

Capítulo 2

El Aislamiento Acústico

1 ASPECTOS TEÓRICOS DEL AISLAMIENTO ACÚSTICO

Se incluye este capítulo sobre el aislamiento acústico, desarrollado con cierto detalle, por ser uno de los temas principales para garantizar un confort acústico adecuado. Se aborda desde un punto de vista teórico, haciendo la justa mención a la normativa legal ya que en próximos puntos se tratará ésta con detalle. Dicho tema es una cuestión fundamental a la hora de diseñar un local o recinto para el uso de las personas de cara a una mejora del confort acústico y en el que entra en juego la influencia del exterior sobre el interior. Asimismo, es obvia la necesidad de diseñar de manera especial una sala o local que va a producir un nivel acústico elevado y que pueda ser causa de molestia en estancias colindantes o cercanas.

1.1 Definición de aislamiento. Índice de aislamiento acústico, R

Podríamos definir, de una manera general, el **Aislamiento Acústico** entre dos recintos como la cantidad de energía sonora que se pierde o atenúa al propagarse del recinto emisor al recinto receptor. En la práctica se tratará de calcular el aislamiento que produce una partición como puede ser una pared, fachada, forjado etc. (es decir, una superficie o elemento material que separa ambos recintos). Más adelante se explicará la complejidad que supone este problema ya que salvo en condiciones muy concretas, sólo existentes en el laboratorio, cuando se trata de medir el aislamiento que causa una partición es preciso tener en cuenta que el sonido no pasa de un lugar a otro únicamente a través de la partición en cuestión sino que es frecuente que lo haga a través de otros caminos como pueden ser, por ejemplo, los conductos de ventilación, las paredes laterales etc.

Se define un índice de aislamiento acústico, R , a partir de la relación entre la potencia que se transmite al recinto receptor P_t , y la que incide sobre el elemento de separación del recinto emisor P_i . El coeficiente t se denomina coeficiente de transmisión sonora y se define como:

$$t = \left(\frac{P_t}{P_i} \right)$$

El **Índice de Aislamiento Acústico** se define en función de t como:

$$R = 10 \cdot \log\left(\frac{1}{t}\right) = 10 \cdot \log\left(\frac{P_i}{P_t}\right) \quad (dB)$$

Esta relación también se conoce como Pérdida de Transmisión y expresa en escala logarítmica qué parte de la energía incidente en una partición que separa dos estancias se transmite o atraviesa dicha separación. Por ejemplo, si tenemos una pared con un índice $R=30dB$, significa que de la energía sonora que incide en ella tan solo la milésima parte será capaz de atravesarla.

1.2 Índices descriptivos del aislamiento acústico

La manera más sencilla de abordar un problema de aislamiento acústico a ruido aéreo es por medio de la magnitud **Aislamiento Bruto**, D , que se define como:

$$D = L_1 - L_2 \quad (dB)$$

donde L_1 expresa el nivel de presión sonora en la sala emisora y L_2 el nivel en la sala receptora. De estos niveles es preciso comentar en primer lugar que están promediados tanto en tiempo como en espacio. En segundo lugar decir que los cálculos se han de hacer para cada banda de frecuencia, por ejemplo en tercios de octava.

El promediado en espacio merece especial atención. Al medir el nivel sonoro en un recinto es necesario hacerlo en diferentes puntos del mismo ya que el campo sonoro no es constante en él. Si se escogen los distintos puntos de manera correcta y se promedian, se tendrá un valor fiable del nivel acústico en dicho recinto. Si obtenemos una sola medida, corremos el riesgo de que sea en un punto donde hay un máximo o un mínimo de campo, lejos del nivel medio en la totalidad del recinto.

El aislamiento bruto, D , de una partición separadora entre dos salas o estancias, no da una verdadera medida sobre dicha partición ya que la medida del nivel sonoro en la sala receptora en un instante, proviene de la energía sonora de la sala emisora en ese instante más la energía de algún tiempo atrás, que se ha reflejado en las paredes. La reverberación de la habitación receptora está influyendo de esta manera en nuestra medida. Si introducimos un

término corrector que contrarreste la influencia de la reverberación, tendremos una medida más precisa y esto se lleva a cabo mediante la magnitud **Aislamiento Normalizado**, R , que se define:

$$R = L_1 - L_2 + 10 \cdot \log\left(\frac{S}{A}\right) = D + 10 \cdot \log\left(\frac{S}{A}\right) \quad (dB)$$

En esta ecuación, S es la superficie de separación en m^2 y A es la absorción del local, que podemos calcular despejando en la ecuación de Sabine:

$$A = \frac{0.16 \cdot V}{T}$$

Por medio de la magnitud R tendremos pues, una medida más precisa que con el aislamiento bruto. Es posible que ambas magnitudes coincidan, ($D = R$), circunstancia que se dará cuando los valores de S y A sean iguales en m^2 . En otro caso, el valor del aislamiento normalizado será mayor que el del bruto, ($D < R$).

