

Bellaterra: 28 de mayo de 2010
Expediente número: 10/101231-805
Referencia peticionario: **CIRCA, S.A.**
Pol. Ind. El Pla, C/Lleida nº 17
08185 Lliçà de Vall (Barcelona)

INFORME DE ENSAYO

ENSAYO SOLICITADO: Medición en laboratorio del aislamiento acústico al ruido aéreo según norma UNE-EN ISO 140-3:1995 de un cerramiento vertical formado por **Sistema Panel ΩZ** (formato pequeño), barrera de vapor, proyectado de celulosa, placa de yeso laminado y lana de roca.

FECHA DE REALIZACIÓN DEL ENSAYO: 15 de abril de 2010

ENSAYO REALIZADO POR: Xavier Roviralta (Técnico de Acústica)

Xavier Costa
Responsable de Acústica
LGAI Technological Center S.A.

Garantía de Calidad de Servicio

Applus+ garantiza que este trabajo se ha realizado dentro de lo exigido por nuestro Sistema de Calidad y Sostenibilidad, habiéndose cumplido las condiciones contractuales y la normativa legal. En el marco de nuestro programa de mejora les agradecemos nos transmitan cualquier comentario que consideren oportuno, dirigiéndose al responsable que firma este escrito, o bien al Director de Calidad de Applus+, en la dirección: satisfaccion.cliente@appluscorp.com

La reproducción del presente documento sólo está autorizada si se hace en su totalidad. Sólo tienen validez legal los informes con firma original o sus copias compulsadas. Este documento consta de 17 páginas de las cuales 0 son anexos. - página 1 -

1.- OBJETIVO DE LA MEDICIÓN

Medición del índice de reducción sonora al ruido aéreo según norma UNE-EN ISO 140-3:1995 de un cerramiento vertical formado por **Sistema Panel ΩZ** (paneles de formato pequeño), barrera de vapor, estructura autoportante con proyectado de celulosa, placa de yeso laminado antihumedad, estructura autoportante con lana de roca y doble placa de yeso laminado estándar.

2.- EQUIPOS DE MEDICIÓN

Los equipos usados para realizar las mediciones acústicas son los siguientes:

- Analizador nº id: 103099 (Bruel&Kjaer mod. Pulse)
- Calibrador nº id: 103032 (Bruel&Kjaer mod. 4231)
- Micrófonos nº id: 103123, 103126, 103127, 103128, 103131 y 170108 (Bruel&Kjaer mod. 4943)
- Fuentes de ruido nº id: 103098 (AVM mod. DO12) y 103124 (CESVA mod. BP012)
- Amplificador con generador de ruido nº id: 103125 (CESVA mod. AP600)
- Termohigrómetros nº id: 103108 (RS mod 212-124) y 103121 (Oregon Scientific mod. BA116)
- Flexómetro nº id: 103095 (Stanley mod. Powerlock)

3.- PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN

3.1. MÉTODO DE ENSAYO

El ensayo se realiza según el procedimiento de trabajo C521 0197 de LGAI Technological Center, basado en la norma UNE-EN ISO 140-3:1995, "Medición en laboratorio del aislamiento acústico al ruido aéreo de los elementos de construcción".

Para medir el aislamiento al ruido aéreo entre dos salas con una separación común, ya sea vertical u horizontal, se genera un nivel de presión acústica en una de ellas, llamada sala emisora, suficientemente elevado como para que el nivel en la otra sala, llamada sala receptora, supere en 15 dB como mínimo el ruido de fondo (ruido ambiental) en todas las bandas de

frecuencia dentro del margen de estudio. Si el nivel medido no supera el ruido de fondo como mínimo en 15 dB, se ha de realizar la corrección determinada por la norma.

