



VI Congreso Iberoamericano de Acústica - FIA 2008
Buenos Aires, 5, 6 y 7 de noviembre de 2008

FIA2008-A043

Los huecos de las fachadas de los recintos y su protección frente al ruido exterior

César Díaz Sanchidrián,
Antonio Pedrero González,
María Ángeles Navacerrada Saturio,

Grupo de Investigación en Acústica Arquitectónica. E.T.S. de Arquitectura. Universidad Politécnica de Madrid. Avda. Juan de Herrera 4, 28040 Madrid, España. E-mail: cesar.diaz.sanchidrian@upm.es. Tel: +34 913364249, Fax: 34 913366554`

Abstract

The façades of spaces, together with their adjacent building elements, are required to have a minimum sound insulation against airborne noise depending on the use of the premises and the sound levels in the area where the building is located. The sound levels which affect the façade of the space will depend on the sources of noise, generally road traffic, types of highways and their distance from the building, the building's height, the continual or discrete nature of the urban area, the direct or indirect exposure of the façade, shape of the façade, etc. In residential buildings, the wall openings are usually closed with windows. This work considers the specifications required for windows according to the new Spanish building legislation. An analysis is then made of the protection offered by the windows against traffic noise, the advantages and drawbacks of the different types and panes, shutter boxes, whether the shutter is retracted or extended, etc.

Resumen

En las ciudades el aumento del ruido de tráfico de automóviles y en muchos casos la falta de un adecuado planeamiento urbanístico, ha producido un aumento de la contaminación acústica y el incremento de las quejas de los ciudadanos. Las fachadas de los recintos, junto con sus elementos constructivos adyacentes, deben tener un aislamiento acústico a ruido aéreo mínimo según el uso del recinto y los niveles sonoros en la zona donde está ubicado el edificio. Los niveles sonoros que inciden sobre la fachada del recinto dependerán de las fuentes de ruido, generalmente el tráfico rodado, tipos de vías y su distancia al edificio, altura del mismo, naturaleza continua o discreta de la trama urbana, exposición directa o indirecta de la fachada, forma de la fachada, etc. En los edificios de uso residencial es habitual que el cerramiento del hueco se realice con ventanas. En este trabajo se consideran las prestaciones que tienen que cumplir las ventanas de acuerdo con la nueva legislación española en la edificación. Posteriormente se analiza la protección que ofrecen las ventanas contra el ruido de tráfico, sus logros y carencias según las diferentes tipologías, vidrios, cajón de persiana, persiana subida o bajada, etc.

1 Las fachadas

La fachada es la parte visible de un edificio que cumple diferentes funciones. Desde el punto de vista del proyecto presenta el aspecto compositivo, de adaptación al entorno y de expresividad del edificio. Los materiales elegidos, la relación entre partes ciegas y los huecos definen su aspecto exterior. Debe garantizar la protección térmica, acústica, de iluminación, de estanqueidad, resistencia al fuego y de estabilidad para alcanzar unas condiciones de habitabilidad. Para garantizar lo anterior las fachadas adoptan diferentes tipologías, desde cerramientos monocapa a multicapas.

Las mayores exigencias de confort, durabilidad, sostenibilidad y ahorro energético en los edificios, han hecho aparecer nuevas tipologías de los cerramientos verticales o fachadas, que están unidas tanto al perfeccionamiento o mejora de los sistemas y materiales tradicionales, como a la aplicación de nuevas técnicas y componentes en la industria de la construcción.

Existe una gran variedad de tipologías de fachadas. En España la mayoría de las fachadas en edificios residenciales son de ladrillos, insertadas en estructuras porticadas. En general, las fachadas están formadas por dos hojas (fachada convencional). La hoja exterior es de medio pie de ladrillo cerámico perforado, visto o enfoscado, está apoyada de manera semivolada en los dos tercios del ancho de la hoja; la hoja interior es de ladrillo hueco y no tiene contacto con la hoja exterior. En la cámara entre ambas hojas se introduce un material aislante térmico.

