ASOVEN PVC
ASOCIACIÓN VENTANAS pvc

Las ventanas de PVC y La Acústica

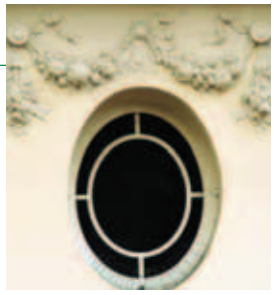
CREAMOS EL MEJOR AMBIENTE

VENTANAS DE PVC,

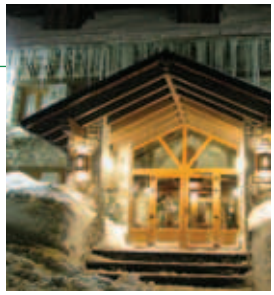
prestaciones técnicas

Las ventanas de pvc son elementos ligeros por lo que la atenuación acústica conseguida por las ventanas es menor que la obtenida por los paramento de fachada que son mas pesados .
También influyen en el aislamiento acústico las partes móviles de las ventanas ya que al permitir el movimiento necesitan ciertas holguras para su funcionamiento. Cuando mejor cierre la ventana mejor aislamiento acústico se va a conseguir.

El PVC es uno de los materiales plásticos más antiguos del mundo. Producido a base de sal (57%) y de derivados del petróleo.
Desde hace 50 años ha ido mejorando hasta convertirse en un producto utilizado universalmente, pues es versátil, económico y respetuoso con el medioambiente.

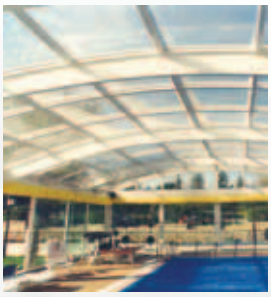


El PVC es el producto más utilizado para la fabricación de ventanas en los principales países de Europa; a lo largo de la historia su mercado y su utilización han protagonizado un crecimiento constante en detrimento de otros materiales. Se utiliza, con excelentes resultados, desde hace más de 50 años, y su calidad está avalada por la satisfacción de millones de usuarios. Una ventana de PVC dura un larguísimo período de tiempo, 50 años en perfecto estado de uso y sin casi mantenimiento. Es además totalmente resistente a casi todos los agentes químicos habituales hoy día y a los gases nocivos que contaminan la atmósfera.

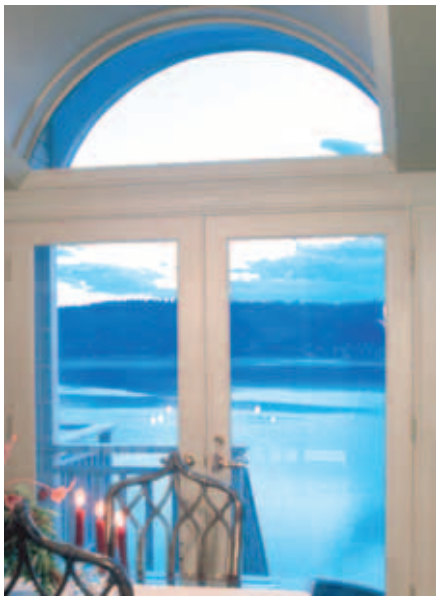


El uso y consumo de la carpintería de PVC es un buen indicador de calidad altamente desarrollada dentro del sector de la construcción debido a que las ventanas de PVC aportan excelentes prestaciones a las viviendas y a su entorno a precios asequibles.
Debido al alto coeficiente de aislamiento térmico de la ventana de PVC, se evita el efecto de "pared fría" de una ventana convencional y el indeseable efecto de las condensaciones.
Esto conlleva un importante ahorro energético tanto de calorías como de frigorías.

Debido al alto coeficiente de aislamiento térmico, su coste se amortiza rápidamente por el ahorro de energía que proporciona al usuario. Una ventana de PVC provista de acristalamiento aislante (dos vidrios de 4mm con cámara de aire intermedia de 12 mm : 4/12/4) tiene una transmitancia de U =1,6-2,5 W/m2°C.
Además, su uso reduce la emisión de C02 a la atmósfera, dado su excelente comportamiento térmico, y al ser la carpintería de mayor coeficiente de aislamiento acústico, también reduce en gran medida los efectos de la contaminación acústica.
Como ejemplo podemos decir que una ventana de PVC con un vidrio doble aislante, consigue atenuaciones acústicas comprendidas entre 32db y 48 db.
La ventana de PVC, según la norma UNE 23.727 esta clasificado como M1, es decir difícilmente inflamable y autoextinguible, cesa la combustión cuando desaparece la llama exterior que la provocó. Su temperatura de ignición es de 390°C con un índice de oxígeno del 50% (para la madera estas cifras son 260°C con un índice de oxigeno del 21%).



AISLAMIENTO ACÚSTICO DE LA CARPINTERÍA DE PVC:



Fundamentos teóricos básicos

El sonido es una perturbación o excitación que se propaga a través de un medio elástico, como es el aire. Esta excitación sonora produce una presión dinámica (fuerza por unidad de superficie) sobre nuestro oído, particularmente en el tímpano, o sobre las superficies sobre las que incida, siendo esta presión variable en el tiempo.
Cuando este sonido es un sonido no deseado pasa a ser un ruido, que como ya sabemos es un agente contaminante capaz de producir enfermedades de tipo psicosomático y fisiológico.
Al ser el aire un medio elástico, de comportamiento similar a un muelle, las partículas excitadas sólo se desplazan pequeños trayectos elementales alrededor de su posición de equilibrio, transmitiendo de este modo la perturbación. En condiciones normales de presión y temperatura el sonido se trasmite a una velocidad de 340m/s.

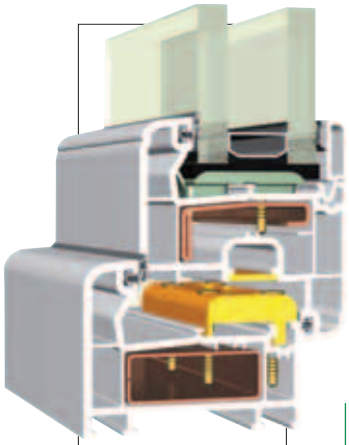
Aislamiento acústico de ventanas de PVC

Las ventanas de PVC, y todo tipo de cerramiento ligero, al ser su masa menor que la del paramento que las sustenta, van a presentar un aislamiento acústico a ruido aéreo menor que éste, limitando además el aislamiento del conjunto.
No sólo el factor peso va a limitar el aislamiento acústico, también va a influir de forma importante la presencia de partes móviles ya que éstas necesitan una cierta holgura que permita su movimiento, según como se consigan sellar estas holguras se logrará un menor o mayor aislamiento.
Tenemos, por tanto, varios factores fundamentales,

Aislamiento acústico

El sonido va a incidir sobre un elemento de separación de dos recintos, por ejemplo una pared, hará que dicho elemento vibre, desplazándose y deformándose, transmitiendo dicha perturbación al segundo recinto. En esta transmisión el sonido incidente sufre una atenuación ya que se produce un gasto de energía al poner en vibración la pared.
La transmisión también podría hacerse por filtración y difracción, a través de orificios y aberturas en el elemento de separación de dos recintos.
El aislamiento acústico nos cuantifica las pérdidas que se producen en la transmisión del sonido a través del elemento de separación, si el sonido incidente se ha transmitido a través del aire, el aislamiento a considerar será el aislamiento acústico a ruido aéreo. Se mide por la diferencia entre los niveles de intensidad acústica incidente y transmitida a través del elemento constructivo.

Aislamiento Acústico por Difracción y Filtración



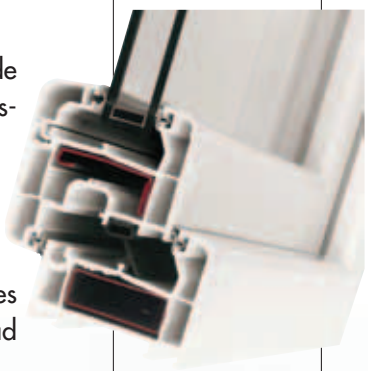
- Por eso para reducir al máximo el primer factor de transmisión (difracción) es importante que la ventana (perfiles+vidrio) tengan una masa considerable y un módulo elástico bajo.

