

Enero 2024

AISLAMIENTO AÉREO DE SONIDOS CON MAMPOSTERÍA CERÁMICA

- 1- Introducción.
- 2- Algunos aspectos de la física del sonido.
- 3- Puertas y ventanas.
- 4- Aislamiento en laboratorio vs “In situ”.
- 5- Aislamiento acústico de muros de mampostería cerámica.

1-Introducción.

Este boletín técnico intentará aclarar y dar un panorama de la acústica en viviendas y las características acústicas de la mampostería cerámica de nuestro país.

2-Algunos aspectos de la física del sonido.

2-1 ¿Que es el sonido y como se genera?

Moviendo el aire hacia adelante y hacia atrás (por ejemplo, con el parche de un tambor) se cambia por un instante la presión de una porción de aire que empuja parte del aire que lo rodea hacia delante y luego hacia atrás, este proceso se repite con el aire circundante generando una onda de presión que se propaga hasta impactar a nuestro oído que lo capta como sonido.

No todas las variaciones de presión ambiental son percibidas como sonidos.

El oído humano percibe las variaciones de presión cuando la frecuencia está entre 20 y 20000 hz (Ciclos por segundo) y su intensidad o volumen está entre 0 y 120 db (Decibeles)

2-2 ¿Que es la frecuencia?

La frecuencia es un parámetro que nos indica lo rápido que son los cambios de presión en el aire. Nuestro oído percibe a las frecuencias bajas como sonidos graves y a las frecuencias altas como sonidos agudos.

Una manera de clasificar los sonidos según su frecuencia es la siguiente:

20-300 Hz	300-2000 Hz	2000-20000 Hz
Sonidos graves	Sonidos medios	Sonidos agudos

2-3 ¿Que es la intensidad?

La intensidad es un parámetro que indica la magnitud de los cambios de presión, es lo que nuestro oído percibe como volumen.

El volumen o intensidad de sonido se mide en decibeles. En la escala de intensidades se usa como valor de referencia al decibel cero que es la menor cantidad de sonido en el aire perceptible por el oído humano (Umbral de audición) y un volumen máximo de 120 dB, por encima de este nivel el oído sufre daños

El concepto de medición del volumen de sonido no es tan fácil como el de frecuencia.

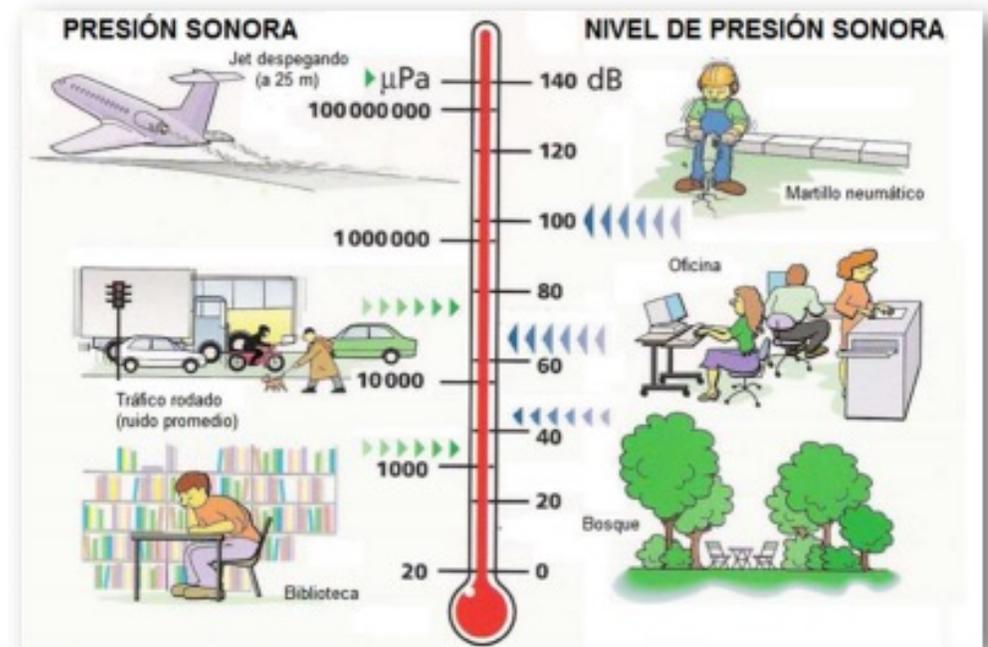
En primer lugar, el rango intensidad de sonido que el oído humano puede percibir es enorme; desde un concierto de rock hasta el tic-tac de un reloj pulsera.

