ESTUDIO DE AISLAMIENTO SONORO DE MUROS DE CONSTRUCCIÓN

Estudio comparativo de aislamiento sonoro de dos tipos de tabique empleados comúnmente en la construcción de viviendas en México

ESTUDIO COMPARATIVO DEL AISLAMIENTO SONORO (**R)**. DE MUROS HECHOS DE:

A) LADRILLO DE ARCILLA MULTIPERFORADO
B) BLOCK MULTIPERFORADO BH8122040

Participantes:

Ing. Ricardo Dorantes Escamilla

M en Arq. Antonio Bautista Kuri

Responsable:

Dr. Santiago Jesús Pérez Ruiz

Mayo, 2017

PROYECTO PDCPN-2013/213883

INTRODUCCIÓN

El presente estudio tiene el objetivo de comparar el Aislamiento Sonoro o Índice de Reducción Sonora (R), de dos muros hechos con los siguientes materiales a) Ladrillo de arcilla multiperforado y b) Block multiperforado, BH8122040. La medición de Aislamiento Sonoro se realizó en condiciones de laboratorio de acuerdo a la norma ISO 10140-2:2010. El valor del Aislamiento Sonoro se especifica en función de la frecuencia en la gama de 100 a 5000 Hz, en bandas de tercio de octava.

Para facilitar la comparación también se determino el Índice de Clasificación de Aislamiento Sonoro R_w, de acuerdo a la norma ISO 717-1:2013.

En esta comparación se trato de investigar el efecto del acabado en los muros, para lo cual se hicieron mediciones sin ninguna acabado (repello, recubrimiento, alisado, etc.) y otra medición con el mismo muro pero con un cierto acabado. En los resultados se muestra tanto la curva de Aislamiento Sonoro (R, en función de la frecuencia) y el Índice de Clasificación.

METODO DE MEDICIÓN

Todas las mediciones se realizaron en la Cámara de Transmisión (CT) del Laboratorio de Acústica y Vibraciones del CCADET-UNAM. En la figura 1 se muestra un esquema del arreglo experimental utilizado. En la tabla I se muestra el equipo de medición utilizado.

Tabla I

Equipo	Marca	Modelo	No. Serie
Analizador	Brüel & Kjaer	2133	18553601
Micrófono incidencia aleatoria (CF)	Brüel & Kjaer	4943	4749906
Micrófono incidencia aleatoria (CR)	Brüel & Kjaer	4166	1440624
Boom giratorio	Brüel & Kjaer	3923	2705111
Calibrador	Brüel & Kjaer	4230	1207137
Termo higrómetro	White Box	CT485-R5	----------
Computadora Laptop	Hewlett-Packard	----------	----------
Fuente Omnidireccional	----------	----------	----------

