

## **OPTIMIZACIÓN DEL AISLAMIENTO ACÚSTICO A RUIDO AÉREO EN SISTEMAS DE DOBLE PARED DE YESO LAMINADO Y LANA DE ROCA.**

José Carlos Aguilar  
ROCKWOOL PENINSULAR S.A.  
C/Bruc, nº 50-3ª, 08010 Barcelona; tel: 93.318.9028; FAX: 93.317.89.66

### **RESUMEN.**

Los dobles tabiques poseen un aislamiento acústico muy superior a los tabiques simples. Estos tabiques son mucho más eficientes, ya que con muy poco peso y con un espesor muy reducido se obtienen aislamientos acústicos muy elevados. Sin embargo, existen varias zonas espectrales, en las cuales podríamos obtener un aislamiento acústico menor si el diseño acústico del tabique no es adecuado. En el presente texto, se definen las tres zonas frecuenciales problemáticas en el sistema de doble pared, y como se deben de solucionar estos tres problemas, para de este modo poder alcanzar el mayor aislamiento acústico posible.

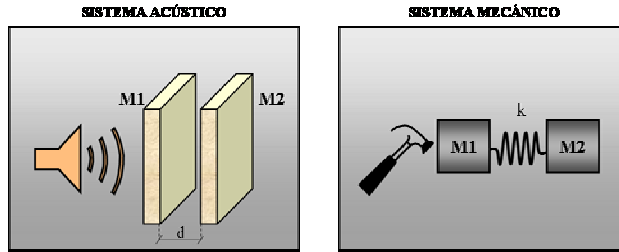
### **PAREDES SIMPLES FRENTE PAREDES DOBLES.**

En la edificación nos encontramos con dos tipos de tabiques: Los tabiques simples y los tabiques dobles. Desde el punto del aislamiento acústico a ruido aéreo, tenemos que el funcionamiento de los tabiques simples depende directamente de su masa superficial. Sin embargo, los tabiques dobles no tienen esa dependencia tan directa de la masa superficial, su aislamiento acústico se rige según el efecto denominado como Masa-Muelle-Masa.

El efecto Masa-Muelle-Masa, se denomina de esta manera debido a la analogía existente entre un sistema mecánico y un sistema acústico.

El sistema mecánico lo forman dos cuerpos, los cuales están unidos entre sí por un elemento elástico. Y el sistema acústico sería el de la doble pared, es decir dos tabiques separados por el aire.

Cuando en el sistema mecánico golpeamos uno de los cuerpos, obtenemos que debido a la acción del elemento elástico únicamente el cuerpo golpeado va a entrar en vibración, y que por lo tanto va a ser el único que va a entrar en movimiento. En el sistema acústico de la doble pared ocurre algo muy similar, y de ahí esta analogía. Cuando en una doble pared incide el sonido en una de sus caras, solamente la cara expuesta al sonido va a entrar en vibración, quedando la otra cara exenta de ello. En este caso el **aire** que las separa actuaría como si fuese un muelle (equivalente del sistema mecánico) evitando así la transmisión directa del sonido de una cara a la otra.

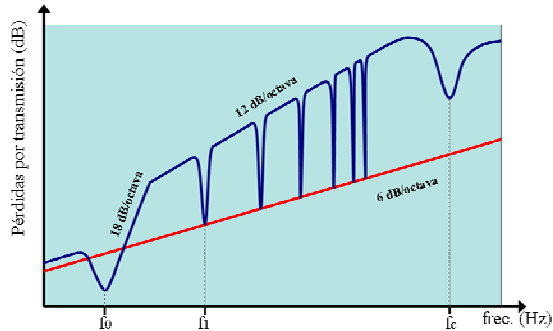


Analogía sistema acústico-sistema mecánico

Hay que significar que las mejoras del aislamiento acústico de la doble pared respecto a la pared simple son muy elevadas; y que por ello la doble pared es un sistema mucho más eficiente ya que los aislamientos que conseguimos con ella se obtienen con espesores y pesos de tabique muy reducidos.

### FRECUENCIAS PROBLEMÁTICAS DE LA DOBLE PARED Y SU SOLUCIÓN.

A pesar de todo, en los dobles tabiques existen 3 zonas problemáticas en el espectro de su aislamiento acústico, en las cuales su funcionamiento podría incluso llegar a ser malo. Estas tres zonas serían: la frecuencia de coincidencia ( $f_c$ ), la frecuencia de resonancia de la cámara ( $f_n$ ), y la frecuencia propia del sistema ( $f_0$ ).