El mayor volumen que el oído puede captar sin sufrir daños es aproximadamente 10 billones de veces más fuerte (en términos de nivel de presión) que el mínimo volumen que puede detectar.

Esta es una de las razones por la que los científicos tuvieron que recurrir a la escala logarítmica.

La otra razón es que nuestro oído también percibe los sonidos en la escala logarítmica. Por ejemplo: para el oído humano una sensación de aumento de volumen de 1 a 2 significa en términos de aumento de presión de 10 a 100

Presión Sonora [μPa] y Niveles de Presión Sonora [dB]



2-4 Aislamiento sonoro.

El aislamiento sonoro de un muro es la resistencia al paso de un sonido de un recinto a otro.

Los cambios de presión del aire mueven a los objetos. El impacto de una onda de presión sonora sobre un tabique provoca la vibración del mismo. Este movimiento es muy pequeño, sin embargo, es suficiente para provocar sonido que es irradiado al local vecino.

Para hacer vibrar un muro se requiere un esfuerzo y a mayor masa se requerirá mayor esfuerzo o energía para moverlo. Es por ello que los materiales aislantes deberán tener masa.

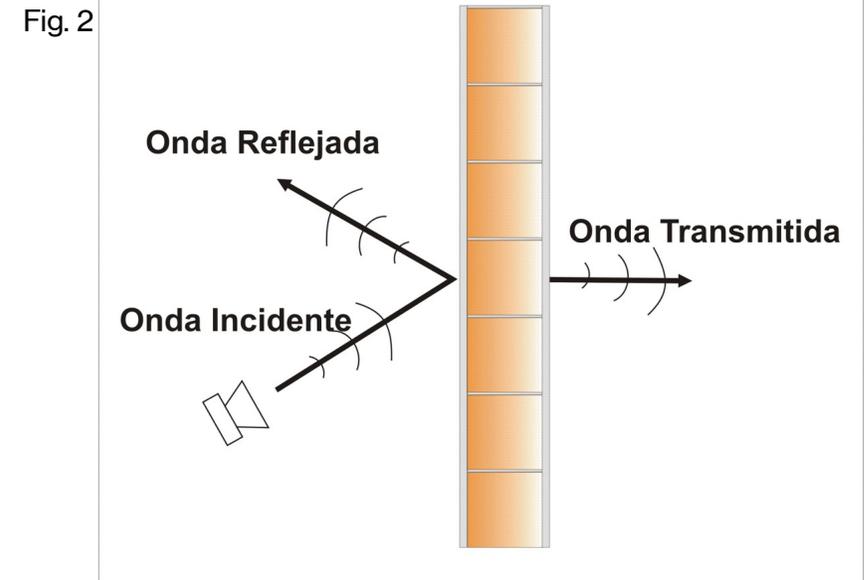
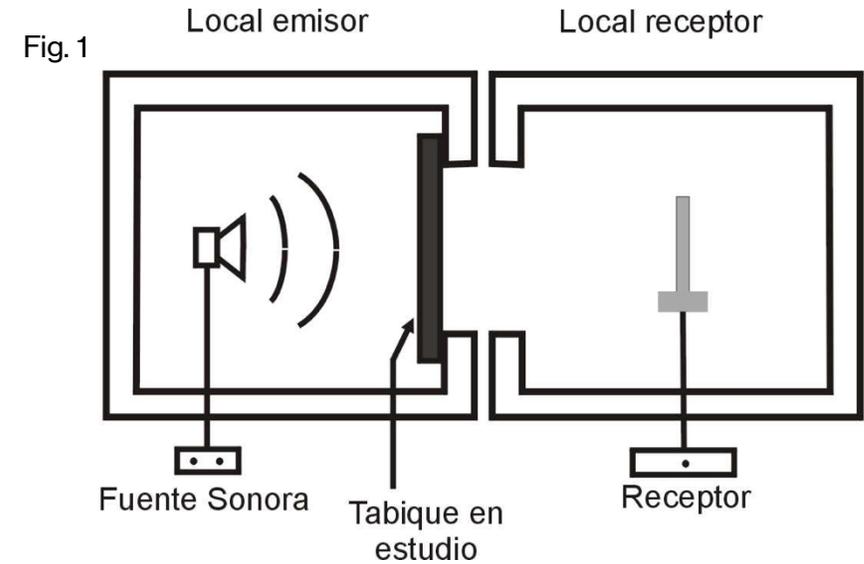
Para determinar la aislación sonora de un tabique que divide a 2 ambientes contiguos (Ver Fig 1) se coloca una fuente sonora en uno de los locales y se mide la intensidad sonora en el otro. Parte de la energía sonora se reflejará dentro del mismo local emisor y una parte se transmitirá al muro y estructura. (Fig 2)

La relación entre ambas energías sonoras es lo que se conoce como índice de reducción sonora.