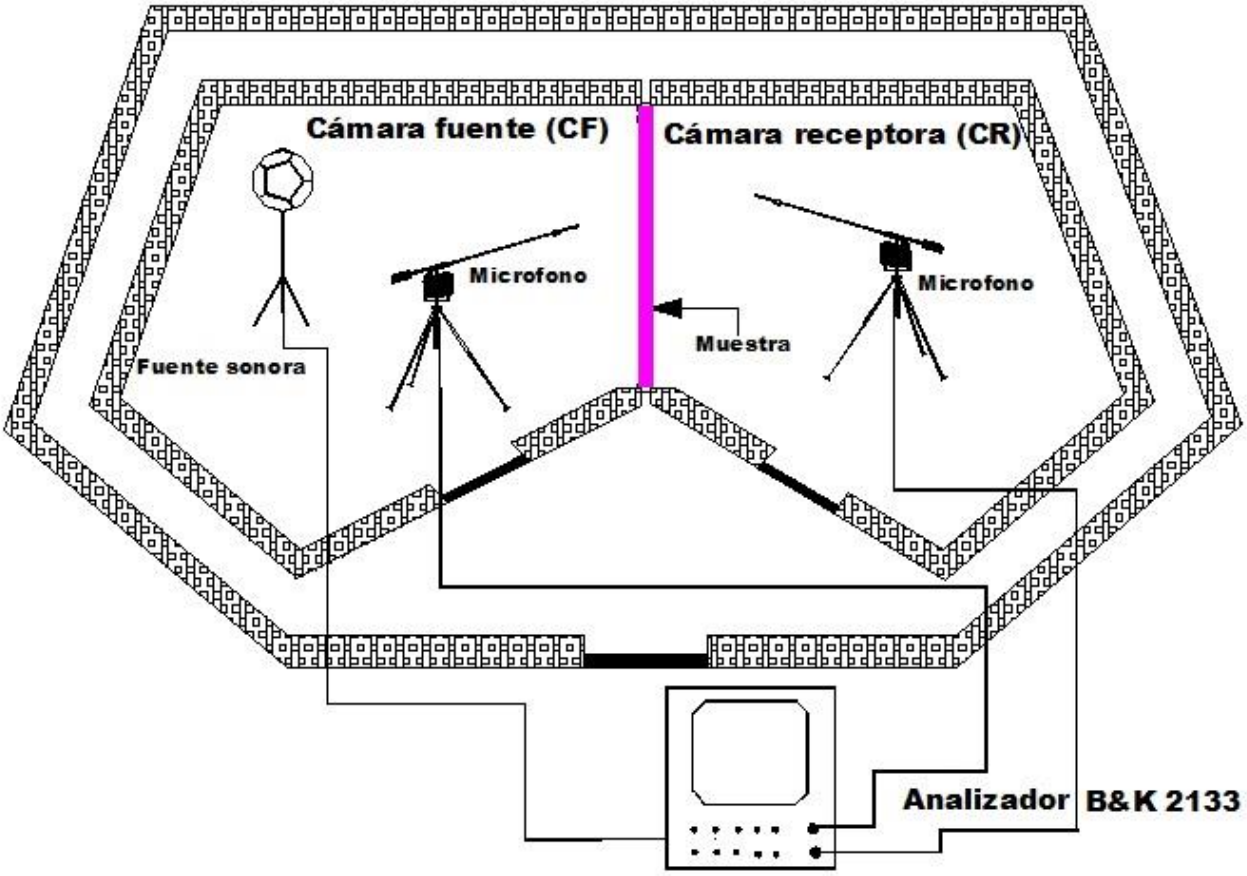


Figura 1. Esquema del arreglo de medición utilizado

La norma ISO 10140-2:2010, establece como procedimiento de medición, determinar la potencia sonora incidente y la potencia sonora transmitida, las potencias se determinan (estiman) mediante el promedio espacial de la presión sonora; a esta cantidad hay que restar la potencia absorbente de la cámara receptora. Este procedimiento se resume en la siguiente ecuación:

$$R = L_1 - L_2 + 10\log\left(\frac{S}{A}\right) \tag{1}$$

Donde:

R Aislamiento Sonoro o Índice de Reducción Sonora

L_1 Es el nivel de presión sonora promedio en la cámara fuente

L_2 Es el nivel de presión sonora promedio en la cámara receptora

S Es el área del espécimen de prueba en m^2

A Es el área equivalente de absorción sonora en m^2

En general, se define el valor promedio como:

$$L = 10\log_{10}\left[\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}10^{L_n/10}\right] \tag{2}$$

Para determinar el área equivalente de absorción sonora se utiliza la ecuación de Sabine, por lo que la ecuación (1) se modifica a:

$$R = L_1 - L_2 + 10\log(Tr) + 10\log_{10}\left(\frac{S}{0.163V}\right) \tag{3}$$

Donde:

L_1 Tiempo de reverberación de la cámara receptora

V Volumen de la cámara receptora

Después de colocar la muestra a medir y antes de realizar mediciones de nivel de presión sonora, se deben caracterizar ambas cámaras (fuente y receptora) con el objetivo de que los tiempos de reverberación cumplan con los establecidos en la norma:

$$1 \le T_R \le 2\left(\frac{V}{50}\right)^{2/3}$$

Donde Ves el volumen del recinto que se quiere evaluar, de tal manera se tiene:

Para la cámara receptora $V = 68.3$ m^3 ⇨ $1 \le TR \le 2.46$ (s)

Para la cámara fuente $V = 77.6\ \text{m}^3$ ⇨ $1 \leq TR \leq 2.68$ (s)

Para lograr estos tiempos de reverberación, fue necesario acondicionar ambas cámaras, introduciendo cierta cantidad de absorción. Este acondicionamiento se hizo a prueba y error, midiendo cada vez el tiempo de reverberación. Este ajuste se hizo para cada muestra.

