



Aislamiento acústico al ruido aéreo

MIGUEL ARANA BURGUI

Uno de los problemas más importantes de la Acústica en la construcción lo constituye el aislamiento ofrecido por los distintos paramentos entre locales adyacentes.

Los niveles de presión sonora transmitidos por un determinado paramento dependen de varios factores: potencia sonora existente en el local emisor, ángulo de inci-

dencia de las ondas sobre el paramento separador, superficie del paramento, así como de las características acústicas tanto del local emisor como del receptor.

En este artículo se describen los diferentes índices utilizados, las normativas aplicables y se muestran los resultados obtenidos en una experiencia.

INTRODUCCION

Cuando una fuente sonora irradia energía en el interior de un local, ésta puede transmitirse tanto por el aire como por la propia estructura del edificio si la fuente está en contacto directo con dicha estructura. Podrá hablarse por tanto de Aislamiento acústico para ruido aéreo y de Aislamiento acústico para ruido estructural o de impacto. Trataremos aquí del aislamiento acústico al ruido aéreo.

En general, cuando una onda sonora llega a un determinado paramento, parte de su energía es reflejada al local emisor, una parte es absorbida (transformándose en calor) y una parte es transmitida al local receptor (figura 1).

A la vista de la figura anterior y por el hecho de olvidar o desconocer que en acústica se trabaja siempre con escala logarítmica, son frecuentes dos errores conceptuales importantes. Puede pensarse, en primer lugar, que una superficie muy reflectante dejará pasar un bajo nivel de presión sonora y ser, consecuentemente, un buen aislante. Por ejemplo, un tablero enyesa-

do refleja, para frecuencias medias, alrededor del 95 por 100 de la energía sonora que incide sobre él; la mayor parte del 5 por 100 restante se transmite al lado opuesto de forma que existirá una pérdida de alrededor de 14 dB, lo cual supone un muy deficiente aislamiento. El segundo error consiste en la creencia de que un material buen absorbente del sonido debe ser un buen aislante. Una consideración análoga a la anterior nos mostraría aislamientos muy inferiores incluso a los 13 dB del caso anterior.

Un índice para el aislamiento del sonido, de validez general, sólo se puede obtener de la relación entre la energía de la onda transmitida E_t a la energía de la onda incidente E_i . Se denomina Coeficiente de Transmisión r al cociente:

$$r = \frac{E_t}{E_i}$$

Por motivos similares a los de la escala del nivel sonoro y de intensidad, se elige también aquí una escala logarítmica y se define como Pérdida por Transmisión o Índice de Debilitamiento R al cociente:

$$R = 10 \log \frac{E_i}{E_t} = 10 \log \frac{1}{r}$$

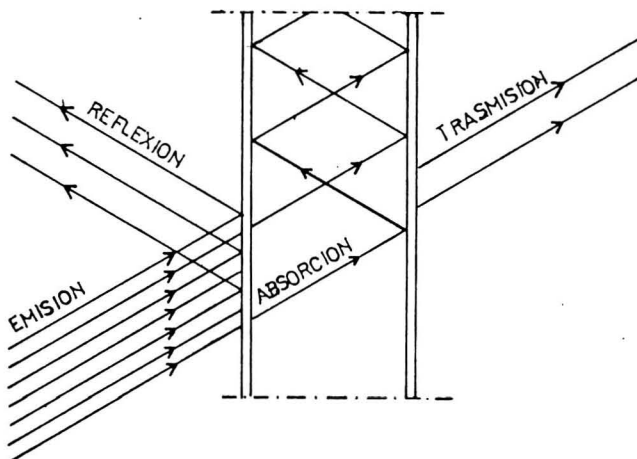


FIGURA 2. Valores de referencia de la pérdida por transmisión para ruido aéreo.

