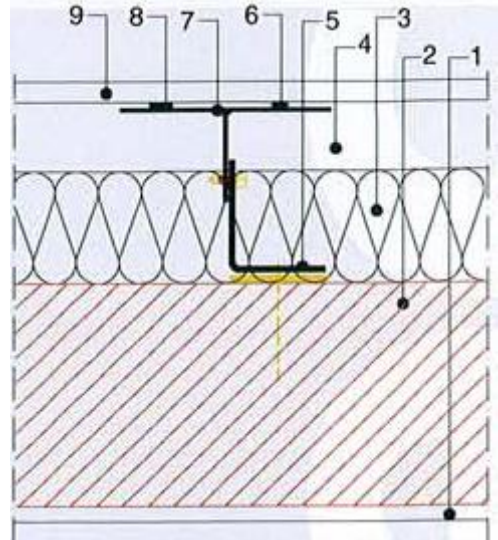


**Elemento Básico o muro portador**

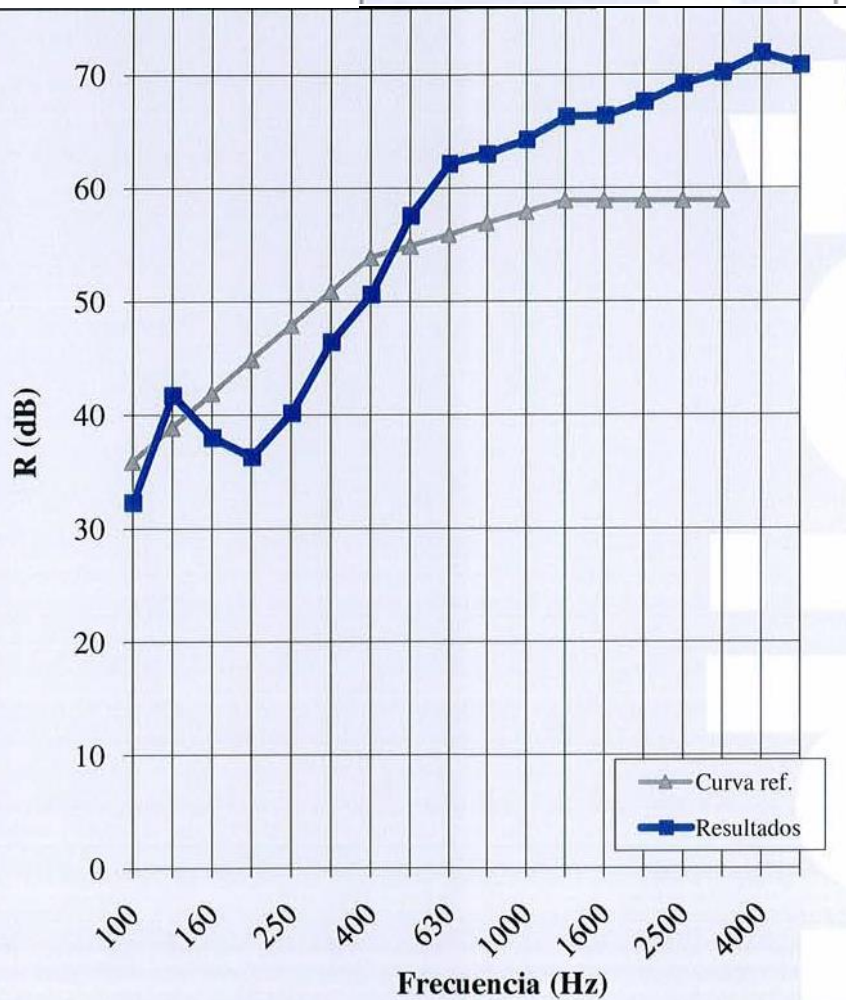
**Identificación de la muestra:**

12 mm de yeso [1] + tabique de fábrica de 1/2 pie de ladrillo cara vista (24x5x12 cm) [2] + lana mineral de 80 mm de espesor fijada mecánicamente al muro base mediante espigas IZ-P 10x120 mm [3] + cámara ventilada de aire de 50 mm [4] + placa cementicia de 8 mm de espesor y dimensiones 1180 x 549 mm [9], adherida mediante cinta de espuma de polietileno de 3 mm [8] y masilla adhesiva elástica [6] a una estructura metálica compuesta por perfiles de aluminio verticales "T" (110x50x2 mm) [7] anclados al muro base mediante escuadras de aluminio [5].  
 Nota 1: junta horizontal de 9 mm de separación entre placas.  
 Nota 2: junta vertical de 10 mm de separación entre placas.