El aislamiento acústico varía con la frecuencia, o sea que un mismo tabique tiene distinta aislación sonora para cada frecuencia.

Por ello a los fines prácticos y con el objeto de comparar el comportamiento de distintos tipos de tabiques, los especialistas en sonido crearon un parámetro denominado “Índice compensado de reducción sonora R_w ” consistente en un número que resume el comportamiento del tabique para distintas frecuencias. Se trata de un parámetro que se mide en laboratorio sobre un determinado tabique o elemento constructivo.

Por ejemplo: Un R_w de 40 significa que si en un local existe un equipo musical sonando a 100 dB en el local vecino se escuchará con un nivel de 60 dB ($100 - 40 = 60$ dB)



2-5 Ley de masas y frecuencias.

La ley de masas y frecuencias dice que el aislamiento acústico de un tabique es mayor cuanto mayor sea su masa superficial (Kg/m^2) y también es mayor para frecuencias medias y altas.

Por ello la primera variable a considerar para predecir la aislación sonora de un tabique es medir la masa por unidad de superficie (Kg/m^2) pues a mayor masa será más denso el panel y por lo tanto será más difícil de hacerlo vibrar por la acción de la presión del aire.

De acuerdo a la configuración del tabique existen algunas frecuencias específicas donde el aislamiento acústico disminuye, estas frecuencias se denominan frecuencia de resonancia, frecuencia crítica, frecuencia natural etc. , esto puede ser de importancia en algunos casos Ej; salas de máquinas, donde se deberá verificar que algunas de estas frecuencias puntuales no coincidan con la frecuencia del ruido de las salas de máquinas.

Los muros de ladrillos huecos ofrecen un excelente comportamiento en la zona media de frecuencias, estas frecuencias son las más importantes en las condiciones normales de uso de un edificio pues corresponde a los ruidos típicamente molestos Ej. conversaciones y TV.

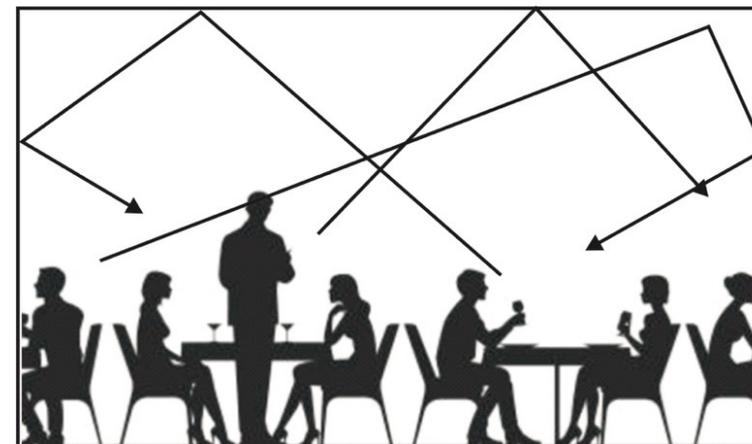
2-6 Absorción:

La absorción es la reducción del sonido reflejado dentro de un recinto. Tiene por objeto minimizar la reflexión del sonido de manera que el ruido generado dentro del propio ambiente sea controlado.

La absorción es importante cuando se requiere controlar el sonido producido dentro de un local. Por ejemplo: Mejoramiento de las condiciones laborales dentro de un taller con intensos ruidos producidos por maquinaria. Control de las condiciones de sonido dentro de un teatro o sala de conferencias, restaurantes, etc.

La absorción se logra mediante el empleo de materiales absorbentes que son colocados dentro del mismo recinto. Generalmente consisten en materiales porosos y livianos. Se trata de estructuras con elevadas cantidades de intersticios y poros (Ej. Lana de vidrio) comunicados entre sí.

Al incidir una onda acústica, las fibras vibran produciendo pérdidas por rozamiento. Son efectivos a altas frecuencias.



2-7 Aislación vs absorción.

Estos términos a veces se los confunde y son causa de muchos de los errores que se cometen en materia acústica.

Dijimos que la energía sonora al impactar un panel, parte se refleja y parte se transmite al local del otro lado.