El Índice de Calificación RW se determino de acuerdo a la norma ISO 717.

RESULTADOS

Muro BH8122040

Cliente: Industrial Bloquera Mexicana
Muestra instalada por: Industrial Bloquera Mexicana
Descripción de la muestra:
Block multi-perforado

Área de la muestra: 9.75m^2
Masa por unidad de área: 231 kg/m^2
Temperatura en ambas cámaras: 21°C
Humedad relativa: 59% **CF**, 60% **CR**
Volumen de la cámara fuente: 77.6m^3
Volumen de la cámara receptora: 68.3m^3

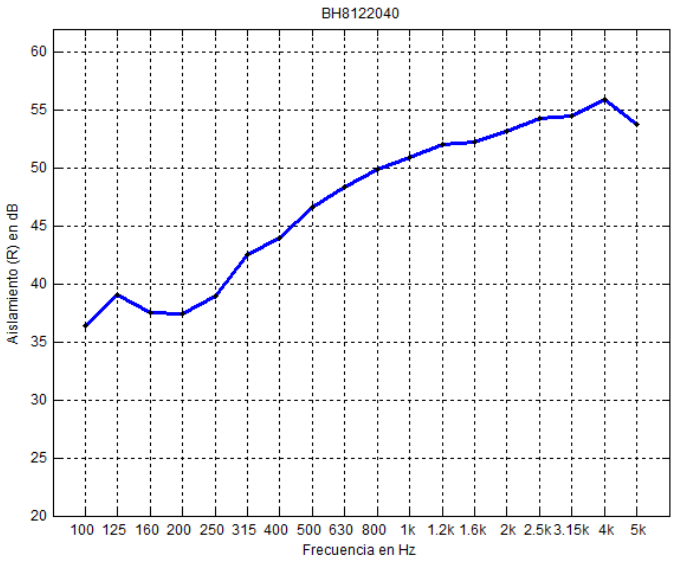
Producto:BH8122040

Recinto de prueba: Cámara de transmisión del Laboratorio de Acústica y Vibraciones del Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico (CCADET) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

INDICE DE CALIFICACIÓN: **R_W= 50 dB**

Fecha de la medición: 25 de abril 2015

Frecuencia [Hz]	R [dB]
100	36.4
125	39.0
160	37.5
200	37.4
250	39.0
315	42.6
400	44.0
500	46.6
630	48.3
800	49.9
1000	50.9
1250	52.0
1600	52.2
2000	53.1
2500	54.3
3150	54.5
4000	55.9
5000	53.7



No. de reporte: 1
Fecha: 11/mayo/2016

Medición realizada por: Antonio Bautista Kuri
Ricardo Dorantes Escamilla

Ladrillo de Arcilla Multi perforado

Cliente: Industrial Bloquera Mexicana
Muestra instalada por: Industrial Bloquera Mexicana
Descripción de la muestra:
Ladrillo arcilla multi perforado

Área de la muestra: 9.75m^2
Masa por unidad de área:
Temperatura en ambas cámaras: 19°C
Humedad relativa: 76% **CF**, 76% **CR**
Volumen de la cámara fuente: 77.6m^3
Volumen de la cámara receptora: 68.3m^3

