



REHABILITACIÓN DE FACHADAS: CRITERIOS ACÚSTICOS Y SOLUCIONES TÉCNICAS

*Guía técnica sobre el impacto
acústico de las intervenciones en
fachadas de viviendas, con datos
de soluciones constructivas*

REHABILITACIÓN DE FACHADAS: CRITERIOS ACÚSTICOS Y SOLUCIONES TÉCNICAS

El presente documento ha sido impulsado por el Departamento de Vivienda y Agenda Urbana del Gobierno Vasco.

Este documento ha sido elaborado por el Área Acústica del Laboratorio de Control de Calidad de la Edificación del Gobierno Vasco.

Equipo de redacción: Susana López de Aretxaga Escudero y María José de Rozas López.

Personal de la Fundación Tecnalia Research & Innovation adscrito al Área Acústica del Laboratorio de Control de Calidad de la Edificación del Departamento de Vivienda y Agenda Urbana del Gobierno Vasco, según Convenio de Colaboración entre la Administración y Tecnalia para la investigación, innovación y promoción de la calidad acústica en el sector de la construcción residencial del País Vasco.

EDICIÓN:
Noviembre 2025

[Deed - Atribución/Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional - Creative Commons](#)

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN

2. ALCANCE Y CONTENIDO

3. TIPOS DE INTERVENCIÓN EN FACHADA

3.1 PARTE CIEGA DE FACHADA

3.2 HUECO DE FACHADA

4. AISLAMIENTO ACÚSTICO DE LOS SISTEMAS DE FACHADA

4.1 CONCEPTOS BÁSICOS

4.2 AISLAMIENTO ACÚSTICO DE LOS COMPONENTES DE FACHADA

4.2.1 Caracterización acústica de los revestimientos de fachada

4.2.2 ¿De qué depende la mejora acústica aportada por un revestimiento?

4.3 AISLAMIENTO ACÚSTICO DE LA FACHADA

4.3.1 ¿Cómo influyen el hueco o la parte ciega en el aislamiento acústico de la fachada?

4.3.2. Ejemplos de influencia acústica de intervenciones en fachada

4.4 AISLAMIENTO ACÚSTICO DEL EDIFICIO FRENTE AL RUIDO EXTERIOR

4.4.1 Qué influye en el aislamiento acústico in situ

4.4.2 ¿Cómo se puede obtener el aislamiento acústico in situ, $D_{2m,nT,A,tr}$?

5. IMPLICACIONES ACÚSTICAS DE LAS INTERVENCIONES DE FACHADA

5.1 CÓMO AFECTAN ACÚSTICAMENTE LAS INTERVENCIONES EN LAS FACHADAS

5.2 CÓMO SE CALCULA EL AISLAMIENTO DE LA PARTE CIEGA DE LA FACHADA POST-INTERVENCIÓN

6. QUÉ VERIFICAR EN UN PROYECTO DE REHABILITACIÓN DE FACHADA

7. DATOS ACÚSTICOS DE SISTEMAS DE FACHADA

7.1 ¿DÓNDE ENCONTRAR DATOS ACÚSTICOS DE LOS ELEMENTOS DE LA FACHADA?

7.2 DATOS ACÚSTICOS DE ELEMENTOS ESPECÍFICOS DE FACHADA

7.2.1 Fachadas existentes

7.2.2 Intervenciones en la parte ciega de fachada

8. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

DATOS ACÚSTICOS:

Anexo I – Fachadas / Cerramientos base.

Anexo II – Revestimientos de fachada. Soluciones de rehabilitación.

Anexo III – Huecos de fachada. Ventanas sin y con cajón de persiana.

1. INTRODUCCIÓN

Gran parte de las intervenciones que se realizan en las viviendas ya construidas están dirigidas a mejorar su eficiencia energética, realizando modificaciones en la envolvente del edificio.

Las intervenciones en las viviendas tienen que ir dirigidas a alcanzar los estándares mínimos de calidad establecidos en la normativa, Código Técnico de la Edificación (CTE) [1], teniendo en cuenta los criterios de viabilidad técnica y económica.

La protección frente al ruido de los usuarios de las viviendas es una de las condiciones de habitabilidad y está relacionada con la salud y el confort. El Documento Básico de Protección frente al ruido, DB-HR [2], del CTE establece las prestaciones mínimas relacionadas con el aislamiento acústico y los niveles de ruido de instalaciones, en los edificios de nueva construcción.

Las rehabilitaciones energéticas en las que se interviene en la envolvente del edificio afectan a la protección del usuario frente al ruido exterior. Este tipo de intervenciones pueden ser una oportunidad para mejorar el aislamiento acústico de la envolvente y en todo caso, asegurar que las condiciones de aislamiento acústico previo a la intervención no empeoran con la solución de rehabilitación propuesta.

2. ALCANCE Y CONTENIDO

El propósito de este documento es aportar información sobre las implicaciones en el aislamiento acústico del edificio de las intervenciones realizadas en el campo de la rehabilitación energética de viviendas. En concreto, de las intervenciones realizadas en la fachada del edificio.

Esta información sirve como herramienta de apoyo para los técnicos que participan en el proceso de rehabilitación de edificios de vivienda en el País Vasco. Facilita la realización de una rehabilitación energética teniendo en consideración la protección frente al ruido y por ende la mejora de la calidad acústica de las viviendas.

Se describen los tipos de intervención para rehabilitación de viviendas que se abordan en esta guía.

Así mismo, se explican conceptos de acústica relacionados con las intervenciones: cómo se caracteriza acústicamente cada sistema, cómo afecta un tipo de intervención al aislamiento acústico conjunto de la fachada, cómo repercute una intervención en el comportamiento acústico final del edificio,...

Finalmente, se recogen fichas con datos acústicos de cerramientos y revestimientos:

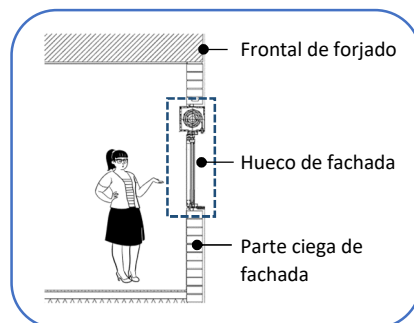
- Por una parte, se presentan datos de aislamiento acústico de diferentes sistemas constructivos que componen la fachada de los edificios a rehabilitar.
- Por otro lado, se detalla el aporte acústico de diversas soluciones utilizadas para la rehabilitación energética de la envolvente.



3. TIPOS DE INTERVENCIÓN EN FACHADA

Los elementos de fachada sobre los que se puede intervenir en una rehabilitación son:

1. La parte opaca o ciega de la fachada, consistente en una pared que puede estar compuesta de una o dos hojas
2. El hueco de fachada, compuesto por la ventana y el capialzado: cajón de persiana
3. El frontal del forjado

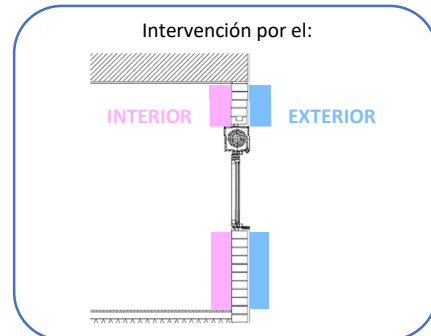


3.1. PARTE CIEGA DE FACHADA

La intervención en la parte ciega de la fachada puede realizarse en el interior del edificio (I), en el exterior (II) o entre las hojas (III) en el caso de fachadas de doble hoja.

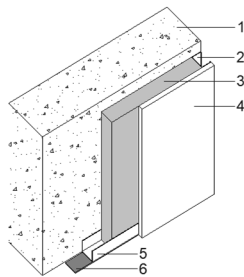
En los siguientes apartados se muestra de forma esquemática los tipos de intervención sobre la parte ciega de la fachada.

- I. Por el interior: Trasdosados
 - a. Autoportantes
 - b. Directos o adheridos
 - c. Cerámicos
- II. Por el exterior:
 - a. SATE
 - b. Fachada ventilada
- III. En cámara de fachada doble:
 - a. Insuflado de diferentes materiales

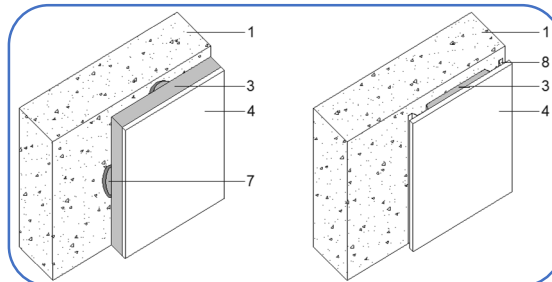


I. Intervención por el interior de la fachada

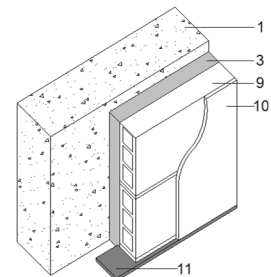
a. TRASDOSADO AUTOPORTANTE



b. TRASDOSADO DIRECTO o ADHERIDO



c. TRASDOSADO CERÁMICO



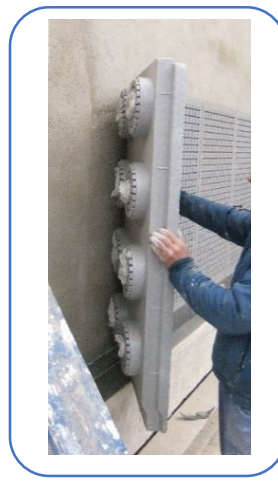
- 1 Pared base/soporte previo intervención
- 2 Montante
- 3 Aislante térmico
- 4 PYL (placa yeso laminado)