2 AISLAMIENTO A RUIDO AÉREO DE PAREDES. LEY DE MASAS

2.1 Aislamiento de paredes simples. Ley de masas para paredes simples

Se puede definir la pared simple como aquella en la que todos sus puntos de la masa sobre una misma normal no varían la distancia entre sí cuando la pared vibra. Esto no significa que la pared tenga que ser homogénea, sino que puede estar formada por varias capas de distintos materiales mientras cumpla la condición anterior.

Supongamos que tenemos una onda acústica que incide perpendicularmente sobre una pared. El aislamiento de ésta puede estimarse por medio de sus propiedades mecánicas. Así, la **Ley de Masas** para incidencia normal permite calcular dicha magnitud y se expresa como:

$$R = 20 \cdot \log\left(\frac{M p f}{Z}\right) \quad (dB)$$

donde M es la masa por unidad de superficie, f la frecuencia de la onda incidente y Z la impedancia acústica del medio que rodea a la pared. Si este medio es el aire, $Z = 415$ rayls, y la ecuación se puede expresar de la forma:

$$R = 20 \cdot \log(M f) - 43 \text{ dB}$$

Hay que añadir que esta relación se cumple siempre y cuando la frecuencia de la onda incidente sea mucho mayor que la de los modos propios de vibración de la pared y la incidencia del sonido sea perpendicular a la pared. En condiciones habituales (campo

reverberante) y cuando se realiza una evaluación del aislamiento en tercios de octava, la ecuación que se ajusta mejor es:

$$R = 20 \cdot \log(M f) - 47 \text{ dB}$$

La ley de masas nos indica pues, que el aislamiento en dB es proporcional al cuadrado de la masa por unidad de superficie del tabique (M) y también al cuadrado de la frecuencia (f). Es decir, el aislamiento aumenta con la densidad superficial del tabique y si la frecuencia del sonido es mayor. Según la ecuación, si duplicamos la masa de la pared, el aislamiento aumentará en 6 dB y del mismo modo, dado un panel de masa M , su aislamiento se incrementará en 6 dB al duplicar la frecuencia.

En la práctica no es fácil encontrar una partición que cumpla con exactitud la ley de masas, ni siquiera para un rango de frecuencias, sobre todo si el cerramiento es un elemento incorporado a un edificio y esta conectado al resto mediante otros elementos con cierta rigidez.

Así, existen tres zonas en las que el aislamiento acústico está gobernado por diferentes factores:

- Zona de dominio de la elasticidad ($f < f_0$), correspondiente a muy bajas frecuencias donde el aislamiento desciende hasta f_0 , frecuencia de resonancia del primer modo vibratorio de la partición, donde es prácticamente nulo.
- Zona de dominio de la masa, ($f_0 < f < f_c$), donde el aislamiento es gobernado por la ley de masas, (aumento de 6 dB/octava).
- Zona de dominio del amortiguamiento interno o coincidencia, ($f > f_c$), donde el aislamiento baja considerablemente hasta llegar a f_c para después volver a crecer de modo progresivo a razón de unos 10 dB/octava.

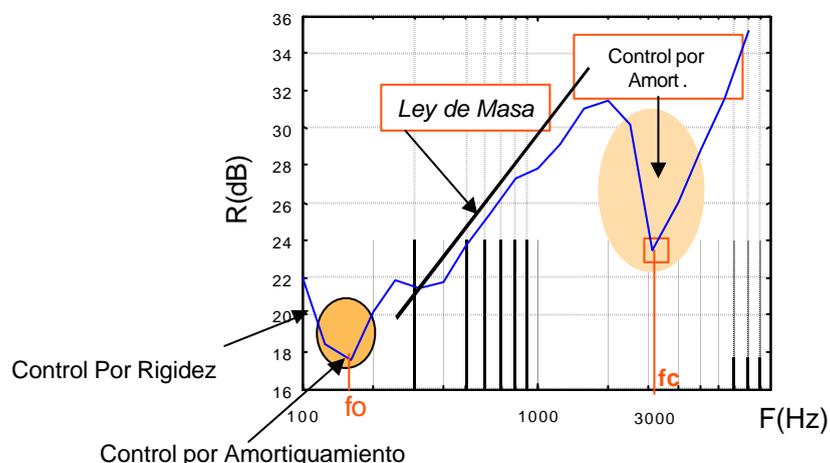


Figura 1: Aislamiento a ruido aéreo en condiciones de laboratorio de un panel de yeso de 10 mm de espesor ($M=7.5 \text{ Kg/m}^2$).

En la Figura 1 se muestran las tres zonas de aislamiento dependiendo de la frecuencia de la onda acústica incidente, tomando como referencia la curva de aislamiento de un panel de cartón yeso de 10 mm de espesor (7.5 Kg por metro cuadrado). Además se muestra la línea correspondiente a la ley de la masa teórica que como se puede ver está ligeramente por encima de la experimental, incluso teniendo en cuenta que el ensayo de este panel se realizó en condiciones de laboratorio. Pueden observarse dos mínimos correspondientes a la frecuencia de resonancia y la zona de coincidencia. Cuanto mayor sea el amortiguamiento de la estructura en estas frecuencias, menor será la pérdida de aislamiento en estos mínimos.

