

PREDICCIÓN DE AISLAMIENTO METODO DE SAVIOLI

BARCHI, R. GERMAN - DE BORTOLI, LUCIANO - FREIDKES, JONATHAN

germanbarchi@gmail.com

luciano.nicolas.de.bortoli@gmail.com

jonifreidkes@gmail.com

Resumen Este trabajo intenta predecir el aislamiento acústico por ruido aéreo utilizando los lineamientos de “Acústica Práctica” de Savioli para cumplir con la normativa de niveles de ruido de fondo según la Ley 1540 de contaminación acústica. Fue posible obtener resultados de aislamiento acústico que cumplen con la ley para el caso de una sala de ensayo.

INTRODUCCIÓN

En el campo de la acústica, el ingeniero civil Carlos U. Savioli [1] publica en 1992 un libro llamado “Acústica Práctica” con la premisa de facilitar la tarea en algunos de los numerosos planteos y problemas de la acústica arquitectónica. Aplicando la ley teórica de masa y frecuencias, desarrolla un método de cálculo simplificado para la rápida predicción de aislamiento acústico.

El objetivo de este trabajo es utilizar las ecuaciones de Savioli para obtener una predicción de aislamiento acústico en bandas de octava para el caso particular de una sala de ensayo con niveles de presión sonora globales de 120 dBA; de forma que se satisfaga la ley 1540 de contaminación acústica según zona de edificación R2b2.

MARCO TEÓRICO

Ley de Masas

Siguiendo la ley de masas, la insonoridad de cerramientos aumenta en 4 decibeles cada vez que se duplica la masa. Por otro lado, la ley vista para las frecuencias, establece un aumento de 4 decibeles cada vez que se duplica la frecuencia. Una primera estimación de insonorización propuesta está dada por la ecuación (1).

$$R = 10 \log \left(\frac{m w \cos \vartheta}{2 D V} \right)^2 \quad (1)$$

Donde m es la masa superficial del material [kg/m^2], w la pulsación para la frecuencia de interés [$2\pi f$]; ϑ el ángulo de incidencia; D la densidad del aire [kg/m^3] y V la velocidad del sonido en el aire [m/s].

A esta expresión se le suele restar 5 decibeles para cerramiento tipo sándwich. Existen

diferentes tipos de cerramientos, están los homogéneos, no homogéneos, sandwich y cerramientos dobles con cámara de aire.

Frecuencia Crítica

Todos los cerramientos tienen fallas en su comportamiento para los que disminuye la insonoridad en cierta frecuencia. Esta se conoce como “frecuencia crítica”; y está en función del material, espesor, peso específico, coeficiente de Poisson, el módulo elástico de Young y la configuración. El coeficiente de transmisión en este caso está dado por la ecuación (2).

$$\tau = \frac{2 D V K}{m_1 m_2 w (w_0^2 - w^2)} \quad (2)$$

Por otro lado, los cerramientos dobles tienen una frecuencia de resonancia, para la cual se produce un fenómeno de masa-resorte-masa análogo, a partir de las paredes y un tercer elemento vinculante. La frecuencia de resonancia se calcula mediante la ecuación (3).

$$f_s = 60 \sqrt{\frac{1}{d} \left(\frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} \right)} \quad (3)$$

Donde m_1 y m_2 son las masas mecánicas superficiales y d , la distancia que las separa. A la frecuencia de resonancia, la pared o cerramiento doble se comporta como si fuese un sistema homogéneo $m_1 + m_2$, regido por la ley de masas.

Por encima de la frecuencia de resonancia, existe un crecimiento de insonoridad brusco, teóricamente calculado en 18 dB cada duplicación

de frecuencia, aunque en la práctica existen limitaciones de resonancia que se podrían solucionar con relleno mediante lana de vidrio.

En un cerramiento doble, una frecuencia de resonancia baja proporciona una insonoridad muy grande, por ejemplo 100 Hz.

La ley de reglamentación N°1540 (Decreto N° 740) de “Niveles máximos de contaminación acústica permitidos en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires establece subcategorías de edificación dependiendo del nivel de ruido esperado, clasificado en rangos que van del Tipo I al V; delimitando niveles de ruido máximo en período nocturno y diurno, laborables o feriados.

En vista del cumplimiento de la ley 1540, se detalla una lista de actividades catalogadas como potencialmente contaminantes por ruido y vibraciones.

PRACTICA

En la sección “rubros del agrupamiento cultura, culto y esparcimiento” de la ley 1540 sobre contaminación acústica, se encuentra listada número 21 las “Salas de Ensayo”; con niveles de presión sonora previstos en 120 dB(A).

Como se pretenden obtener resultados en bandas de octava, se hace una estimación del nivel de presión sonora equivalente para cada banda, de forma que su global se corresponda con 120 decibeles.

Resulta que si se tienen 112 dB(A) en cada banda de octava en el rango de interés de 63 Hz a 8 KHz, entonces su global será 120 dB(A).

La curva de ponderación A debe normalizarse a una curva de ponderación Z para poder realizar los cálculos. Se aplica la corrección restando los valores según la Tabla 1.

Tabla 1: Corrección de ponderación A.

Frecuencia	Corrección	Frecuencia	Corrección
63	-26.2	1000	0
125	-16.1	2000	1.2
250	-8.6	4000	1
500	-3.2	8000	-1.1

Los valores de sala emisora entonces se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2: Nivel de sala Emisora.

