

PÉRDIDAS POR INSERCIÓN EN BARRERAS ANTIRUIDO DE BAJO AISLAMIENTO ACÚSTICO.

J. Pffretzschner, C. de la Colina, M. A. Martín, A. Moreno.

Instituto de Acústica.
Serrano 144.
28006 Madrid.

INTRODUCCIÓN.

La utilización de pantallas acústicas con objeto de proteger los hábitats frente al ruido de inmisión de las vías de circulación, se ha mostrado como una de las soluciones más eficaces para éste fin.

Las pantallas acústicas constituyen un nuevo elemento intrusivo en el paisaje, por lo que su denominación de barreras parece la más acertada, debiendo el proyectista realizar un diseño que combine su eficacia, con otros factores de integración en el ambiente y económicos de realización.

En función de las pérdidas por inserción necesarias, la barrera debe cumplir ciertos requisitos inherentes a su cálculo, como son: longitud, altura y aislamiento intrínseco. En especial, este último factor es el condicionante de los requisitos y materiales en el diseño, pudiendo disparar el coste si ésta se sobredimensiona.

En general, los algoritmos de cálculo predictivo se basan en el supuesto de aislamiento intrínseco infinito, por lo que el proyectista no dispone de criterios objetivos a la hora de realizar un proyecto.

En este trabajo, se muestra la influencia del aislamiento intrínseco, o pérdidas de transmisión de la barrera, sobre las pérdidas de inserción introducidas por la misma; objetivo final al que el proyectista debe aspirar.

INFLUENCIA DE LAS PÉRDIDAS DE TRANSMISIÓN SOBRE LAS PÉRDIDAS DE INSERCIÓN ACÚSTICA DE UNA BARRERA.

Es de sobra conocido, que en una pantalla acústica ideal, las pérdidas de inserción, IL , se expresan a través de la relación:

$$IL = 10 \log \left(E_{dir} / E_{dif} \right) \quad (\text{dB}) \quad (1)$$

Algoritmo que se resuelve aplicando alguna de las diferentes soluciones aportadas por diversos autores, [1], [2], [3], etc.; en donde E_{dir} y E_{dif} son respectivamente las energías directa y difractada que alcanzan al receptor sin y con la barrera interpuesta.

En el caso de barreras acústicas reales, existen siempre pérdidas debidas a la transmisión de energía acústica, E_t , a su través. El cálculo de E_t es de sobra conocido a partir de la masa unitaria de la barrera, introduciendo los condicionantes que permiten la propagación de ondas de flexión para frecuencias por encima de su frecuencia crítica, con lo que se puede determinar la rigidez a la flexión, a través del módulo de Young, el espesor de la placa y el coeficiente de Poisson. A los efectos prácticos de éste trabajo, consideraremos únicamente el aislamiento bruto, D , de la misma, dato experimental, que es una consecuencia de los mencionados anteriormente.

Cuando se trata de barreras prefabricadas, entra en juego otro factor muy importante, consistente en las rendijas que puedan quedar tras su instalación, que afectan seriamente al valor de D , según las distintas frecuencias de medida [4], que en nuestro caso y por razones obvias, se encuentran centradas entre los tercios de octava de 100 a 5000 Hz.

En el caso de barreras reales, en la ecuación (1) deberá introducirse las pérdidas de transmisión, a través de la misma, E_t , reescribiéndose:

$$IL_r = 10 \log \frac{E_{dir}}{E_{dif} + E_t} \quad (2)$$

Consecuentemente, las pérdidas de transmisión ideales, IL , sufrirán una disminución. Llamando ΔIL al decremento de pérdidas de inserción, la reacción entre las pérdidas de inserción ideales y las reales puede expresarse a través de la ecuación:

$$\Delta IL = 10 \log \frac{E_{dir}}{E_{dif}} - 10 \log \frac{E_{dir}}{E_{dif} + E_t} \quad (3)$$