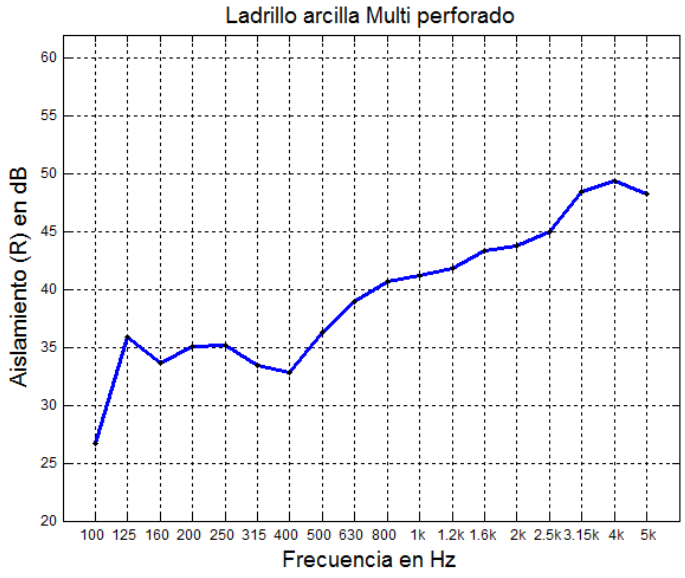
Producto: Ladrillo de Arcilla Multi perforado Sin repellar; 1ª medición

Recinto de prueba: Cámara de transmisión del Laboratorio de Acústica y Vibraciones del Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico (CCADET) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

INDICE DE CALIFICACIÓN: **R_w= 41 dB**

Fecha de la medición: 27 de febrero 2017

Frecuencia [Hz]	R [dB]
100	26.7
125	35.9
160	33.7
200	35.1
250	35.2
315	33.4
400	32.8
500	36.3
630	39.0
800	40.7
1000	41.2
1250	41.9
1600	43.4
2000	43.8
2500	45.0
3150	48.5
4000	49.3
5000	48.2



No. de reporte: 2
Fecha: 11/marzo/2017

Medición realizada por: Antonio Bautista Kuri
Ricardo Dorantes Escamilla

Ladrillo de Arcilla Multi perforado

Cliente: Industrial Bloquera Mexicana
Muestra instalada por: Industrial Bloquera Mexicana
Descripción de la muestra:
Ladrillo arcilla multi perforado

Área de la muestra: 9.75m^2
Masa por unidad de área:
Temperatura en ambas cámaras: 18°C
Humedad relativa: 66% **CF**, 76% **CR**
Volumen de la cámara fuente: 77.6m^3
Volumen de la cámara receptora: 68.3m^3

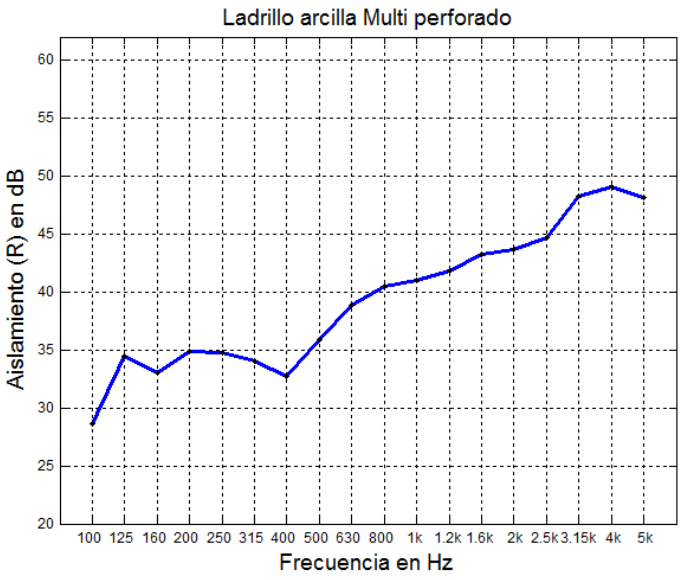
Producto: Ladrillo de Arcilla Multi perforado Sin repellar; 2ª medición

Recinto de prueba: Cámara de transmisión del Laboratorio de Acústica y Vibraciones del Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico (CCADET) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