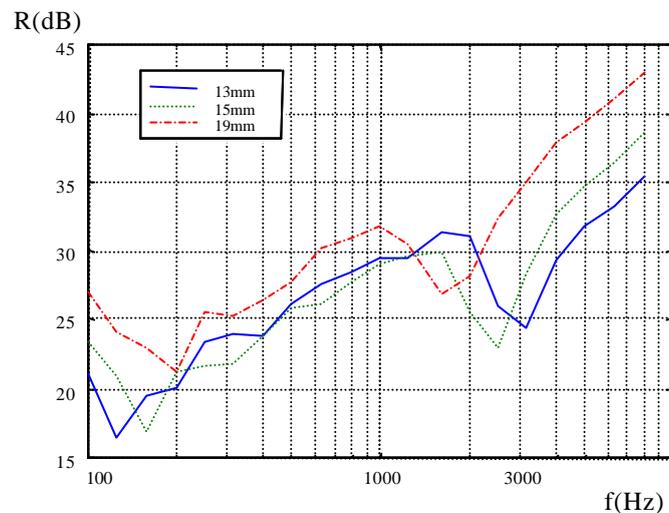


Figura 2: Aislamiento a ruido aéreo en condiciones de laboratorio de varios paneles de yeso de 13, 15 y 19 mm de espesor ($M = 9.8, 11.9$ y 16.8 Kg/m^2).

A modo de ejemplo, la Figura 2 permite comparar algunos resultados de ensayos en laboratorio de paneles de yeso, donde se puede observar como a medida que aumenta el espesor, la frecuencia de coincidencia disminuye, presentando problemas de aislamiento en frecuencias medias. Puede comprobarse como la frecuencia de coincidencia de un panel de 13 mm de espesor (línea continua azul) se sitúa en la banda de 3150 Hz, mientras que para un panel de 19 mm de espesor (línea discontinua roja) esta frecuencia baja hasta 1600 Hz. En esta frecuencia el aislamiento de este panel de mayor masa (ver pie de figura 6 para los valores de la masa por unidad de superficie) es inferior a la del panel de 13 mm de espesor.

Podemos concluir que la ley de masas para paneles simples proporciona una descripción orientativa del comportamiento de particiones simples, pero efectos de resonancia y el propio montaje de los paneles en condiciones no ideales implican que en la práctica estos valores estimados no se alcancen.

2.2 Aislamiento de paredes múltiples

Como se ha comentado en el apartado anterior, podemos mejorar el aislamiento de un paramento en 6dB cada vez que duplicamos su masa, esto implicaría que para conseguir un incremento de 20 dB tendríamos que multiplicar la masa superficial por 10. Esto obviamente es inviable tanto por razones de diseño como económicas. Además de este incremento bruto, los efectos de resonancia y coincidencia comentados en el apartado anterior, degradan de forma significativa el aislamiento de una partición simple en las bandas afectadas.

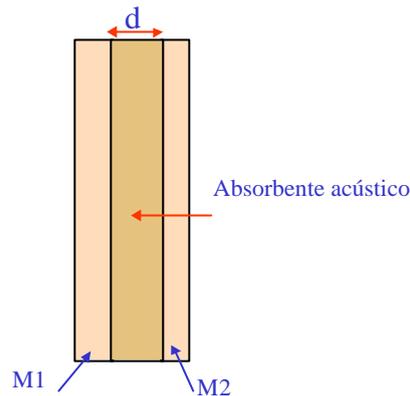


Figura 3: Pared de dos hojas con M_1 y M_2 Kg/m^2 separadas una distancia d (cm).

Una solución a este problema es la utilización de paredes múltiples. Supongamos una pared de masa superficial M , y otra de dos hojas separadas una distancia d , de masas M_1 y M_2 tales que $M_1 + M_2 = M$ (Figura 3). De forma análoga al caso de los paneles simples, podemos distinguir varias zonas en función de la frecuencia, separadas por frecuencias de resonancia que en el caso de paredes múltiples son:

- La frecuencia, f_0 , de resonancia del sistema Masa-Muelle-Masa (pared-cavidad-pared). Esta frecuencia dependerá de las masas de ambas hojas, de la distancia de separación entre ambas y de si existe algún tipo de absorbente acústico en el espacio entre ellas.

$$f_0 = \frac{1}{2p} \sqrt{K \frac{M_1 + M_2}{M_1 \cdot M_2}} \quad (\text{Hz})$$

donde K , es la rigidez del medio separador en N/m^3 y M_1 y M_2 las masas por unidad de superficie de las hojas de la pared doble.

Cuando el medio separador es el aire, esta frecuencia se puede calcular a partir de la distancia separadora entre las hojas:

$$f_0 = \frac{615}{\sqrt{d}} \sqrt{\frac{1}{M_1} + \frac{1}{M_2}} \quad (\text{Hz})$$

donde la distancia d debe expresarse en centímetros.

Puede observarse como esta frecuencia es menor cuanto mayor sea la masa y la distancia entre paredes.

- Las frecuencias de resonancia de la cavidad. Existen múltiples frecuencias de resonancia de la cavidad, que se pueden calcular a partir de la siguiente ecuación:

$$f_c = n \frac{c}{2d} \quad (\text{Hz})$$

donde n toma valores enteros (1,2,3...); f_c frecuencia en Hz; d , distancia entre capas en metros y c la velocidad del sonido en m/s (330 m/s).