Por más material absorbente que coloquemos dentro de un local el aislamiento que se logrará en el recinto vecino será mínimo pues los materiales absorbentes minimizan la reflexión del sonido mejorando la audición dentro del mismo local, pero no afectan la transmisión a través del muro.

Los materiales absorbentes son estructuras que si bien producen una disminución de la energía de la onda reflejada permiten que parte de la energía sonora impacte al tabique y se transmita a través del muro.

Erróneamente se cree que se puede mejorar el aislamiento sonoro entre locales mediante el agregado de materiales absorbentes en la superficie de los tabiques divisorios. El razonamiento habitual es el siguiente:

La absorción significa reducir la energía sonora de la onda incidente, entonces poniendo algún material fibroso (Ej coeficiente de absorción del 90%) sobre el muro lograremos mantener felices a nuestros vecinos. Lamentablemente esto no es correcto

El problema está en que nuestro oído es un detector ultrasensible de vibraciones. Parece increíble que la débil energía de nuestra voz haga vibrar un panel. Visualmente el panel no se mueve y si colocamos sobre el mismo nuestra mano no detectamos ninguna vibración.

Sin embargo, el panel apenas estará vibrando, y mientras que esas vibraciones caigan dentro de rango audible, nuestro oído/cerebro las decodificará como sonidos.

Aquí debemos considerar el orden de las magnitudes que estamos hablando. En el caso mencionado si bien podíamos absorber el 90% de la energía de la onda incidente se transmitirá el 10 % restante.

Ese 10% es una magnitud muy grande para la sensibilidad de nuestro oído y totalmente audible y puede que en algunos casos molesto. Por ello la única manera de reducirlo es mediante el agregado de masa al muro. No se puede aislar o eliminar la transmisión de sonido mediante materiales absorbentes.

2-8 Aislamiento en pared simple.

Una pared simple puede ser homogénea o sea construida con un solo material Ej. plomo, o puede ser heterogénea si está formada por varias capas y/o estratos Ej. muros de ladrillos huecos revocados. La condición para que sea considerada como simple es que los puntos situados sobre una misma normal no modifiquen su distancia mutua al realizar vibraciones. Es decir, tanto la pared de plomo como la de ladrillos huecos se consideran como simples.

2-9 Tabiques dobles con cámara de aire.

El sonido que impacta a un tabique doble con cámara de aire produce una vibración en la placa expuesta, esta transmite parte de la energía a la cámara de aire que a su vez transmite vibraciones a la segunda placa quien finalmente irradia energía vibracional al recinto receptor.

Debido a que solo una fracción de la energía sonora es transmitida en cada una de estas etapas, los tabiques múltiples (Dobles, triples. etc) con cámara de aire permiten obtener mayores valores de aislación acústica a igualdad de masa. Todavía se puede lograr una mejora adicional mediante un relleno adecuado.

Para que una pared doble con cámara de aire sea efectiva como aislante sonoro las placas deben actuar independientemente, de no ser así (Ej. Estructura metálica con perfiles “U”) se comportarán como un tabique simple de masa igual a la suma de sus caras.

Este tipo de paredes logran ventajas en las frecuencias altas.

También es de fundamental importancia el diseño, la correcta ejecución del tabique y un relleno con material adecuado pues pueden producirse frecuencias de resonancia problemáticas.

Una onda de resonancia es una onda de frecuencia específica, en donde el sonido rebota sobre las paredes opuestas y se combinan reforzándose el resultado es que el sonido se transmite fácilmente.

3- Puertas y Ventanas.

Las juntas y rendijas pueden producir resultados catastróficos en el aislamiento acústico.

Una plancha de plomo de 25 mm de espesor y 0,5 m² produce una reducción sonora de 50 dB, pero si en ella le perforamos 3 agujeros de 12 mm de diámetro que representan sólo el 0,1% de su superficie la aislación se reducirá a 20dB.

No se logrará una buena aislación a menos que se sellen cuidadosamente todas las ranuras y agujeros de las aberturas y tabiques. Si el aire puede pasar también lo hará el sonido.

Reemplazando una puerta de madera por otra de plomo macizo no se incrementará significativamente la aislación sonora si el principal problema consiste en la transmisión sonora a través del perímetro. Este inconveniente se resuelve mediante el sellado con juntas de goma que se comprimen al cerrar la puerta y un correcto diseño.

La transmisión del sonido a través de las ventanas está regido por los mismos principios. Se mejorará la aislación incrementando el espesor de los vidrios, utilizando vidrios laminados, vidrios dobles con cámara de aire etc.