- 5 Canal
- 6 Banda estanca
- 7 Pelladas pasta agarre
- 8 Omega maestra

- 9 Pieza arcilla cocida
- 10 Yeso
- 11 Banda elástica



AUTOPORTANTE

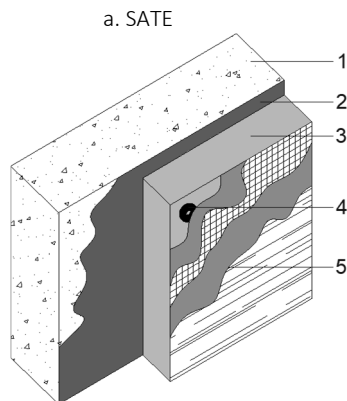


DIRECTO O ADHERIDO



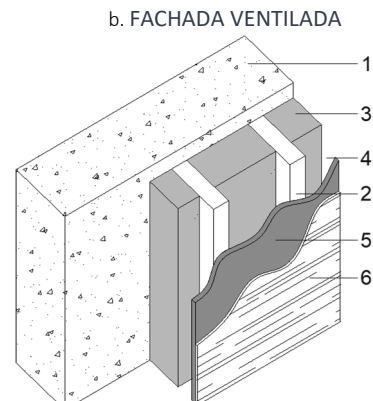
CERÁMICO

II. Intervención por el exterior de la fachada



- 1-Pared base/soporte previo intervención
- 2-Adhesivo
- 3-Aislante térmico
- 4-Fijación mecánica
- 5-Recubrimiento exterior (capa base, malla de refuerzo, capa adhesión, acabado final)

El sistema de aislamiento térmico por el exterior, SATE, es un sistema de aislamiento térmico basado en la colocación de material aislante térmico directamente en la parte exterior del edificio, con un acabado final.



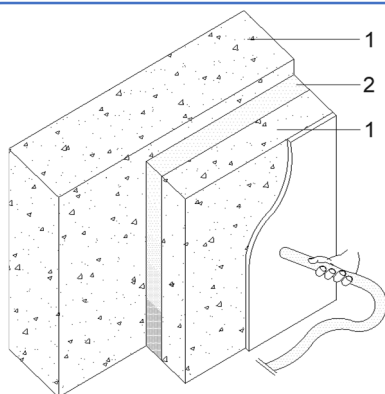
- 1-Pared base/soporte previo intervención
- 2-Estructura de anclaje
- 3-Aislante térmico
- 4-Cámara de aire entre pared base o aislante térmico y panel de fachada
- 5-Panel de fachada ventilada
- 6-Revestimiento de acabado (capa base, malla de refuerzo, acabado, ...)

La fachada ventilada aporta un material aislante térmico envolvente, e incluye una cámara de aire ventilada.

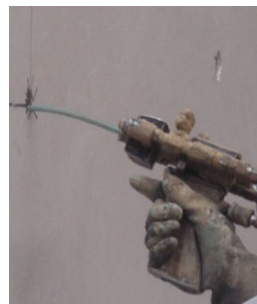


III. Intervención en la cámara de aire de la fachada

En la cámara de aire de una fachada de doble hoja se puede intervenir rellenándola con aislantes térmicos mediante la técnica de insuflado.



1. Pared base/soporte previo intervención
2. Aislante térmico insuflado



3.2. HUECO DE FACHADA

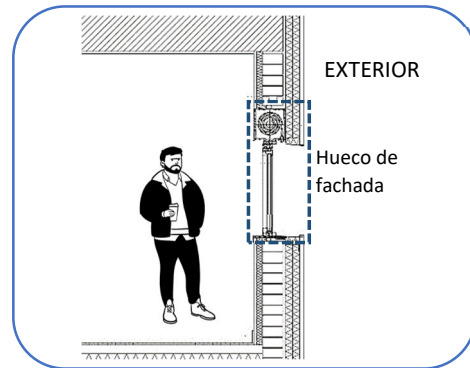
El hueco de fachada es un elemento importante para el aislamiento acústico, compuesto por múltiples elementos que intervienen en el aislamiento acústico de la fachada:

Ventana:

Vidrios
Perfilería
Burletes, juntas, sellados
Tipo de hoja
Puntos de cierre

Encuentro marco-premarco-pared:

Sellado perimetral



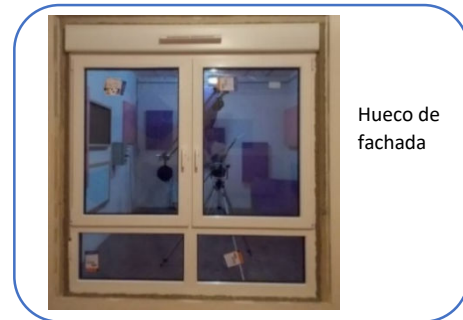
Elementos no siempre presentes y relevantes acústicamente:

Capialzado:

Cajón de persiana

Sistema de aireación:

En perfilería o en cajón de persiana



La intervención en el hueco de fachada puede centrarse en parte de los componentes o en su totalidad:

- Modificaciones parciales de los componentes del hueco de fachada, como pueden ser: la sustitución de los burletes o una mejora del sellado perimetral del encuentro entre ventana y pared, ...
- Cambios más significativos, como pueden ser:
 - o La sustitución de la ventana y del cajón de persiana ejecutado in situ, por una ventana con su cajón de persiana monoblock instalado
 - o La incorporación de rejilla de aireación en la carpintería
 - o Instalación de una ventana adicional: doble ventana

4. AISLAMIENTO ACÚSTICO DE LOS SISTEMAS DE FACHADA

4.1. CONCEPTOS BÁSICOS

La fachada es la principal encargada de proteger al usuario de las viviendas frente al ruido procedente del exterior del edificio.

El aislamiento acústico frente al ruido exterior de una vivienda in situ va a depender del aislamiento acústico de su fachada y de la composición, características geométricas y constructivas del recinto de la vivienda, tal y como se explica en el apartado 4.4.

Los parámetros acústicos globales que se utilizan habitualmente y en el DB-HR del CTE [2], para definir el aislamiento acústico de la fachada, $R_{A,tr}$ y del aislamiento acústico frente al ruido exterior de edificio, $D_{2m,nT,A,tr}$, están referenciados en general al espectro de ruido de tráfico, ya que se considera el más habitual y predominante.

Estos índices globales se obtienen en cada caso a partir de la ponderación de los datos de aislamiento acústico en frecuencias, obtenidos según el ensayo de aislamiento acústico aplicable.

| | Índices de aislamiento acústico | |
|--|--|--|
| | Frente al ruido exterior De la vivienda/edificio In situ | Fachada Elemento constructivo En laboratorio |
| Parámetro acústico | $D_{2m,nT,A,tr}$ | $R_{A,tr}$ |
| Cálculo a partir de otros índices * | $D_{2m,nT,A,tr} \approx D_{nT,w} + C_{tr}$ | $R_{A,tr} \approx R_w + C_{tr}$ |
| Norma de ensayo aislamiento acústico | UNE-EN ISO 16283-3 [3] | UNE-EN ISO 10140-2 [4] |
| * Índices y términos de adaptación al espectro de ruido de tráfico, según UNE-EN ISO 717-1 [5] | | |

Tabla 1: Índices globales de evaluación acústica in situ y en laboratorio (cámaras normalizadas)

+INFO sobre conceptos básicos de aislamiento acústico:

Para obtener más información sobre conceptos básicos de acústica, se puede consultar:

Guía de aplicación del DB-HR. Protección
frente al ruido [6]



Guía Básica para el control acústico en edificación:
ejecución de obra y obra terminada [7]



4.2. AISLAMIENTO ACÚSTICO DE LOS COMPONENTES DE FACHADA

El DB-HR de CTE [2] establece requisitos de aislamiento al edificio frente a ruido exterior asociados principalmente al nivel de ruido de tráfico rodado (tr), de ahí que los índices globales de aislamiento acústico de los diferentes componentes de fachada se declaren frente al ruido de tráfico, tal y como se indica en la siguiente tabla.

| ELEMENTOS DE FACHADA | ÍNDICE GLOBAL ACÚSTICO | DENOMINACION | CÁLCULO |
|---|------------------------|---|---|
| - SATE - Fachada ventilada - Trasdoso | $\Delta R_{A,tr}$ | Índice global de mejora de reducción acústica directa ponderado A para ruido exterior dominante de automóviles, de un revestimiento respecto a pared base | $\Delta R_{A,tr} = R_{A,tr} - R_{A,tr,b}$ $R_{A,tr}$: Aislamiento del conjunto pared base + revestimiento $R_{A,tr,b}$: Aislamiento de pared base |
| - Fachada * - Ventana ** - Vidrio | $R_{A,tr}$ | Índice global de reducción acústica ponderado A para ruido exterior dominante de automóviles | Según Documento Básico 'DB-HR Protección frente al ruido' del CTE. En su defecto, $R_{A,tr} \approx R_w + C_{tr}$ según UNE-EN ISO 717-1 |
| - Aireador - Cajón de persiana | $D_{n,e,A,tr}$ | Diferencia de nivel normalizada ponderada A para ruido de tráfico exterior, de un elemento técnico pequeño | $D_{n,e,A,tr} = D_{n,e,w} + C_{tr,100-5000}$ según UNE-EN ISO 717-1 En su defecto, $D_{n,e,A,tr} \approx D_{n,e,w} + C_{tr}$ |
| * Parte ciega o fachada completa. ** Incluyendo posible cajón de persiana y/o aireador. | | | |

Tabla 2: Denominación y cálculo de los Índices de evaluación acústica de los componentes de fachada a partir de resultados de ensayo

PARA OBTENER ESTOS DATOS:

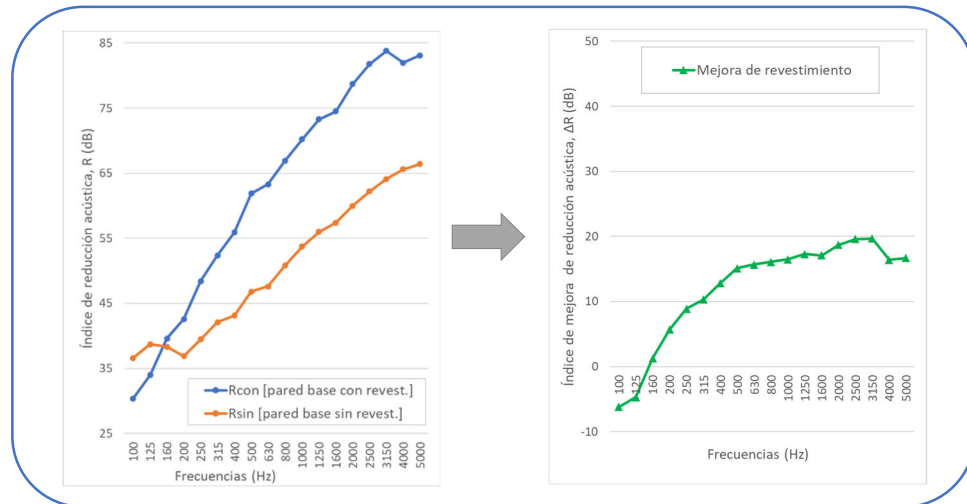
Ensayo en cámaras normalizadas según familia de normas UNE-EN ISO 10140. **Ensayos en laboratorio**

4.2.1. Caracterización acústica de los revestimientos de fachada

Los revestimientos de fachada que se utilizan en la rehabilitación (SATES, fachadas ventiladas y trasdosados), se caracterizan acústicamente por el índice $\Delta R_{A, tr}$. Este índice global establece la mejora del aislamiento al ruido aéreo aportada a la pared base sobre la que se coloca.

Para obtener el valor de mejora acústica $\Delta R_{A, tr}$, se realiza el ensayo en laboratorio según UNE-EN ISO 10140-1 - Anexo G [8] y UNE-EN ISO 10140-2 [4]. Se mide el aislamiento acústico R en frecuencias de una pared base, con y sin el revestimiento, obteniendo la diferencia de aislamiento en frecuencias ΔR .

A partir de los datos en frecuencias ΔR , se obtiene el índice global de mejora $\Delta R_{A, tr}$.



Gráfica 1: Ejemplo de la mejora acústica aportada por un revestimiento en frecuencias, ΔR (dB)

La **mejora acústica** $\Delta R_{A, tr}$ aportada por el revestimiento **depende** del aislamiento a ruido aéreo de **la pared sobre la que se ensaya**, de ahí que el valor $\Delta R_{A, tr}$ tenga que ir asociado a una pared en concreto: $R_{A, tr, x}$. El subíndice 'x' da la información de la pared base utilizada para obtener el valor acústico de mejora del SATE, trasdosado, etc.

| Índice acústico de revestimientos de fachada: SATE, Fachada Ventilada, Trasdoso | | | |
|--|---------------------------------|---------------------------------|---------------------|
| $\Delta R_{A, tr, x}$ | | | |
| | $\Delta R_{Atr, \text{pesado}}$ | $\Delta R_{Atr, \text{ligero}}$ | $\Delta R_{Atr, d}$ |
| Pared base | Pesada | Ligera | Específica |

Tabla 3: Parámetro de declaración de prestación acústica de los sistemas de revestimiento de fachada en función de la pared base sobre la que se ha ensayado

| PARED BASE | | | |
|----------------------------|---|---|--|
| Características pared base | Pesada | Ligera | Específica |
| | | | |
| | $\approx 350 \text{ kg/m}^2$ y $f_c 125 \text{ Hz}$ | $\approx 70 \text{ kg/m}^2$ y $f_c 500 \text{ Hz}$ | Definir sus características |
| | $R_w(C; C_{tr}) = 53(-1; -5) \text{ dB}$ $R_{A, tr} \approx 48 \text{ dB}$ | $R_w(C; C_{tr}) = 33(-1; -2) \text{ dB}$ $R_{A, tr} \approx 31 \text{ dB}$ | $R_w(C; C_{tr}) \text{ dB}$ $R_{A, tr} \approx R_w + C_{tr} \text{ dB}$ |

Tabla 4: Paredes base que pueden ser usadas para establecer la declaración de prestaciones acústicas de los sistemas de revestimiento de fachada

Las paredes base, ‘pesada’ y ‘ligera’, son paredes normalizadas y la pared ‘específica’ puede ser cualquiera, debiendo quedar definidas sus características.

La mejora $\Delta R_{A, tr}$ puede ser positiva, nula o negativa. Ello significa que, dependiendo del tipo de revestimiento de fachada que se instale, el aislamiento acústico de la parte ciega de la fachada tras la intervención puede mejorar, no estar afectada o empeorar.

4.2.2. ¿De qué depende la mejora acústica aportada por un revestimiento?

El valor de mejora de aislamiento acústico, $\Delta R_{A, tr}$, que aporta un SATE, trasdosado, etc. está directamente asociado a:

- La composición del revestimiento: tipo de aislante térmico, espesor, acabado, elementos adicionales, ...
- La forma de montaje: adherido, fijación mecánica, con o sin cámara de aire entre elementos, sellados, etc.
- Las características de la pared base, fachada, sobre la que se coloca: su aislamiento acústico, masa y composición.

Relevante el dato acústico $\Delta R_{A, tr}$ del revestimiento establecido en proyecto: Valor, pared base y composición del sistema (materiales, montaje, etc.)

Es importante tener en cuenta que cambios en la composición del sistema o en la forma de montaje pueden modificar significativamente el aislamiento acústico que aporta.

Así mismo, es necesario utilizar un valor de $\Delta R_{A, tr}$ que se haya obtenido sobre una pared base similar a la utilizada en su caracterización (ver apartado 4.2.1). En ausencia de datos sobre una pared similar, para fachadas pre-intervención de albañilería tradicional, se podría utilizar el dato $\Delta R_{A, tr}$ pesado para estimar el aislamiento, siempre que la fachada pre-intervención tenga menor masa y aislamiento acústico que la pared pesada.

Todo esto es importante tanto al preparar el proyecto de rehabilitación —donde se decide qué revestimiento se va a usar y qué características debe tener, incluida la acústica— como durante la obra, cuando se comprueba que los materiales y sistemas cumplen con lo previsto y se instalan correctamente.

Se presentan varios ejemplos de cómo afecta al valor de aislamiento acústico de fachada, los cambios en los sistemas de revestimiento del:

- Tipo de material de aislante térmico y espesor.
- Tipo y forma de montaje.
- Pared base.

a) Influencia del tipo de material del aislante térmico y su espesor

El tipo de material del aislante térmico y su espesor pueden influir en la mejora acústica aportada por el revestimiento.

En cuanto al **tipo de material**, se muestran los datos acústicos de un revestimiento con variantes de material aislante usado, manteniendo constante el espesor:

| | | | REVESTIMIENTO | | | |
|-------------------------|-------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------|----------------|--------------|
| | | | Trasdosado adherido con *: | | | |
| | | | PU 100 mm | EPS 100 mm | EEPS 100 mm | LM 100 mm |
| Aislamiento acústico | Pared base | $R_{A, tr}$ [dB] | 53 | 55 | 53 | 54 |
| | Pared con revestimiento | $R_{A, tr}$ [dB] | 49 | 50 | 59 | 58 |
| | Mejora revestimiento | $\Delta R_{A, tr, d}$ [dB] | -4 | -5 | +6 | +4 |

* PU-Poliuretano; EPS-Poliestireno expandido; EEPS- Poliestireno expandido elastificado; LM-Lana Mineral.

Tabla 5: Mejora acústica de revestimiento con diferentes materiales aislantes del mismo espesor.

Fuente: CSTB [9]

El tipo de aislante térmico utilizado influye significativamente en el comportamiento acústico del sistema: en el ejemplo se observa una variación de hasta 10 dB, de -4 dB a +6 dB, en la mejora acústica aportada, cuando cambia el tipo de aislamiento, manteniendo espesor del material y la pared base.

Así mismo, en este sistema se constata que materiales más rígidos se comportan peor acústicamente y empeoran el aislamiento acústico de partida.

En cuanto a la influencia del **espesor del material aislante**, se muestran datos acústicos de revestimientos adheridos con dos tipos de material en los que varían los espesores:

| | | | REVESTIMIENTO | | | |
|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|---------------------------|--------------|---------------|---------------|
| | | | Trasdosado adherido con*: | | | |
| | | | LM 40 mm | LM 100 mm | EEPS 60 mm | EEPS 80 mm |
| Aislamiento acústico | Pared base | R _{Atr} [dB] | 54 | 54 | 54 | 54 |
| | Pared con revestimiento | R _{Atr} [dB] | 52 | 58 | 55 | 60 |
| | Mejora revestimiento | ΔR _{A, tr, d} [dB] | -2 | +4 | +1 | +6 |

* LM-Lana Mineral; EEPS- Poliestireno expandido elastificado.

Tabla 6: Mejora acústica de revestimiento con diferentes espesores del mismo material aislante: LM y EEPS. Fuente: CSTB [9]

En este sistema y para los materiales utilizados, que son 'flexibles', se observa que un mayor espesor de material resulta beneficioso en el comportamiento acústico. Aunque, a priori, el aumento del espesor del aislante puede parecer beneficioso, dependerá del tipo de material y sus características específicas, por lo que no se puede aplicar de manera general.

b) Influencia del tipo de sistema

El tipo de sistema utilizado en la rehabilitación de la parte ciega de la envolvente conlleva factores como, el modo de fijación a la fachada existente, el tipo de aislante usado, modo de montaje, etc..., que afectan a la prestación de mejora acústica.