Se mide el nivel de ruido en la sala emisora en diferentes puntos y se promedia. A continuación se repite esta operación en la sala receptora. De estos dos niveles promediados se puede obtener la diferencia de niveles D:

$$D = L_1 - L_2$$

dónde:

- L_1 es el nivel medio de presión acústica en la sala emisora.
- L_2 es el nivel medio de presión acústica en la sala receptora (con la corrección del nivel de ruido de fondo si es necesario).

Esta diferencia de niveles se ha de corregir mediante un factor que depende del tiempo de reverberación, del volumen de la sala receptora y de la superficie común de separación que hay entre las dos salas. Así se obtiene el índice de reducción acústica R:

$$R = L_1 - L_2 + 10 \text{ Log} \left(\frac{ST}{0.163V} \right)$$

dónde:

- S es la superficie de la muestra.
- T es el tiempo de reverberación de la sala receptora. El tiempo de reverberación de la sala se define como el tiempo necesario para que el nivel de presión acústica medido disminuya 60 dB una vez parada la fuente de ruido.
- V es el volumen de la sala receptora.

3.2. CÁLCULO DEL ÍNDICE GLOBAL DE REDUCCIÓN ACÚSTICA PONDERADO A, R_A

El índice global de reducción acústica, ponderado A, de un elemento constructivo, R_A , es la valoración global, en dBA, del índice de reducción acústica, R, para un ruido incidente rosa normalizado ponderado A. En el Anejo A del documento básico "DB-HR Protección frente al ruido" del Código Técnico de la Edificación, el índice R_A se define mediante la siguiente expresión a partir de los valores del índice de reducción acústica R obtenidos mediante ensayo en laboratorio:

$$R_A = -10 \text{Log} \sum_{i=1}^n 10^{(L_{Ar,i} - R_i)/10}$$

dónde:

- R_i es el valor del índice de reducción acústica en la banda de frecuencia i , en dB.
- $L_{Ar,i}$ es el valor del espectro de ruido rosa, ponderado A, en la banda de frecuencia i , en dBA.
- i recorre todas las bandas de frecuencia de tercio de octava de 100 Hz a 5 kHz.

frec. (Hz)	100	125	160	200	250	315
$L_{Ar,i}$	-30,1	-27,1	-24,4	-21,9	-19,6	-17,6
frec. (Hz)	400	500	630	800	1000	1250
$L_{Ar,i}$	-15,8	-14,2	-12,9	-11,8	-11,0	-10,4
frec. (Hz)	1600	2000	2500	3150	4000	5000
$L_{Ar,i}$	-10,0	-9,8	-9,7	-9,8	-10,0	-10,5

Tabla 3.1: Valores del espectro normalizado de ruido rosa, ponderado A

3.3. CÁLCULO DEL ÍNDICE GLOBAL DE REDUCCIÓN ACÚSTICA, PONDERADO A, PARA RUIDO EXTERIOR DOMINANTE DE AUTOMÓVILES, R_{Atr}

El índice global de reducción acústica, ponderado A, para ruido exterior dominante de automóviles de un elemento constructivo, R_{Atr} , es la valoración global, en dBA, del índice de reducción acústica, R , para un ruido exterior de automóviles. En el Anejo A del documento básico "DB-HR Protección frente al ruido" del Código Técnico de la Edificación, el índice R_{Atr} se define mediante la siguiente expresión a partir de los valores del índice de reducción acústica R obtenidos mediante ensayo en laboratorio:

$$R_{Atr} = -10 \text{Log} \sum_{i=1}^n 10^{(L_{Atr,i} - R_i)/10}$$

dónde:

- R_i es el valor del índice de reducción acústica en la banda de frecuencia i , en dB.
- $L_{Atr,i}$ es el valor del espectro normalizado del ruido de automóviles, ponderado A, en la banda de frecuencia i , en dBA.
- i recorre todas las bandas de frecuencia de tercio de octava de 100 Hz a 5 kHz.