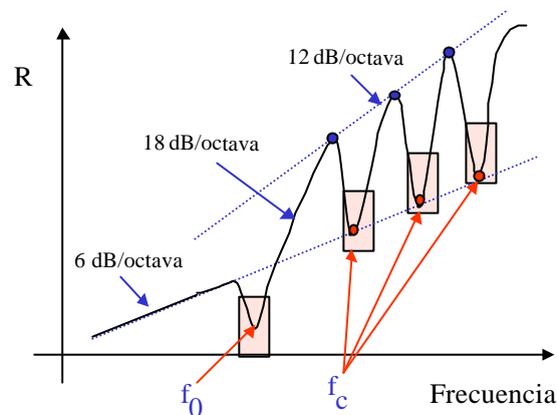


Figura 4: Aislamiento a ruido aéreo teórico de una pared de dos hojas con cámara de aire.

La Figura 4 permite apreciar el efecto de las resonancias mencionadas y además distinguir las diversas zonas de comportamiento de la pared doble:

- Frecuencias inferiores a f_0 .* El panel se comporta exactamente igual a un panel simple de masa igual a la suma de las masas de ambas hojas. Interesa por tanto que esta frecuencia sea lo más baja posible conseguir mantener el mínimo de aislamiento en una frecuencia en la que el ruido transmitido no produzca molestia. Se recomienda en concreto que esta frecuencia se sitúe por debajo de los 60 Hz. Puede calcularse la separación requerida para que se cumpla este requisito de forma aproximada:

$$d > 105 \cdot \left(\frac{1}{M_1} + \frac{1}{M_2} \right) \quad (\text{cm})$$

- Frecuencias entre f_0 y la primera resonancia de la cavidad.* Esta es la zona donde realmente presenta ventajas la utilización de una pared doble, permitiendo conseguir un incremento de aislamiento de 18 dB cada vez que duplicamos la

frecuencia. Puede estimarse el valor del aislamiento en este margen de frecuencias a partir de la expresión:

$$R_d = 20 \cdot \log \left(\frac{M_1 \cdot M_2}{2Z_0 c} (2p f)^3 \right) \quad (dB)$$

donde $Z_0=415$, $c=330\text{m/s}$ y $p=3.1416$.

Estos valores teóricos son orientativos. En la práctica deben seguirse una serie de recomendaciones para acercarse a estos valores, debido a acoplamientos vibratorios entre ambas caras y a la posible influencia de las frecuencias de coincidencia de cada una de las hojas por separado. En apartados posteriores sobre consideraciones prácticas de aislamiento se realizarán algunas indicaciones al respecto.

- c) *Zona controlada por las resonancias de la cavidad.* En esta zona el aislamiento se degrada considerablemente, debido al acoplamiento entre las dos hojas a través del efecto de las resonancias de la cavidad. En las frecuencias de resonancia, f_c , el aislamiento toma el valor que se obtiene al aplicar la ley de masas para paredes simples (ver Figura 4). Este defecto puede evitarse introduciendo un absorbente acústico en la cavidad, de forma que atenuará la energía acústica producida en las resonancias de la cavidad. El efecto se ilustra en la Figura 5, donde se ha intentado reflejar la mejora de aislamiento conseguida en los mínimos producidos por las resonancias de la cavidad.

Muy a menudo en la práctica siempre existe una conexión entre las dos láminas que forman la pared. Esto provoca un puente sonoro que disminuye el aislamiento enormemente pues hace que el conjunto funcione como una pared simple. En este caso, para paredes pesadas se utilizarán acoplamientos ligeros y blandos. En el caso de paredes ligeras, al contrario, es decir acoplamientos pesados y rígidos.

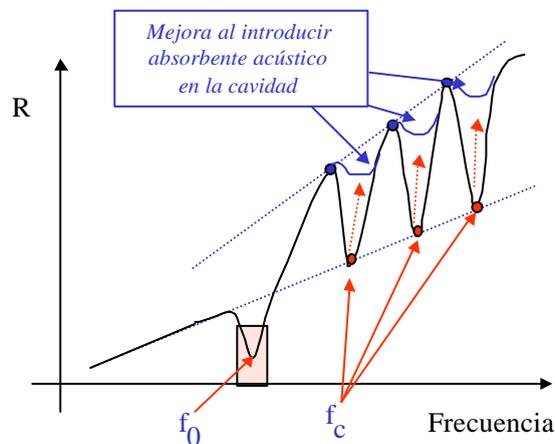


Figura 5: Efecto del absorbente acústico en el aislamiento de un panel doble.

2.3 Aislamiento de paredes mixtas

En las particiones que separan dos recintos o estancias como pueden ser un tabique, un forjado o una fachada, es probable que existan diferentes elementos que la compongan. Por ejemplo en una fachada, lo normal es que además del muro que la forma contemos con una ventana, puerta etc.