  - Vidrios laminares
  - PVC + Refuerzo
  - Módulo elástico del PVC bajo

- Son ideales los vidrios laminares, con un buen sistema de fijación flotante sobre el bastidor de la ventana, con doble cristal y de diferentes espesores, ya que cada espesor se adapta mejor a unas frecuencias de vibración, y siempre el vidrio con más espesor se instala en la parte exterior.

- Para el combatir la segunda forma de transmisión del sonido (filtración), es fundamental la clasificación de la ventana en función de la permeabilidad del aire.

Aislamiento Acústico



- El aislamiento acústico se mide por la diferencia entre los niveles de intensidad acústica incidente y transmitida a través del elemento constructivo

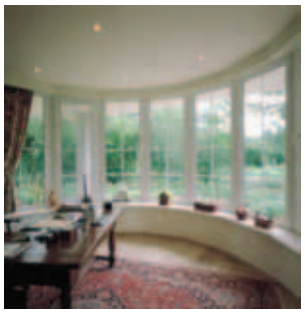
- La transmisión del sonido se produce fundamentalmente de dos formas:

  - **Por difracción:** el sonido, al incidir sobre un elemento de separación de dos recintos, hace que dicho elemento vibre, transmitiendo dicha perturbación al interior del recinto.

  - **Por filtración** a través de orificios y aberturas.

- Para el combatir la segunda forma de transmisión del sonido (filtración), es fundamental la clasificación de la ventana en función de la permeabilidad del aire.

Aislamiento Acústico



- Existen tres normas que clasifican las ventanas, de acuerdo a sus prestaciones:

  - UNE-EN 12207:2000. clasificación de acuerdo con **su permeabilidad** (Antigua 85-208-81)
  - UNE-EN 12208:2000. clasificación de acuerdo con **su estanquidad al agua.** (Antigua 85-212-83)
  - UNE-EN 12210:2000. clasificación de acuerdo con **su resistencia a efectos del viento** (Antigua 85-213-86 1R)

- Existe una norma que fija los criterios de elección de las características de las ventanas, en función de su ubicación y aspectos ambientales.

  - UNE 85-220-86 (instrucción). Pendiente de revisión.

Permeabilidad de la ventana

- Para evitar que el sonido se transmita por filtración a través de los orificios y juntas de la ventana, es indispensable que ésta tenga una **baja permeabilidad al aire**. La permeabilidad al aire define la cantidad de aire que pasa (por causa de la presión) a través de una ventana o una puerta cerrada.

- En la actualidad, la permeabilidad al aire de la ventana se calcula mediante ensayo según norma UNE-EN 1026:2000. Con este ensayo, la ventana recibe una clasificación, que va desde C1 a C4, siendo la C4 la más impermeable al aire. Por ello, las ventanas acústicamente más aislantes serán aquellas que tengan clasificación C4.

- Para obtener dicha clasificación es necesario que la ventana tenga un cierre hermético, por lo que se desaconsejan las ventanas correderas tradicionales. En cambio, las ventanas de PVC practicables o abatibles, con sistemas de doble o triple junta, son muy impermeables al aire y obtienen la máxima clasificación (C4).

- Puede solicitar estos ensayos a los principales fabricantes de perfiles y ventanas de PVC, ya que todos ellos realizan ensayos periódicos de sus carpinterías en un afán de perfeccionar sus sistemas buscando mayores valores de aislamiento.

Permeabilidad de la ventana

Clasificaciones máximas que consiguen las ventanas de PVC
La clasificaciónde una ventana depende mucho de sus dimensiones.
Para ventanas de 1'20 x 1'20 m se pueden conseguir los resultados máximos

PERMEABILIDAD AL AIRE	CLASE 4
ESTANQUEIDAD AL AGUA	CLASE 8A
RESISTENCIA A LA CARGA DE VIENTO	CLASE C5

Nivel sonoro

Es el nivel con que el sonido afecta a nuestro oído. Se mide en decibelios, dB(A), unidad logarítmica. 110dB es un incremento de x10 de la energía acústica, percibido por el oído humano como el doble del nivel sonoro anterior.

Decibelios	Ruido
20dB(A) -	Tic-tac suave de un reloj
30dB(A) -	Susurros
40dB(A) -	Sonidos normales en la vivienda
50dB(A) -	Conversaciones
60dB(A) -	Ruido de Oficina
70dB(A) -	Ruido de camión a 5m.
80dB(A) -	Ruido de tráfico intenso
90dB(A) -	Máquinas, claxon
100dB(A) -	Avión a 100m.
120dB(A) -	Turbina avión a corta distancia
>120dB(A) -	Daños en el cerebro humano

Nota: Cada aumento de 10dB el oído lo percibe como duplicar el ruido. Igualmente cada disminución de 10dB el oído lo percibe como disminuir a la mitad del ruido anterior.

Importancia del aislamiento de la ventana en el aislamiento global de la fachada

El elemento más débil a efectos de aislamiento acústico en una fachada es la ventana siendo fundamental el cuidar todos los detalles técnicos y de diseño para favorecer y aumentar el grado de atenuación acústica máximo que se pueda conseguir con los cerramientos.

La mejora que se obtiene en el aislamiento global respecto al de la ventana depende casi exclusivamente del porcentaje de huecos de la fachada, variando entre 0,5dB para un 90% de huecos hasta 10dB para un 10% de huecos en fachada (ver gráfica 10 en pág. 16 para más información).

Para mejorar el aislamiento global de la fachada hay que incidir fundamentalmente en el aislamiento de la ventana. Influyen de manera determinante el grado de estanqueidad, el material del que estén fabricados los perfiles de las ventanas, el número de puntos de cierre, del material de sellado y del acristalamiento. Estas características de las ventanas pueden tener variaciones del orden de 20 db. A favor de una mejora del aislamiento general de una fachada .

Se observa como la mejora en el aislamiento global sobre el de la ventana está limitada por el porcentaje de huecos. Así la mejora de 10dB sólo se consigue con un porcentaje de huecos menor o igual al 10%. Con un porcentaje de huecos del 50%, por ejemplo, sólo se puede alcanzar un aislamiento global 3dB superior al de la ventana.

En edificación es habitual partir de un determinado porcentaje de huecos en fachada y con ello decidir el tipo de carpintería y su aislamiento acústico mínimo.

Características acústicas de ventanas de PVC

Como antes se ha expuesto, en general, en una fachada, la carpintería presenta un aislamiento acústico más bajo que cualquier fábrica, debido fundamentalmente a su menor masa, la presencia de partes móviles y la dificultad del perfecto sellado de sus componentes, perfiles entre sí, acristalamientos, ...

El **PVC** como material componente de perfiles de carpintería, por sus propiedades termoplásticas permite ensamblar sus elementos mediante soldadura y sin mediar otro tipo de material, y por su elasticidad, así como por la naturaleza de los elastómeros utilizados como sellantes, confiere a la carpintería dos características de suma importancia en aislamiento acústico, a saber:

- Elevado grado de estanqueidad
- Bajo índice de vibraciones

Evidentemente, todo ello exige un riguroso control tanto en el proceso de fabricación y ensamblaje de perfiles como en el montaje de las ventanas.

Aislamiento Acústico

Depende de...

- Correcta elaboración
- Acristalamiento adecuado al ruido
- Correcto montaje en obra

Aislamiento Acústico
en función del tipo de ventana

- Ventana de PVC vidrio 4/12/4: **32dB**
- Ventana acústica de PVC vidrio 6 y 4+4: **45dB**

Requerimientos básicos de acústica (CTE)
Códigos Técnicos de la Edificación

Esta normativa (CTE), que está previsto que se apruebe próximamente, regula aspectos generales de la edificación y dedica un capítulo especial al control acústico y a los niveles de aislamiento.

