



AISLAMIENTO A RUIDO AÉREO DE LAS FACHADAS DE AULAS EN CENTROS ESCOLARES DE LA COMUNIDAD DE MADRID

PACS: 43.55.Rg

César Díaz Sanchidrián; Antonio Pedrero González
Laboratorio de Acústica y Vibraciones Aplicadas a la Edificación, al Medio Ambiente y al Urbanismo. E.T.S. de Arquitectura. Universidad Politécnica de Madrid.
Avda Juan de Herrera 4
28040 Madrid, España.
Tel: 34 913 364 249
Fax: 34 913 366 554
E-mail: jdiaz@aq.upm.es

ABSTRACT

This paper presents the measurements taken of airborne sound insulation of the façades for more than 80 classrooms in different schools throughout the Community of Madrid. These acoustic measurements were carried out in accordance with EN ISO 140-5. The global magnitude was obtained by applying the standar EN ISO 717-1. The results have been analysed according to the ratio between the window area and the total area of the façade, thickness of the glass, the window opening system, etc.

RESUMEN

En éste trabajo se muestran los resultados de las mediciones acústicas del aislamiento a ruido aéreo de las fachadas de más de 80 aulas de 20 centros escolares, localizados en la Comunidad de Madrid. Las mediciones acústicas se han realizado de acuerdo con la Norma UNE EN ISO 140-5. *Medición del aislamiento acústico de edificios y de los elementos de construcción. Parte 5: Mediciones in situ del aislamiento acústico a ruido aéreo de elementos de fachadas y de fachadas.* Las magnitudes globales se han obtenido mediante la aplicación de la Norma UNE EN ISO 717-1. *Evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 1: Aislamiento a ruido aéreo.* Se hace un análisis de los resultados de acuerdo con el factor de hueco, espesor del vidrio, practicabilidad de las ventanas, etc.

INTRODUCCIÓN

En éste trabajo se muestran los resultados de las mediciones acústicas del aislamiento a ruido aéreo de las fachadas de 84 aulas de 20 centros escolares, situados en diferentes localidades de la Comunidad de Madrid, (Madrid, Coslada, San Sebastian de los Reyes, Alcobendas, San Fernando de Henares, Torrejón de Ardoz, Mejorada del Campo, Algete, Fuente el Saz de Jarama, Paracuellos de Jarama, etc). Las mediciones acústicas se han realizado de acuerdo con la Norma UNE EN ISO 140-5. *Medición del aislamiento acústico de edificios y de los elementos de construcción. Parte 5: Mediciones in situ del aislamiento acústico a ruido aéreo de elementos de fachadas y de fachadas.* Las magnitudes globales se han obtenido mediante

la aplicación de la Norma UNE EN ISO 717-1. *Evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 1: Aislamiento a ruido aéreo.*

Como criterio de valoración del aislamiento acústico a ruido aéreo de las fachadas se ha utilizado la diferencia de niveles estandarizada que se define

$$D_{ls,2m,nT} = L_{1,2m} - L_2 + 10 \log \frac{T}{0,5} \text{ dB}$$

donde

$L_{1,2m}$ es el nivel de presión sonora exterior a 2 m frente a la fachada y L_2 es el nivel medio espacio-temporal del nivel de presión sonora en el interior del aula receptora, en dB. T es el tiempo de reverberación del aula, en segundos.

LAS AULAS

La mayoría los centros escolares en los que se ha realizado el estudio han sido construidos en los últimos 25 años. La parte ciega de las fachadas de las aulas está formada, generalmente, por una pared de asta de ladrillo cerámico perforado visto, cámara y tabique. El cerramiento del hueco es mediante ventanas de carpintería de aluminio, con practicabilidad corredera, en la mayoría de los casos, y batiente. En todas las ventanas hay cajón de persiana, colocado en la parte interior del aula. En general las ventanas son muy permeables al aire. En las tablas siguientes se muestran los datos geométricos de las aulas estudiadas, espesores de los vidrios de las ventanas y practicabilidad de las mismas.