Se muestra un ejemplo de sistema con el mismo tipo de material aislante, en este caso lana mineral, en el que se modifica el sistema de fijación y componentes asociados:

| | | | REVESTIMIENTO | | |
|----------------------|-------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|--------------|--------------------------|
| | | | Trasdosado con ≈80 mm de lana mineral | | |
| | | | Adherido | Autoportante | Autoportante arriostrado |
| Aislamiento acústico | Pared soporte | R _{Atr} [dB] | 54 | 54 | 52 |
| | Pared con revestimiento | R _{Atr} [dB] | 60 | 67 | 63 |
| | Mejora revestimiento | ΔR _{A, tr, d} [dB] | +6 | +13 | +1 |

Tabla 7: Mejora acústica de revestimiento con mismo material aislante y diferentes sistemas de fijación. Fuente CSTB [9]

En general, los sistemas que disponen de materiales aislantes con absorción sonora y/o flexibles y los sistemas que presentan mayor desconexión de la pared soporte suelen presentar mejor comportamiento acústico.

c) Influencia de la pared base

La mejora acústica de un revestimiento, $\Delta R_{A, tr}$, depende del **aislamiento a ruido aéreo que tenga la fachada sobre la que se coloca**, de ahí que $\Delta R_{A, tr}$ tenga que ir asociado a un tipo de pared (Ver apartado 4.2.1).

Se muestra un ejemplo de **la variación del valor de la mejora acústica que aporta un trasdosado, cuando se instala sobre distintas paredes**:

| | | | REVESTIMIENTO | | |
|--|-------------------------|-----------------------------|---|---|--|
| | | | Trasdosado adherido de EEPS sobre pared de: | | |
| | | | Hormigón 16 cm | Bloque hormigón 20 cm revestido cara exterior | Ladrillo hueco 20 cm revestido cara exterior |
| Aislamiento acústico | Pared base | R _{Atr} [dB] | 54 | 52 | 49 |
| | Pared con revestimiento | R _{Atr} [dB] | 50 | 50 | 53 |
| | Mejora revestimiento | ΔR _{A, tr, d} [dB] | -4 | -2 | +4 |
| EEPS- Poliestireno expandido elastificado. | | | | | |

Tabla 8: Mejora acústica de un mismo revestimiento colocado sobre diferentes paredes base.

Fuente: CSTB [9]

En este caso, el mismo trasdosado aporta una mejora acústica positiva o negativa, en función de la pared base sobre la que se coloca.

Es por tanto relevante conocer el dato acústico del revestimiento, incluyendo la descripción de la pared sobre la que se ha obtenido, para poder establecer si es válido para la fachada existente previo a la intervención.

4.3. AISLAMIENTO ACÚSTICO DE LA FACHADA

El aislamiento acústico global del cerramiento de fachada, $R_{A, tr \text{ FACHADA}}$, es el aislamiento aportado por el conjunto del hueco de la fachada y de la parte ciega. Su valor depende del aislamiento acústico de cada uno de sus elementos constructivos y de su relación de superficie.

Se puede estimar el aislamiento de la fachada, $R_{A, tr \text{ FACHADA}}$, aplicando la fórmula del aislamiento mixto:

$$R_{A, tr, m} = -10 \lg \left(\sum_{i=1}^n \frac{S_i}{S} 10^{-R_{A, tr, i}/10} \right)$$

$R_{A, tr, i}$: aislamiento acústico de cada elemento constructivo

i: habitualmente, parte ciega y hueco de fachada

S: superficie total de fachada (m²)

S_i: superficie ocupada por cada elemento (m²)

Los valores de $R_{A, tr}$, de la parte ciega y del hueco de la fachada se determinan mediante ensayo en laboratorio.

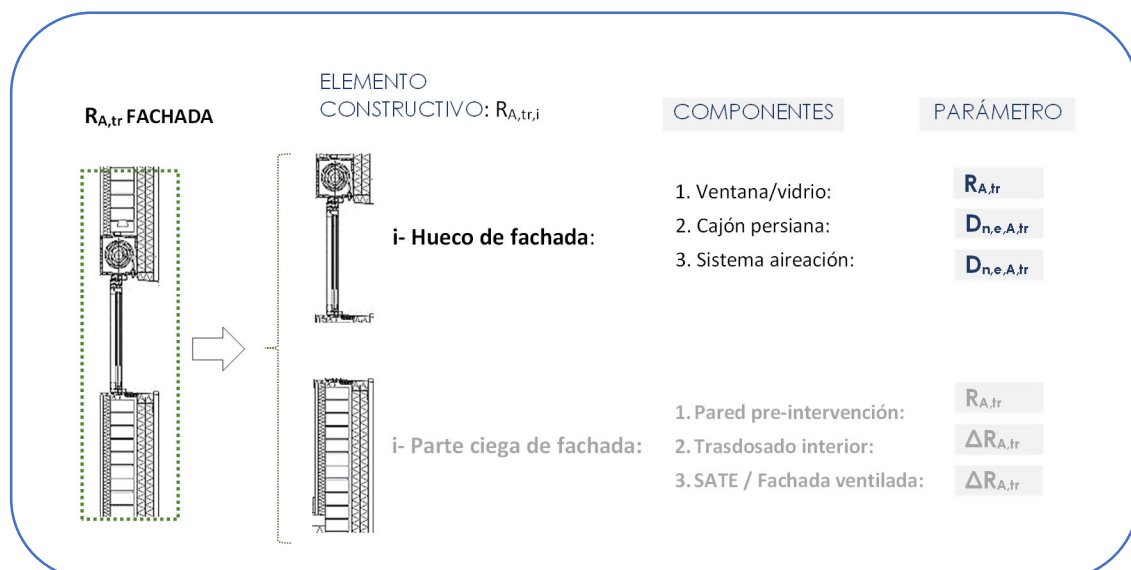


Figura 1: Aislamiento acústico del cerramiento de fachada, $R_{A, tr \text{ FACHADA}}$: Elementos constructivos, componentes y parámetros acústicos que los definen e influyen.

Si la fachada dispone de sistema de aireación y éste no está integrado ni evaluado en el aislamiento acústico del hueco, habría que considerar su influencia en el aislamiento de la fachada, y la fórmula a aplicar sería:

$$R_{Atr,m} = -10 \lg \left(\sum_{i=1}^n \frac{S_i}{S} 10^{-R_{Atr,i}/10} + \frac{A_0}{S} 10^{D_{ne,Atr}/10} \right)$$

$$A_0 = 10 \text{ m}^2$$

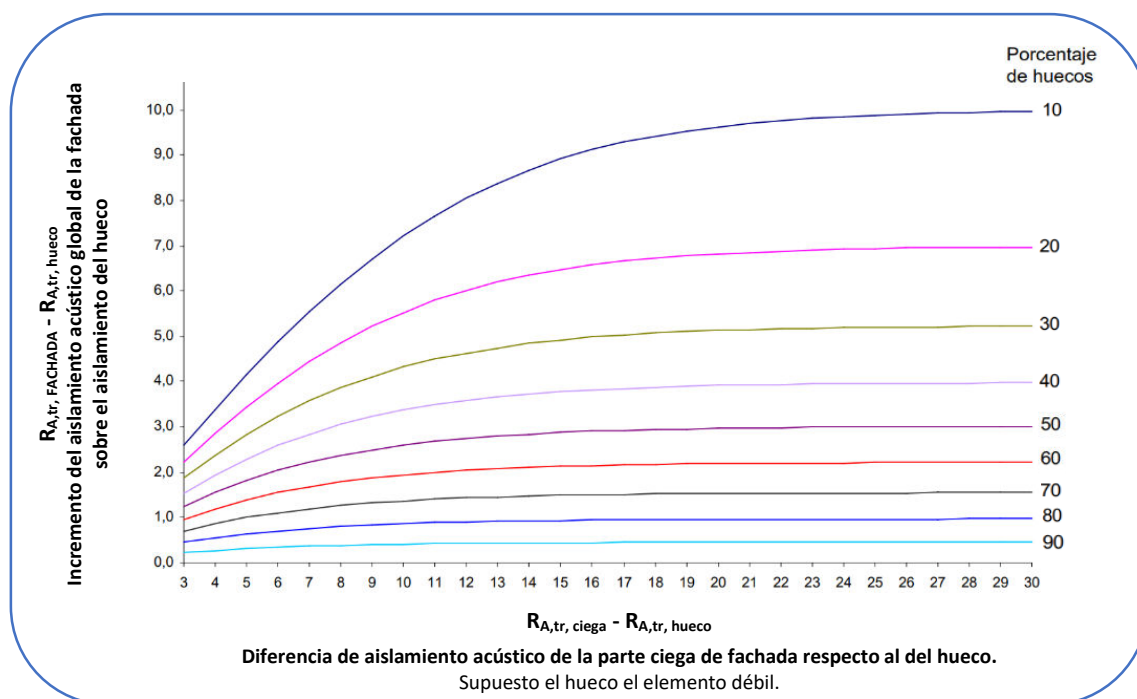
$D_{ne,Atr}$: aislamiento del sistema de aireación o elemento técnico de fachada pequeño

4.3.1. ¿Cómo influyen el hueco o la parte ciega en el aislamiento acústico de la fachada?

Por lo general, para soluciones tradicionales, el hueco de fachada, compuesto por la ventana, cajón de persiana y aireador, si dispusiera del mismo, será el elemento más crítico de la fachada y condicionará su aislamiento acústico. La influencia del hueco será mayor:

- Cuanto mayor sea la superficie del hueco en la fachada.
- Cuanto mayor sea la diferencia del aislamiento acústico del hueco y el de la parte ciega.

La influencia del aislamiento acústico de ambos elementos constructivos de fachada en el aislamiento acústico global, así como del tamaño de los huecos de fachada se visualiza en la siguiente gráfica.



Gráfica 2: Relación del aislamiento acústico global de la fachada, $R_{A,tr, FACHADA}$, con el aislamiento acústico de la parte ciega y del hueco, $R_{A,tr, ciega}$ y $R_{A,tr, hueco}$ y el porcentaje de superficie de huecos. Fuente: Guía aplicación DB-HR [6].