Según la ec.(3), la igualdad entre las energías difractada y transmitida conduce a la evidente conclusión de una disminución de 3 dB en la protección de la barrera. En efecto:

$$\Delta IL = 10 \log \left(\frac{E_{dif} + E_t}{E_{dif}} \right) = 10 \log 2 \cong 3 \text{ dB}$$

La ec.(3), se puede escribir en la forma:

$$\Delta IL = IL + 10 \log \left\{ \frac{E_{dif}}{E_{dir}} + \frac{E_t}{E_{dir}} \right\} \quad (4)$$

y dado que el cociente entre la energía transmitida a través de la barrera y la incidente sobre la misma están relacionadas por el coeficiente de transmisión, τ , y éste a su vez se relaciona con las pérdidas de transmisión, R :

$$R(\phi, \omega) = -10 \log \tau(\phi, \omega)$$

la ec.(4), puede reescribirse:

$$\Delta IL = IL + 10 \log (10^{-0.1IL} + 10^{-0.1qR}) \quad (4)$$

en donde q es un factor reductor de las pérdidas por transmisión que es función de las dimensiones de la misma. Como primera aproximación puede darse a q el valor uno.

Por tanto, ΔIL depende del valor estimado de IL y de las pérdidas por transmisión a ruido aéreo, qR , medidas en laboratorio, expresadas ambas en decibelios. Nótese que ambas magnitudes dependen de la frecuencia, y que qR puede asimilarse al aislamiento bruto D .

La figura 1 muestra la variación de IL (teórica, obtenida según el algoritmo de Kurze [2]) y de ΔIL para distintas alturas de recepción (hr) para el caso de una barrera de 3 m de altura, un emisor (puntual) situado a 3 m de distancia de la misma y con una altura de 0.5 m sobre el suelo. (haz de curvas superiores). Se ha considerado la frecuencia de 500 Hz como representativa del ruido de tráfico, y un aislamiento bruto de 20 dB.

Como se definió en [5], esta barrera puede clasificarse por un índice de pérdidas por inserción de 17 dB, magnitud correspondiente al valor asintótico cuando el punto de observación se encuentra suficientemente alejado. En estas condiciones el valor asintótico de ΔIL tiende a 2 dB, cantidad que corresponde a la disminución de las pérdidas de inserción debida a la transmisión de energía a su través (haz de curvas inferiores). También puede observarse, que la disminución en los valores de IL será tanto mayor, cuanto más próximo se encuentre el receptor a la pantalla y cuanto mayor sea la altura relativa de éste respecto del borde superior de la misma (menor distancia al suelo).

Con objeto de una fácil cuantificación de los valores que tomará el decremento de pérdidas por inserción en función de IL , la figura 2, muestra la variación de ΔIL con IL para diversos valores de las pérdidas por transmisión, o aislamiento acústico bruto.

En la figura, se ha superpuesto la ordenada $\Delta IL = 3 \text{ dB}$, por debajo de la cual se encuentra la zona de seguridad o aplicabilidad óptima. A título de ejemplo, de la figura se deduce sin dificultad alguna, que si el proyectista necesita diseñar una barrera, con un índice de pérdidas por inserción de 15 dB, una estructura ligera con un aislamiento bruto de 15 dB, no será la solución más

apropiada, ya que el ΔIL correspondiente al introducir aquellos valores en la gráfica conducirán a unas pérdidas de inserción disminuidas en la misma cantidad; es decir, se obtendrá $IL = 12 \text{ dB}$. Si queremos garantizar ΔIL inferiores a 1 dB , basta que el aislamiento D de la barrera supere en 6 dB al valor IL pretendido para la barrera. En este caso, construir la barrera con elementos de mayor densidad (o masa unitaria) para alcanzar valores de D , mayores de 21 dB , constituye sin duda alguna un notable encarecimiento del producto final sin justificación alguna bajo el aspecto acústico.