Una primera dificultad para establecer un método de medida de validez general para todas las medidas de aislamiento acústico es que la presión sonora de la onda incidente no se puede medir directamente en la mayoría de los casos, ya que está superpuesta a la presión sonora de la onda reflejada. Se puede decir, además, que no tiene sentido el dar el índice de aislamiento del sonido en forma de una sola cifra que viene a representar un valor medio en una determinada zona de frecuencias. Es escaso el valor informativo de uno de estos números aislados, ya que de él no se puede deducir ninguna conclusión sobre el nivel sonoro detrás del obstáculo aislante del sonido. Debe indicarse siempre, mediante una curva, el índice de aislamiento del sonido medido en una zona de octavas o de tercios de octava.

MEDIDA Y DEFINICIONES

Existen al respecto numerosas normas donde se dan las definiciones y métodos de medida del aislamiento del sonido en el aire mediante paredes, de interés en la construcción (Normas UNE 74040/I a V, en el caso español). En general, ha de usarse ruido rosa filtrado y medirse por bandas de tercio o de octava, comprendiendo las frecuencias de 100 a 4.000 Hz.

Las definiciones sobre el aislamiento acústico son las siguientes:

- 1) Aislamiento acústico bruto (D) de un local respecto a otro.

$$D = L_e - L_r \text{ (dB)}$$

donde:

L_e = nivel de presión acústica en el local emisor.

L_r = nivel de presión acústica en el local receptor.

La definición tiene sentido si:

- Los locales tienen suficiente reverberación.
- La fuente de sonido es estable.



La fuente no está en unión directa con los elementos de la construcción susceptibles de transmitir el sonido de un local a otro.

Si la presión del sonido reverberado fluctúa de un punto a otro del local de emisión o de recepción o lo hace en el transcurso del tiempo, se toman los niveles de los valores cuadráticos medios (en el espacio y en el tiempo) de las presiones acústicas. En la práctica se considera suficiente medir la presión en tres o cuatro puntos. En todos los casos debe tomarse la precaución de alejar los puntos de medida suficientemente de la fuente (para tener en cuenta sólo el campo reverberado) y suficientemente de las paredes, (para evitar la concordancia de fase entre las ondas incidentes y reflejadas).

2) Aislamiento Acústico Bruto Normalizado (Dn)

Como se ha comentado antes, la absorción del local receptor tiene su influencia. Tomando un valor de referencia $A_0 = 10 \text{ m}^2$ se define el Aislamiento Acústico Bruto Normalizado:

$$D_n = L_e - L_r + 10 \log \frac{A_0}{A}$$

siendo A la absorción acústica del recinto receptor.

Se deduce que si la absorción del local receptor es superior a 10 cm^2 entonces $D_n < D$ y viceversa. Como ejemplo, si $A = 20 \text{ m}^2$ D_n es 3 dB inferior a D y si $A = 5 \text{ m}^2$ D_n es 2 dB superior a D.

También se suele definir este aislamiento acústico en función del tiempo de reverberación del local receptor, tomando como referencia un tiempo de reverberación de 0,5 seg.

$$D_n = L_e - L_r + 10 \log \frac{T}{0,5}$$

siendo T el tiempo de reverberación real del local receptor.

Las dos últimas definiciones no tienen por qué coincidir. Utilizando la relación de Sabine ($T = 0,161V/A$) se comprueba que coinciden si el volumen de la habitación es de 31 m^3 .

3) Aislamiento Acústico Normalizado (R)

Caracteriza el aislamiento acústico al ruido aéreo ofrecido por un elemento constructivo. Se define por:

$$R = L_e - L_r + 10 \log \frac{S}{A}$$

siendo S la superficie del elemento de separación y A la absorción acústica del local receptor.

En todas las definiciones anteriores debe indicarse la dependencia con la frecuencia.

Para intentar paliar esta deficiencia y simplificar el problema, la Norma ISO/R-717 indica un método para cla-

sificar mediante un simple valor el aislamiento acústico para ruido aéreo ofrecido por un elemento de construcción. Consiste en comparar los niveles de aislamiento ofrecido por la partición, medidos en bandas de un tercio o de octava con una curva de referencia (figura 2).

Una vez representadas las medidas realizadas, se desplaza la curva de la figura 2 sobre la obtenida hasta que se cumpla la más estricta de las condiciones siguientes:

- La media aritmética de las desviaciones está comprendida entre +1 y +2 dB.
- La media aritmética de las desviaciones es menor de 2 dB y la máxima desviación para cualquier frecuencia no excede de 8 dB para análisis en bandas de un tercio o de 5 dB en bandas de octava.