En la actualidad, la fachada convencional en España evoluciona hacia nuevas tipologías como son las fachadas ventiladas y las fachadas prefabricadas. La fachada ventilada es un cerramiento compuesto por diversas hojas, la exterior es una hoja de relativo poco espesor, con juntas total o parcialmente abiertas y separada del resto por una cámara ventilada donde se sitúa el aislamiento térmico adosado al muro interior.

En los últimos años la construcción de fachadas ventiladas en los edificios de uso residencial ha crecido rápidamente, debido a sus ventajas compositivas y constructivas. La hoja exterior es poco pesada, puede ser de materiales muy diferentes y se cuelga de la hoja interior o de entramados secundarios situados entre los forjados. En sus comienzos, la hoja interior era de ladrillo perforado, pero posteriormente se ha aligerado mediante utilización un sistema multicapa formada por tableros de yeso laminado, cemento, etc. en cuyo interior se coloca lana de roca, poliestileno expandido, con hoja intermedia de chapas de acero galvanizado, etc.

Desde la perspectiva del aislamiento acústico a ruido aéreo de las fachadas de los recintos el tipo de cerramiento del hueco de fachada es la parte que más influye en el mismo. La transición de las fachadas convencionales a las fachadas ventiladas, bien calculadas y realizadas, no afecta de forma importante al aislamiento global a ruido aéreo de las mismas.

2 El aislamiento a ruido aéreo de las fachadas

Las fachadas de los recintos, junto con sus elementos constructivos adyacentes, deben tener un aislamiento acústico a ruido aéreo mínimo según el uso del recinto y los niveles sonoros en la zona donde está ubicado el edificio. Se debe garantizar que el nivel inmisión de ruido en el interior de los recintos del edificio, sea el adecuado para que se desarrollen las actividades en los diferentes recintos sin riesgo, daño o molestia para las personas, ni interfieran en el desarrollo de sus actividades. Los niveles sonoros que inciden sobre la

fachada del recinto dependerán de las fuentes de ruido, generalmente el tráfico rodado, tipos de vías y su distancia al edificio, altura del mismo, naturaleza continua o discreta de la trama urbana, exposición directa o indirecta de la fachada, etc.

Cada una de las cuatro caras que, como mínimo, tiene un edificio debería tratarse por separado, ya que cada una de ellas suele estar expuesta a niveles sonoros diferentes. En la práctica se elige como nivel sonoro para las fachadas de los recintos del edificio, el nivel sonoro incidente más elevado. El arquitecto ha de tener esto en cuenta desde el momento del proyecto.

Según la terminología utilizada en el DB HR Protección frente al ruido del CTE español, la fachada es el cerramiento perimétrico del edificio, vertical o con inclinación no mayor que 60° sobre la horizontal, que lo separa del exterior. Incluye tanto el muro de fachada como los huecos (puertas exteriores y ventanas). También define la fachada ligera, como una fachada continua y anclada a una estructura auxiliar, cuya masa por unidad de superficie es menor que 200 kg/m².

El DB HR Protección frente al ruido del CTE, establece unos valores del aislamiento acústico a ruido aéreo $D_{2m,nT,Atr}$ entre un recinto protegido y el exterior, en función del uso del edificio y del nivel sonoro continuo equivalente día L_d de la zona donde se ubique el edificio. Define la Diferencia de niveles estandarizada, ponderada A, en fachadas, en cubiertas y en suelos en contacto con el aire exterior para ruido de automóviles, $D_{2m,nT,Atr}$ como la valoración global, en dBA, de la diferencia de niveles estandarizada de una fachada, de una cubierta o un suelo en contacto con el aire exterior, $D_{2m,nT}$, para un ruido exterior de automóviles. Se determina mediante la expresión:

$$D_{2m,nT,Atr} = -10 \cdot \lg \sum_{i=1}^n 10^{(L_{Atr,i} - D_{2m,nT,i}) / 10} \quad \text{dBA} \quad (1)$$

donde: $D_{2m,nT,i}$ es la diferencia de niveles estandarizada, en la banda de frecuencia i , [dB]; $L_{Atr,i}$ el valor del espectro normalizado del ruido de automóviles, ponderado A, en la banda de frecuencia i , en dBA; i recorre todas las bandas de frecuencia de tercio de octava de 100 Hz a 5 kHz.