**Espesor Total: 27,3 cm. Masa superficial: 234 kg/m².**



Frec. <i>f</i> Hz	R dB
100	32,3
125	41,7
160	38,0
200	36,3
250	40,2
315	46,4
400	50,6
500	57,6
630	62,2
800	63,0
1000	64,3
1250	66,3
1600	66,4
2000	67,6
2500	≥ 69,2
3150	≥ 70,2
4000	≥ 71,9
5000	≥ 70,8



Aislamiento global calculado según la Norma ISO 717-1:2013:

$$R_w (C ; C_{tr}) = 54,9 (-3 ; -8) \text{ dB}$$

Aislamiento global en dBA según el DB-HR.

$$R(A) = 53,2 \text{ dBA}$$

Aislamiento global en dBA, para ruido exterior dominante de automóviles.

$$R(A_{tr}) = 47,1 \text{ dBA}$$



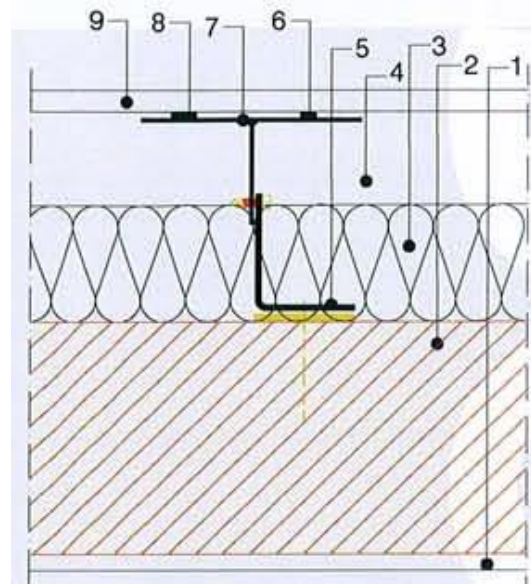
**Identificación de la muestra:**

12 mm de yeso [1] + tabique de fábrica de 1/2 pie de ladrillo cara vista (24x5x12 cm) [2] + poliuretano proyectado de 60 mm de espesor [3] + cámara ventilada de aire de 70 mm [4] + placa cementicia de 8 mm de espesor y dimensiones 1180 x 549 mm [9], adherida mediante cinta de espuma de polietileno de 3 mm [8] y masilla adhesiva elástica [6] a una estructura metálica compuesta por perfiles de aluminio verticales "T" (110x50x2 mm) [7] anclados al muro base mediante escuadras de aluminio [5].

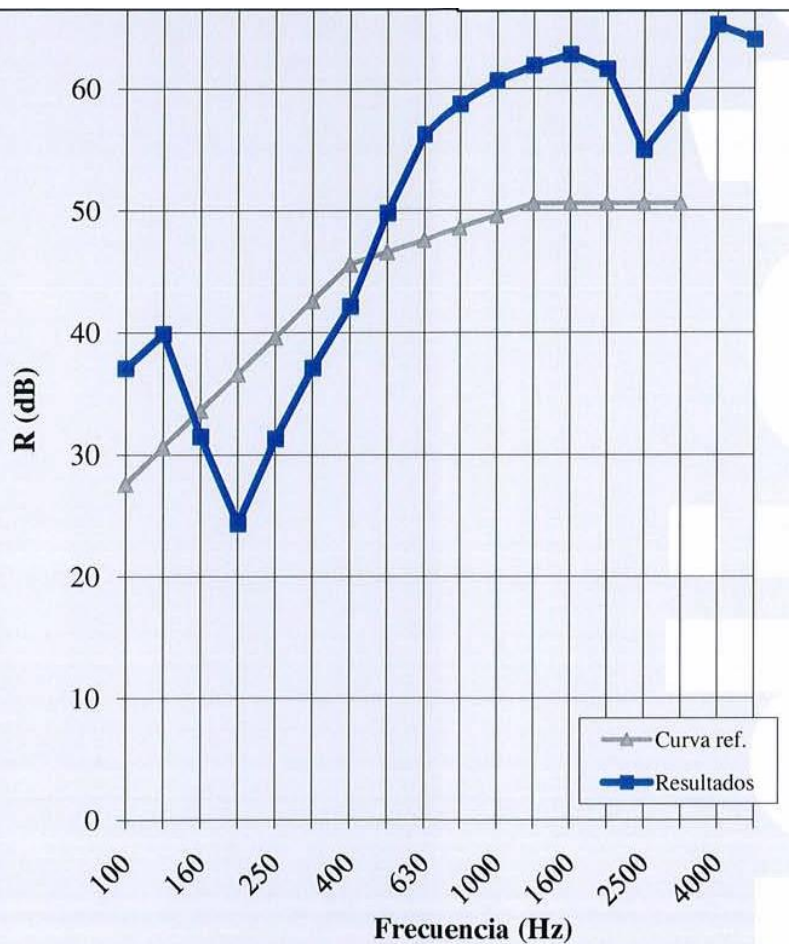
Nota 1: junta horizontal de 9 mm de separación entre placas.