Tabla 1. Datos geométricos de las aulas estudiadas

| DATOS GEOMÉTRICOS DE LAS AULAS | | | | | | | |
|--------------------------------|-------------------------|----------|----------|-----------|------------------------------|----------------------------|--------------------|
| | Volumen, m ³ | Largo, m | Ancho, m | Altura, m | Área fachada, m ² | Área hueco, m ² | Factor de hueco, h |
| Media aritmética | 160,39 | 8,35 | 6,41 | 3,01 | 32,66 | 8,91 | 0,31 |
| Desviación típica | 17,58 | 0,76 | 0,60 | 0,13 | 11,48 | 2,40 | 0,13 |
| Valor máyor | 199,00 | 9,30 | 8,75 | 3,33 | 75,00 | 17,90 | 0,65 |
| Valor menor | 114,10 | 6,90 | 5,10 | 2,66 | 16,20 | 5,04 | 0,12 |

Tabla 2. Practicabilidad de las ventans y espesor del vidrio.

| Espesor del vidrio, mm | Nº de fachadas analizadas, según la practicabilidad de las ventanas | |
|------------------------|---|----------|
| | Corredera | Batiente |
| 4 | 34 | 17 |
| 5 | 11 | - |
| 6 | 13 | - |
| 4-6-4 | 2 | - |
| 6-6-6 | 7 | - |
| Total | 67 | 17 |

RESULTADOS OBTENIDOS

Las figuras 1 y 2 muestran los resultados obtenidos en cada ensayo realizado del índice ponderado de reducción sonora aparente R'_w . Este valor se compara con los previstos teóricamente del índice de reducción sonora R_w , de acuerdo con los resultados obtenidos en laboratorio. En los cálculos se han tenido en cuenta para cada fachada las áreas de la parte ciega, ventanas y capialzado. Se llama factor de hueco, h, al cociente entre el área del hueco de la fachada y el área total de la misma.

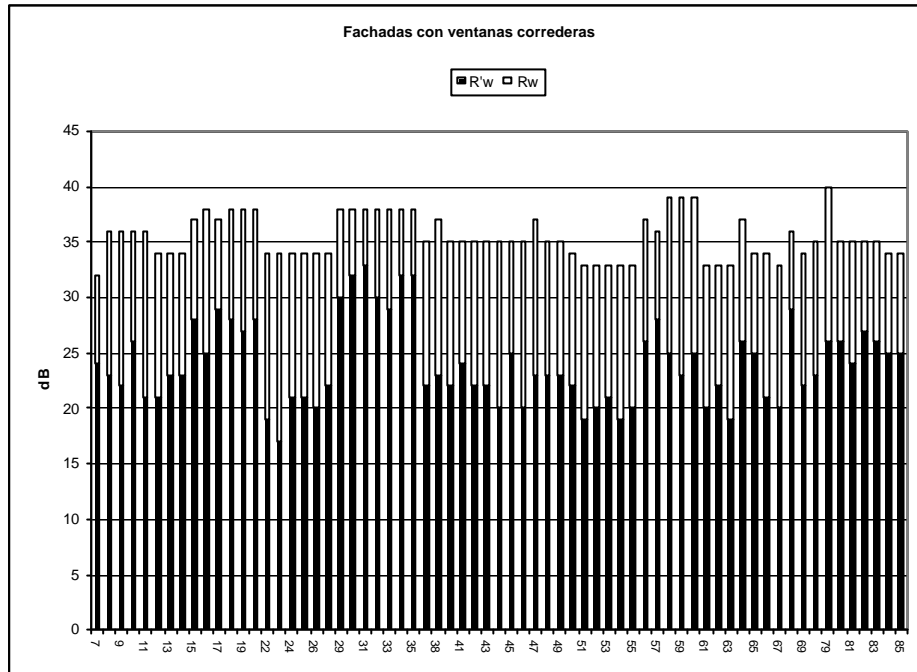


Figura 1. Comparación de los resultados teóricos y los experimentales en el caso de fachadas de aulas con ventanas correderas