frec. (Hz)	100	125	160	200	250	315
$L_{Atr,i}$	-20	-20	-18	-16	-15	-14
frec. (Hz)	400	500	630	800	1000	1250
$L_{Atr,i}$	-13	-12	-11	-9	-8	-9
frec. (Hz)	1600	2000	2500	3150	4000	5000
$L_{Atr,i}$	-10	-11	-13	-15	-16	-18

Tabla 3.2: Valores del espectro normalizado del ruido de automóviles, ponderado A

3.4. CÁLCULO DEL ÍNDICE GLOBAL DE REDUCCIÓN ACÚSTICA R_w

El índice global de reducción acústica R_w se define en la norma UNE-EN ISO 717-1:1997 como el valor, en decibelios, que toma el espectro de referencia (ver tabla 3.2) a la frecuencia de 500 Hz, después de desplazarlo tal y como se explica a continuación.

Para evaluar los resultados de una medida de R (aislamiento acústico por frecuencia en bandas de tercio de octava), el espectro de referencia se desplaza en saltos de 1 dB (positivo o negativo) hacia la curva medida mientras la suma de desviaciones desfavorables, en el margen de frecuencia entre 100 y 3150 Hz, sea lo mayor posible pero sin superar los 32,0 dB. Una desviación desfavorable, a una determinada banda de frecuencia, se da cuando el resultado de la medición es menor que el valor de la curva de referencia en aquella banda.

frec. (Hz)	100	125	160	200	250	315
Ref.	33	36	39	42	45	48
frec. (Hz)	400	500	630	800	1000	1250
Ref.	51	52	53	54	55	56
frec. (Hz)	1600	2000	2500	3150	4000	5000
Ref.	56	56	56	56	56	56

Tabla 3.2: Valores que toma la curva de referencia para cada banda de frecuencia en tercios de octava

3.5. TÉRMINOS DE ADAPTACIÓN AL ESPECTRO (C; C_{tr})

Definido en la norma UNE-EN ISO 717-1 el término de adaptación al espectro es el valor, en decibelios, que se debe añadir al valor de la magnitud global ($R_{w,r}$...) para tener en cuenta las características de un espectro particular.

Estos parámetros los introduce la norma para tener en cuenta los diferentes espectros de las fuentes de ruido (como ruido rosa y ruido de tráfico) y para evaluar curvas de aislamiento acústico con valores muy bajos en una sola banda de frecuencia.

A continuación se incluye una tabla orientativa sobre la relevancia de uno u otro término según las fuentes de ruido:

Término de adaptación espectral adecuado	Tipo de fuente de ruido
C (término de adaptación espectral al ruido rosa)	Actividades humanas (conversaciones, música, radio, TV) Juegos de niños Trenes a velocidades medias y altas Autopistas (> 80 Km/h) Aviones a reacción, en distancias cortas Factorías, que emiten ruido de frecuencias medias y altas
C _{tr} (término de adaptación espectral al tráfico)	Tráfico urbano Trenes a velocidades bajas Aviones a propulsión Aviones a reacción, a grandes distancias Música de discotecas Factorías, que emiten ruido de frecuencias bajas

Tabla 3.3: Términos relevantes de adaptación espectral para diferentes tipos de fuentes de ruido

3.6. INCERTIDUMBRE DE LOS RESULTADOS

La incertidumbre del resultado se expresa como la incertidumbre típica de medida multiplicada por un factor de cobertura $k=2$, que para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

Las incertidumbres expandidas de los resultados han sido calculadas y son las siguientes:

frec. (Hz)	100	125	160	200	250	315
±U	1,9	2,9	1,6	2,4	1,5	1,2
frec. (Hz)	400	500	630	800	1000	1250
±U	1,4	1,1	1,4	0,9	0,8	0,7
frec. (Hz)	1600	2000	2500	3150	4000	5000
±U	1,0	1,1	1,3	1,2	1,5	0,8