INDICE DE CALIFICACIÓN: **R_W= 41 dB**

Fecha de la medición: 28 de febrero 2017

Frecuencia [Hz]	R [dB]
100	28.6
125	34.5
160	33.1
200	34.8
250	34.7
315	34.0
400	32.7
500	35.9
630	38.9
800	40.5
1000	41.0
1250	41.8
1600	43.3
2000	43.7
2500	44.6
3150	48.2
4000	49.1
5000	48.1



No. de reporte: 3
Fecha: 11/marzo/2017

Medición realizada por: Antonio Bautista Kuri
Ricardo Dorantes Escamilla

Ladrillo de Arcilla Multi perforado

Cliente: Industrial Bloquera Mexicana
Muestra instalada por: Industrial Bloquera Mexicana
Descripción de la muestra:
Ladrillo arcilla multi perforado

Área de la muestra: 9.75m^2
Masa por unidad de área:
Temperatura en ambas cámaras: 18°C
Humedad relativa: 66% **CF**, 76% **CR**
Volumen de la cámara fuente: 77.6m^3
Volumen de la cámara receptora: 68.3m^3

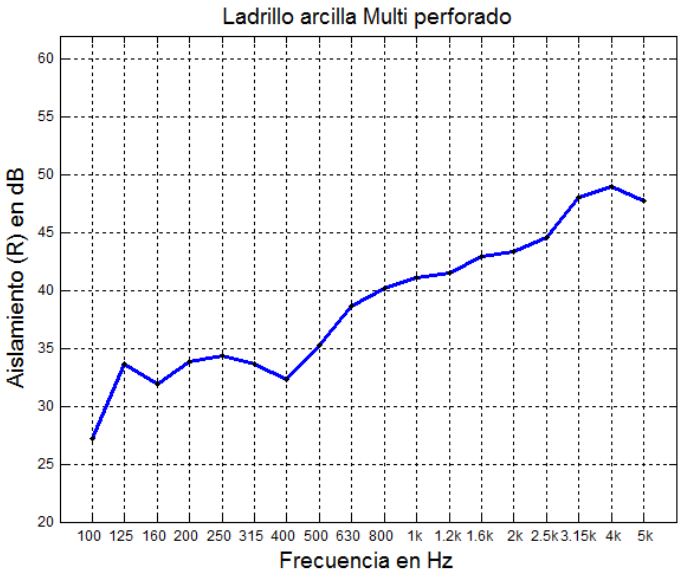
Producto: Ladrillo de Arcilla Multi perforado Mayor secado; 1ª medición

Recinto de prueba: Cámara de transmisión del Laboratorio de Acústica y Vibraciones del Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico (CCADET) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

INDICE DE CALIFICACIÓN: **R_W= 40 dB**

Fecha de la medición: 9 de Marzo 2017

Frecuencia [Hz]	R [dB]
100	27.2
125	33.6
160	31.9
200	33.8
250	34.4
315	33.7
400	32.3
500	35.3
630	38.7
800	40.2
1000	41.1
1250	41.5
1600	43.0
2000	43.3
2500	44.5
3150	48.0
4000	49.0
5000	47.7



No. de reporte: 4
Fecha: 16/marzo/2017

Medición realizada por: Antonio Bautista Kuri
Ricardo Dorantes Escamilla

Ladrillo de Arcilla Multi perforado

Cliente: Industrial Bloquera Mexicana
Muestra instalada por: Industrial Bloquera Mexicana
Descripción de la muestra:
Ladrillo arcilla multi perforado

Área de la muestra: 9.75m^2
Masa por unidad de área:
Temperatura en ambas cámaras: 18°C
Humedad relativa: 66% **CF**, 76% **CR**
Volumen de la cámara fuente: 77.6m^3
Volumen de la cámara receptora: 68.3m^3