Pérdidas por transmisión (dB) en función de la frecuencia de la doble pared (curva azul) frente a la simple (curva roja)

#### Frecuencia de Resonancia y armónicos ( $f_n$ ).

En la cámara de aire que separa la doble pared se crean una serie de ondas estacionarias que van a generar una pérdida del aislamiento acústico del cerramiento. La 1ª frecuencia de resonancia ( $f_1$ ) es la frecuencia que se corresponde con la 1ª resonancia acústica y por lo tanto es la que mayor caída provoca en el aislamiento, y la que ocurre a más baja frecuencia (de entre sus armónicos). Los armónicos de esta frecuencia ( $f_2, f_3, f_4, \dots$ ) son múltiplos enteros de la frecuencia de resonancia principal, generan una menor caída en el aislamiento y ocurren a unas frecuencias más elevadas.

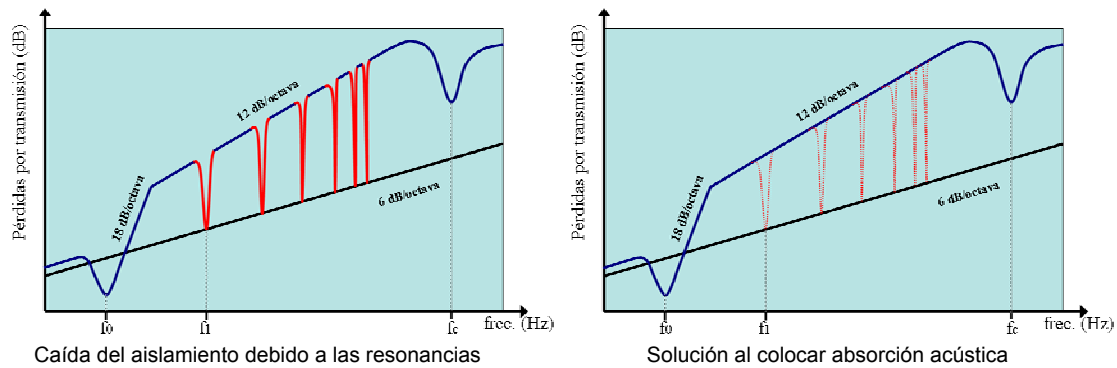
La ubicación de estas frecuencias depende de la separación existente entre las dos hojas. Según la siguiente fórmula:

$$f_n = \frac{170}{d} n ; (Hz)$$

Siendo:

$n$ : 1,2,3,4,.....

$d$ : distancia entre tabiques ( $m$ ).



Para solucionar este problema tendremos que rellenar la cámara de aire del tabique con un material absorbente acústico (Lana de Roca). Este material absorbente eliminará las resonancias de la cámara, convirtiendo la energía sonora en calor, y por lo tanto aumentando el aislamiento del sistema. Evidentemente cuanto mayor sea el coeficiente de absorción sonora del material introducido ( $\alpha_w$ ), mayor será la mejora aportada al aislamiento acústico del tabique.

#### Frecuencia de Coincidencia o crítica ( $f_c$ ).

El fenómeno de la coincidencia es un efecto típico de las paredes simples. Este fenómeno también puede ocurrir en las paredes dobles, ya que una pared doble esta compuesta por 2 paredes simples.

La zona de coincidencia es una zona de bajo aislamiento que ocurre debido a que coinciden las velocidades de flexión de la pared con la velocidad del sonido en el aire.