Tabla 3.4: Incertidumbres expandidas de los resultados

4.- DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

La muestra es un cerramiento vertical formado por los siguientes elementos (en orden de exterior a interior):

- **Sistema Panel ΩZ** con paneles de 30 mm de espesor y dimensiones 956 x 785 mm y 956 x 540 mm
- barrera hidrófuga
- estructura autoportante de 150 mm formada por perfiles de acero, con proyectado de fibras de celulosa de 50 mm y 35 Kg/m³ en su interior
- placa de yeso laminado (PYL en adelante) antihumedad de 12,5 mm
- separación de 1 cm
- estructura autoportante de perfiles de acero 48 y 46 mm, con lana de roca de 40 mm y 50 Kg/m³ en su interior.
- doble PYL estándar de 12,5 mm

Dicho cerramiento se construye sobre un marco portamuestras con una abertura interior de 3,8 x 2,98 m (anchura x altura), lo que supone una superficie de muestra de 11,32 m².

En primer lugar se construye una estructura autoportante a base de perfiles de acero horizontales en U de 150x75x1,5 mm y montantes de acero verticales en C de 148x59x2 mm colocados dentro de los perfiles U cada 600 mm. Entre el marco portamuestras y el perfil horizontal inferior se coloca lámina de butilo de 1,5 mm de espesor.



Imágenes 1 y 2 Perfiles y montantes de acero



Imágenes 3, 4, 5, 6 y 7 Construcción de la estructura autoportante en el marco portamuestras

Sobre una de las caras de la estructura se atornilla PYL antihumedad de 12,5 mm de espesor. Las juntas entre placas no se sellan, mientras que el perímetro de unión de éstas con el marco portamuestras se sella con silicona.



Imágenes 8, 9, 10, 11 y 12 Instalación de la PYL antihumedad

En la otra cara de la estructura se aplica un proyectado de fibras de celulosa de espesor nominal 50 mm y densidad media 35 Kg/m³. Dicho proyectado queda aplicado sobre la PYL y entre los montantes. La unión entre marco portamuestras y el perímetro de la estructura autoportante se sella con cordón de silicona.



Imágenes 13, 14, 15 y 16 Aplicación del proyectado de celulosa



Imágenes 17 y 18 Sellado entre estructura y marco portamuestras

En esta misma cara de la estructura se coloca lámina Tyvek UV Facade de 195 gr/m² a modo de barrera hidrófuga, fijada a los perfiles de la estructura.



Imágenes 19, 20 y 21 Lámina Tyvek y su colocación

Delante de la barrera hidrófuga se instala un cerramiento de Sistema Panel Ω Z. Para ello se fijan a la estructura autoportante Perfiles Z sobre los que se sustentan, mediante elemento de fijación Pieza Omega, Paneles Ω Z de mortero con pretensado en dos direcciones (varilla de 3 mm de diámetro 10x10 cm). El Panel Ω Z instalado presenta un espesor de 30 mm y unas dimensiones de 956 x 785 mm (los 4 paneles inferiores) y 956 x 540 mm (el resto de paneles). Su masa superficial aproximada es de 63 Kg/m². La separación entre Paneles Ω Z es de 5 mm.



Imágenes 22, 23, 24, 25 ,26, 27, 28 y 29 Perfil Z, Panel Ω Z y su instalación

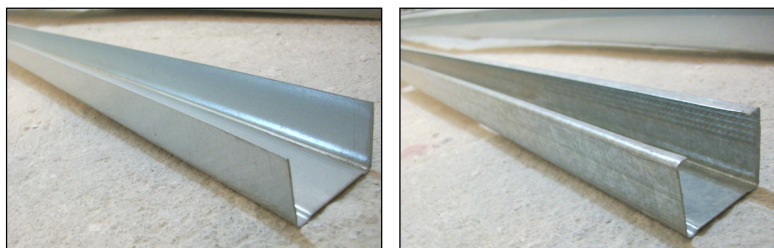
La holgura entre Paneles ΩZ y los laterales y parte superior del marco portamuestras se rellena con lana de roca y se tapa con lámina de butilo.