El aislamiento acústico máximo alcanzable de una fachada podrá ser de 0,5 a 10 dB superior al aislamiento de su elemento más débil, generalmente el del hueco de fachada, dependiendo del porcentaje de huecos de la fachada ($S_{hueco} / S_{FACHADA}$), y de la diferencia de aislamiento entre las partes:

| | % de hueco de fachada: % $S_{\text{hueco}} / S_{\text{FACHADA}}$ | | | | | | | | | | | |
|--|--|-----|----|----|-----|-----|----|----|-----|-----|-----|-----|
| | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 |
| Máxima mejora de aislamiento de fachada respecto al aislamiento de la superficie más débil, a priori el hueco [dB] | 10 | 8,2 | 7 | 6 | 5,2 | 4,5 | 4 | 3 | 2,2 | 1,5 | 0,9 | 0,5 |
| S_{hueco} y S_{FACHADA} son la superficie vista desde el interior, del hueco y de la fachada completa, respectivamente | | | | | | | | | | | | |

Tabla 9: Estimación de máxima mejora del aislamiento global de fachada alcanzable respecto al aislamiento acústico de la parte más débil, generalmente el hueco de fachada: Guía aplicación DB-HR [6]

Actuando sólo sobre la parte más aislante de la fachada, que suele ser la parte ciega, la mejora que se puede alcanzar en el aislamiento de la fachada está limitada por el aislamiento acústico del hueco de fachada existente.

Sin embargo, la actuación sobre el hueco de fachada, el elemento débil, aumentando su aislamiento acústico, va a ser en general más efectiva, si se quiere incrementar el aislamiento global de la fachada.

4.3.2. Ejemplos de influencia acústica de intervenciones en fachada

Se muestran tres ejemplos de estimación de la afección acústica de una intervención en fachada. Se parte de una fachada de un edificio con un hueco de tamaño determinado y se evalúan 3 intervenciones concretas sobre las diferentes partes de la fachada:

1. La parte ciega de la fachada: colocando un sistema SATE concreto.
2. El hueco de fachada: se cambia por un nuevo sistema de ventana.
3. La parte ciega y el hueco de fachada: colocando el sistema SATE y la ventana de los dos ejemplos anteriores.

| | AISLAMIENTO ACÚSTICO $R_{A, tr}$ (dB) | | | | | | Mejora intervención |
|--|--|-------------|---------------------|------------------------------|-------------|---------------------|------------------------|
| | Edificio existente. Situación de partida de fachada | | | Post-intervención de fachada | | | |
| Alcance de la intervención | Hueco 30% | Parte ciega | Conjunto fachada | Hueco 30% | Parte ciega | Conjunto fachada | |
| Ejemplo 1: SATE $\Delta R_{A, tr} = -4$ dB | 29 | 41 | 34 | 29 | 37 | 33 | -1 dB |
| Ejemplo 2: HUECO $R_{A, tr} = 33$ dB | 29 | 41 | 34 | 33 | 41 | 37 | +3 dB |
| Ejemplo 3: SATE $\Delta R_{A, tr} = -4$ dB HUECO $R_{A, tr} = 33$ dB | 29 | 41 | 34 | 33 | 37 | 35 | +1 dB |

Tabla 10: Resumen de los ejemplos de la valoración acústica de las intervenciones en fachada.

Para la estimación del aislamiento se han utilizado índices globales. En cada ejemplo, se estima el aislamiento acústico de la situación de partida y el aislamiento esperado tras la intervención, utilizando un método simplificado.

Se ha considerado un sistema SATE que empeora el aislamiento acústico de la parte ciega de la fachada y se ha evaluado cómo afecta al aislamiento global de la fachada.

Además, se valora cómo afectarían al resultado, otras variantes en la fachada, como son, el porcentaje de huecos de la fachada o la diferencia de aislamiento acústico entre parte ciega y hueco de fachada, que permiten visualizar la importancia de evaluar cada situación en concreto.

Ejemplo 1: Intervención en la parte ciega de la fachada.

La intervención se realizará sólo en la parte ciega de la fachada, colocando un SATE que disminuye el aislamiento acústico de la parte ciega.

Situación previa a la intervención:

Datos de la fachada:

- % superficie de huecos: 30 %
- Aislamiento acústico:
 - Hueco: $R_{A, tr \text{ HUECO}} = 29 \text{ dB}$
 - Parte ciega: $R_{A, tr \text{ CIEGA}} = 41 \text{ dB}$

Estimación* del aislamiento acústico de la fachada pre-intervención:

$$R_{A, tr \text{ FACHADA}} = 34 \text{ dB}$$

* Calculado a partir de los datos globales de la fachada y de la fórmula de aislamiento de conjunto fachada.

Intervención 1: El sistema SATE a colocar tiene una prestación acústica, $AR_{A, tr, d \text{ SATE}} = -4 \text{ dB}$, que empeora el aislamiento acústico de la parte ciega de la fachada.

Para estimar el **aislamiento final de la fachada intervenida**, se puede utilizar la gráfica del apartado 4.3.1, junto con los datos de los elementos constructivos que la componen:

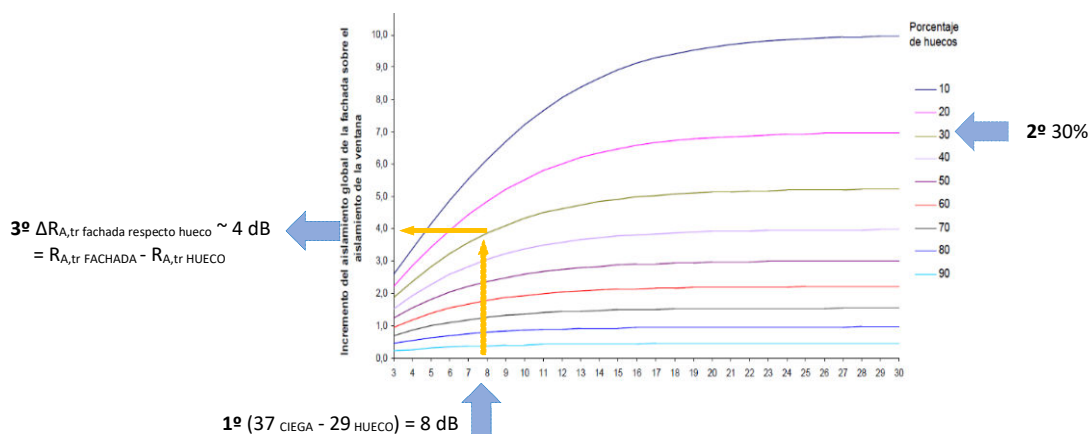
1º. Se calcula diferencia de aislamiento acústico de la parte ciega y del hueco de la fachada: 8 dB.

El aislamiento acústico estimado de cada elemento de la fachada tras la intervención es:

- Hueco: $R_{A, tr \text{ HUECO}} \approx 29 \text{ dB}$ No varía
- Parte ciega: $R_{A, tr \text{ CIEGA}} + \text{SATE} \approx 37 \text{ dB}$ Empeora 4 dB: $R_{A, tr \text{ CIEGA}} + \Delta R_{A, tr, d \text{ SATE}} = 41 - 4 \text{ dB}$

2º. Se elige la curva de porcentaje de huecos que aplica a la fachada: 30%

3º. Se obtiene el incremento del aislamiento de la fachada respecto al aislamiento del hueco, usando la gráfica y datos anteriores: 4 dB



4º. Se obtiene el **resultado de aislamiento acústico de la fachada intervenida**, sumando el valor anterior al aislamiento del hueco (el elemento más débil de la fachada).

$$R_{A, tr \text{ FACHADA}} = 29 + 4 = 33 \text{ dB}$$

Figura 2: Ejemplo 1 de estimación del aislamiento acústico de la fachada tras la intervención 1

¿Cómo afecta la colocación del SATE al aislamiento del conjunto de la fachada?

En este caso, colocar el SATE disminuye el aislamiento acústico de la fachada en 1 dB, pasa de 34 a 33 dB, por lo que **no se cumpliría con el criterio de no empeoramiento de las condiciones existentes en la vivienda previo a la intervención**.

El aporte negativo del SATE afecta al aislamiento total de la fachada debido a que en este ejemplo el % de superficie de huecos de la fachada no es muy elevado, 30%, y la diferencia entre el aislamiento acústico de la parte ciega y del hueco de fachada, es bajo, 8 dB.

Variantes:

- En el caso de que el porcentaje de superficie del hueco en la fachada fuera más elevado, p.ej. 60%, se partiría de una fachada con menor aislamiento, $R_{A, tr \text{ FACHADA}} = 31 \text{ dB}$ y colocar este SATE no variaría este valor de aislamiento.
- En el caso de que el aislamiento de la parte ciega de la fachada pre-intervención fuera superior, p.ej. 50 dB, se partiría de una fachada con igual aislamiento, $R_{A, tr \text{ FACHADA}} = 34 \text{ dB}$ y colocar este SATE no variaría este valor de aislamiento global de la fachada.

Ejemplo 2: Intervención en el hueco de la fachada.

La intervención se realizará sólo en el hueco de fachada, colocando una ventana con cajón de persiana de mayor aislamiento acústico al del existente.

Situación previa a la intervención:

Datos de la fachada:

- % superficie de huecos: 30 %
- Aislamiento acústico:
 - Hueco: $R_{A, tr \text{ HUECO}} = 29 \text{ dB}$
 - Parte ciega: $R_{A, tr \text{ CIEGA}} = 41 \text{ dB}$

Estimación* del aislamiento acústico de la fachada pre-intervención:

$$R_{A, tr \text{ FACHADA}} = 34 \text{ dB}$$

* Calculado a partir de los datos globales de la fachada y de la fórmula de aislamiento de conjunto fachada.

Intervención 2: Se cambiará la ventana y cajón de persiana del hueco de fachada, por un nuevo sistema* con un aislamiento acústico, $R_{A, tr \text{ HUECO}} = 33 \text{ dB}$, mayor al del hueco existente.

* Conjunto ventana, cajón de persiana y/o aireador.