La legislación española indica que el aislamiento acústico a ruido aéreo, $D_{2m,nT,Atr}$, entre un recinto protegido y el exterior debe ser al menos el que se indica en la Tabla 1, en función del uso del edificio y de los valores del índice de ruido día, L_d , definido en el Anexo I del R D 1513/2005, de 16 de diciembre, de la zona donde se ubica el edificio.

3 Método de cálculo del aislamiento acústico a ruido aéreo en fachadas de recintos.

La fachada en general consta de diferentes sistemas constructivos y la transmisión acústica a su través es debida a la transmisión acústica de cada uno de sus componentes. En los cálculos se suele considerar que la transmisión acústica de cada elemento constructivo es independiente de las demás.

La Norma UNE-EN 12354-3. (Enero 2001). Acústica de la edificación. Estimación de las características acústicas de las edificaciones a partir de las características de sus elementos. Parte 3: Aislamiento acústico a ruido aéreo contra ruido del exterior, especifica un modelo de cálculo para estimar el aislamiento acústico o la diferencia de nivel de presión acústica de una fachada o de cualquier otra superficie externa de un edificio. El cálculo se

basa en el índice de reducción acústica de los distintos elementos que componen la fachada e incluye tanto transmisiones directas como indirectas. De los cálculos se obtienen resultados que se corresponden aproximadamente con los resultados de las mediciones in situ según la norma UNE- EN ISO 140 -5. Los cálculos se pueden realizar por bandas de frecuencia o por índices globales.

Tabla 1. Valores de aislamiento acústico a ruido aéreo, $D_{2m,nT,Atr}$, en dBA, entre un recinto protegido y el exterior, en función del índice de ruido día, L_d .

L_d dBA	Uso del edificio			
	Residencial y sanitario		Cultural, docente, administrativo y religioso	
	Dormitorios	Estancias	Estancias	Aulas
$L_d \leq 60$	30	30	30	30
$60 < L_d \leq 65$	32	30	32	30
$65 < L_d \leq 70$	37	32	37	32
$70 < L_d \leq 75$	42	37	42	37
$L_d > 75$	47	42	47	42

La diferencia de nivel normalizada de la fachada de un recinto depende de su índice de reducción acústica aparente vista desde el interior R' , la influencia de la forma de la fachada y las dimensiones del recinto.

$$D_{2m,nT} = R' + \Delta L_{fs} + 10 \lg \frac{V}{6T_0 S} = R' + \Delta L_{fs} + 10 \lg \frac{V}{S} - 5 \quad \text{dB} \quad (2)$$

ΔL_{fs} es la diferencia de nivel por la forma de la fachada, en dB; V , el volumen del recinto receptor en m^3 ; S el área total de la fachada, vista desde el interior del recinto, en m^2 y T_0 el tiempo de reverberación de referencia; para viviendas es $T_0 = 0,5$ s.

La expresión exterior puede utilizarse para determinar las propiedades de aislamiento a ruido aéreo de la fachada en bandas de frecuencia, basándose en los índices de aislamiento acústico de los elementos de construcción en bandas de frecuencia. También puede ser utilizada con los valores globales, como es en el caso del DB HR Protección frente al ruido de la legislación española. Por ejemplo, cuando predominan el ruido de automóviles o el ruido de aeronaves, la magnitud del aislamiento global es $D_{2m,nT,Atr} = D_{2m,nT,w} + C_{tr} 100-5000$

El efecto de la forma de la fachada de un recinto puede disminuir o aumentar la transmisión acústica. Las correcciones por la forma de la fachada ΔL_{fs} pueden variar de -1 dB a $+7$ dB. Los efectos positivos los producen los tratamientos absorbentes de los soffitos, existencia de balcones antepechados, etc. y los negativos a las reflexiones del sonido en soffitos sin absorción acústica. Las galerías casi cerradas, con respiraderos en su parte superior con altura de la línea de mira mayores de 2,5 m y tratamiento de elevada absorción acústica en el techo originan mejoras de aproximadamente $+6$ dB.