La Norma Básica de la Edificación, CA-88, suministra un ábaco que permite hallar el aislamiento global, A_g , en estos casos. Además este parámetro A_g , se puede calcular a partir de la ecuación:

$$A_g = 10 \cdot \log \frac{\sum S_i}{\sum 10^{\frac{10S_i}{A_i}}}$$

donde S_i es la superficie del elemento i que compone la partición y A_i el aislamiento del elemento por separado.

3 LA PROBLEMÁTICA DEL AISLAMIENTO. ASPECTOS PRÁCTICOS

3.1 Vías de transmisión. Transmisión aérea y transmisión por flancos

El sonido que penetra en un recinto puede hacerlo por medio de diferentes caminos (Figura 6), los cuales se pueden dividir en dos grupos dependiendo de la naturaleza de la transmisión:

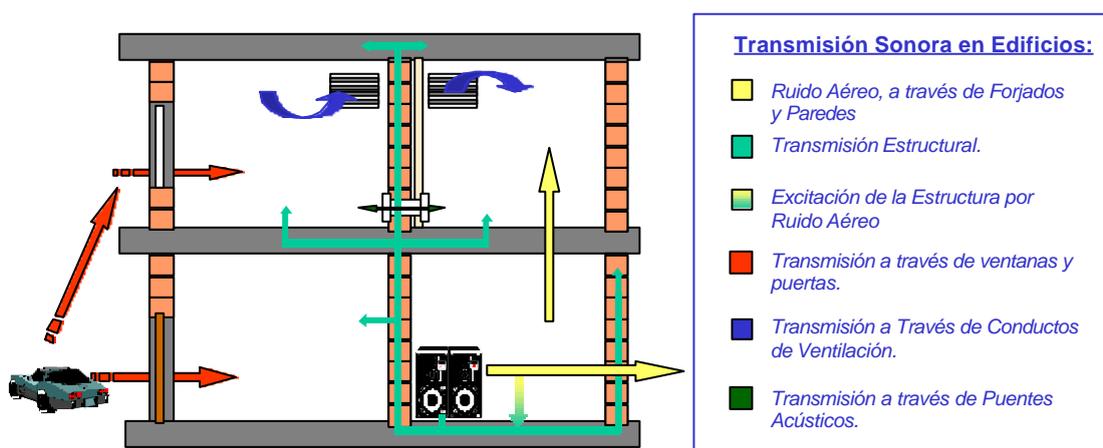


Figura 6: Vías de transmisión del sonido en edificios.

- **Vía aérea:** En este tipo de transmisión, el sonido se propaga transversalmente a la partición (pared, fachada o forjado), sin que exista propagación longitudinal a través de

la estructura. El medio aéreo en el que se origina el ruido pone en vibración al elemento separador y éste a su vez radia la energía acústica adquirida al medio aéreo receptor. Incluye las transmisiones por grietas o poros en las paredes, conductos de ventilación o por medio de vibraciones elásticas de la pared de separación entre los recintos emisor y receptor.

- **Vía Estructural:** En este grupo podemos distinguir:
 - La **transmisión por ruido de impacto**, que ocurre cuando se produce una percusión directa de la estructura, por golpeo o roce, convirtiéndose ésta en transmisor de sonido.
 - La **transmisión por flancos**, consistente en vibraciones longitudinales elásticas de paredes no adyacentes y radiadas al recinto receptor por las paredes laterales al propagarse por el espesor de éstas. Cualquier sonido originado en el medio aéreo puede provocar vibraciones en la estructura que pueden ser transmitidas a otros recintos no adyacentes al emisor, siendo éste uno de los problemas más difíciles de controlar.

La Figura 6 muestra las distintas vías por las que se puede propagar el sonido en un edificio:

- a) La vía aérea (flechas amarillas), supone el paso directo a través de la partición, como se ha comentado anteriormente.
- b) Las vías representadas en color verde indican la transmisión estructural producida por la excitación directa del forjado o una pared divisoria (altavoces directamente apoyados en el suelo o en contacto rígido con una pared).
- c) La "transmisión por flancos" se ha representado por una flecha que cambia del color amarillo (excitación aérea) al verde (excitación estructural) indicando así que el campo acústico puede poner en vibración a la estructura, y a partir de este momento la propagación se realiza hacia todo el edificio de forma estructural, resultando de poca ayuda el haber diseñado forjados de gran aislamiento. Podríamos decir que la transmisión estructural se "salta" los diseños realizados para controlar la transmisión vía aérea.

El resto de las vías indicadas reflejan problemas que suelen presentarse por falta de previsión:

- a) Transmisión a través de puertas y ventanas (color rojo), por desajustes en el cierre o por haber colocado un elemento poco aislante acústicamente. Esta transmisión se realiza vía aérea. Aunque se haya elegido una fachada muy aislante

acústicamente, en una partición mixta (muro o fachada con puertas o ventanas) el aislamiento resultante va a venir determinado por el elemento más débil, y no suele superar en 10 dB el valor de este elemento, por ejemplo: si sobre un muro que podría aislar 45 dB se coloca una ventana cuyo aislamiento sea del orden de 25 dB, el aislamiento resultante será a lo sumo de 35 dB.