La localización de esta frecuencia en el espectro del aislamiento acústico del tabique simple (o de cada uno de los tabiques que forman una doble pared) depende directamente de la masa superficial del tabique ( $Kg/m^2$ ), y de su rigidez a la flexión ( $N m$ ).

$$f_c = \frac{c^2}{2\pi} \sqrt{\frac{m}{B}} ; (Hz)$$

Siendo:

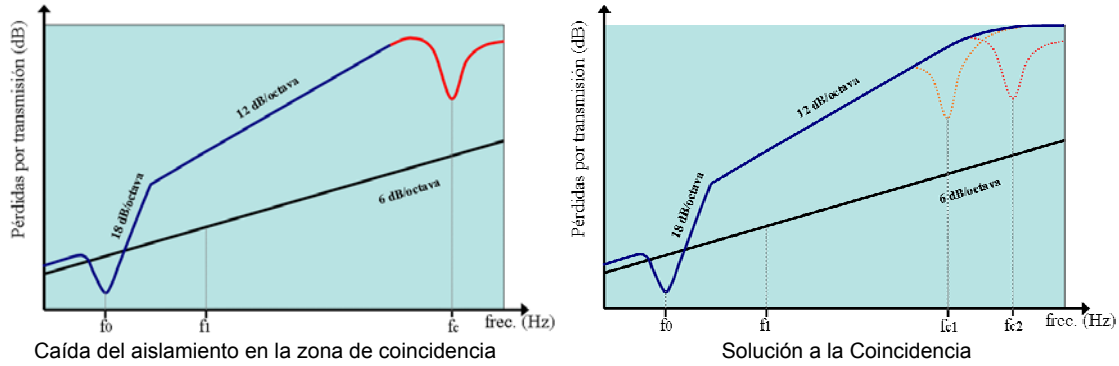
B: Rigidez a la flexión ( $N m$ )

c: Velocidad del sonido en el aire ( $340 m/s$ ).

m: masa superficial total del tabique ( $Kg/m^2$ ).

Si tenemos una doble pared con 2 hojas idénticas, la frecuencia de coincidencia será un problema, ya que ambos tabiques tendrán la misma  $f_c$  y por lo tanto ninguno de ellos impedirá el paso del sonido a través de esta frecuencia.

Para solucionar el problema simplemente hay que emplear 2 tabiques diferentes, con distinta masa superficial o distinta rigidez a la flexión, es decir utilizar tabiques de distintos materiales o bien utilizar tabiques de un mismo material pero con espesores diferentes. De este modo, la frecuencia de coincidencia de un tabique ( $f_{c1}$ ) será distinta a la del otro tabique ( $f_{c2}$ ), y por lo tanto la pérdida del aislamiento acústico en cada uno de ellos lo compensará el otro.



Frecuencia Propia del sistema ( $f_0$ ).

La frecuencia propia es completamente inevitable, ya que es una característica intrínseca de los sistemas de doble hoja. Por debajo de esta frecuencia el aislamiento de la doble pared es equivalente al de una pared simple de igual masa y por encima de esta frecuencia el funcionamiento acústico de la doble pared es elevado.

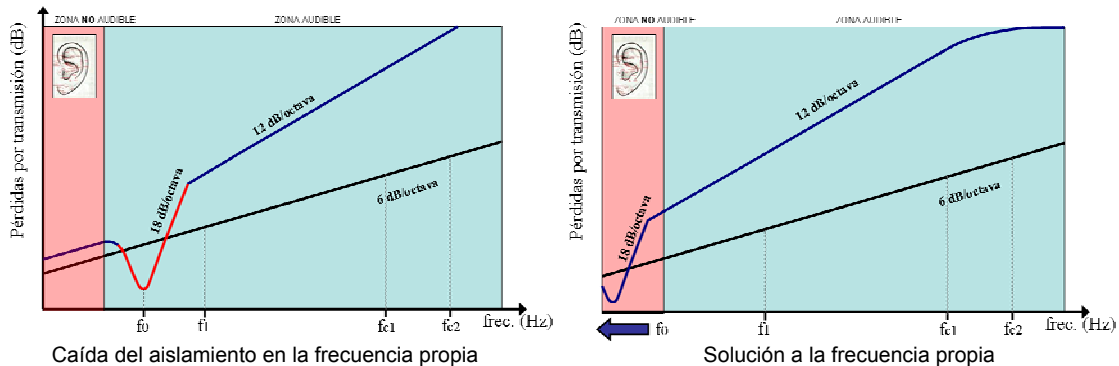
$$f_0 = 60 \sqrt{\frac{1}{d} \frac{(m_1 + m_2)}{m_1 m_2}} ; (\text{Hz})$$

Siendo:

- $m_1$  y  $m_2$ : masas superficiales del tabique 1 y del tabique 2 ( $\text{Kg/m}^2$ ).
- $d$ : distancia entre tabiques (m).