Se define entonces el Índice de Aislamiento de Ruido Aéreo (Ia) como el valor de la curva desplazada correspondiente a la frecuencia de 500 Hz. En EEUU es ampliamente utilizado un método análogo.

NBE-CA-B1

La NBE-CA-B1 (Norma Básica de la Edificación, Condiciones Acústicas) fija en su capítulo 3 las condiciones exigibles a los elementos constructivos cuya misión es conseguir que en los recintos que limitan no se sobrepasen

los niveles de inmisión recomendados en el Anexo 5. Estos niveles son los siguientes (Tabla 1):

La Tabla 2 resume las condiciones exigibles a los distintos elementos constructivos.

En el apartado 4b. el valor dado se refiere al aislamiento acústico global (Ag) aplicable al caso en que en una fachada existan elementos constructivos distintos.

En el anexo 3 se formulan expresiones que, sin garantizar valores exactos, proporcionan valoraciones aproximadas para el aislamiento entre las distintas soluciones constructivas.

En la mayoría de los países comunitarios las exigencias para el aislamiento a ruido aéreo están expresadas en función del índice la comentado anteriormente y definido por ISO. La tabla 3 muestra estos valores para diversos países.

Como comentario general, la R.F.A. suele dictar las normas más exigentes y Francia suele adoptar una normativa más flexible, admitiendo el valor inferior en los casos en que es realmente costosa o muy problemática la solución requerida.

DECRETO FORAL 48/1987

En la Comunidad Foral de Navarra fue aprobado en el año 1987 (Decreto Foral 48/1987, de 26 de febrero) una interesante normativa, por la que se

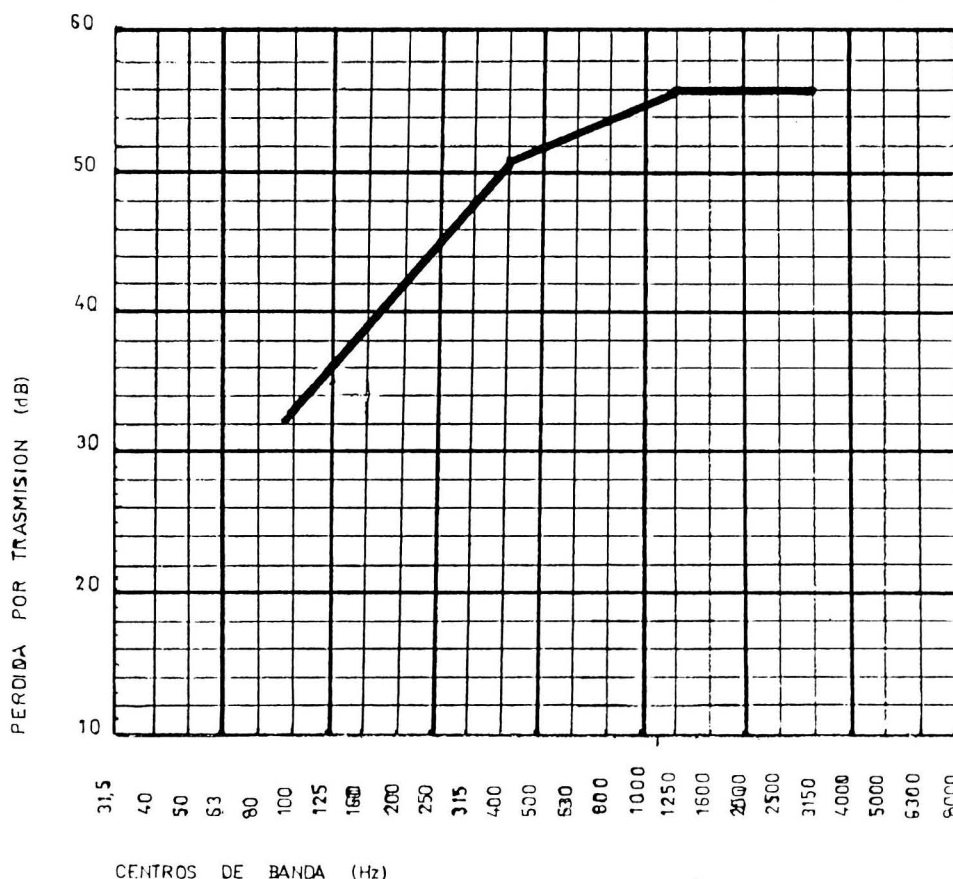


FIGURA 1. Reflexión, absorción y transmisión del sonido.