INCIDENCIA DE LAS PÉRDIDAS POR TRANSMISIÓN SOBRE EL ÍNDICE GLOBAL DE PÉRDIDAS POR INSERCIÓN DE UNA BARRERA ACÚSTICA.

En los anteriores apartados se han establecido los algoritmos necesarios para el cálculo de un diseño, adecuado a unas determinadas necesidades de protección acústica, en los que se debe prefiar la frecuencia de utilización.

Con objeto de universalizar el proceso, con independencia de la frecuencia de utilización, en [6] se estableció un índice de pérdidas por inserción, $IL_{w,tr}$ basado en la utilización del espectro de ruido de tráfico definido en la norma *ISO 717/2*:

$$IL_{w,tr} = 10 \log \sum_{i=1}^{18} 10^{0.1(N_n + RTA_i)} - 10 \log \sum_{i=1}^{18} 10^{0.1(N_n + RTA_i - IL_i)} \quad [dBA] \quad (6)$$

en donde N_n es el nivel de presión sonora de la fuente de ruido medido en condiciones estándar y RTA_i son los coeficientes de ponderación del ruido de tráfico propuesto por *ISO 717/2*, evaluados

de forma que:

$$10 \log \sum_{i=1}^{18} 10^{0.1 RTA_i} \cong 0 \text{ dB}$$

En nuestro caso, al considerar una barrera real; es decir con pérdidas de transmisión, IL_i debe calcularse a través de la expresión (2), que tras aplicar los mismos supuestos que los descritos para establecer la ec.(4) queda, para la frecuencia i :

$$IL_i = -10 \log \left\{ 10^{-0.1 ILK_i} + 10^{-0.1 D_i} \right\} \text{ con } ILK_i = 5 + 20 \log \left\{ \sqrt{2\pi N} \tanh \sqrt{2\pi N} \right\} \quad (7)$$

El cálculo de $IL_{w,tr}$ se realizará sin más que sustituir (7) en (6) y procesando los datos mediante la ayuda de un ordenador personal. En la ec.(7), se ha sustituido IL por el algoritmo de Kurze [3], en donde N es el número de Fresnel.

Con objeto de mostrar mediante un ejemplo clarificador del proceso establecido, la figura 3 presenta los valores del aislamiento bruto, obtenidos en laboratorio, de una pantalla acústica realizada en hormigón armado con fibra de vidrio. La curva (*) corresponde a la instalación de los elementos prefabricados sin mayores precauciones; mientras que la (o) muestra los valores obtenidos tras el sellado de las rendijas existentes entre los diferentes paneles.

A partir de los datos de la figura 3 se ha calculado la variación del índice $IL_{w,tr}$ con la distancia de recepción tomando los mismos parámetros geométricos que los empleados en la figura 1. En la figura 4 se muestra en trazo continuo la variación con la distancia del índice $IL_{w,tr}$ calculado para una pantalla ideal, mientras que en trazo discontinuo las curvas corresponden a idénticas situaciones que las anteriores (mismos valores de la altura de recepción, hr) pero para la pantalla con pérdidas de transmisión, en la que se han sellado las rendijas.

La figura 5, es análoga a la anterior y corresponde al supuesto en el que las rendijas no han sido selladas. La disminución de $IL_{w,tr}$ es más patente que en el caso anterior, señalando además, que estas disminuciones son mayores para puntos próximos al suelo a pequeñas distancias y para puntos de altura próximos a la barrera a distancias grandes.

RESUMEN Y CONCLUSIONES.

En los ejemplos se ha procurado representar situaciones usuales, tanto en la geometría del sistema como en los aislamientos intrínsecos de las barreras, por lo que la influencia de ΔIL

incrementales debidas a una deficiente ejecución de la obra.

El trabajo pone de manifiesto, la influencia del aislamiento intrínseco de una barrera acústica, sobre sus pérdidas de inserción.