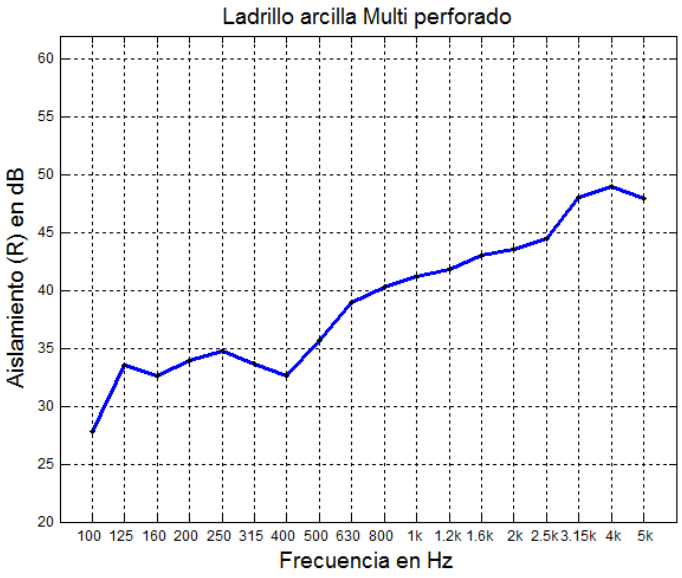
Producto: Ladrillo de Arcilla Multi perforado Mayor secado; 2ª medición

Recinto de prueba: Cámara de transmisión del Laboratorio de Acústica y Vibraciones del Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico (CCADET) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

INDICE DE CALIFICACIÓN: **R_W= 41 dB**

Fecha de la medición: 10 de Marzo 2017

Frecuencia [Hz]	R [dB]
100	27.8
125	33.6
160	32.6
200	34.0
250	34.7
315	33.6
400	32.6
500	35.6
630	39.0
800	40.3
1000	41.2
1250	41.9
1600	43.1
2000	43.6
2500	44.4
3150	48.0
4000	49.0
5000	47.9



No. de reporte: 5
Fecha: 16/marzo/2017

Medición realizada por: Antonio Bautista Kuri
Ricardo Dorantes Escamilla

Ladrillo de Arcilla Multi perforado

Cliente: Industrial Bloquera Mexicana
Muestra instalada por: Industrial Bloquera Mexicana
Descripción de la muestra:
Ladrillo arcilla multi perforado, repello interior yeso de 1.5 cm de espesor; exterior Stonecrete de 1.5 cm de espesor

Área de la muestra: 9.75m^2
Masa por unidad de área:
Temperatura en ambas cámaras: 21°C
Humedad relativa: 69% **CF**, 69% **CR**
Volumen de la cámara fuente: 77.6m^3
Volumen de la cámara receptora: 68.3m^3

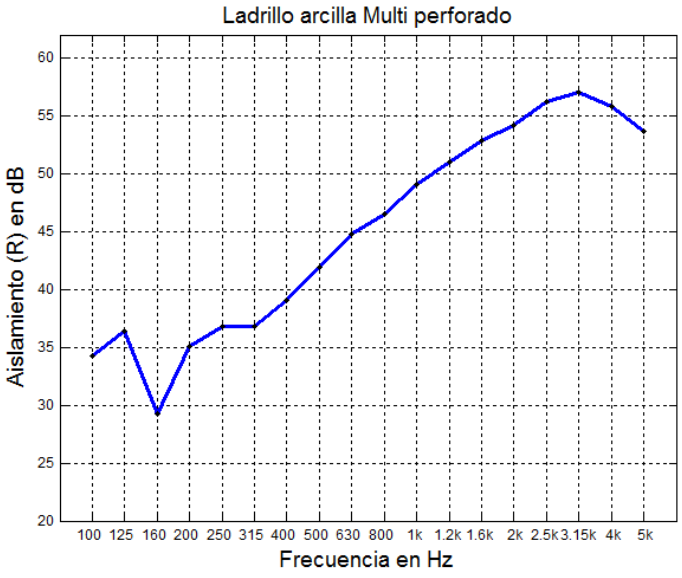
Producto: Ladrillo de Arcilla Multi perforado
Repello interior y exterior
1ra Medición

Recinto de prueba: Cámara de transmisión del Laboratorio de Acústica y Vibraciones del Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico (CCADET) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