Tabla 1

Tipo de edificio	Local	Nivel. Leq. máximo de inmisión recomendado en dB(A)	
		Durante el día (8-22 h.)	Durante la noche (22-8 h.)
Residencial privado	Estancias	45	40
	Dormitorios	40	30
	Servicios	50	—
	Zonas Comunes	50	—
Residencial público	Zonas de Estancia	45	30
	Dormitorios	40	—
	Servicios	50	—
	Zonas Comunes	50	—
Administrativo y de oficinas	Despachos profes.	40	—
	Oficinas	45	—
	Zonas comunes	50	—
Sanitario	Zonas de Estancia	45	—
	Dormitorios	30	25
	Zonas Comunes	50	—
Docente	Aulas	40	—
	Sala de Lectura	35	—
	Zonas Comunes	50	—

Tabla 2

	Aislamiento mínimo a ruido aéreo R [dB(A)]
1) Particiones interiores	
1a. Areas del mismo uso	30
1b. Areas de usos distintos	35
2) Paredes separadoras de propiedades o usuarios distintos	45
3) Paredes separadoras de zonas comunes interiores	45
4) Fachadas	
4a. Parte ciega	45
4b. Global	33 (*)
5) Elementos horizontales	45
6) Cubiertas	45

	Bélgica	R.F.A.	Dinamarca	Francia	G.B.	Holanda
Entre pisos	51	52	51	47-50	51	50
Entre viviendas unifamiliares		55	54		52	

establecen las condiciones que deben cumplir las actividades molestas para las personas por sus niveles sonoros o de vibraciones.

En el tema que aquí nos ocupa, los puntos más destacables son los siguientes:

1. En los expedientes de actividades M.I.N.P. se exigirá acompañar a la solicitud un proyecto acústico con memoria técnica y planos. En tales proyectos se considerarán las posibles molestias por ruido con el objeto de proponer las medidas correctoras para evitarlas o disminuirlas.

2. Los proyectos e instalaciones de establecimientos de bares, pubs, discotecas y similares con niveles de emisión superiores a 70 dB(A) deberán tener un aislamiento acústico bruto mínimo entre la actividad y la vivienda lindante o en diagonal, de 60 dB(A). En ningún caso el nivel de emisión sonora podrá exceder de 90 dB(A) medidos en el campo reverberado del local. Si la emisión sonora es inferior a 70 dB(A), el aislamiento acústico bruto exigido es de 50 dB(A).

3. El aislamiento se medirá «in situ»

mediante emisión de ruido rosa o impulsivo por un laboratorio o técnico competente. Previamente a la concesión de la licencia de apertura se exigirá a la propiedad un certificado de tales mediciones.

Es de destacar en esta normativa la necesidad de realización de medidas «in situ» y el legislar sobre aislamientos reales, a diferencia de la N.B.E.—C.A. donde las fórmulas semiempíricas aconsejadas no conducen, por lo general, a los aislamientos reales existentes posteriormente.

EXPERIENCIA REALIZADA

La experiencia realizada consistió en medir «in situ» el aislamiento proporcionado en 5 construcciones diferentes por una partición interior separadora de áreas de usos distintos para los que la NBE-CA exige un aislamiento mínimo a ruido aéreo R de 35 dB(A). El paramento separador fue el típico «tabicón» de 9 cm. de espesor, separando en todos los casos sala de estar y dormitorio.