Imágenes 30 y 31 Lana de roca y butilo entre Paneles ΩZ y marco portamuestras

En la otra cara del cerramiento, a 1 cm de distancia de la PYL antihumedad, se construye una estructura autoportante de perfiles de acero de 0,6 mm de espesor formada por perfiles horizontales (canales) de 48 mm de anchura y perfiles verticales (montantes) de 46 mm de anchura colocados dentro de los canales y separados 40 cm entre ellos.

Dentro de esta estructura se colocan paneles de lana de roca 40 mm de espesor y densidad 50 Kg/m³.



Imágenes 32 y 33 Canal y montante utilizado



Imágenes 34, 35, 36 y 37 Estructura autoportante y colocación de la lana de roca

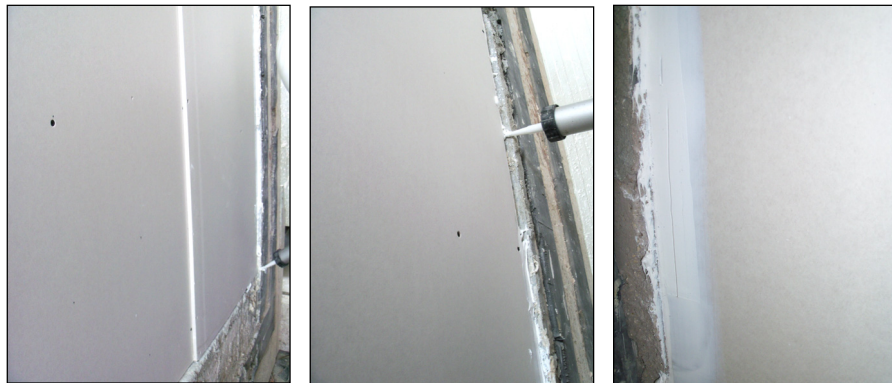
A esta estructura se atornilla doble capa de PYL estándar de 12,5 mm de espesor. Las juntas de unión entre placas de la capa exterior de PYL se sellan mediante cinta de papel y pasta de juntas. El perímetro de encuentro entre ambas capas de PYL y marco portamuestras se sella mediante masilla de poliuretano monocomponente.



Imágenes 38, 39 y 40 Colocación de las PYL



Imágenes 41, 42 y 43 Sellado de juntas entre PYL (sólo en segunda capa de PYL)



Imágenes 44, 45 y 46 Sellado entre PYL y marco portamuestras (en ambas capas de PYL)



Imágenes 47 y 48 Ambas caras del cerramiento terminado y preparado para ensayo

El cerramiento descrita presenta un espesor total aproximado de 320 mm y una masa superficial estimada de 100 Kg/m².

En la siguiente figura se muestran una sección de la muestra descrita (aportada por el peticionario).