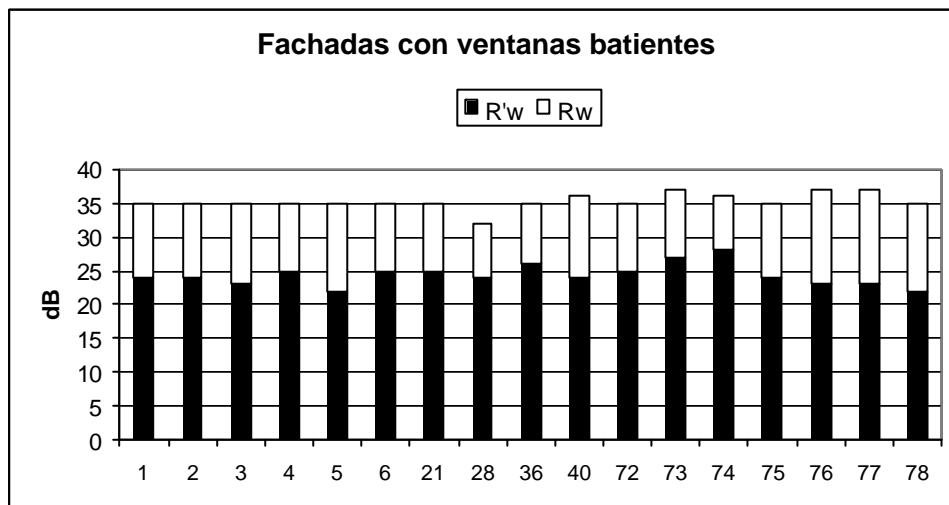


Figura 2. Comparación de los resultados teóricos y los experimentales en el caso de fachadas de aulas con ventanas batientes

A continuación, según la practicabilidad de las ventanas y para cada el espesor del vidrio de las mismas, se representan en las figuras 3, 4, 5, 6 y 7, los resultados obtenidos según el factor de hueco. Se muestran el índice de ponderado de reducción sonora aparente R'_w con su desviación típica y el índice ponderado de reducción sonora R_w .

En la figura 8 se comparan el índice de reducción acústica aparente R' , de fachadas con ventanas batientes y correderas, con vidrio de espesor 4 mm, en un intervalo de factor de hueco $0,25 < h < 0,35$. También se contrastan con el índice de reducción acústica R . En la Tabla 3 se muestran para cada tipo de cerramiento del hueco, y espesor del vidrio, las diferencias entre los valores medios calculados y los medidos.

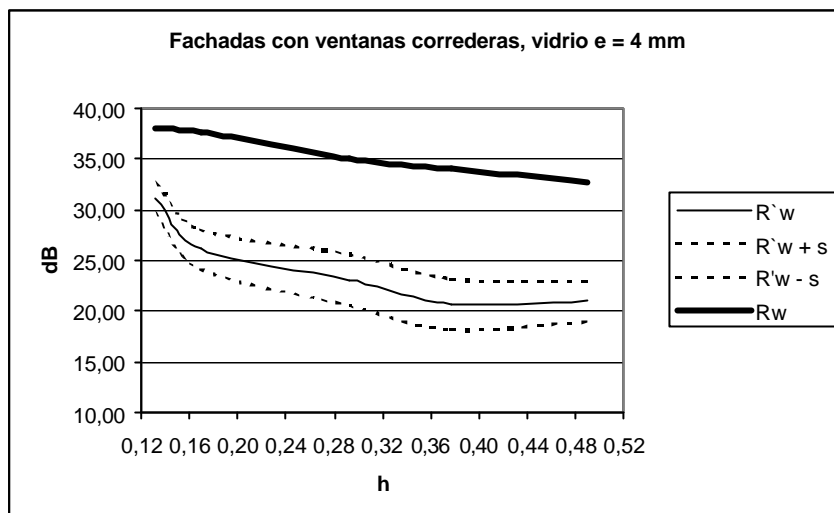


Figura 3. Fachadas con ventanas correderas, carpintería de aluminio y vidrio e = 4 mm