Se utilizaron los siguientes medios:

- a) Emisión.
Ruido rosa en la banda 50 Hz - 10 KHz.
Se evitó siempre el contacto de la fuente con la estructura para evitar la transmisión a través de ésta.
- b) Recepción.
El nivel de presión sonora fue medido con el sonómetro modular de precisión tipo 2231 (B & K), sonómetro de tipo 1, con micrófono modelo 4133 (B & K) con precisión de $\pm 0,5$ dB, previamente calibrado. Sobre dicho sonómetro se acopló el juego de filtros de un tercio de octava tipo 1625 (B & K).

Las figuras 3 á 7 muestran los resultados obtenidos en los cinco casos. La figura 8 muestra la banda de dispersión que engloba todos los resultados.

De las cinco particiones estudiadas, dos de ellas ofrecen un aislamiento R inferior a 35 dB(A), una está en ese límite y las otras dos superan muy ligeramente los 35 dB(A). Es importante destacar que el aislamiento obtenido lo es entre los dos recintos en su conjunto, es decir, tanto a la transmisión a través del paramento separador como a las transmisiones indirectas, si bien es éste aislamiento global el que interesa al usuario de la vivienda.

COMENTARIOS FINALES

Cinco son los comentarios que a modo de conclusiones es pertinente destacar:



1. Dados los numerosos factores que intervienen en el valor del nivel de presión sonora obtenido en una medida, debe especificarse muy claramente en las normativas la forma de realizar la misma.
2. La normativa española referente al aislamiento acústico en la construcción es claramente más permisiva que la de los países de la Comunidad Europea e insuficiente para

conseguir un exigible confort acústico en los interiores de las viviendas.

3. El aislamiento acústico real de los elementos constructivos es inferior al que se obtiene de los cálculos aconsejados en la NBE-CA-B1.

4. Es necesario (y así lo recomienda el anexo 3 de la Norma) tender a listados exhaustivos que detallen el

Aislamiento real proporcionado por las distintas soluciones constructivas.

5. Sería deseable el acompañar un informe técnico a la terminación de la obra sobre el aislamiento real existente entre diferentes áreas y viviendas como un factor más (y no desdeñable) de la calidad de la construcción.

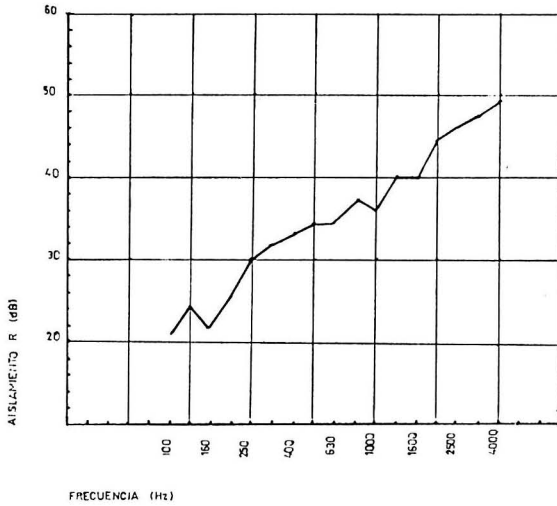


FIGURA 3. Aislamiento de la partición 1.

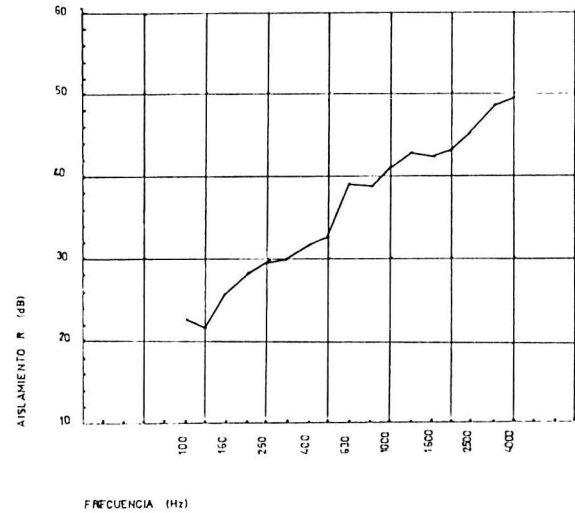


FIGURA 4. Aislamiento de la partición 2.