INDICE DE CALIFICACIÓN: **R_w= 46 dB**

Fecha de la medición: 02 de Mayo 2017

Frecuencia [Hz]	R [dB]
100	34.2
125	36.4
160	29.3
200	35.1
250	36.8
315	36.8
400	39.1
500	41.9
630	44.8
800	46.5
1000	49.0
1250	51.0
1600	52.8
2000	54.2
2500	56.2
3150	57.0
4000	55.8
5000	53.7



No. de reporte: 6
Fecha: 02/mayo/2017

Medición realizada por: Ricardo Dorantes Escamilla

Ladrillo de Arcilla Multi perforado

Cliente: Industrial Bloquera Mexicana
Muestra instalada por: Industrial Bloquera Mexicana
Descripción de la muestra:
Ladrillo arcilla multi perforado, repello interior yeso de 1.5 cm de espesor; exterior Stonecrete de 1.5 cm de espesor

Área de la muestra: 9.75m^2
Masa por unidad de área:
Temperatura en ambas cámaras: 21°C
Humedad relativa: 68% **CF**, 68% **CR**
Volumen de la cámara fuente: 77.6m^3
Volumen de la cámara receptora: 68.3m^3

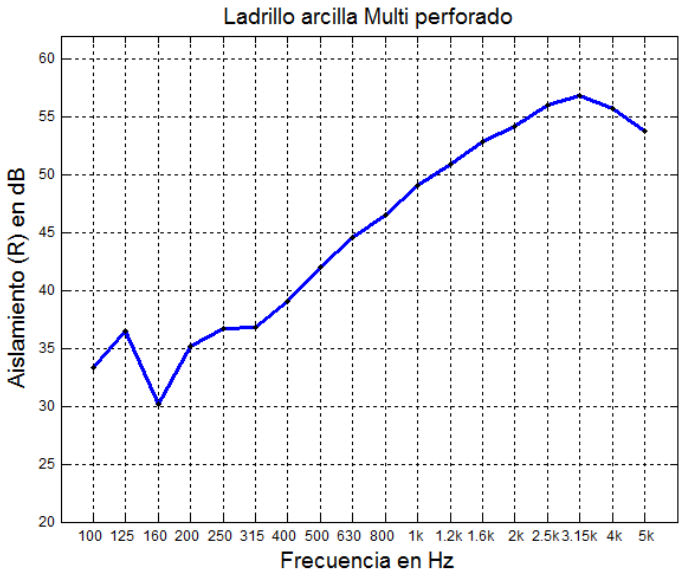
Producto: Ladrillo de Arcilla Multi perforado
Repello interior y exterior
2da Medición

Recinto de prueba: Cámara de transmisión del Laboratorio de Acústica y Vibraciones del Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico (CCADET) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

INDICE DE CALIFICACIÓN: **R_w= 46 dB**

Fecha de la medición: 3 de Mayo 2017

Frecuencia [Hz]	R [dB]
100	33.3
125	36.5
160	30.1
200	35.2
250	36.7
315	36.8
400	39.1
500	42.1
630	44.6
800	46.6
1000	49.0
1250	50.9
1600	52.9
2000	54.2
2500	56.1
3150	56.8
4000	55.7
5000	53.8



No. de reporte: 7
Fecha: 03/mayo/2017

Medición realizada por: Ricardo Dorantes Escamilla

Para tener una idea más clara de cómo se comportan los materiales medidos y conocer sus diferencias, se elaboro una grafica comparativa del aislamiento sonoro del muro BH8122040 y el muro de arcilla multiperforado; este ultimo se muestran en las condiciones de con y sin repello, para visualizar mejor ele efecto del repello en este muro. La grafica comparativa se muestra en la figura 2.