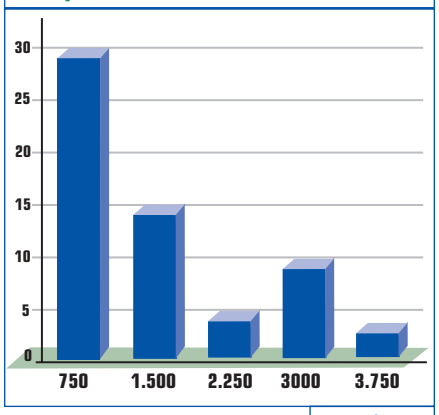
El nuevo CTE exigirá previsiblemente unos niveles de aislamiento en fachadas excesivamente bajos entre:

Decibelios	Ruido
30dB(A) -	Para el ruido del tráfico
32dB(A) -	para el ruido de aviación o tren
50dB(A) -	Para elementos verticales entre vecinos

AISLAMIENTO ACÚSTICO DE LA CARPINTERÍA DE PVC:

NOCIONES DE ACÚSTICA

Espectro de una nota musical



Gráfica 1

El sonido es una sensación auditiva originada por una onda de presión (onda acústica) caracterizada por:

- Su **nivel sonoro**, expresado en decibelios (dB)
- Su **frecuencia**, expresada en hercios (Hz)

El nivel sonoro indica la mayor o menor intensidad del sonido. El oído humano percibe entre O dB (umbral de audibilidad) y 130 dB (umbral de dolor)

La frecuencia permite distinguir entre sonidos graves y agudos. El oído humano percibe las frecuencias comprendidas en 20 Hz y 20.000 Hz.

Los sonidos que oímos habitualmente (desde el emitido por una orquesta sinfónica hasta el ruido de tráfico) contienen una banda muy amplia de frecuencias, de modo que a cada una de ellas le corresponde un nivel. La representación del nivel de un sonido en función de su frecuencia constituye el **espectro del sonido** en cuestión. En los *gráficos 1 y 2* se observa el espectro de los sonidos diferentes

El nivel sonoro se mide en decibelios (dB) unidad física obtenida a partir de la relación existente entre la intensidad sonora medida y la intensidad más pequeña que el oído pueda percibir (umbral de audición).

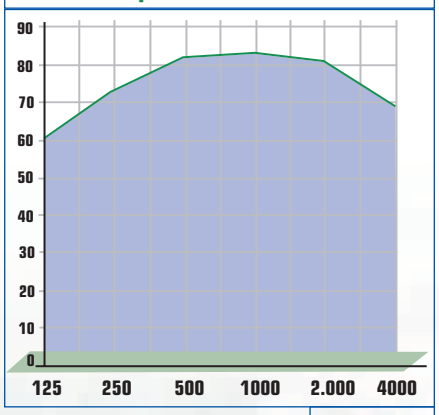
Si la intensidad medida es I_o(W/m²) y la mínima audible es 10(W/m²), la relación antes mencionada expresada en dB es:

$$L(dB)=10 \log I / I_o$$

siendo esta expresión logarítmica ya que la sensación auditiva producida por un sonido de intensidad es proporcional al logaritmo del estímulo.

Esta relación logarítmica es esencial para poder entender que no siempre es fácil aislar ruidos de alta intensidad.

Espectro de ruido



Gráfica 2

Para tratar de aclarar el significado físico de esta escala en dB hay que tener en cuenta que nuestro oído es capaz de percibir una intensidad mínima, $Io = 10^{-12} W/m^2$ y es capaz de soportar intensidades hasta del orden de IOW/M^2. Por tanto, puede percibir intensidades tales que la más alta es 10^{13} veces la más baja. Sin embargo somos incapaces de distinguir 10^{13} sensaciones auditivas distintas, por lo que se trata de buscar una escala más práctica.

Para hacernos una idea de la magnitud de estas relaciones, veamos un ejemplo que puede constituir una analogía del fenómeno que nos ocupa. Imaginemos una balanza que pudiera pesar miligramos (10^{-3} g).

Una relación de 10^{13} veces mayor supondría que la misma balanza pudiera pesar 10.000 Toneladas, con lo que el rango de pesada de ésta sería de 1mg a 10.000 Toneladas, lo que es prácticamente imposible.

Así, para tratar de reducir el número de intervalos de esta escala, haciéndola más práctica, se introduce el Belio (B). Entre dos niveles sonoros existe la diferencia de un Belio cuando la relación entre sus respectivas intensidades es 10.

De este modo:

$$1 \text{ Belio} = \log 10I / I = 1$$

Esta unidad aplicada a nuestro caso daría una escala de trece intervalos o Belios ya que:

$$\text{Escala (Bel)} = \log 10^{13} \times I_o / I_o = 13 \text{ Belios}$$

y como el Belio resulta demasiado grande se divide cada uno de ellos en 10 partes o decibelios (dB), con lo que la escala queda:

$$\text{Escala en dB} = 10 \log 10^{13} \times I_o / I_o = 130(dB)$$

Teniendo en cuenta la relación (1) la composición de niveles originados por dos fuentes idénticas (de la misma intensidad I) es:

$$L_T = 10 \text{ Log } 2I / I_o = 10 \log I / I_o + lOlog\ 2$$

que, aproximadamente, resulta

$$L_{TOTAL} = L+3dB$$

Es decir, al doblar la intensidad o la potencia de una fuente, el nivel aumenta en 3 dB.

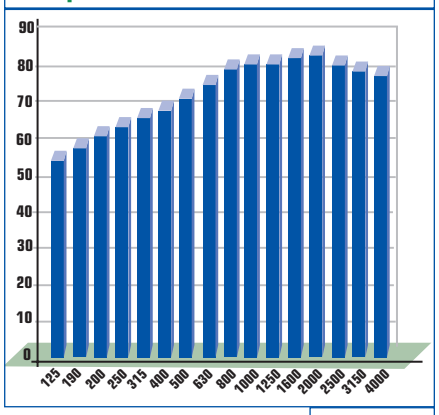
La **frecuencia** es la característica del sonido que da la sensación de tono.

Entre los 20 a 20.000 Hz percibidos por el oído humano las frecuencias inferiores a 350 Hz dan la sensación de los graves, mientras que por encima de 1400 Hz se obtiene la de los agudos.

El oído humano no presenta la misma sensibilidad a todas las frecuencias. El intervalo de máxima sensibilidad del oído se sitúa entre 2000-5000 Hz. Por encima del mismo se pierde sensación auditiva muy rápidamente. En bajas frecuencias la pérdida de sensibilidad es menos brusca realizándose más progresivamente.

En principio, los cerramientos y diversos materiales no aíslan ni absorben del mismo modo en todas las frecuencias. **En general se aíslan y absorben mejor las frecuencias altas que las bajas** y por tanto perduran más los sonidos graves, compensándose este hecho con la menor sensibilidad del oído a las mismas.

Espectro en tercios de octava



Gráfica 3

El espectro en frecuencias se suele dividir en bandas de octavas (intervalos limitados por una frecuencia y el doble de la misma) siendo las utilizadas en Edificación las que tienen como centros de sus respectivas octavas las frecuencias de125, 250, 500, 1000, 2000 y 4000 Hz.

Las dos primeras corresponden a frecuencias graves, las de 500 y 1000 a medias y las de 2000 y 4000 a altas.

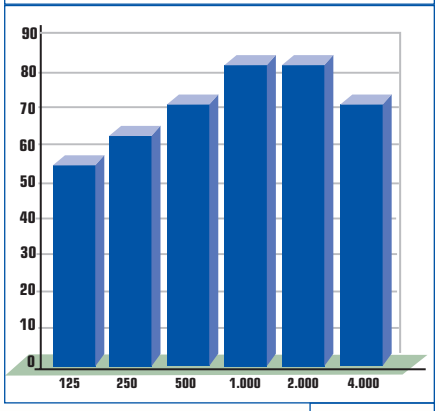
Cuando interesa precisar más en el espectro, éste se suele dividir en tercios de octavas, que se obtiene dividiendo cada octava en tres. *(gráficas 3 y 4)*

En Acústica Arquitectónica, a excepción de casos singulares (salas de conciertos, conservatorios, etc.) las muy bajas frecuencias (por debajo de 80 dB) no se estudian porque el oído ya se protege de ellas. Del mismo modo, las frecuencias altas (por encima de 8 Khz) no se estudian porque los cerramientos las aíslan con facilidad.