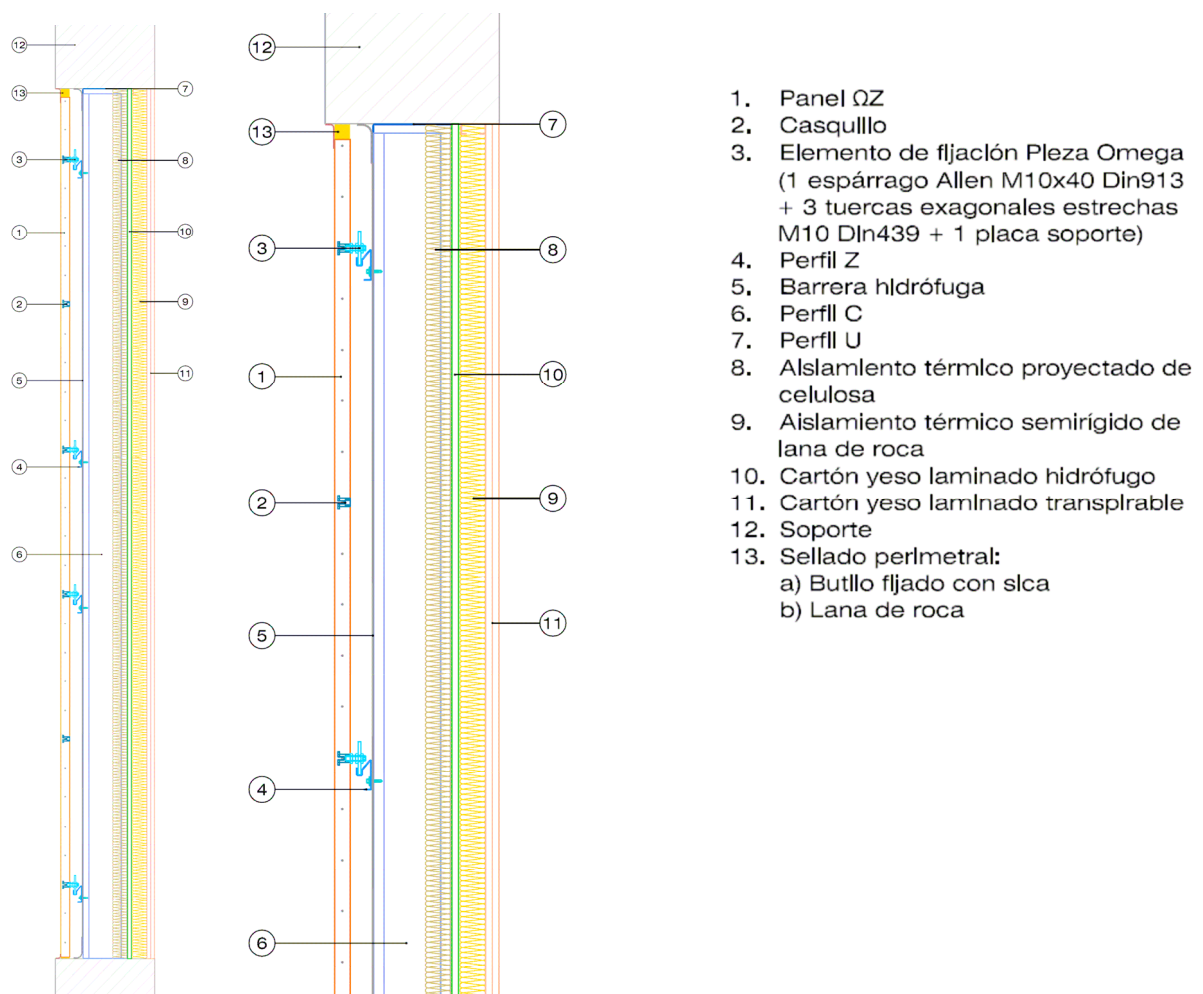


Figura 1 Sección de la muestra ensayada

La muestra se construye durante los días 9, 12 y 14 de abril de 2010 con los recursos aportados por el peticionario.

5.- CONDICIONES DEL ENSAYO

	Sala Emisora	Sala Receptora
Condiciones ambientales:	Temperatura: 12 °C	Temperatura: 12 °C
	Humedad: 63 %	Humedad: 58 %
Volumen sala ensayo:	57,6 m ³	61,0 m ³

6.- RESULTADOS



Aislamiento acústico al ruido aéreo según UNE-EN ISO 140-3

Peticionario: CIRCA, S.A.