Para estimar el **aislamiento final de la fachada intervenida**, se puede utilizar la gráfica del apartado 4.3.1, junto con los datos de los elementos constructivos que la componen:

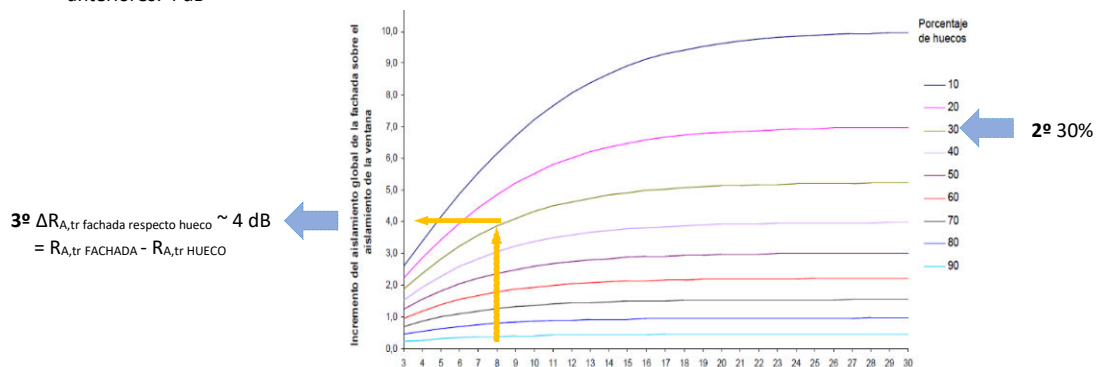
1º. Se calcula diferencia de aislamiento acústico de la parte ciega y del hueco de la fachada: 8 dB.

El aislamiento acústico estimado de cada elemento de la fachada tras la intervención es:

- Hueco: $R_{A, tr \text{ HUECO}} = 33 \text{ dB}$ Mejora 4 dB
- Parte ciega: $R_{A, tr \text{ CIEGA}} = 41 \text{ dB}$ No varía

2º. Se elige la curva de porcentaje de huecos que aplica a la fachada: 30%

3º. Se obtiene el incremento del aislamiento de la fachada respecto al aislamiento del hueco, usando la gráfica y datos anteriores: 4 dB



$$3^\circ \Delta R_{A, tr \text{ fachada respecto hueco}} \sim 4 \text{ dB}$$

$$= R_{A, tr \text{ FACHADA}} - R_{A, tr \text{ HUECO}}$$

$$1^\circ: (41_{\text{CIEGA}} - 33_{\text{HUECO}}) = 8 \text{ dB}$$

4º. Se obtiene el resultado de **aislamiento acústico de la fachada intervenida**, sumando el valor anterior al aislamiento del hueco (el elemento más débil de la fachada).

$$R_{A, tr \text{ FACHADA}} = 33 + 4 = 37 \text{ dB}$$

Figura 3: Ejemplo 2 de estimación del aislamiento acústico de la fachada tras la intervención 2

¿Cómo afecta la colocación del nuevo hueco en el aislamiento del conjunto de la fachada?

En este caso, cambiar el hueco de fachada con un sistema de aislamiento acústico 4 dB mayor al existente aumentaría el aislamiento de la fachada en 3 dB, pasa de 34 a 37 dB, por lo que **se mejoran las condiciones existentes en la vivienda previo a la intervención**.

El aporte positivo de +4 dB de la nueva composición del hueco de fachada se traslada en gran medida al aislamiento de la fachada (+3 dB), condicionado en este caso por un porcentaje de superficie de huecos no muy elevado, 30%, y una diferencia entre el aislamiento acústico de la parte ciega y del hueco de fachada tampoco no elevada, 8 dB.

Variantes:

- En el caso de que el porcentaje de superficie de huecos en la fachada fuera más elevado, p.ej. 60%, se partiría de una fachada con menor aislamiento, $R_{A, tr \text{ FACHADA}} = 31 \text{ dB}$ y la colocación de este nuevo sistema en el hueco de fachada, también mejoraría el aislamiento de la fachada en 4 dB. La fachada post-intervención, alcanzaría un aislamiento de 35 dB, frente a los 37 dB de la fachada con % de huecos del 30.
- Si el aislamiento de la parte ciega de la fachada pre-intervención fuera superior, p.ej., 50 dB, se partiría de una fachada con el mismo aislamiento, $R_{A, tr \text{ FACHADA}} = 34 \text{ dB}$ y colocar este nuevo sistema en el hueco mejoraría el aislamiento de la fachada del orden de 4 dB, alcanzando la fachada un aislamiento de 38 dB ($R_{A, tr \text{ FACHADA}}$ post-in).

Con este ejemplo se muestra la relevancia de la Intervención en el hueco de fachada, que permite mejorar el aislamiento de la fachada de forma considerable: siempre que el hueco sea el elemento acústicamente más débil y se renueven los huecos con sistemas de ventanas con mayor aislamiento al existente. El alcance de la mejora dependerá de los diferentes valores de aislamiento, porcentajes, etc. de los elementos de la fachada existentes y de los nuevos incorporados.

Ejemplo 3: Intervención en el hueco y en la parte ciega de la fachada.

La intervención se realizará tanto en el hueco de fachada, colocando una ventana con cajón de persiana de mayor aislamiento acústico al del existente, como en la parte ciega de la fachada, colocando un SATE que disminuye el aislamiento acústico de la parte ciega.

Situación previa a la intervención:

Datos de la fachada:

- % superficie de huecos: 30%
- Aislamiento acústico:
 - Hueco: $R_{A, tr \text{ HUECO}} = 29 \text{ dB}$
 - Parte ciega: $R_{A, tr \text{ CIEGA}} = 41 \text{ dB}$

Estimación* del aislamiento acústico de la fachada pre-intervención:

$$R_{A, tr \text{ FACHADA}} = 34 \text{ dB}$$

* Calculado a partir de los datos globales de la fachada y de la fórmula de aislamiento de conjunto fachada.

Intervención 3: El sistema SATE a colocar tiene una prestación acústica, $AR_{A, tr, d \text{ SATE}} = -4 \text{ dB}$, que empeora el aislamiento acústico de la parte ciega de la fachada y se cambiará el conjunto de ventana y cajón de persiana del hueco de fachada, por un nuevo sistema * que tenga un aislamiento acústico, $R_{A, tr \text{ HUECO}} = 33 \text{ dB}$, mayor al del hueco existente.

* Conjunto ventana, cajón de persiana y/o aireador.

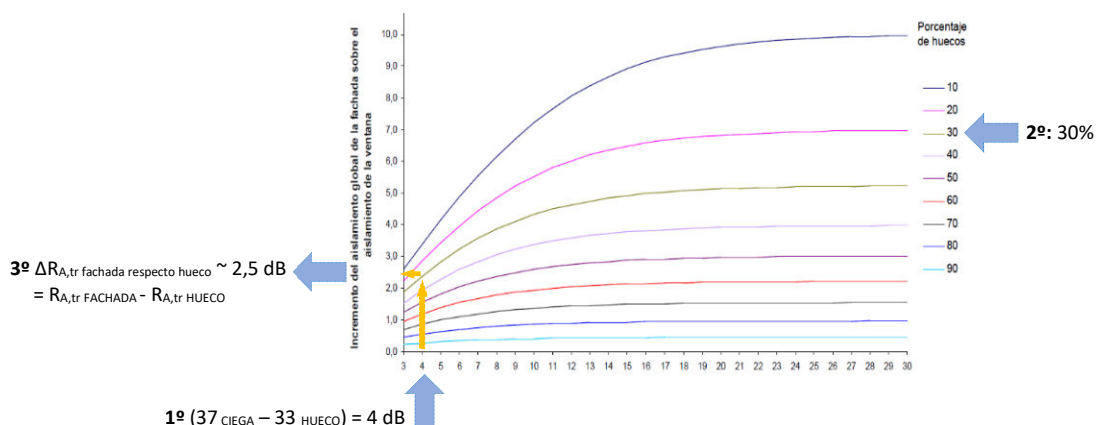
Para estimar el **aislamiento final de la fachada intervenida**, se puede utilizar la gráfica del apartado 4.3.1, junto con los datos de los elementos constructivos que la componen:

- Se calcula diferencia de aislamiento acústico de la parte ciega y del hueco de la fachada: 4 dB, El aislamiento acústico estimado de cada elemento de la fachada tras la intervención es:

- Hueco: $R_{A, tr \text{ HUECO}} = 33 \text{ dB}$ Aumenta 4 dB
- Parte ciega: $R_{A, tr \text{ CIEGA}} + \text{SATE} \approx 37 \text{ dB}$ Empeora 4 dB: $R_{A, tr \text{ CIEGA}} + \Delta R_{A, tr, d \text{ SATE}} = 41 - 4 \text{ dB}$

- Se elige la curva de porcentaje de huecos que aplica a la fachada: 30%

- Se obtiene el incremento del aislamiento de la fachada respecto al aislamiento del hueco, usando la gráfica y los datos anteriores: $\sim 2,5 \text{ dB}$



- Se obtiene el resultado de **aislamiento acústico de la fachada intervenida**, sumando el valor anterior al aislamiento del hueco (el elemento más débil de la fachada).

Resultado: $R_{A, tr \text{ fachada}}: 33+2,5 = 35 \text{ dB}$

Figura 4: Ejemplo 3 de estimación del aislamiento acústico de la fachada tras la intervención 3

¿Cómo afecta la colocación del nuevo hueco y añadir este SATE en el aislamiento del conjunto de la fachada?

En este caso, el empeoramiento en el aislamiento acústico que aporta añadir el SATE es compensado por el mayor aislamiento del nuevo sistema que se coloca en el hueco de fachada, aumentando el aislamiento de la fachada en 1 dB, pasa de 34 a 35 dB, por lo que **se mejoran las condiciones existentes en la vivienda previo a la intervención**.