El dB(A)

Tal como hemos visto, el dB compara dos energías y por tanto es una unidad física de medida del ruido.

Espectro en octavas



Gráfica 4

La medida del ruido se realiza en bandas de frecuencia lo que da como resultado un **espectro.** Componiendo los niveles de cada una de las bandas del espectro se obtiene el **nivel global del ruido.**

Ahora bien, como para un mismo nivel de intensidad en dB el oído percibe peor las frecuencias bajas que las frecuencias medias y altas se hace necesario introducir **una unidad fisiológica de medida del ruido** que pondere el nivel en cada banda de frecuencias de acuerdo con la diferente sensibilidad del oído en las mismas.

Esta unidad es el dB(A) que se obtiene a partir del nivel en dB sumando a éste el incremento de ponderación que se da en la siguiente tabla.

100	125	160	200	250	315	400	500	638	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000
-19,1	-16,1	-13,4	-10,9	-8,6	-6,6	-4,8	-3,2	-1	-0,8	0	0,6	1	1,2	1,3	1,2	1	0,5

Esta ponderación corresponde, aproximadamente, al incremento de nivel necesario a una determinada frecuencia para tener la misma sensación auditiva que a 1000 Hz.

Esta unidad fisiológica dB(A) permite dar el nivel global de un ruido por una sola cifra, que se aproxima más a la sensación auditiva que el expresado en dB.

En dB(A) se suele dar el nivel sonoro emitido o recibido en un recinto e incluso (algunas normativas así lo contemplan) el valor del aislamiento entre dos locales.

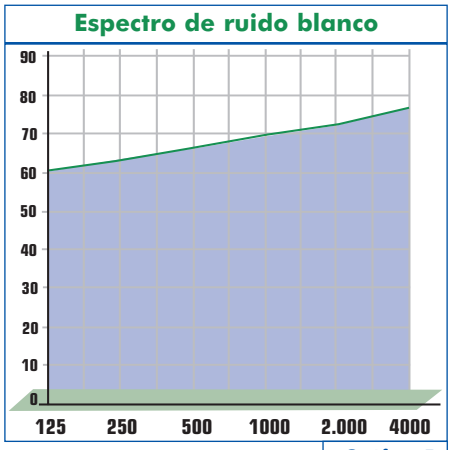
En Acústica se suelen utilizar **espectros normalizados de ruido** que se toman como referencia para las medidas.

- **Ruido blanco** que presenta un espectro cuyo nivel aumenta 3 dB cada vez que se duplica la frecuencia.
- **Ruido rosa** que presenta un espectro cuyo nivel es constante para todas las frecuencias. Suele servir de referencia para ruidos originados en el interior de edificios y tráfico aéreo.
- **Ruido de tráfico** que presenta un espectro cuya variación de niveles respecto a la banda de octava centrada en 1000 Hz es la siguiente

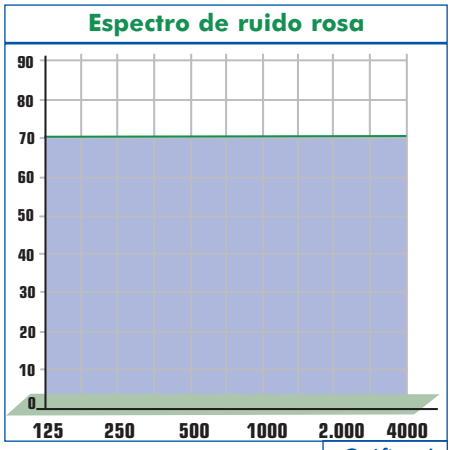
125	250	500	1000	2000	4000
+6	+5	+1	0	-2	-8

Este espectro se suele utilizar de referencia para el ruido de tráfico de carreteras y vías férreas. *(gráficas 5, 6 y 7)*

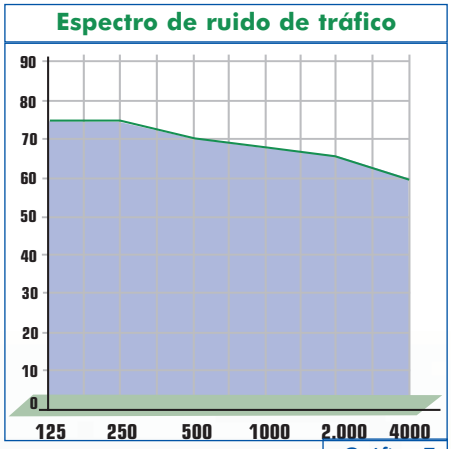
Ejemplar con distintos niveles de ruido aéreo y su efecto sobre el oído humano



Gráfica 5

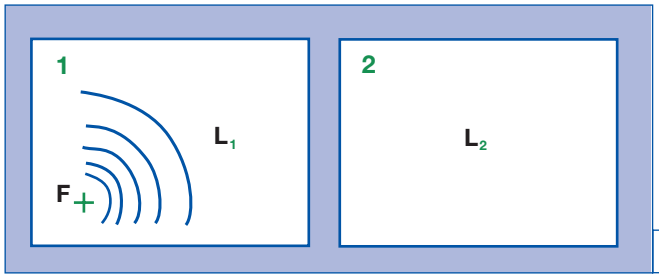


Gráfica 6



Gráfica 7

Aislamiento Acústico a ruido aéreo



Gráfica 8

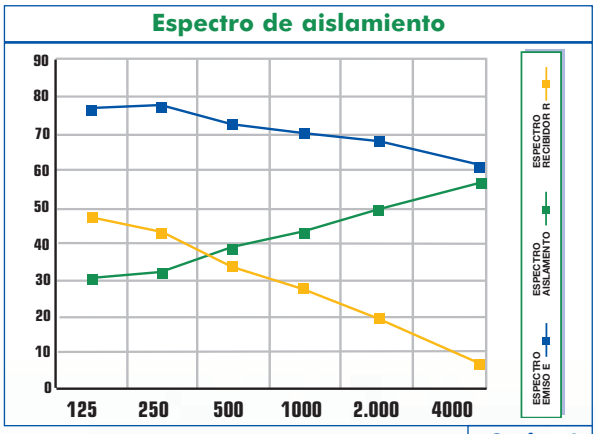
Dados dos locales, 1 y 2, separados por un cerramiento c, si en el local 1 se emite un sonido de espectro E y en el local 2 se recibe ese ruido con un espectro R, la diferencia entre el espectro emisor y el espectro receptor da el **espectro de aislamiento acústico bruto** de ese cerramiento c.

Se denomina aislamiento acústico bruto porque incluye en el mismo las transmisiones indirectas y no sólo las transmitidas por c.*(Gráficas 8 y 9)*

Este aislamiento acústico se representa en la NBE-CA-88 por la letra D y se puede expresar en dBA mediante un solo número como diferencia entre los niveles globales en el emisor y en el receptor, de modo que:

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

siendo L_1 el nivel global en dBA en el local emisor y L_2 el nivel global en dBA en el local receptor.



Gráfica 9

Ahora bien, puesto que elementos constructivos idénticos situados en distintas condiciones y/o procedimientos de medida, pueden dar aislamientos acústicos brutos distintos, las condiciones de las medidas se establecen en las correspondientes Normas. Así, la ISO-143-3 del año 1995, especifica el procedimiento de medición en laboratorio del aislamiento acústico a ruido aéreo de los elementos constructivos. De acuerdo con este procedimiento se obtiene el espectro de aislamiento acústico normalizado, R, del elemento ensayado.

Conocido el valor del aislamiento acústico normalizado, R, de un elemento constructivo se puede prever el aislamiento acústico bruto entre locales separados por el citado elemento, mediante la expresión:

$$D = R + 10 \log A/S$$

dónde A es la absorción del local receptor y S la superficie de separación entre locales.