- b) Transmisión a través de conductos de ventilación (azul). Muchas veces se interconecta recintos directamente a través de los conductos de ventilación. El sonido a través de estos conductos se propaga con muy poca atenuación. Es muy habitual que en edificios se degrade el aislamiento entre viviendas debido al diseño de los conductos de ventilación de los cuartos de baño (conducto común para todas las viviendas de la misma "letra").
- c) Transmisión por puentes acústicos. Ocurre cuando se conecta rígidamente las dos hojas de una pared doble. Puede ocurrir por descuido o por un paso de cables o tuberías incorrecto. Un paso de cables perforando el muro, sin cuidado supone una degradación apreciable del aislamiento en alta frecuencia.

Es muy importante en cada caso realizar una evaluación global de todas las posibles vías de transmisión. En apartados posteriores se comentará como detectar alguno de los problemas a partir de las curvas de aislamiento obtenidas de las medidas.

3.2 Aislamiento acústico aparente. Diferencia entre R y R'

Cuando se mide el aislamiento acústico a ruido aéreo de una partición cualquiera en el laboratorio, utilizando la magnitud normalizada, R , sabemos que va a estar incluido en dicha medida únicamente el aislamiento al ruido vía aérea. Lo que parece evidente no lo es tanto si consideramos que un laboratorio diseñado a tal efecto, lo está de manera que no se permita la transmisión de sonido por otras vías. Tanto su diseño como la construcción supone un gasto elevadísimo, imposible de llevar a cabo en la mayoría de las construcciones reales. Si medimos el aislamiento a ruido aéreo que produce una partición en una construcción cualquiera, in situ, tendremos pues una componente debida a otras vías de transmisión, sobre todo la de transmisión por flancos, que no podremos diferenciar ni separar. Así, una misma estructura de un mismo material, no proporciona un mismo resultado si la medida se realiza en el laboratorio o es llevada a cabo en la construcción real. Es por todo esto que ahora utilizemos la magnitud de Aislamiento Acústico Aparente, R' para medidas in situ:

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

Como se puede ver, la R' se va a evaluar de la misma manera que R , si bien para una misma partición, el valor de R (laboratorio), proporcionado por el fabricante del material, será mayor que el valor de R' (in situ), correspondiente al montaje en una construcción real, debido

a la influencia de las vías de transmisión comentadas anteriormente, que en laboratorios están controladas.

3.3 Efectos de grietas y puentes acústicos

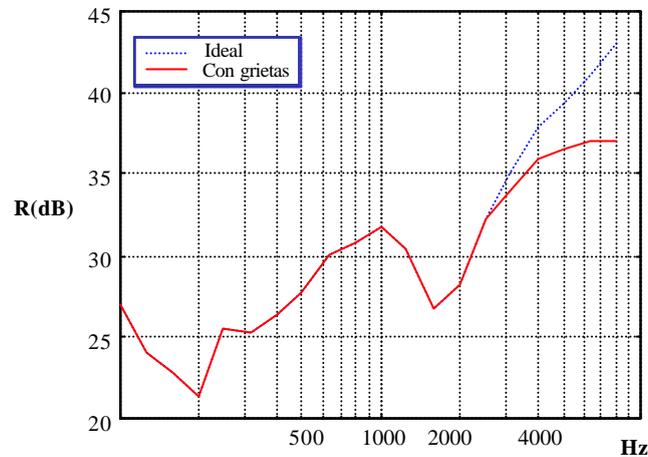


Figura 7: Efecto de las grietas en el aislamiento de un panel de yeso de 19 mm.

Algunos problemas de transmisión sonora producidos por un montaje incorrecto o por la aparición de grietas, se pueden detectar mediante la interpretación de la curva de aislamiento acústico a ruido aéreo medida "in-situ". En la Figura 1 y la Figura 4 se refleja el comportamiento "ideal" de paneles simples y múltiples respectivamente. La Figura 7 muestra la curva de aislamiento obtenida de un panel de yeso de 19 mm en el que no se ha tenido cuidado al proceder al sellado de los pequeños espacios que quedan entre el panel y el techo y entre paneles adyacentes. Se puede observar un "achataamiento" en la zona de altas frecuencias, donde se llegan a perder casi 10 dB a 8000 Hz. Procediendo al sellado con pasta de las ranuras, se observa cómo este comportamiento se corrige.

Cualquier defecto de construcción, puentes acústicos, etc. va a verse reflejado en la curva de aislamiento como un achatamiento con respecto al comportamiento teórico descrito en los apartados anteriores. Una mala instalación implicará desaprovechar las capacidades aislantes de la estructura por la que se ha optado.

3.4 Recomendaciones prácticas

- Recomendaciones para el control de Ruido Estructural

Existen una serie de recomendaciones para tratar de reducir la transmisión del ruido a través de las estructuras sólidas, que a continuación se citarán, pero antes pasamos a describir una serie de materiales que juegan un papel muy importante en este problema ya que por su flexibilidad o elasticidad, se emplean para disipar o amortiguar las vibraciones. Si se conectan o intercalan entre materiales más rígidos se puede solucionar en buena medida el problema de la transmisión por vía sólida. Estos materiales absorbentes pueden dividirse en tres grupos:

- Antivibradores metálicos: Se trata de muelles de acero al carbono, con gran capacidad de deformación elástica bajo carga. Se recomiendan para aislar frecuencias bajas.
- Antivibradores de caucho: Se componen de material sometido a proceso de vulcanización. Tienen menor capacidad de deformación que los metálicos. Tienen una buena amortiguación interna absorbiendo muy bien los impactos. Se utilizan para frecuencias ligeramente mayores que las de los metálicos.
- Lanar minerales: Las lanar de vidrio y roca, con las densidades precisas, actúan como elementos amortiguadores con valores aceptables de trabajo para frecuencias superiores a 30 Hz. Esto se consigue gracias a la baja rigidez dinámica de este tipo de materiales.