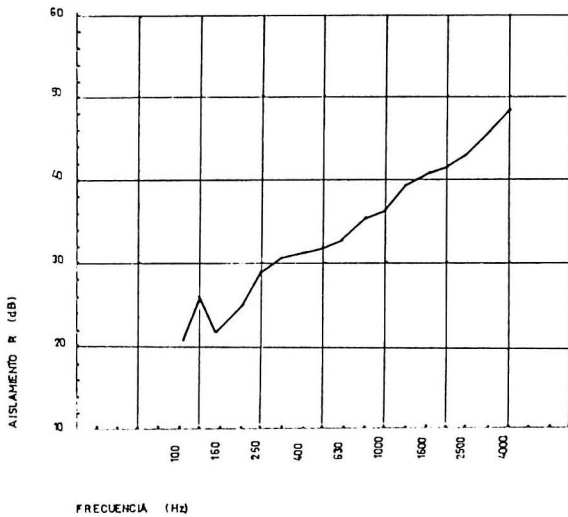


FIGURA 5. Aislamiento de la partición 3.

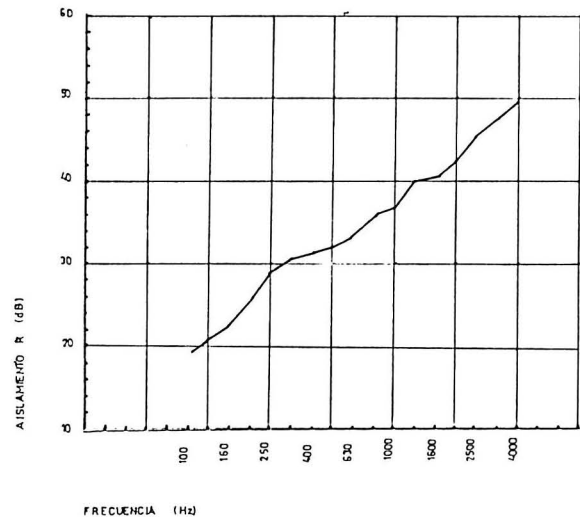


FIGURA 6. Aislamiento de la partición 4.

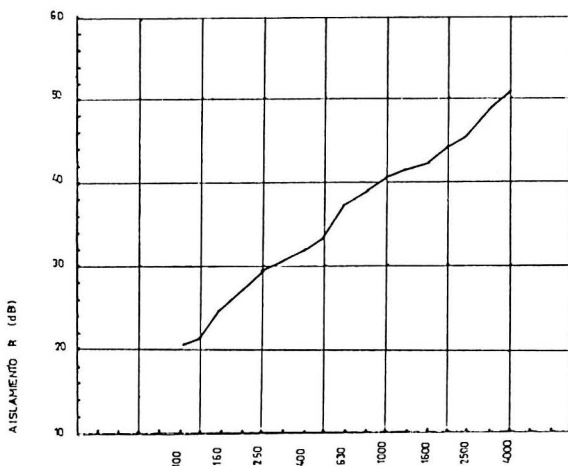


FIGURA 7. Aislamiento de la partición 5.

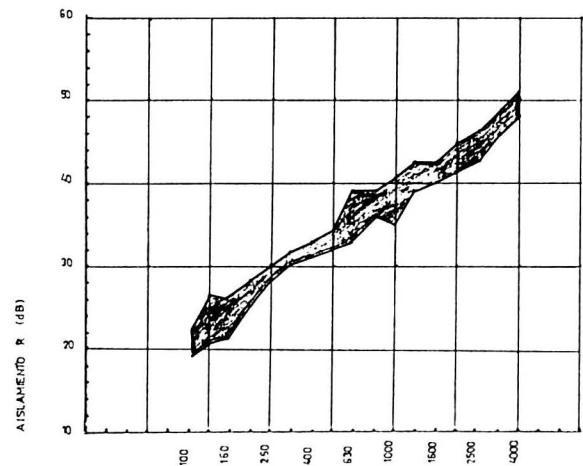


FIGURA 8. Resumen del aislamiento en las cinco particiones.