La expresión de este espectro mediante un valor global de aislamiento es el objetivo de la EN-ISO-717 del año 1996 que trata de normalizar un método por el que "la dependencia frecuencial del aislamiento a ruido aéreo se convierta en un solo número que caracterice las propiedades acústicas del elemento

En esta Norma se define **el índice ponderado de reducción sonora, Rw,** como el valor en dB, a 500 Hz de una curva de referencia, una vez ajustada a los valores experimentales de acuerdo con el procedimiento establecido en la citada Norma.

La expresión final de este índice Rw, se acompaña con dos valores entre paréntesis y separados entre ellos por un punto y coma que representan las correcciones a realizar en el índice de aislamiento según que el espectro emitido sea rosa o de tráfico,

$$R_W\,(C_A, C_{Tr})$$

Indicando (C_A) y (C_{Tr}) los incrementos a sumar a R_W en el caso en que se quiera obtener el resultado del aislamiento a ruido rosa en dBA (que coincide, aproximadamente con los valores de la NBE-CA-88) o a ruido de tráfico.

Para el caso de las carpinterías la diferencia entre ambos índices es del orden de 2-3 dB siempre a favor del R. El resultado más desfavorable lo da índice de reducción sonora corregido para el ruido de tráfico.

AISLAMIENTO DE FACHADAS

La fachada es, en general, un cerramiento constituido por una parte de superficie ciega, S_c y una parte de superficie hueca S_h (carpintería), con aislamiento acústicos muy diferentes y por tanto el aislamiento de la misma debe de darse mediante un índice global.

A partir de los respectivos índices de reducción sonora R_{wc} y R_{wh} se obtiene el índice reducción sonora global de la fachada R_{WG} mediante la expresión:

$$R_{WG} = 10\log \frac{S_c + S_b}{S_c \cdot 10^{-Rwe/10} + S_b \cdot 10^{-Rwb/10}}$$

Importancia del aislamiento de la ventana en el aislamiento global de la fachada

De la expresión anterior para el aislamiento global de un cerramiento y dada la composición logarítmica de los aislamientos de las diversas partes, se observa la gran importancia del aislamiento acústico específico del elemento más débil que, en el caso del aislamiento global de una fachada, **es la ventana.**

Considerando que las fachadas están constituidas por dos partes con aislamientos acústicos específicos bien diferenciados (al menos 10 dB de diferencia entre sus aislamientos) **el aislamiento global de una fachada depende casi exclusivamente del aislamiento de sus ventanas.** En la práctica el aislamiento global de una fachada, no suele superar en más de 7 dB al aislamiento de su ventana. De ahí la importancia de cuidar el aislamiento de ésta.

La mejora que se obtiene en el aislamiento global respecto al de la ventana depende casi exclusivamente del porcentaje de huecos de la fachada, variando entre 0,5 dB para un 90% de huecos hasta 10 dB para un 10% de huecos en fachada.

Para mejorar e! aislamiento global de una fachada no se puede incidir prácticamente más que en el aislamiento de la ventana. Los cambios en el aislamiento de ventanas, en función de su grado de permeabilidad al aire, del material en que están realizadas las mismas, del número de puntos de cierre, del material de sellado y del acristalamiento, pueden originar variaciones de aislamiento del orden de 20 dB.

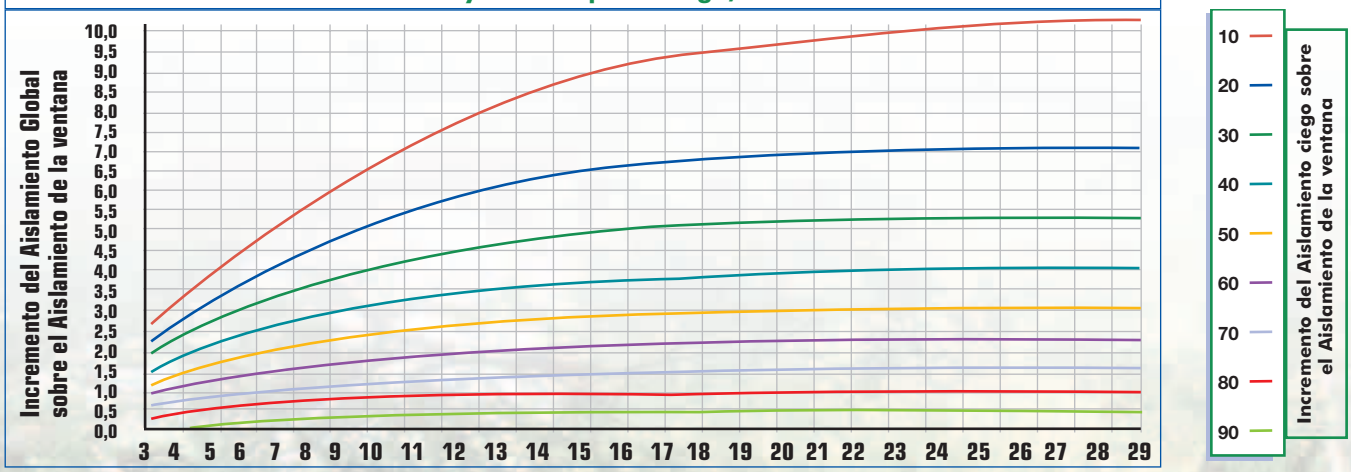
Cualquier aumento en el aislamiento acústico específico de la ventana se traduce en el mismo aumento en el aislamiento global, **por lo tanto puede llegar a mejorarse del orden de 20 dB el aislamiento global de una fachada eligiendo adecuadamente la ventana.**

En general, mejorar el aislamiento de la parte ciega de la fachada no tiene repercusión alguna en la mejora del aislamiento global de la fachada. Cambiar el porcentaje de huecos, cosa que no siempre es factible pues depende de otros criterios en el proyecto, puede mejorar del orden de 2-3 dB el aislamiento global, a base de dividir por dos o tres la superficie de ventanas.

En la gráfica siguiente se representa la influencia del aislamiento de las ventanas y del porcentaje de huecos de una fachada en su aislamiento global. *(Gráfica 10)*

Gráfica 10

Relación entre el aislamiento global, el aislamiento de la ventana y el de la parte ciega, en función de % de huecos



En ella se da el **incremento del aislamiento global sobre el aislamiento de la ventana** (parte más débil), en función del **porcentaje de huecos** y del **incremento del aislamiento de la parte ciega sobre el de la ventana.** Se observa como **la mejora en el aislamiento global sobre el de la ventana está limitada por el porcentaje de huecos.** Así la mejora de 10 dB sólo se consigue con un porcentaje de huecos menor o igual al 10%. Con un porcentaje de huecos del 50%, por ejemplo, sólo se puede alcanzar un aislamiento global 3 dB superior al de la ventana.

En edificación es habitual partir de un determinado porcentaje de huecos en fachada y con ello decidir el tipo de carpintería y su aislamiento acústico mínimo. La siguiente tabla facilita el aislamiento acústico específico mínimo de la carpintería para que, en función del porcentaje de huecos, se obtenga un aislamiento global mínimo de 30 dB (cumplimiento de la NBE-CA-88)

% de huecos en fachada	máx. mejora en el global	R_{wb} (mín.)	R_{we}(mín.)	R_{wG}
10	10	20	55,9	30
15	8,2	21,8	56,1	30
20	7	23	55,5	30
25	6	24	54,9	30
30	5,2	24,8	52,1	30
35	4,5	25,5	51,7	30
40	4	26	51,3	30
45	3,4	26,6	51,3	30
50	3	27	50,3	30
55	2,6	27,4	50	30
60	2,2	27,8	49,7	30
65	1,8	28,2	48,6	30
70	1,5	28,5	48,4	30
75	1,2	28,8	47,5	30
80	0,9	29,1	46,6	30
85	0,7	29,3	46,2	30
90	0,5	29,5	45,7	30

Aislamiento acústico de ventanas

La Norma Básica de la Edificación sobre Condiciones Acústicas en los edificios NBE-CA-88 en su Anexo 3 sobre aislamientos acústicos de los elementos constructivos fija que los valores de aislamiento proporcionados por las ventanas se determinarán mediante ensayo No obstante y en ausencia de ensayos la determinación del aislamiento acústico se realizará en función del tipo de acristalamiento y de la clase de carpintería (según la clasificación de la Norma Básica de la Edificación sobre Condiciones Térmicas en los edificios NBE-CT-79) de acuerdo a las siguientes expresiones:

Ventanas simples	Sin clasificar	Cualquier acristalamiento	12dBA
	Tipo A-1	Cualquier acristalamiento	≤ 15 dBA
	Tipo A-2	Cristal simple[1]	R=13,3 Log e + 14,5 dBA
		Cristal doble[1]	R=13,3 Log e + 14,5 dBA
		Cristal laminar[1]	R=13,3 Log e + 17,5 dBA
	Tipo A-3	Cristal simple[1]	R=13,3 Log e + 19,5 dBA
		Cristal doble[1]	R=13,3 Log e + 19,5 dBA
		Cristal laminar[1]	R=13,3 Log e + 22,5 dBA
Ventanas dobles	Determinación del aislamiento mediante ensayos.		