Muestra ensayada:

Cerramiento vertical formado por **Sistema Panel ΩZ** (formato pequeño), barrera de vapor, estructura autoportante de 150 mm con proyectado de celulosa, PYL antihumedad 12,5 mm, estructura autoportante 48 mm con lana de roca 40 mm y 50 Kg/m³ y doble PYL laminado estándar 12,5 mm

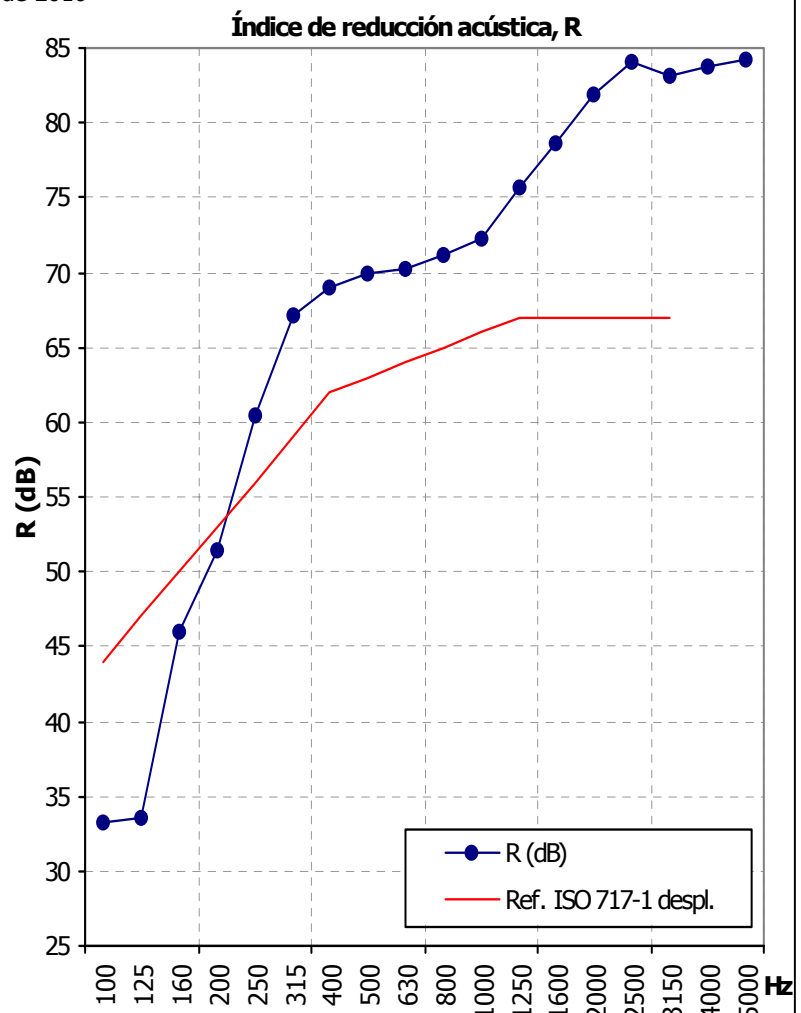
Masa por unidad de superficie, *m*, (estimada): 100 Kg/m²

Área, *S* de la muestra: 11,32 m² (3,8 x 2,98 m)

Fecha de ensayo: 15 de abril de 2010



Frecuencia (Hz)	R (dB)
100	33,3
125	33,5
160	46,0
200	51,5
250	60,5
315	67,1
400	69,0
500	69,9
630	70,3
800	71,2
1000	72,2
1250	75,7
1600	78,6
2000	81,9
2500	84,0
3150	83,2
4000	83,8
5000	84,3



Índice global de reducción acústica, R_w (C; C _{tr})	63 (-6; -13) dB
Índice global de reducción acústica ponderado A, R_A :	58,2 dBA
Índice global de reducción acústica, ponderado A, para ruido exterior dominante de automóviles, R_{Atr} :	50,1 dBA

Los resultados se refieren exclusivamente a las mediciones realizadas con la muestra, producto o material entregado a LGAI Technological Center el día señalado y ensayado en las condiciones indicadas en este documento.