Para poder solucionar la pérdida de aislamiento provocada por la frecuencia propia, lo más adecuado es diseñar el doble tabique de tal forma que  $f_0$  esté a tan baja frecuencia que no la pueda percibir el oído humano, es decir que se deben de diseñar los tabique para que esta frecuencia esté situada por debajo de los 20 Hz. Entonces, el sonido pasará a través de las frecuencias que el oído humano no puede percibir y no provocará molestias.

Según la anterior formula, las dos opciones que tenemos para desplazar esta frecuencia sería o aumentar la masa del cerramiento o aumentar la separación entre las dos hojas. Realizando una de estas dos acciones obtendríamos lo siguiente:

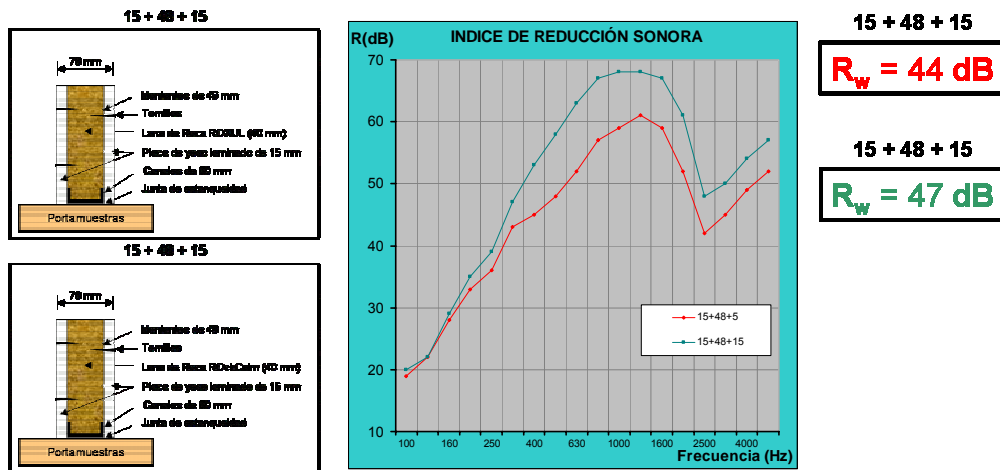


**RESULTADOS PRÁCTICOS**

Seguidamente se demuestra de forma práctica mediante ensayos realizados en laboratorio, las definiciones teóricas y soluciones presentadas anteriormente.

Mejora con absorción acústica (cámara de aire):

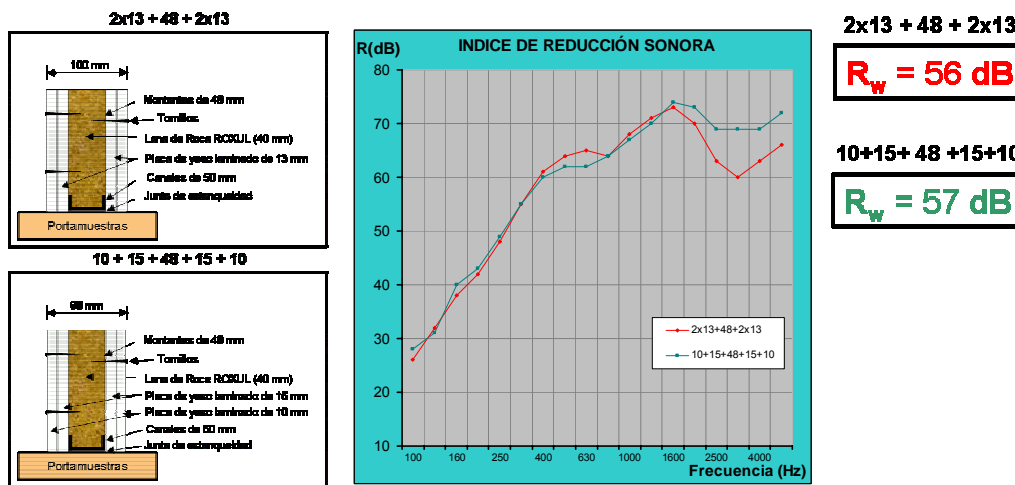
Los siguientes resultados corresponden a las medidas realizadas del aislamiento acústico en laboratorio de dos tabiques secos e idénticos, en los cuales únicamente se cambió el material absorbente del interior de la cámara (Lana de Roca). La curva de color rojo corresponde al ensayo realizado con el panel CONFORTPAN 208 ( $\alpha_w=0,65$ ) y la curva verde corresponde al ensayo realizado con el panel ROCKCALM 211 ( $\alpha_w=0,70$ ).