Nota 2: junta vertical de 10 mm de separación entre placas.

**Espesor Total: 27,3 cm. Masa superficial: 233 kg/m<sup>2</sup>.**



Frec. <i>f</i> Hz	R dB
100	37,1
125	39,9
160	31,5
200	24,4
250	31,3
315	37,1
400	42,1
500	49,8
630	56,3
800	58,8
1000	60,7
1250	61,9
1600	62,8
2000	61,6
2500	55,0
3150	58,8
4000	65,2
5000	64,0



Aislamiento global calculado según la Norma ISO 717-1:2013:

$$R_w (C ; C_{tr}) = 46,6 ( -4 ; -8 ) \text{ dB}$$

Aislamiento global en dBA según el DB-HR.

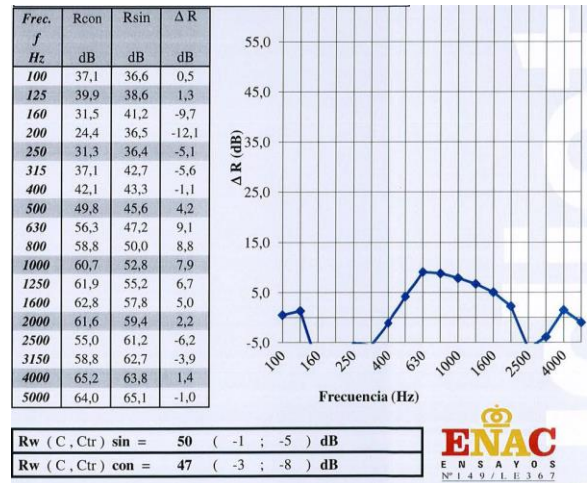
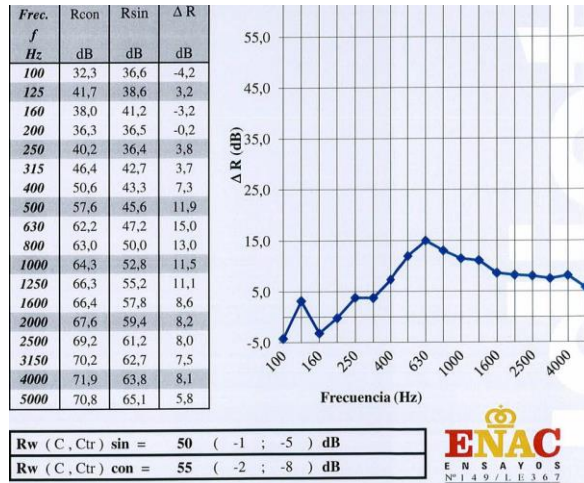
$$R(A) = 43,8 \text{ dBA}$$

Aislamiento global en dBA, para ruido exterior dominante de automóviles.

$$R(A_{tr}) = 38,5 \text{ dBA}$$



## Resultados Comparativos en mejora sobre portador



$\Delta R_{w \text{ direct}} = 5 \text{ dB}$

$\Delta R_{w \text{ direct}} = -3 \text{ dB}$

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos, indican que los sistemas de aislamientos térmicos por el exterior con cámara ventilada realizados con lana mineral mejoran el aislamiento acústico respecto a la fachada inicial y respecto a sistemas realizados con Proyección de Poliuretano (PUR) que por las características de rigidez del producto **empeoran** la prestación acústica inicial del portador, efecto que debe tenerse en cuenta en la elección del sistema de rehabilitación de la envolvente.

En este sentido, la política definida en el CTE relativa a la REHABILITACIÓN queda clara con el:

- **Criterio de no empeoramiento**
  - En las intervenciones en los edificios existentes **no se podrán reducir las condiciones preexistentes** relacionadas con las exigencias básicas, cuando dichas condiciones sean menos exigentes que las establecidas en los documentos básicos del Código Técnico de la Edificación, salvo que en éstos se establezca un criterio distinto. Las que sean más exigentes, únicamente podrán reducirse hasta los niveles de exigencia que establecen los documentos básicos

## REFERENCIAS

- [1] Documento Básico DB HR Protección Frente al Ruido. Abril 2009
- [2] UNE-EN ISO 10140-1:2011 (revestimientos Acústicos. Mejora del aislamiento a ruido aéreo)
- [3] UNE-EN ISO 10140-2:2011 (Medición en laboratorio del aislamiento acústico a ruido aéreo de los elementos de construcción)
- [4] UNE-EN ISO 10140-5:2011 (Elementos Básicos Normalizados para medir la mejora del aislamiento acústico a ruido aéreo mediante revestimientos)