El índice de reducción acústica aparente, R' , se obtiene considerando las transmisiones directas e indirectas. En la figura 1 se muestran los diferentes caminos de transmisión acústica desde el exterior al interior de un recinto.

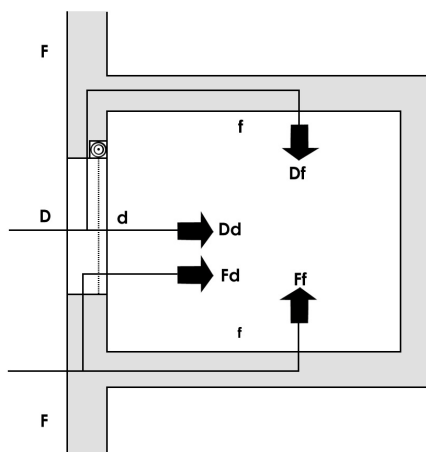


Figura 1. Vías de transmisión acústica desde el exterior al interior de un recinto.

La transmisión por flancos comprende todos los caminos indirectos, incluidos los correspondientes a elementos de fachada que no pertenecen al recinto.

$$R' = -10 \cdot \lg \left(10^{-0,1R_m} + \sum_{F=f=1}^n 10^{-0,1R_{Ff}} + \sum_{f=1}^n 10^{-0,1R_{Df}} + \sum_{F=1}^n 10^{-0,1R_{Fd}} + \frac{A_0}{S} \sum_{e_i, Si} 10^{-0,1D_{n,ei}} \right) \text{ dB} \quad (3)$$

R_m es el índice global de reducción acústica del elemento mixto, en dB; n , es el número de caminos indirectos; $D_{n,e}$, diferencia de niveles normalizada de elementos de construcción pequeños, $A_0 = 10 \text{ m}^2$.

En el caso de utilizar valores globales, como son los del DB HR Protección frente al ruido de la legislación española, la ecuación (2) se puede escribir para obtener la Diferencia de nivel estandarizada, ponderada A en fachadas, para ruido de tráfico

$$D_{2m,nT,Atr} = R'_{Atr} + \Delta L_{fs} + 10 \lg \frac{V}{6T_0S} = R'_{A,tr} + \Delta L_{fs} + 10 \lg \frac{V}{S} - 5 \quad \text{dBA} \quad (4)$$

4 Las ventanas y sus requisitos en el proyecto arquitectónico

Una ventana, es un elemento constructivo que sirve, de una forma funcional y estética, para cerrar el hueco de fachada. Es la parte transparente de la fachada que permite la relación interior/exterior, así como la entrada de aire, iluminación natural, radiación solar y la visión en ambos sentidos. Aproximadamente el 80 % de la ventana es vidrio, soportado sobre unos bastidores de diferentes materiales: madera, aluminio, PVC, poliuretano y mixtos, que permiten la apertura y el cierre de la ventana y protegen el interior de las inclemencias externas y del ruido.

Las ventanas con independencia de la materia prima de sus perfiles y sistema de apertura, tienen características fundamentales que afectan a la satisfacción de los requisitos básicos de la edificación. Se concretan en las siguientes características técnicas armonizadas definidas en la norma de producto UNE EN 14351-1: Reacción al fuego; mecanismos de seguridad para ventanas abisagradas y pivotantes; resistencia al impacto, a las acciones del viento, nieve y cargas permanentes; estanquidad al agua; emisión de sustancias peligrosas;

aislamiento acústico a ruido aéreo; permeabilidad al aire; resistencia térmica y propiedades frente a la radiación solar. Las tres últimas prestaciones son muy importantes para limitar la demanda energética del edificio.

Las carpinterías exteriores, el grado de permeabilidad al aire, la masa del acristalamiento, cajas de persiana y el sistema de montaje, influyen de manera decisiva en el aislamiento al ruido aéreo de la fachada de un recinto. La elección de la clase de ventana para un determinado emplazamiento, debe hacerse de forma que responda a la más exigente entre todas las que se tienen que considerar para cada característica.