Frecuencia	SPL [dBZ]	Frecuencia	SPL[dBZ]
63	138.2	1000	112
125	128.1	2000	110.8
250	120.6	4000	111
500	115.2	8000	113.1

Mediante la ley 1540 se obtienen los valores límites expresados en LeqT (A). Como se presume una sala de ensayo en una zona de edificación R2b2, Tipo I, se conocen los niveles máximos diurnos y nocturnos en 60 dB y 50 dB respectivamente. Como éstos son niveles globales, nuevamente se deben estimar los niveles en bandas de octava, con un cálculo similar, se estima un máximo de 41 dB(Z) para cada banda en sala receptora.

A partir de ello, se calcula una curva de índice de reducción sonora, computando la resta entre el nivel de sala emisora y el nivel requerido en la sala receptora; por banda de octava. Esto resulta en un índice de reducción sonora ideal de 71 dB.

Para alcanzar este nivel de reducción sonora, se emplea una pared doble con cámara de aire, compuesta de hormigón con una densidad de 2400 Kg/m³ y ladrillo hueco de 1600 Kg/m³; con espesores de 45 cm y 10 cm respectivamente. La superficie de la pared divisoria es de 18 m², con una separación de 5 cm. En la Figura 1 se ilustra conceptualmente la configuración de la pared doble diseñada.

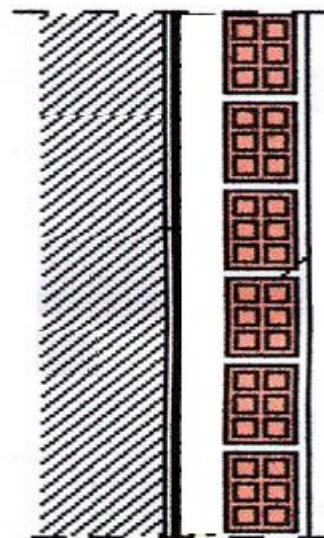


Figura 1: Esquema de pared doble [2]

Se hacen los cálculos de masa superficial multiplicando las densidades de los materiales por su espesor, y se aplican los parámetros en la ecuación de Savioli con incidencia cosenoidal igual a 1. Se usa una densidad de aire de 1.18 Kg/m^3 y una celeridad de 343 m/s , obteniéndose una frecuencia de resonancia en 22.73 Hz . En la Tabla 3 se muestran las curvas de índice de reducción sonora real calculadas.

Tabla 3: Insonoridad real calculada

Frecuencia	R[dB]	Frecuencia	R[dB]
63	62.80	1000	94.80
125	70.80	2000	102.80
250	78.80	4000	110.08
500	86.80	8000	118.80

Finalmente se obtienen los niveles de presión sonora en la sala receptora ponderados A, a partir de la resta entre el nivel de presión sonora de la sala emisora y el índice de reducción sonora de la pared. Los resultados se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4: Nivel de presión sonora en sala Receptora

Frecuencia	SPL[dBA]	Frecuencia	SPL[dBA]
63	49.20	1000	17.20
125	41.20	2000	9.20
250	33.20	4000	1.20
500	25.20	8000	-6.80

A partir de los resultados en bandas de octava se obtiene el nivel de presión sonora global, que resulta ser de 49.949 dB (A) utilizando un tabique con un R global equivalente a 119.5 dB .

En la Figura 2 Se muestra la curva de TL obtenida; calculada como una recta que sigue la ley de masa. En la Figura 3 se muestra la curva de nivel de presión sonora obtenida en la sala receptora.

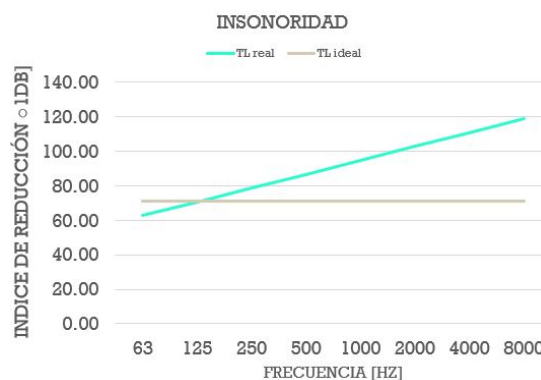


Figura 2: Índice de reducción sonora real calculado mediante el método de Savioli.

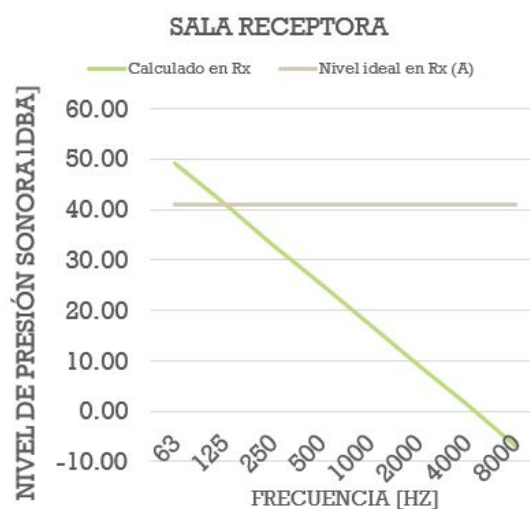


Figura 3: Nivel de presión sonora real en sala receptora calculado mediante el método de Savioli.

CONCLUSIONES

Se verifica que el método de Savioli es significativamente veloz para hallar una predicción de aislamiento acústico. Se obtuvieron todos los parámetros constructivos necesarios para realizar la pared doble que constituye el tabique de separación entre la sala emisora y la sala receptora.

Fue posible llegar a una combinación de parámetros tal que se cumpliera con la ley 1540 de contaminación acústica de la Ciudad de Buenos Aires.

REFERENCIAS

- [1] Savioli, U Carlos, "Acústica Práctica" Librería y editorial Alsina. 1992.
- [2] <http://www.aislo.com>