Se establecen ecuaciones sencillas, especialmente desarrolladas para el cálculo de ingeniería de proyecto, que permiten prever, tanto las pérdidas de inserción (IL) para una determinada frecuencia y situación, como el valor del índice de pérdidas por inserción ($IL_{w,tr}$)

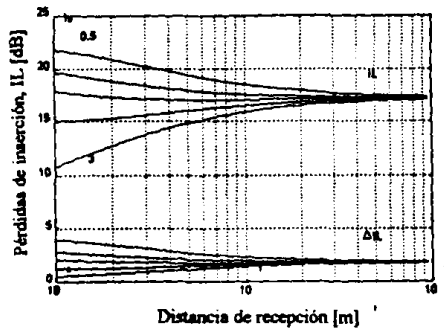


Fig. 1

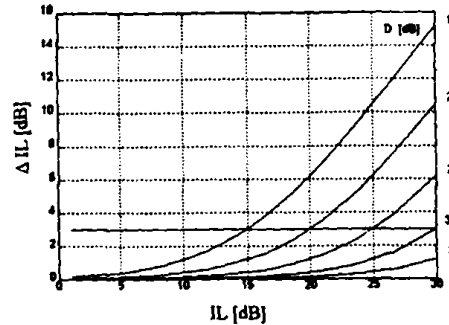


Fig. 2

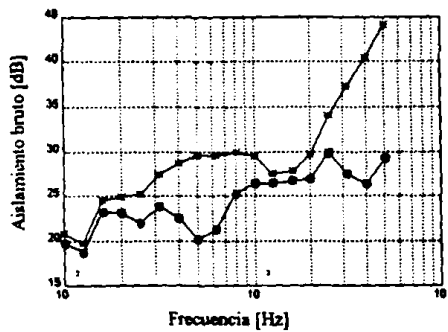


Fig. 3

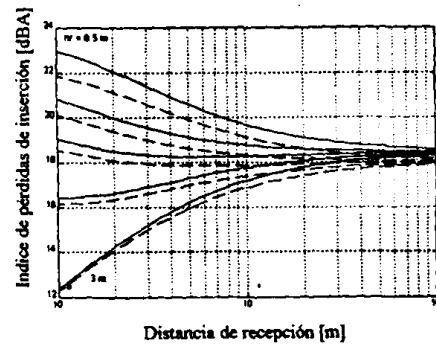


Fig. 4

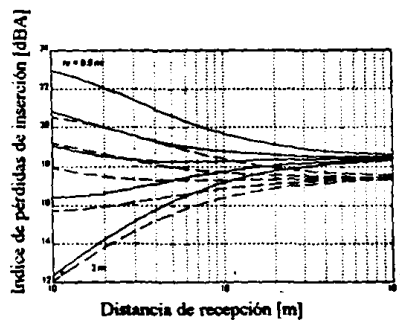


Fig. 5

REFERENCIAS.

1. Z. Maekawa. "Noise reduction by Screens", *Appl. Acoustics*. 1968., 1, 157-173.
2. U.J. Kurze. "Noise Reduction by Barriers", *J.A.S.A.* 1974, 3, 504-518
3. R.B. Tatge. "Barrier-wall attenuation with finite-sized source", *J.A.S.A.* 1973, 1317-1319.
4. A. Moreno, C. de la Colina. Informes de Instituto de Acústica AC3 D2.91 y AC3D6.94.
5. J. Pfretzschner, F. Simón. "Viabilidad de un índice de calificación del grado de apantallamiento introducido por las barreras anti-ruido". *Tecnicústica* 92, 227-230.
6. J. Pfretzschner, F. Simón, "Caracterización de barreras acústicas mediante la aplicación de un baremo global", *Tecnicústica* 93, 35-38.

AGRADECIMIENTOS.

Este trabajo se enmarca dentro del proyecto PB 91-0884, financiado por la DGCYT.