La primera característica de las ventanas, que afecta su funcionalidad, es el sistema de apertura. En la ventana practicable batiente el accionamiento de la manilla hace que la hoja presione el marco fijo al cerramiento, lo que hace disminuir la penetración del aire, mejora el cierre y permite mejorar la clasificación de permeabilidad al aire y aumenta el aislamiento acústico a ruido aéreo, pero hay que dejar libre de forma permanente el espacio que barre la hoja al abrir. La ventana de corredera no ocupa ningún espacio fuera del volumen del cerramiento ciego, pero el cierre es menos estanco y en general no permite bajas permeabilidades al aire ni elevado aislamiento acústico.

5 El aislamiento acústico a ruido aéreo de las ventanas.

En la teoría, se deduce que el índice de reducción acústica de la fachada, formada por una parte ciega y una ventana, está condicionado por el índice de reducción acústica de componente de menor aislamiento acústico, en general la ventana. Los valores del aislamiento proporcionado por las ventanas se deben determinar mediante ensayo realizado en laboratorio.

Una expresión analítica para determinar el índice de reducción acústica de la ventana en función del índice de reducción acústica mixto de la fachada y de las superficies respectivas de la ventana y de la parte ciega, sin tener en cuenta la existencia de cajón de persiana, ni las transmisiones indirectas, es la siguiente:

$$R_V = 10 \cdot \lg \left[\frac{S_v}{\frac{S_v + S_c}{10^{0,1R_m}} - \frac{S_c}{10^{0,1R_c}}} \right] \text{ dB} \quad (5)$$

donde:

R_v es el índice de reducción acústica de la ventana; R_m es el índice de reducción acústica mixto de la fachada; R_c es el índice de aislamiento acústico de la parte ciega; S_v área de la superficie de la ventana; S_c área de la parte ciega.

En el índice de reducción acústica de las ventanas hay que considerar los factores siguientes: Tipo de acristalamiento, dimensiones del acristalamiento; el tipo de carpintería, las juntas y uniones, el sistema de apertura de la ventana, la existencia de persianas y cajón de persiana.

5.1 El índice de reducción acústica de una ventana ante el ruido de tráfico

Una de las características del ruido de tráfico es que los niveles sonoros más elevados se producen en el rango de las bajas frecuencias, sin embargo los valores menores del índice de

reducción acústica de la fachada de los recintos se obtienen a bajas frecuencias. Esto significa que los niveles sonoros de inmisión en los recintos sometidos al ruido de tráfico tienen una aportación considerable de ruidos de bajas frecuencias.

Por razones de confort térmico y ahorro energético las ventanas habitualmente tienen un acristalamiento doble, (vidrios monolíticos o laminados), separados por una cámara. En la práctica la cámara suele ser de 6 mm a 16 mm, y la frecuencia masa-aire-masa del sistema formado por los dos vidrios y la cámara se sitúa en las bajas frecuencias.

Experimentalmente, al comparar el índice de reducción acústica de ventanas con vidrios iguales y sistemas de apertura diferente, se comprueba el mejor aislamiento acústico de las ventanas practicables que las deslizantes. Sin embargo a bajas frecuencias el comportamiento es muy parecido.

Para simplificar el establecimiento de valores mínimos requeridos de aislamiento acústico en las normativas acústicas de la edificación, se han introducido diferentes procedimientos para que a partir de las diferentes magnitudes de aislamiento acústico en función de la frecuencia, obtener índices de valoración global de una cifra. Un procedimiento muy utilizado es el que proporciona la norma ISO 717-1. En el caso de las ventanas el índice de reducción acústica R se transforma en el índice ponderado de reducción acústica R_w , en dB.

El índice global del aislamiento acústico de un elemento de construcción o entre recintos depende del espectro acústico de la fuente de ruido emisora. En consecuencia se añade al índice global ponderado un término de adaptación al espectro, en dB, para tener en cuenta las características de un espectro de ruido particular. En el caso del ruido de tráfico se utiliza C_{tr} , término de corrección para ruido de tráfico urbano ponderado A.