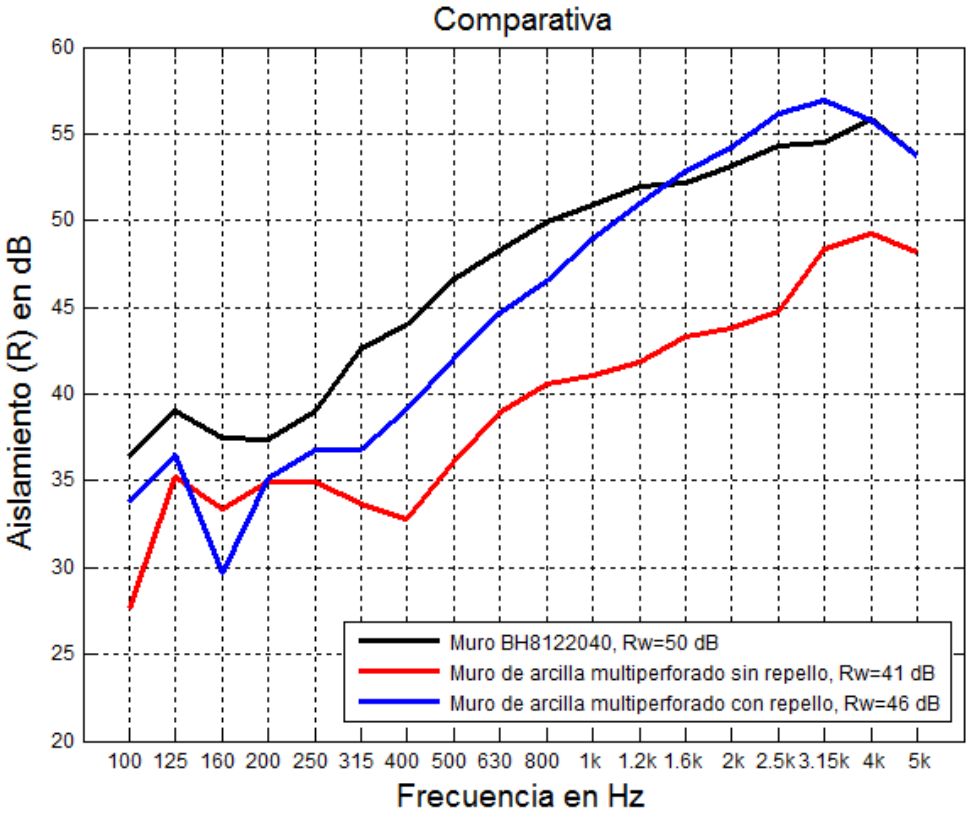


Figura 2. Comparación del aislamiento sonoro de los muros BH8122040 y de arcilla multiperforado, también se muestra el índice de clasificación Rw, para visualizar mejor sus diferencias.

Conclusión.

El muro BH8122040, globalmente tiene un mejor aislamiento sonoro. En función de la frecuencia, este muro también tiene un mejor aislamiento sonora, excepto en la zona de frecuencias entre 1.6 kHz y 4 kHz. Esto quizás se deba que la calidad del recubrimiento del muro BH8122040, no fue igual al utilizado en el muro de arcilla multiperforado.

Se observa que el muro de arcilla multiperforado, tiene un mucho mejor desempeño, en cuanto aislamiento sonoro, cuando se repella en ambos lados del muro.

Finalmente, se agrega la siguiente tabla que relaciona el índice de calificación o desempeño Rw, con la percepción de personas que juzgan el comportamiento del muro.

R_W	Descripción subjetiva de su efectividad
26-30	La mayoria de las frases se entienden claramente
30-35	Muchas frases y algunas oraciones se comprenden sin esfuerzo para escuchar
35-40	Palabras aisladas y frases ocasionales se escuchan claramente y se entienden
42-45	Hablar medio alto se escucha claramente, se entienden palabras ocasionales
47-50	El hablar alto es audible, la musica se escucha facilmente
52-55	El hablar alto se escucha haciendo esfuerzos por escuchar; la musica moderada se escucha y puede ser inquietante
57-60	El hablar alto queda esencialmente inaudible; la música se puede oir debilmente pero los sonidos graves son inquietantes
62-65	La música se escucha debilmente, pero las notas graves se escuchan como golpeteos; el equipo de carpienteria se escucha claramente.
70-	La música aún se escucha débilmente al reproducirse muy fuerte
75+	Bloque efectivamente la mayoria de fuentes sonoras