El aporte positivo de la nueva composición del hueco de fachada se ve disminuido al colocar el SATE. Si sólo se interviniese en el hueco, el aislamiento acústico de la fachada sería de 37 dB, frente a los 35 dB resultantes al intervenir también en la parte ciega.

Variantes:

- En el caso de que el porcentaje de superficie de huecos en la fachada fuera más elevado, p.ej. 60%, se partiría de una fachada con menor aislamiento, $R_{A, tr \text{ FACHADA}} = 31 \text{ dB}$ y esta intervención sobre el hueco y la parte ciega de fachada, mejoraría el aislamiento de la fachada en 3 dB. $R_{A, tr \text{ FACHADA}} \text{ post-intervención} = 34 \text{ dB}$.
- Si el aislamiento de la parte ciega de la fachada pre-intervención fuera superior, p.ej., de 50 dB, se partiría de una fachada con mismo aislamiento global, $R_{A, tr \text{ FACHADA}} = 34 \text{ dB}$ y la intervención mejoraría el aislamiento de la fachada en 4 dB. $R_{A, tr \text{ FACHADA}} \text{ post-intervención} = 38 \text{ dB}$.

4.4. AISLAMIENTO ACÚSTICO DEL EDIFICIO FRENTE AL RUIDO EXTERIOR

4.4.1. Qué influye en el aislamiento acústico in situ

El aislamiento acústico de un recinto frente al ruido exterior, $D_{2m,nT,A,tr}$, viene determinado por:

- ✓ Aislamiento acústico global de la fachada, $R_{A,tr}$, que es función del:
 - Aislamiento de la parte ciega.
 - Aislamiento del hueco de fachada: ventana, cajón de persiana y aireador.
 - Relación de superficie entre hueco y parte ciega de fachada: *% de superficie ocupada por el hueco de fachada respecto a superficie ocupada por la fachada vista desde el interior del recinto*. Ver apartado 4.3.
- ✓ Transmisiones indirectas de los elementos constructivos que forman el recinto: *Transmisión de ruido a través de las uniones de la fachada con el resto de los cerramientos del recinto*.
- ✓ Forma de la fachada: *Si es plana o dispone de balconada, terraza,...*
- ✓ Geometría del recinto: Volumen del recinto y superficie vista desde el interior.

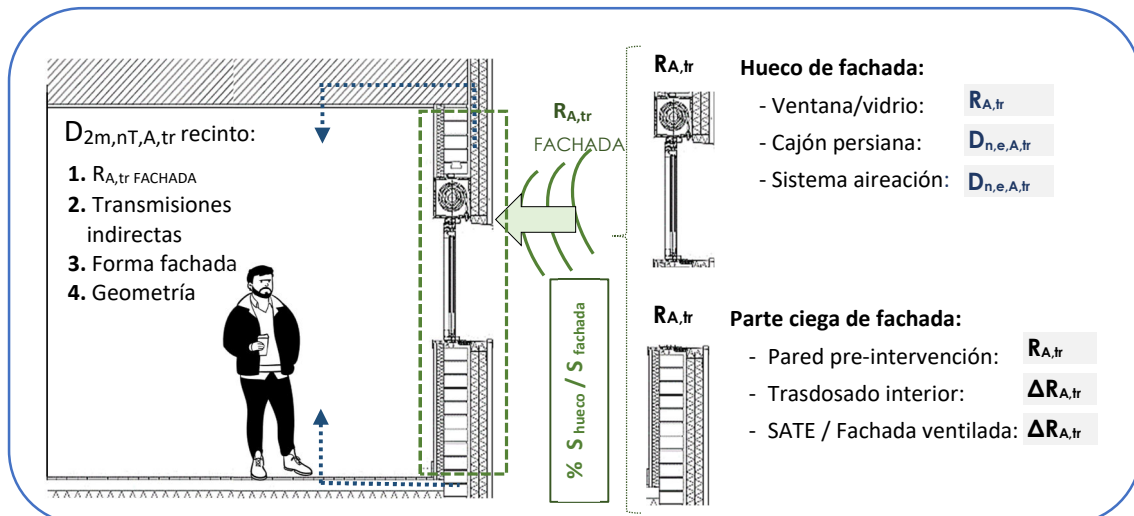
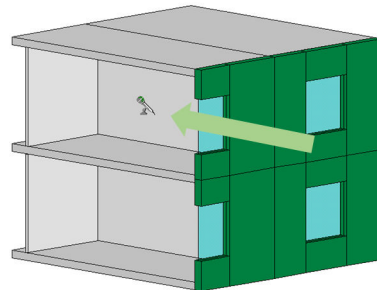


Figura 5: Aislamiento acústico frente al ruido exterior, $D_{2m,nT,A,tr}$ de un recinto: elementos y parámetros que influyen

4.4.2. ¿Cómo se puede obtener el aislamiento acústico in situ, $D_{2m,nT,A,tr}$?

En el edificio ya construido, se puede medir el aislamiento acústico frente al ruido exterior alcanzado en un recinto, mediante ensayo in situ y siguiendo la norma UNE-EN ISO 16283-3 [3].

En fase de proyecto, el aislamiento acústico del recinto frente al ruido exterior se puede estimar teniendo en cuenta los parámetros del apartado anterior: aislamiento global de la fachada (apartado 4.3), transmisiones entre elementos, correcciones asociadas a la forma de la fachada y geometría del recinto.



Existe una norma específica para la estimación mediante cálculo del aislamiento acústico de la fachada: UNE-EN ISO 12354-3 [10]. Esta norma recoge la metodología de cálculo en bandas de frecuencias y para los índices de valor único, como el $D_{2m,nT,A,tr}$.

El DB-HR del CTE [2], en su opción general de cálculo, establece un método de predicción del aislamiento acústico basado en la norma UNE-EN ISO 12354-3 [10], que puede ser utilizado en fase de diseño para estimar los índices globales de aislamiento acústico in situ previstos alcanzar con las soluciones proyectadas, entre ellos, el índice de aislamiento acústico frente al ruido exterior de un recinto.

La herramienta de cálculo del Documento Básico de protección frente al ruido, DB-HR - Protección frente al ruido [11] es descargable. Es importante utilizar datos de entrada adecuados, así como tener en cuenta las consideraciones recogidas en el manual y el documento específico de aplicación de la herramienta informática en proyectos de rehabilitación existentes, 'Protección frente al ruido: Consideraciones de uso de la herramienta informática del DB-HR' [12].

Por otra parte, el DB-HR del CTE [2], incluye una opción simplificada, en la que, para la fachada, conociendo los datos de partida del aislamiento acústico de la parte ciega y del hueco de fachada y el dato de la relación de superficie entre los mismos, garantiza el cumplimiento de un determinado $D_{2m,nT,A,tr}$.

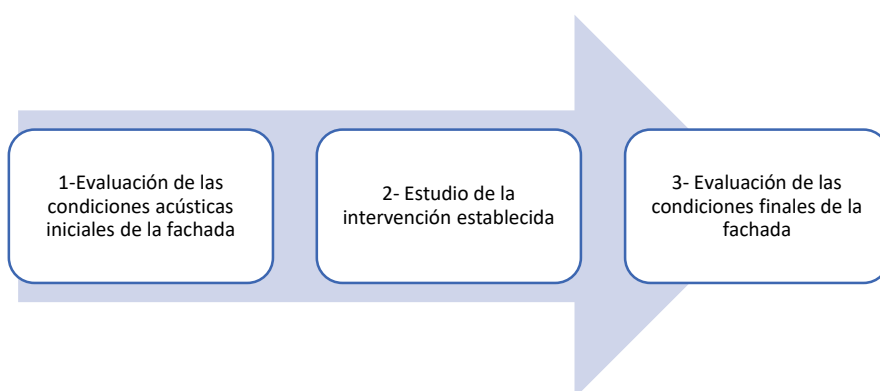
Antes de realizar una intervención en la fachada, es útil estimar cómo quedará el aislamiento acústico usando las herramientas mencionadas. Esto permite valorar si el resultado será adecuado o si conviene modificar la intervención para mejorar la protección frente al ruido y garantizar el confort acústico del usuario.

5. IMPLICACIONES ACÚSTICAS DE LAS INTERVENCIONES DE FACHADA

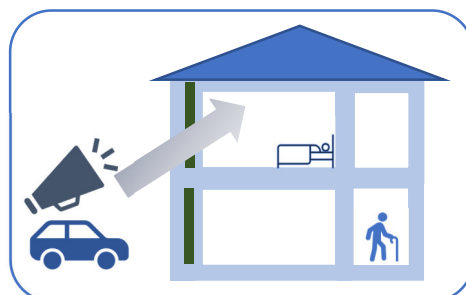
La mayoría de las intervenciones en la fachada están destinadas a la mejora de la eficiencia energética del edificio; sin embargo, conllevan una modificación de las condiciones acústicas, una afección acústica. Es importante conocer la influencia de la intervención en el comportamiento acústico con el objetivo de asegurar el no empeoramiento de la situación de partida, como recoge el DB-HR [2] del CTE.

Además, la intervención puede ser una oportunidad para mejorar las condiciones acústicas del edificio frente al ruido exterior y por ende al confort del usuario.

En todo caso, la influencia de la actuación en la protección del usuario frente al ruido exterior de la vivienda debería ser evaluada previo a la realización de la intervención, para establecer la adecuación de esta en el ámbito acústico.



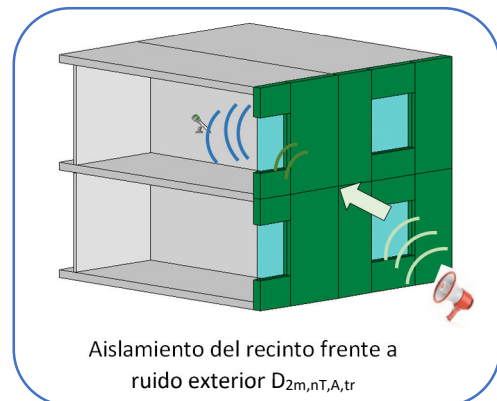
En el documento '*Calidad acústica y rehabilitación Alokabizi. Integración de criterios de calidad acústica en la rehabilitación*' [13], se recoge una metodología para evaluar e integrar criterios de calidad acústica en las distintas intervenciones en las viviendas de protección social, que puede ser aplicable a otras viviendas y tomarse de referencia para el caso específico de la intervención en fachada.