Después de conocer estos materiales típicamente utilizados pasamos a resumir las recomendaciones básicas para el problema de aislamiento al ruido de transmisión estructural:

- Se tratará de mantener alejadas las posibles fuentes de ruido, de las vías frecuentes de transmisión como son las tuberías, marcos metálicos, vigas, etc.
- Reducción de las vibraciones en la fuente. Esto puede conseguirse poniendo las máquinas sobre estructuras o suelos flotantes, evitando contacto directo con la estructura.
- Evitar la propagación de ondas longitudinales a través de la estructura, introduciendo elementos antivibratorios.
- Dificultando el ruido de impactos, con el diseño adecuado del suelo. Si además cubrimos el suelo con materiales elásticos como gomas o moquetas lograremos reducir los impactos de pisadas u otros que se puedan producir. Si hacemos el suelo de capas múltiples, alternando materiales rígidos y flexibles (lanar minerales) podremos mejorar el problema en buena medida. También se puede recurrir a la idea de suelo flotante interponiendo una capa de muelles, como se suele hacer en la construcción de cámaras anecoicas.

La mayoría de los consejos implican una actuación en obra; sugieren acciones a realizar durante la construcción del edificio. Así pues cuando un edificio esté ya realizado y tenga problemas de aislamiento por vías estructurales serán estos muy difíciles de resolver al ser en general inviable la reconstrucción de las partes del mismo que serían necesarias. Por tanto en este caso la única solución será la actuación directa sobre la fuente ruidosa. En el caso de una discoteca, discobar, etc. se suelen recibir consultas de los vecinos para aislar sus viviendas. Esta actuación resultaría costosísima y difícilmente se pueden garantizar unos resultados adecuados. Existen vías de transmisión comunes en el edificio (conductos de

ventilación, estructura, patios de luces, escaleras, etc.) sobre las que es complicado actuar. Resulta mucho más sencillo actuar sobre el local origen de las molestias.

Cuando se haya determinado el aislamiento acústico necesario se recomienda incrementar este en 5 ó 10 dB como margen de seguridad para solucionar posibles deficiencias de aislamiento imputables al material o a la forma de montaje.

- Suelos flotantes

La instalación de suelos flotantes en el local origen de las molestias por ruido, resulta muy útil, ya que evitan que el forjado, excitado bien por impacto directo (baile, movimiento de sillas) o por campo acústico (sonido de baja frecuencia procedente de altavoces de gran potencia). En la siguiente figura se muestra un esquema en el que se incluye las principales recomendaciones para el montaje del suelo. En este caso, se ha contemplado montar sobre el forjado una capa de goma espuma de alta densidad, y a continuación un suelo de cemento. Obsérvese como esta capa (suelo flotante) no contacta con la estructura, separando la zona de contacto mediante una junta elástica antivibratoria. Este elemento es esencial, ya que de no contemplar este detalle, la transmisión estructural no será controlada, suponiendo el montaje del suelo un gasto inútil, al no garantizar un control de la transmisión sonora.

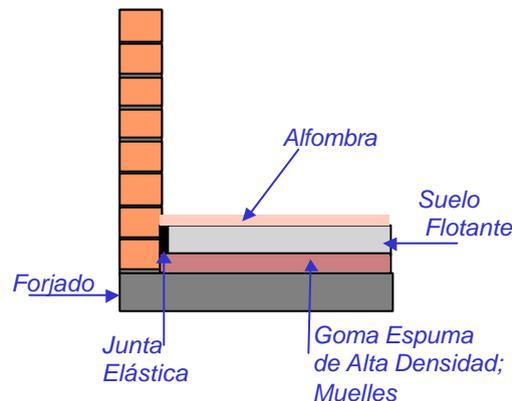


Figura 8: Esquema de un suelo flotante.

- Falsos techos. Techos acústicos

La labor de un techo acústico es doble: por una parte mejora el ambiente acústico en el local, si se selecciona un modelo con un coeficiente de absorción acústico alto, y además si se monta adecuadamente permite incrementar el aislamiento a ruido aéreo del forjado. La Figura 9 muestra un esquema del montaje de un falso techo.

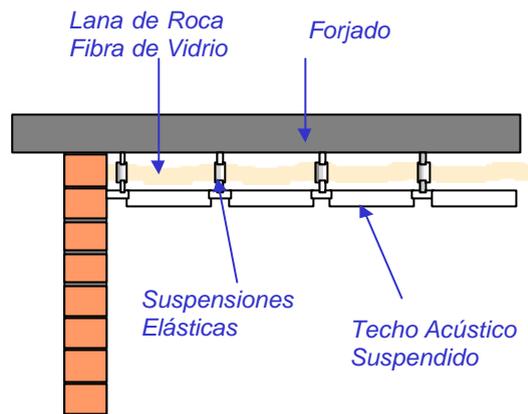


Figura 9: Esquema de un falso techo.