Se puede observar como al introducir en el sistema una Lana de Roca con mayor absorción acústica, el aislamiento acústico en prácticamente todo el espectro aumenta. Resultando, en este caso, un aumento de **3 dB** en el  $R_w$  del tabique.

Mejora en la coincidencia:

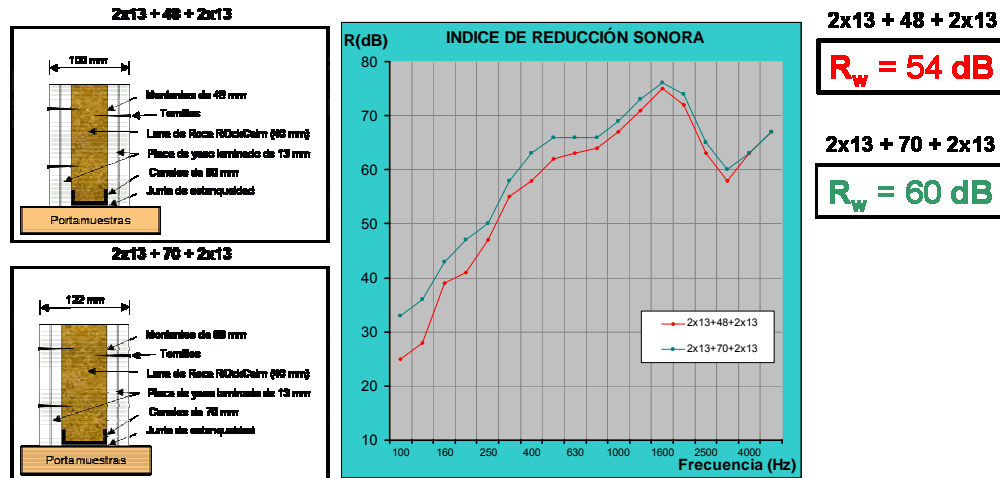
Seguidamente se observa cual es la mejora al tener en cuenta el efecto de coincidencia a la hora de diseñar el doble tabique. Es decir, el utilizar tabiques con distintos espesores.



En estos ensayos se obtiene que al introducir en el sistema hojas de distintas características (curva verde), la caída del aislamiento existente en la zona de coincidencia (3.150 Hz) se elimina.

### Mejora en el espesor:

A continuación, se muestra la mejora que se obtiene al emplear una separación de tabique mayor, con el consiguiente aumento del espesor del material aislante.



En estos ensayos vemos como al aumentar el espesor de la separación entre ambas caras del tabique, aumentamos de este modo el aislamiento acústico en la zona de las frecuencias bajas. Además, estamos desplazando la frecuencia propia del sistema fuera del rango audible por el oído humano. Esto al final (en este caso) nos introduce una mejora de **6 dB** en el  $R_w$  del sistema.

## CONCLUSIONES

A partir de la comparación de los distintos ensayos en laboratorio, llegamos a la conclusión de la gran importancia que tiene el diseño correcto de los dobles tabiques de yeso laminado con Lana de Roca en su interior. Y, por lo tanto, podemos afirmar que: teniendo en cuenta una serie de premisas sencillas (y con un incremento de precio mínimo o inexistente) se consigue aumentar en gran medida el aislamiento acústico de este tipo de soluciones.

## REFERENCIAS

- [1] Ensayos en laboratorio soluciones tabiquería seca. CATÁLOGO ROCKWOOL DE SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS ROXUL. (2003).
- [2] Apuntes curso COITT. AISLAMIENTO ACÚSTICO A RUIDO AÉREO EN LOS EDIFICIOS. Madrid (2003).
- [3] Apuntes. 2º CURSO DE ACÚSTICA APLICADA. Madrid (2000).
- [4] AENOR. ACÚSTICA EN LA EDIFICACIÓN. (2002).
- [5] J. Llinares, A. Llopis, J. Sancho. ACÚSTICA ARQUITECTÓNICA Y URBANÍSTICA. Publicado por la Universidad de Valencia (1991).