En los países situados en zonas climáticas cálidas para mejorar el comportamiento térmico y reducir la radiación solar en los recintos, las ventanas se equipan con diferentes protecciones, tales como las persianas. La persiana enrollable de cajón y cinta comenzó a utilizarse a principios del siglo XX. En los primeros tiempos de utilización, el cajón de persiana se colocaba exterior a la fachada, en la actualidad es habitual colocarle hacia el interior del recinto.

Cuando en una ventana con acristalamiento doble la persiana está bajada la ventana funciona como un sistema de tres hojas y hay una disminución en el índice de reducción acústica en las bandas de frecuencia donde están situados los modos normales de vibración del sistema triple.

A altas frecuencias el índice de reducción acústica de una ventana cuando la persiana está bajada es mucho mayor que cuando la persiana está subida.

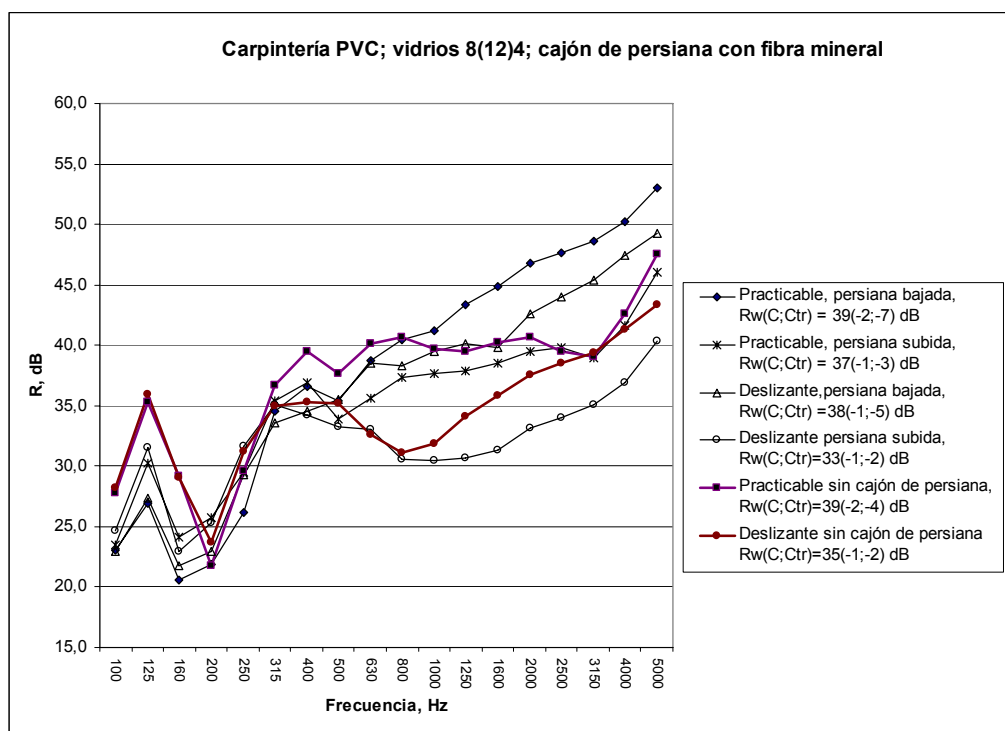
Los índices de reducción acústica de ventanas con cajón de persiana prefabricado, a medias y altas frecuencias son mayores en las ventanas practicables que en las deslizantes para todos los tipos de vidrios.

La inclusión de material en el cajón de persiana mejora el índice de reducción acústica a altas frecuencias, pero no modifica los valores globales del aislamiento acústico.

Cuando se calculan los valores globales con el término de adaptación por ruido de tráfico $R_w + C_{tr}$, para los diferentes tipos de ventanas (sin cajón de persiana, con cajón, persiana bajada o subida, etc) las diferencias entre los valores obtenidos se minimizan. Esto es debido al hecho de que en todos los casos de ventanas con vidrios dobles los menores valores del índice de reducción acústica están situados por debajo de la banda de frecuencia central a 400 Hz.

La figura 2 muestra el índice de reducción acústica en laboratorio de ventanas prefabricadas con marco de PVC y vidrios 8(12)4. Se comparan los resultados del índice de reducción acústica de las ventanas sin cajón de persiana y sistema de apertura practicable o

deslizante; y ventanas con cajón de persiana con fibra mineral en el cajón, sistema de apertura practicable o deslizante con las persianas bajadas y subidas.