Obsérvese cómo se ha incluido una "manta" de lana de roca o fibra de vidrio, de gran absorción acústica, para evitar que en las frecuencias de resonancias de la cavidad formada entre el falso techo y el forjado se degrade el aislamiento acústico. Las suspensiones elásticas suelen ser suministradas por los propios fabricantes de los techos acústicos.

- Paredes Dobles.

Algunas recomendaciones para conseguir el máximo grado de aislamiento cuando se va a utilizar una pared doble:

- Si las dos hojas van a ser del mismo material, convendría elegir dos espesores diferentes, para minimizar el acoplamiento acústico entre ambas.
- Evitar las uniones rígidas entre capas (provocan cortocircuitos acústicos, haciendo que la pared doble se comporte como una simple).
- Rellenar siempre la cavidad con absorbentes acústicos (p.e., lana de fibra de vidrio).
- En el caso de ser inevitable unir dos hojas de una pared (tuberías, etc), estas uniones deben ser: ligeras y elásticas en el caso de hojas de gran masa, o pesadas para paredes ligeras. Las uniones entre una tubería, paso de cables etc. y la pared deberá hacerse a través de una junta elástica (coquillas antivibratorias).

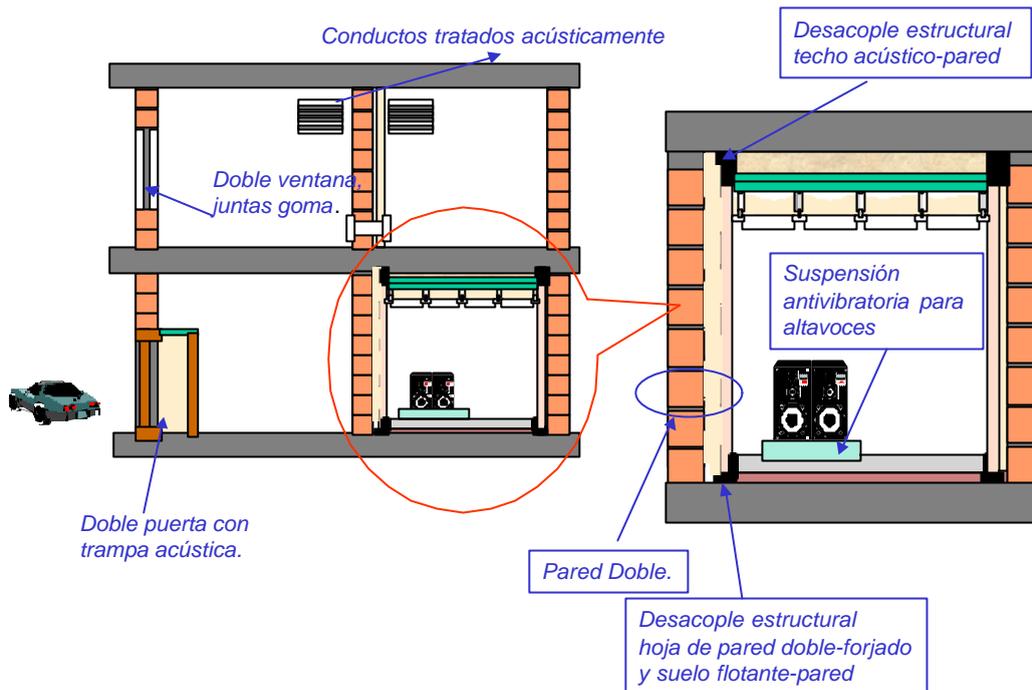


Figura 10: Control de ruido en local (derecha).

La Figura 10 muestra en resumen las indicaciones generales, controlando todas las posibles vías de transmisión en un edificio. La figura es autoexplicativa, aunque debe repararse en algún detalle nuevo:

- Se ha cuidado el acoplamiento estructural entre la hoja interna de la pared doble y el forjado, además de considerar el montaje del suelo flotante comentado anteriormente.
- Se ha evitado también el acoplamiento estructural entre la hoja de la pared doble y el forjado superior. La estructura del techo acústico consta en este caso de: forjado-goma espuma de alta densidad-dos hojas de cartón yeso pegadas con cola de contacto y a partir de ahí, la estructura de la Figura 9. Este montaje permite conseguir un grado de aislamiento elevado.
- En la puerta de entrada (izquierda) se ha dibujado un espacio entre las dos puertas de entrada. Si este espacio es muy absorbente, actúa como trampa acústica, suministrando una gran absorción en alta frecuencia y evitando así la colocación de puertas acústicas con zócalos. De este modo se compensa la transmisión por el espacio entre la parte inferior de la puerta y el suelo.

Se ha indicado un elemento recomendado para la colocación de altavoces: un soporte antivibratorio que evita que la vibración de las cajas se transmita directamente a la estructura.