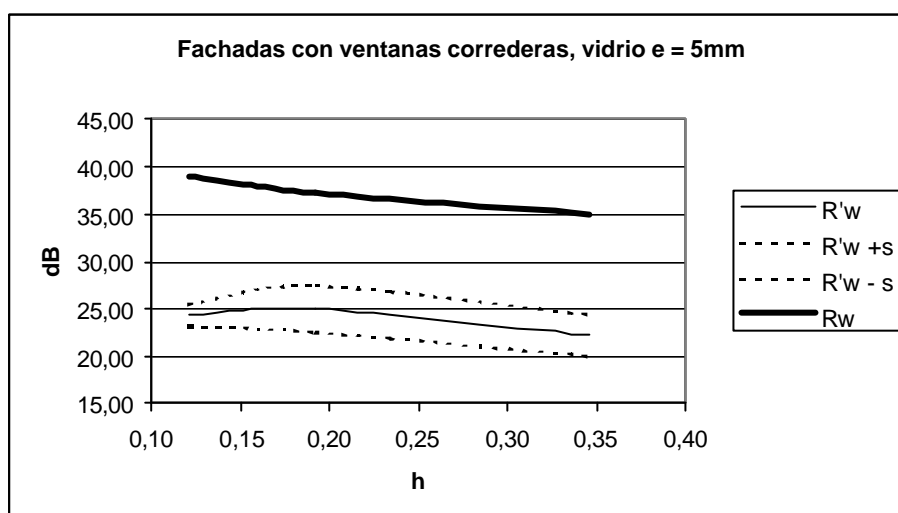


Figura 4. Fachadas con ventanas correderas, carpintería de aluminio y vidrio e = 5 mm

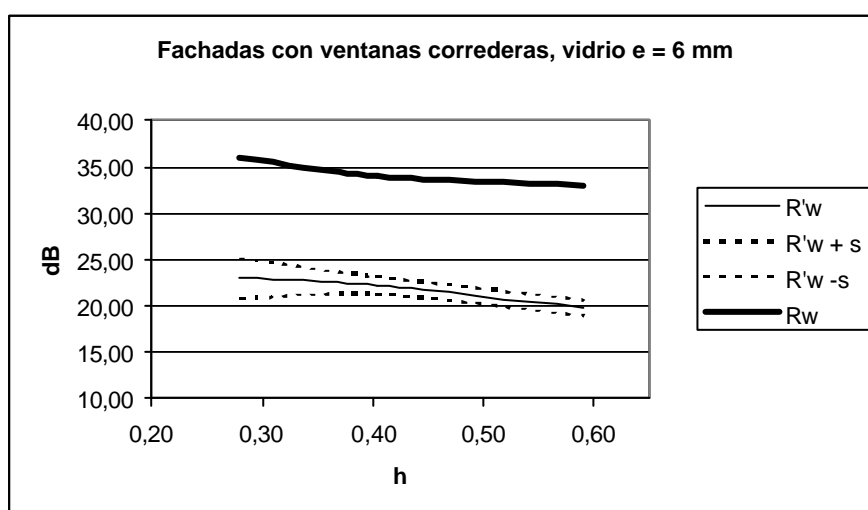


Figura 5. Fachadas con ventanas correderas, carpintería de aluminio y vidrio e = 6 mm