(1) Donde e es el espesor del acristalamiento simple, la media de los espesores si es doble con cámara de aire menor de 15 mm, y la suma de espesores si es doble con cámara mayor de 15 mm ó espesor total de acristalamiento en laminares

De las expresiones anteriores se observa que la valoración que la Norma realiza del grado de permeabilidad el aire de las carpinterías en el aislamiento acústico es entre 5-8 dB según el cambio sea del tipo A-2 a A-3 ó de A-I a A-2, respectivamente. El cambio de acristalamiento simple a doble mejora el aislamiento, sólo si la cámara de aire entre hojas es mayor de 15 mm sumando los espesores del vidrio de ambas hojas, en caso contrario sólo se cuantifica una hoja de espesor medio. El cambio de acristalamiento doble a laminar mejora el aislamiento en 3dB.

Características acústicas de ventanas de PVC

Como antes se ha expuesto, en general, en una fachada, la carpintería presenta un aislamiento acústico más bajo que cualquier fábrica, debido fundamentalmente a su menor masa, la presencia de partes móviles y la dificultad del perfecto sellado de sus componentes, perfiles entre sí, acristalamientos...

El PVC como material componente de perfiles de carpintería, por sus propiedades termoplásticas permite ensamblar sus elementos mediante soldadura y sin mediar otro tipo de material, y por su bajo módulo elástico (E<32.000 kp/cm^2) en relación con otros materiales empleados para fabricar ventanas, así como por la naturaleza de los elastómeros utilizados como sellantes, confiere a la carpintería dos características de suma importancia en aislamiento acústico, a saber:

- Bajo grado de permeabilidad al aire
- Bajo índice de transmisión de vibraciones

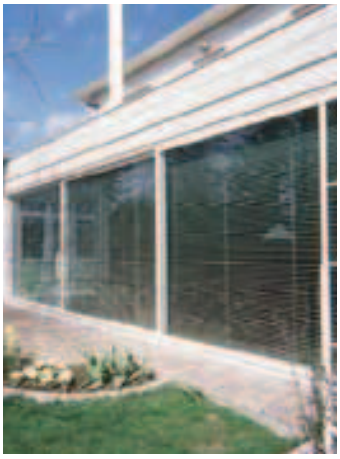
Evidentemente, todo ello exige un riguroso control tanto en el proceso de fabricación y ensamblaje de perfiles como en el montaje de las ventanas.

Aislamiento acústico de ventanas

A continuación se da una relación de resultados de ensayos[2] de diversas carpinterías de PVC con clasificación A-3, para diferentes acristalamientos.

Acristalamiento	Espesor en mm	Carpinterías Simples	Índices de Aislamiento		
			R_W(3)	R_A(4)	$R_{A,Tr}$(5)
Sencillo	4 mm	Abatible (2 hojas)	32 dB	30 dB	27 dB
	8 mm	Corredera (2 hojas)	25 dB	24 dB	23 dB
		Abatible (2 hojas)	36 dB	34 dB	32 dB
		Abatible (1 hoja)	34 dB	32 dB	31 dB
		Abatible (2 hojas)	34 dB	33 dB	30dB
Doble (con cámara de 12 mm)	4/12/4	Corredera (2 hojas)	30 dB	28 dB	26 dB
		Corredera (2 hojas)	25 dB	24 dB	23 dB
		Abatible (2 hojas)	34 dB	31 dB	28 dB
		Abatible (2 hojas)	35 dB	32 dB	29 dB
		Abatible (1 hoja)	33 dB	31 dB	28 dB
	4/12/6	Abatible (2 hojas)	35 dB	33 dB	30 dB
	5/12/6	Abatible (2 hojas)	35 dB	32 dB	29 dB
Doble con hojas laminares	3+3/12/4	Abatible (2 hojas)	36 dB	33 dB	30 dB
	4+4/12/6	Abatible (2 hojas)	36 dB	34 dB	31 dB
	4*4/12/4[9]	Abatible (2 hojas)	37 dB	34 dB	31 dB

Acristalamiento	Espesor en mm	Carpinterías Simples	Índices de Aislamiento		
			R_W(3)	R_A(4)	$R_{A,Tr}$(5)
Doble con gas en la cámara	4/12gas/4	Abatible (2 hojas)	34 dB	32 dB	28 dB
	4/12gas/6	Abatible (2 hojas)	36 dB	33 dB	30 dB
	3+3/12gas/4	Abatible (2 hojas)	36 dB	34 dB	30 dB
	4+4/12gas/6	Abatible (2 hojas)	36 dB	34 dB	31 dB
	5/12gas/6	Abatible (2 hojas)	35 dB	33 dB	30 dB
	4*4/12/49	Abatible (2 hojas)	36 dB	34 dB	31 dB
	4*4/12/4*69	Abatible (2 hojas)	37 dB	35 dB	32 dB



Acristalamiento	Espesor en mm	Carpinterías Simples	Índices de Aislamiento		
			R_W(3)	R_A(4)	$R_{A,Tr}$(5)
Laminar	4+4	Abatible (2 hojas)	35 dB	33 dB	31 dB
	5+5	Abatible (2 hojas)	35 dB	34 dB	31 dB
	4+5	Abatible (2 hojas)	35 dB	34 dB	31 dB
	6+6	Corredera (2 hojas)	25 dB	24 dB	24 dB
		Abatible (2 hojas)	36 dB	34 dB	32 dB
		Abatible (2 hojas)	38 dB	36 dB	33 dB
		Abatible (1 hoja)	37 dB	35 dB	33 dB
	4*413	Abatible (2 hojas)	35 dB	34 dB	31 dB
	4*613	Abatible (2 hojas)	36 dB	34 dB	31 dB
	4*5*413	Abatible (2 hojas)	36 dB	35 dB	32 dB

Acristalamiento Hoja interior	Espesor en mm	Carpinterías Simples	Índices de Aislamiento		
			R_W(3)	R_A(4)	$R_{A,Tr}$(5)
Sencillo	4 mm	Abatible / Corredera	38 dB	36 dB	33 dB
Doble (con cámara de 12 mm)	4/12/4	Abatible / Corredera	38 dB	37 dB	33 dB
Laminar	4+4	Abatible / Corredera	38 dB	36 dB	33 dB
	6+6	Abatible / Corredera	38 dB	36 dB	33 dB
	4*4(6)	Abatible / Corredera17	38 dB	37 dB	33 dB
Doble con una hoja laminar	3-3/12gas/4	Abatible / Corredera17	38 dB	36 dB	33 dB

(2) Ensayos realizados en la cámara de transmisión del Laboratorio de Acústico Arquitectónico y del Medio Ambiente de la Universidad Politécnica de Valencia