5.2 El índice de reducción acústica de una ventana sin cajón de persiana a partir del índice de reducción acústica del vidrio

A veces no se conoce el índice de reducción acústica de la ventana pero si el del vidrio, en estos casos se puede hacer una extrapolación del índice $R_w + C_{tr}$ para ventanas basado en el $R_w + C_{tr}$ de los vidrios. En la Tabla 2 se muestran algunos resultados para ventanas sencillas practicable de Clase ≥ 3 y ventanas deslizantes sencillas de Clase ≥ 2 .

5.3 La influencia de las dimensiones de la ventana

Otro factor a tener en consideración es el tamaño de la ventana, pues cuándo se realizan los ensayos en laboratorio del índice de reducción acústica de una ventana la muestra ensayada tiene un área aproximada de 1,8 m². Si el área total de la ventana es menor de 2,7 m² los valores de la tabla anterior del índice global $R_w + C_{tr}$ siguen siendo válidos; si su valor está entre 2,7 m² y 3,6 m² el valor global de la ventana se disminuye en 1 dB; si está entre 3,6 m² y 4,6 m² disminuye 2 dB y si es mayor de 4,6 m² disminuye en 3 dB. Lo anterior debe considerarse al calcular el índice de reducción acústico mixto de las fachadas.

Tabla 2: Índice de reducción acústica de una ventana a partir del índice de reducción acústica del vidrio.

R_w+C_{tr} vidrio aislante ^a , dB	Ventanas sencillas ^b	Ventanas deslizantes sencillas ^c
	ventana, R_w+C_{tr} , dB	ventana, R_w+C_{tr} , dB
24	26	24
25	27	25
26	28	26
27	29	26
28	30	27
30	31	27
32	32	28
34	33	N/A
36	34	N/A

^a Pruebas de acuerdo con la Norma EN ISO 140-3 (método de referencia) o datos genéricos de acuerdo con la EN 12758 o EN 12354-3.
^b Ventanas sencillas fijas o practicables (batientes superior/lateral/inferior o pivotantes) cumpliendo permeabilidad al aire Clase 3 o superior.
^c Ventanas deslizantes sencillas cumpliendo permeabilidad al aire al menos Clase 2

Agradecimientos

Este estudio ha sido patrocinado por Plan Nacional I+D+I (2004-2007) del Ministerio de Educación y Ciencia, proyecto BIA 2005-06489, con la colaboración de varias empresas españolas fabricantes de ventanas.

Referencias

- Documento Básico HR. Protección frente al ruido. Texto con corrección de errores, BOE 25/01/08. Ministerio de Vivienda, España.
- Díaz, César (2007). Las fachadas y su protección frente al ruido. Servicio de Publicaciones ETSAM, ISBN13:978-84-9728-232-1
- Díaz, César; Pedrero, Antonio. (2008). An experimental study on the effect of rolling shutter and shutter boxes on the airborne sound insulation of windows". Applied Acoustics. In Press, available online.
- UNE-EN 12354-3. (Enero 2001). ACÚSTICA DE LA EDIFICACIÓN. Estimación de las características acústicas de las edificaciones a partir de las características de sus elementos. Parte 3: Aislamiento acústico a ruido aéreo contra ruido del exterior.
- UNE-EN ISO 140-5: Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 5: Mediciones in situ del aislamiento acústico a ruido aéreo de elementos de fachada y de fachadas
- UNE-EN ISO 140-10: Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 10: Medición en laboratorio del aislamiento a ruido aéreo de los elementos de construcción pequeños.
- UNE-EN ISO 717-1: 1996. Acústica. Evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 1: Aislamiento a ruido aéreo.
- UNE-EN 12207, abril 2000. Puertas y ventanas. Permeabilidad al aire. Clasificación.
- EN 14351-1:2006. Windows and pedestrian doorsets- Product standart, performance characteristics- Part 1: Windows and external pedestrian doorsets without resistance to fire and smoke leakage characteristics but including external fire performance for roof windows.