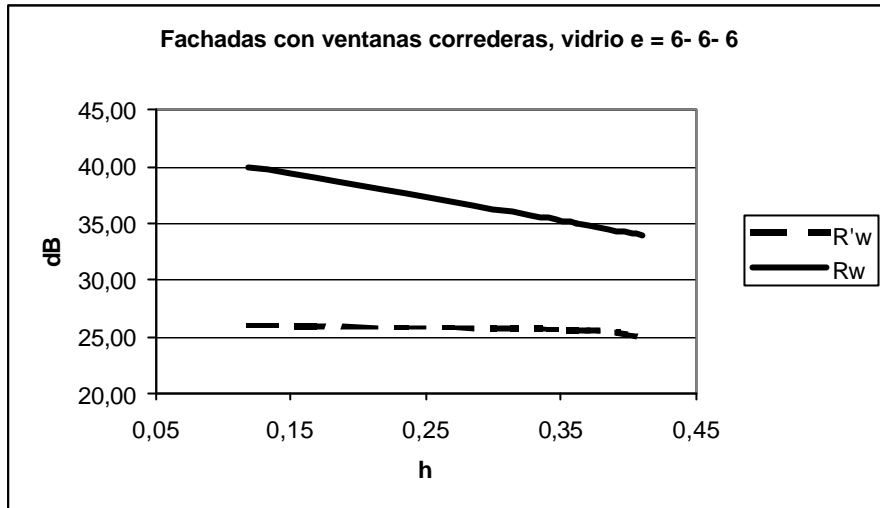


Figura 6. Fachadas con ventanas correderas, carpintería de aluminio y vidrio e = 6-6-6 mm

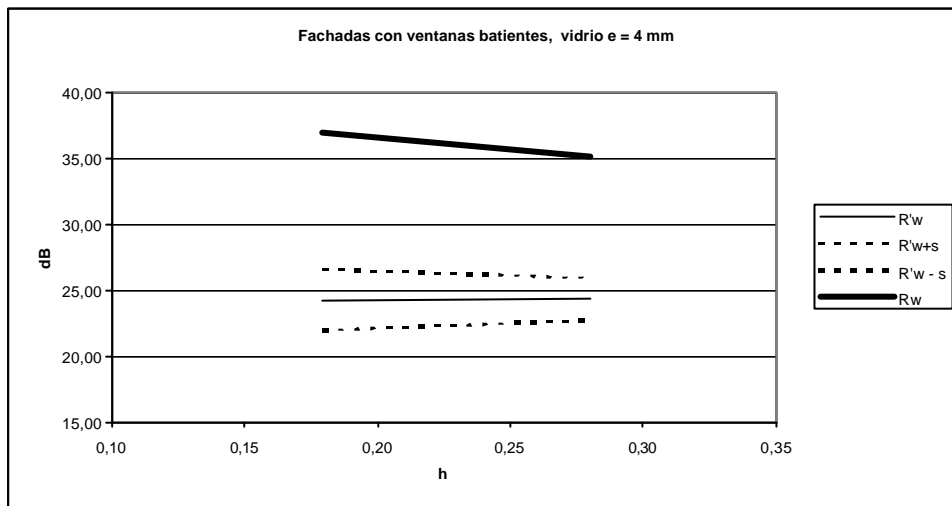


Figura 7. Fachadas con ventanas batientes, carpintería de aluminio y vidrio e = 4 mm

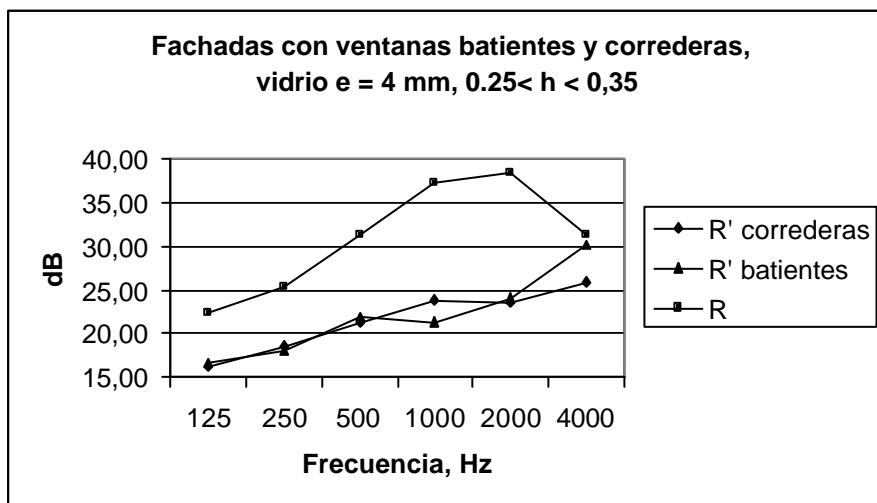


Figura 8. Comparación del índice de reducción acústica aparente de fachadas con ventanas batientes y correderas