(3) R_W índice ponderado de reducción sonora según Normas UNE-EN ISO 717-1 R

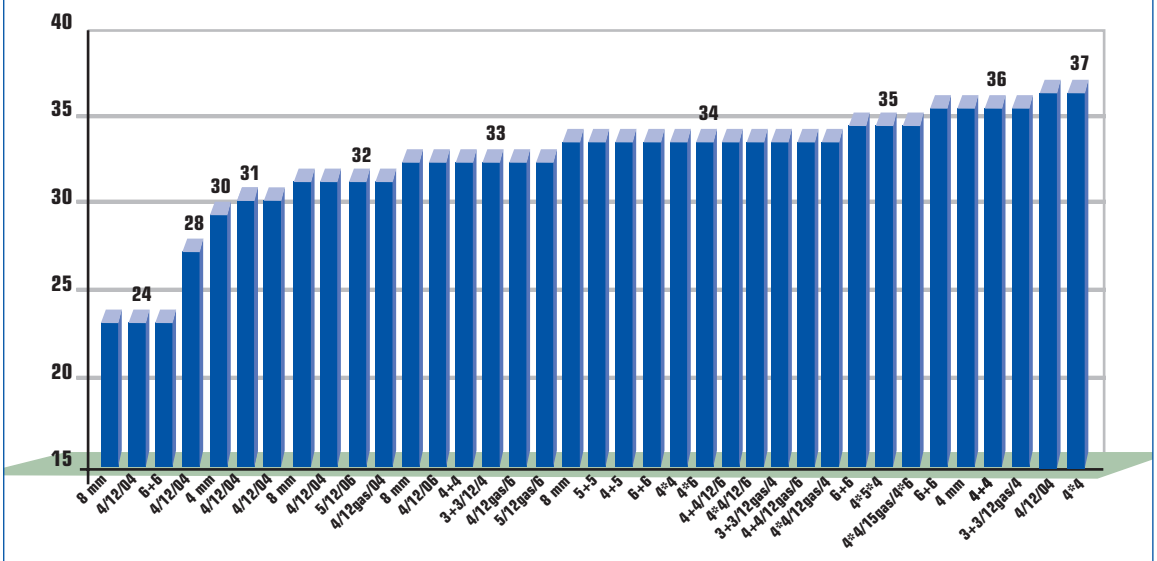
(4) R_A índice de reducción sonora a ruido rosa según Norma UNE-EN ISO 717-1 coincidente con el aislamiento acústico en d BA

(5) $R_{A,TR}$ índice de reducción sonora a ruido de tráfico según Norma UNE-EN-ISO 717-1

(6) Acusticglass

Como resumen de todo ello se presenta en el gráfico siguiente el aislamiento acústico a ruido rosa R_A de las ventanas de PVC ensayadas para los diversos tipos de acristalamiento. *(Gráfica 11)*

Aislamiento Acústico a ruido rosa de las ventanas PVC



Gráfica 11

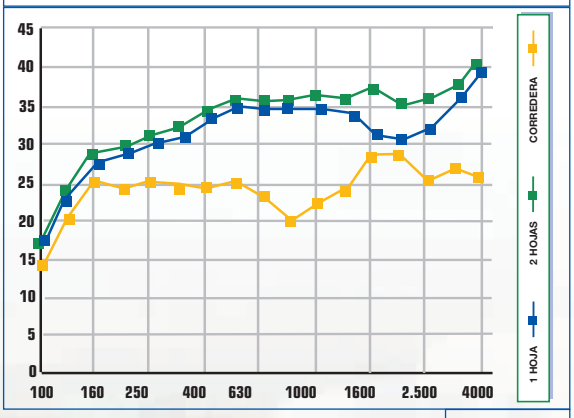
FACTORES QUE INFLUYEN EN EL AISLAMIENTO ACÚSTICO DE UNA VENTA DE PVC

De los anteriores resultados de ensayos de aislamiento acústico de las ventanas de PVC (simples y dobles) se observa que éste puede variar entre 24-38 dBA, **dependiendo fundamentalmente de la permeabilidad al aire de las carpinterías y en menor grado del acristalamiento elegido.**

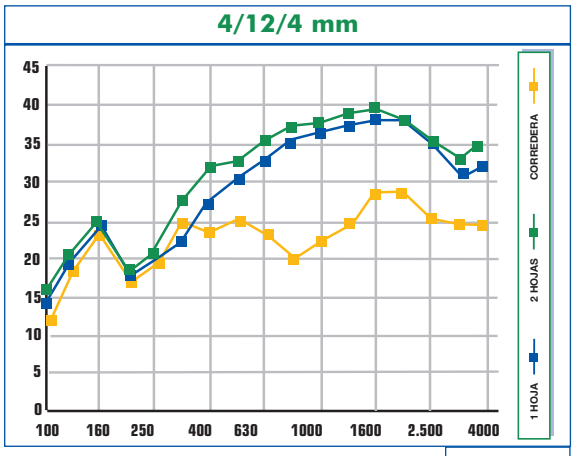
A PERMEABILIDAD AL AIRE

La influencia del grado de permeabilidad al aire puede observarse comparando los espectros de aislamiento acústico de las ventanas correderas y las abatibles u oscilo-batientes, para tres acristalamientos tipo (cristal simple de 8mm, cristal doble 4/12/4 y cristal laminar 6+6) *(Gráficas 12, 13 y 14)*

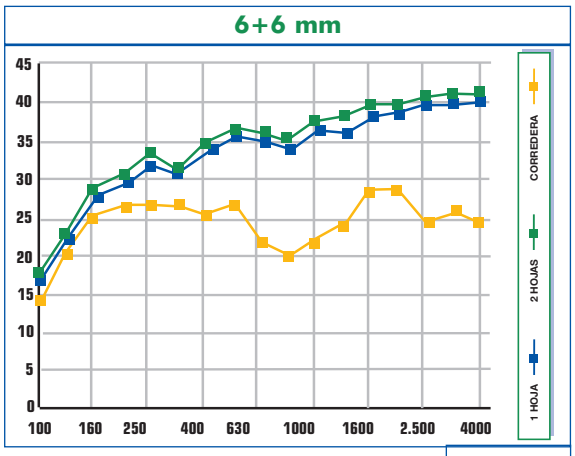
8 mm



Gráfica 12



Gráfica 13

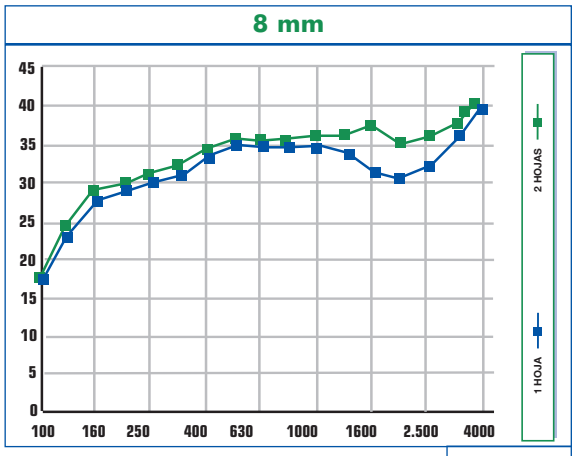


Gráfica 14

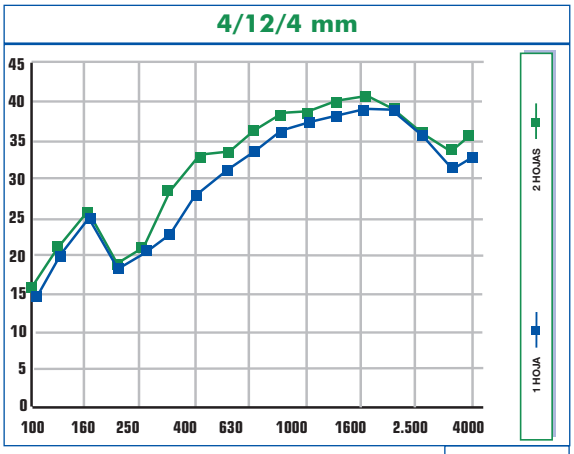
En cualquiera de ellas es significativa la pérdida de aislamiento de la carpintería corredera frente a las abatibles de 1 o dos hojas, fundamentalmente en altas frecuencias, lo cual es debido a la mayor permeabilidad al aire de este tipo de carpintería, por su sistema de cierre.