Debido a la gran variedad de diseños y soluciones, la aislación sonora de puertas y ventanas deberá ser consultada con los fabricantes. Como existen varios criterios de medición y parámetros a considerar, deben solicitarse a los fabricantes informes de laboratorio de las mediciones de sus productos.

También será importante la fijación de marcos y pre-marcos al muro y el sellado de las rendijas.

En nuestro país se acostumbra a especificar la aislación sonora de los muros, que es importante para el caso de las medianeras y muros ciegos, pero se ignoran los problemas de la aislación acústica a través de puertas y ventanas que son más significativos.

4 - Aislamiento en Laboratorio vs “In situ”.

Este es otro punto de dudas y discordias entre constructores y reguladores.

Los Códigos, Reglamentos, Normas y pliegos establecen a veces valores mínimos obligatorios de aislamiento cuyas interpretaciones son confusas.

Últimamente se tiende a establecer valores mínimos medidos “in situ” que corresponden a los locales totalmente terminados, incluyendo las instalaciones en funcionamiento.

Las mediciones de los niveles sonoros “in situ” corresponden a los sonidos realmente transmitidos por todos los elementos constructivos de la envolvente de manera simultánea Ej: tabiques, fachadas, losas, pisos etc, y que a veces tiene en cuenta hasta los ruidos provenientes de la calle. Debe aclararse que en este tipo de mediciones lo que se mide es el aislamiento acústico entre recintos Ej; entre unidades funcionales, entre un estar y una caja de ascensores etc. No miden los aislamientos de las particiones propiamente dichas Ej: muros.

En cambio, las mediciones en laboratorio logran determinar el aislamiento sonoro de una partición aislada del resto de la obra.

Es por ello que la documentación de obra debe ser clara informando los parámetros y normativas a cumplir.

5- Aislamiento acústico de muros de mampostería cerámica.

Cuando consideramos muros de una sola hoja la variable que determina el aislamiento sonoro es la masa por unidad de superficie. A mayor masa mayor aislación.

Un muro de una sola hoja construido con bloques cerámicos y revocado es lo suficientemente pesado para proveer suficiente aislamiento sonoro en la mayoría de las aplicaciones.

En caso de necesitarse mayor aislación se deberá recurrir a bloques de mayor espesor y/o muros dobles con cámara de aire.

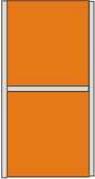
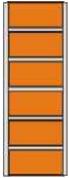
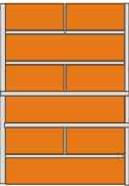
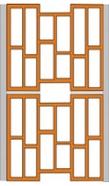
5-1 Ensayos

A continuación, se detallan los resultados correspondientes a distintas configuraciones de muros.

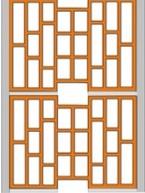
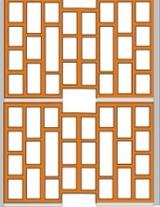
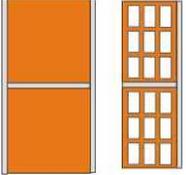
Para la realización de los mismos hemos utilizado datos de ensayos realizados en laboratorios locales, del exterior y de la literatura técnica.

AISLAMIENTO ACÚSTICO DE MUROS CERÁMICOS			
Tipo de muro	Denominación y tamaño en cm	Espesor del muro revocado en cm	Aislamiento acústico aéreo R_w en dB
	Ladrillos huecos de cerramiento 8x18x33	11	35
	Ladrillos huecos de cerramiento 12x18x33	15	37
	Bloque portante de 12x19x33	15	44

AISLAMIENTO ACÚSTICO DE MUROS CERÁMICOS

Tipo de muro	Denominación y tamaño en cm	Espesor del muro revocado en cm	Aislamiento acústico aéreo R_w en dB
	Bloque portante de 18x19x33	21	46
	Ladrillo macizo de 11x24x5,5	14	40
	Ladrillo macizo de 22x24x5,5	25	48
	Ladrillo termoeficiente DM20	23	43

AISLAMIENTO ACÚSTICO DE MUROS CERÁMICOS

Tipo de muro	Denominación y tamaño en cm	Espesor del muro revocado en cm	Aislamiento acústico aéreo R_w en dB
	Ladrillo termoeficiente DM24	27	46
	Ladrillo termoeficiente DM27	30	47
	Klimablock	30	46
	Bloque portante de 18x19x33 Ladrillo hueco de cerramiento 12x18x33	41	50