Tabla 3. Diferencias entre los valores medios calculados y los medidos

| | Correderas todas | Corredera h = 0,2, esquina | Corredera h > 0,2 | Corredera e = 4 mm | Corredera e = 5 mm | Corredera e = 6 mm | Corredera e = 6-6-6 | Batientes e = 4 mm |
|-------------------|------------------|----------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|
| Nº de muestras | 67 | 20 | 47 | 34 | 11 | 13 | 7 | 17 |
| $R_w - R'_w$, dB | 11,46 | 10,15 | 12,02 | 11,06 | 12,82 | 12,69 | 9,88 | 10,81 |
| Desv. Típica, dB | 2,69 | 3,23 | 2,23 | 2,94 | 2,44 | 1,44 | 1,89 | 1,83 |

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos muestran la gran diferencia que existe entre los valores calculados y los medidos. Esto es debido básicamente a la existencia de un cajón de persiana y unas carpinterías de baja calidad, con una permeabilidad al aire muy alta. En los casos de aulas con ventanas correderas, si el aula está en esquina, las diferencias $R_w - R'_w$ son aproximadamente dos dB inferiores al caso de aulas no esquinadas.

El aislamiento acústico a ruido aéreo de las fachadas de los recintos escolares debe ser el adecuado a los niveles de presión acústica existentes en el exterior de los mismos, de forma que se pueda garantizar que los niveles de inmisión en los recintos escolares sean los adecuados para el desarrollo de la actividad docente en los mismos. De acuerdo con los valores obtenidos, si los centros escolares se encuentran en zonas urbanas consolidadas, los niveles de inmisión de ruido en el aula son elevados para realizar de forma adecuada el proceso de enseñanza. Es necesario que el cerramiento del hueco de las fachadas de las aulas sea diferente al actual y con mayor aislamiento acústico a ruido aéreo.

Para que el proceso de enseñanza se desarrolle de forma adecuada, una condición necesaria es que la inteligibilidad de la palabra en las aulas sea muy buena. En las aulas los niveles sonoros producidos por el ruido ambiental excesivo y los tiempos de reverberación elevados, reducen la inteligibilidad de la palabra. Las malas condiciones acústicas del aula producen falta de atención, disminución en el aprendizaje, irritabilidad, fatiga rápida, problemas de relación, deficiencias auditivas. En resumen, favorecen el fracaso escolar, con su importante coste social y económico.

Las buenas condiciones acústicas en el aula ayudan a mejorar la comunicación, disminuyen la fatiga de alumnos y profesores, aumenta la participación y la atención. En resumen, ayudan a disminuir el fracaso escolar y el coste social y económico del mismo. Una inversión económica bien planificada para dotar a los locales de los edificios escolares de unas condiciones acústicas adecuadas, tiene a medio y largo plazo unos costes inferiores a los del fracaso escolar.

En los recintos de un centro escolar el elemento constructivo con menor aislamiento acústico a ruido aéreo es el cerramiento del hueco de la fachada. En estos recintos es necesario compatibilizar el aislamiento acústico con una buena iluminación y ventilación naturales.

Las magnitudes acústicas que expresan las características del edificio vienen determinadas en bandas de frecuencia, y se obtienen con unas características acústicas de referencia en el recinto receptor. Por ejemplo la diferencia de nivel estandarizado $D_{2m,nT}$ considera un tiempo de reverberación de referencia de 0,5 segundos en todas las bandas de frecuencia, para viviendas. En el caso de aulas el tiempo de reverberación de referencia debe ser diferente, se propone $T_0 = 0,6$ segundos en todas las bandas de frecuencia.