El grado de hermeticidad que se obtiene con las carpinterías abatibles u oscilo-batientes de PVC puede observarse al comparar los espectros de aislamiento acústico obtenidos para la misma ventana con una o dos hojas.
(Gráficas 15, 16 y 17)

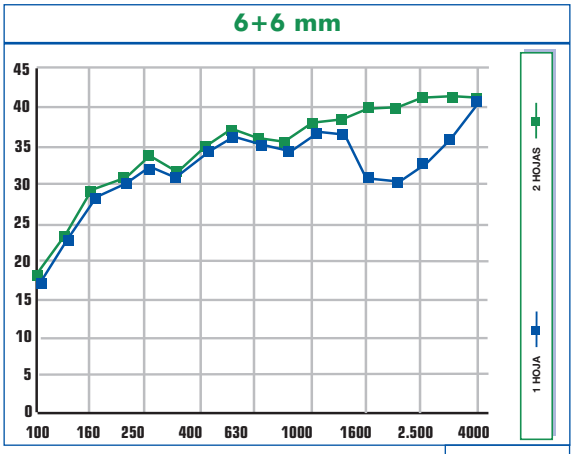
Se aprecia una mejora de aislamiento en la carpintería de dos hojas, aún teniendo mayor número de juntas, lo cual demuestra la baja permeabilidad al aire de las mismas. La mejora de aislamiento, más apreciable cuanto más débil es el aislamiento del cristal, se produce por una disminución de la superficie de acristalamiento, al aumentar en la ventana de dos hojas la superficie relativa de perfil de PVC con respecto a la del vidrio.



Gráfica 15



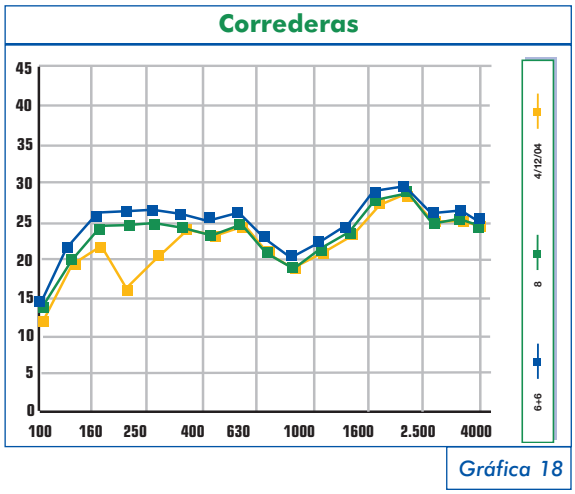
Gráfica 16



Gráfica 17

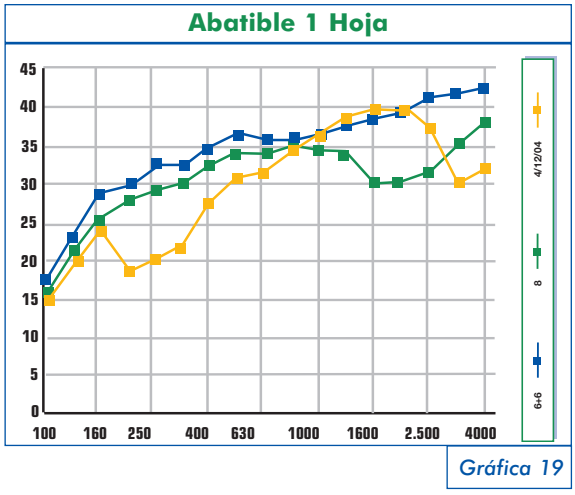
B Acristalamiento

El espectro de aislamiento de la ventana corredera no varía significativamente con el tipo de acristalamiento ya que la transmisión se realiza mayoritariamente, vía directa, a través de las holguras entre hojas y en menor grado a través del cristal.
(Gráficas 18)

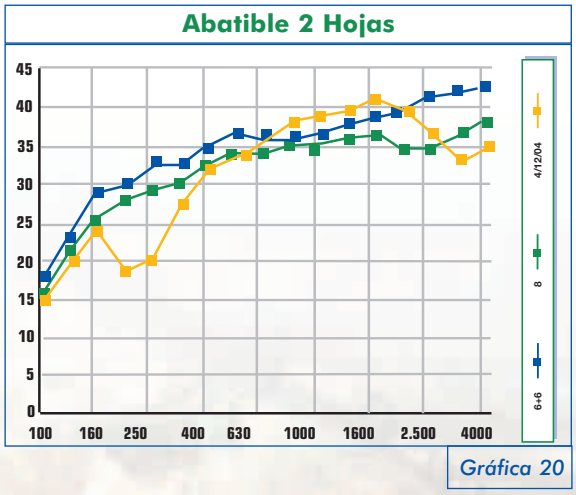


Gráfica 18

En las ventanas abatibles, con menor permeabilidad al aire, la transmisión directa por holguras deja de tener importancia y se realiza fundamentalmente a través del cristal, que juega ahora un papel decisivo en el aislamiento.
(Gráficas 19 y 20)



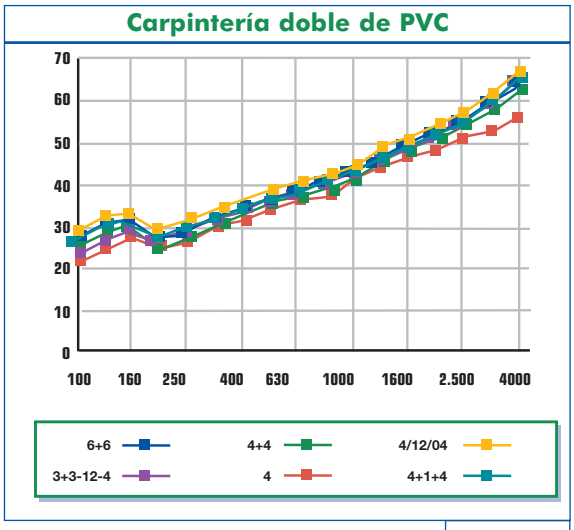
Gráfica 19



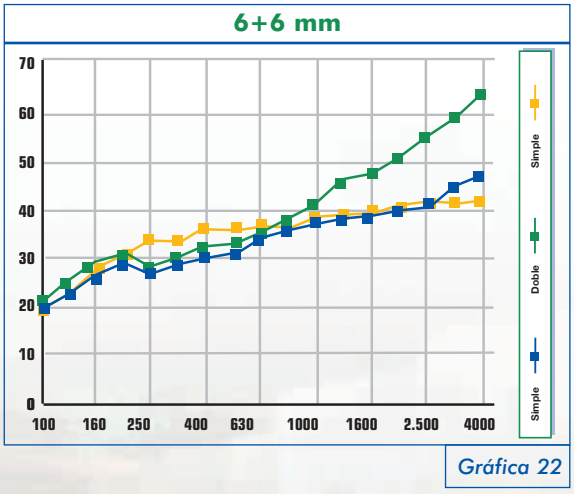
Gráfica 20

El aislamiento acústico de las ventanas dobles de PVC apenas varía con cambios en el acristalamiento de las mismas, debido a su bajísimo nivel de permeabilidad al aire, así como al aumento de la superficie relativa del perfil de PVC.

Finalmente si se comparan los espectros de aislamiento acústico obtenidos para carpinterías simples y dobles de PVC, para un acristalamiento laminar 6+6, se observa cierta mejora en altas frecuencias que sólo se traduce en un incremento del orden de 2 dB, en el índice global de aislamiento a ruido rosa, debido al alto aislamiento obtenido ya con las carpinterías simples, altamente estancas.
(Gráficas 21 y 22)



Gráfica 21



Gráfica 22

cuidamos el medio ambiente

ASOVEN PVC®

ASOCIACIÓN VENTANAS pvc

C/ Mieses, 3-1º Izq. • 28220 Majadahonda • Madrid
Tel. 91 639 84 84 • Fax 91 634 26 01
http://www.asoven.com • e-mail: asoven@asoven.com

EDICIÓN JULIO 2004