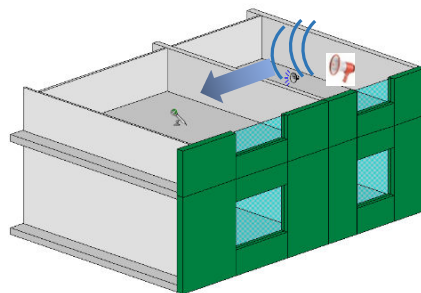
5.1. CÓMO AFECTAN ACÚSTICAMENTE LAS INTERVENCIONES EN LAS FACHADAS

Las intervenciones en la fachada afectan al aislamiento acústico del edificio frente al ruido exterior. Esta influencia, como se ha explicado en los apartados anteriores, puede ser positiva, negativa o neutra, dependiendo de múltiples factores: elementos intervenidos y características acústicas de los nuevos elementos incorporados, aislamiento de partida y características de la fachada pre-intervención, etc.

Añadir revestimientos a la parte ciega de la fachada, no siempre implica una mejora del aislamiento acústico de la fachada, es necesario realizar un análisis de los sistemas que se han previsto incorporar.

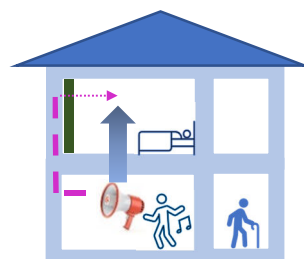
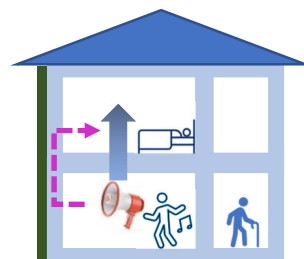


Las intervenciones en la fachada, además de afectar al aislamiento acústico de edificio frente al ruido exterior, pueden afectar al aislamiento acústico entre los recintos de la fachada intervenida:



Aislamiento entre recintos colindantes:
 $D_{nT,A}$

- ✓ En general, las intervenciones habituales por el exterior de la fachada tradicional de una vivienda, colocando un SATE o fachada ventilada no afectarán al aislamiento acústico entre recintos.
- ✓ Sin embargo, cuando la intervención es por el interior, colocando un trasdosado, éste podría aumentar el aislamiento entre recintos, dependiendo de las características del trasdosado, su adecuada colocación y el aislamiento del resto de elementos constructivos del recinto. El trasdosado puede disminuir la transmisión de ruido del flanco de fachada entre recintos. Esta disminución será relevante en función de las características acústicas de los recintos: el aislamiento del cerramiento entre recintos, y el resto de las transmisiones.



En la siguiente tabla se muestran las prestaciones acústicas del edificio que pueden verse afectadas por las distintas intervenciones en la fachada. Se incluye una valoración sobre la posibilidad de mejora, siempre que se empleen elementos con el aislamiento acústico adecuado. Asimismo, resulta imprescindible verificar que los componentes introducidos en la intervención no comprometan negativamente el comportamiento acústico global del sistema.

| TIPO de INTERVENCIÓN en FACHADA | INFLUENCIA en el: | | |
|--------------------------------------|---|-------------------------------------|-------------|
| | AISLAMIENTO ACÚSTICO de VIVIENDA frente al: | NIVEL RUIDO de INSTALACIÓN común | |
| | Ruido exterior | Ruido aéreo de recintos colindantes | En vivienda |
| Añadir REVESTIMIENTO EXTERIOR | ■ | ■ | □ |
| INTERIOR | | ■ | |
| INSUFLADO | | □ | |
| Sustitución de HUECO | ■ | □ | □ |
| Incluir / cambiar VENTILACIÓN | ■ ⁽¹⁾ | □ | ■ |

⁽¹⁾ Si se incorporan tomas o salida de aire en fachada.

- Posibilidad de mejora si se eligen los elementos constructivos adecuados*
- Posibilidad limitada de mejora condicionada por el resto de los elementos y el uso de sistemas adecuados en la actuación*
- Posibilidad de afectar negativamente. Necesario controlar afección.
- No afecta

* El uso de sistemas no adecuados podría empeorar.

Tabla 11: Tipo de actuación en la fachada y prestación acústica del edificio afectada.

5.2. CÓMO SE CALCULA EL AISLAMIENTO DE LA PARTE CIEGA DE LA FACHADA POST-INTERVENCIÓN

El aislamiento acústico de la parte ciega de la fachada cuando se le aplica un revestimiento se calcula a partir del aislamiento de la pared de obra y de la mejora aportada por el revestimiento.

La estimación del aislamiento de la parte ciega rehabilitada, $R_{A,tr}$ parte ciega fachada, se obtiene a partir de los valores de aislamiento en frecuencias de la pared de partida y los del revestimiento previsto en la intervención. Ésta es la estimación más precisa. El proceso se muestra en la Figura 6.

En el caso de que no se disponga de los datos de aislamiento acústico en frecuencias de la pared o del revestimiento, se podría realizar una estimación simplificada, menos precisa, a partir de los índices globales de la pared y del revestimiento:

$$R_{A,tr \text{ parte ciega fachada}} \approx R_{A,tr \text{ Pared pre-intervención}} + \Delta R_{A,tr \text{ revestimiento}}$$

Es importante tener en cuenta que la aportación acústica de un revestimiento al aislamiento de la fachada pre-intervención depende del aislamiento de la pared base sobre la que se coloca.

En ausencia de datos de la mejora acústica aportada por el revestimiento (SATE/etc) sobre una pared de igual o similar la de la fachada del edificio a rehabilitar, para fachadas de albañilería tradicional, se podría estimar el aislamiento de la fachada post-intervención utilizando los datos de mejora del revestimiento medidos sobre la pared normalizada pesada, ΔR_{pesado} y $\Delta R_{A,tr \text{ pesado}}$, para la estimación en frecuencias y en índices globales, respectivamente, siempre que la fachada pre-intervención tenga menor masa y aislamiento acústico que la pared pesada. Ver apartados 4.2.1 y 4.2.2.

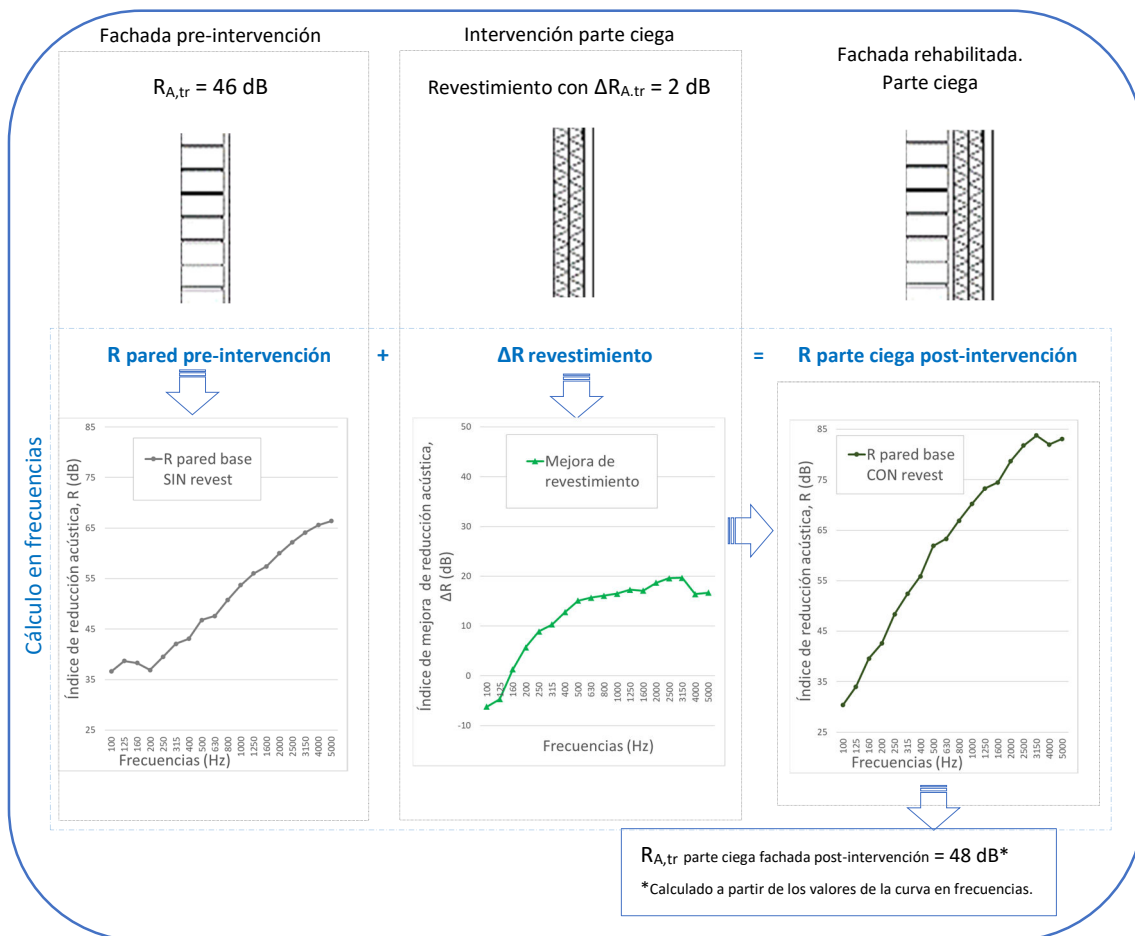


Figura 6: Ejemplo de cálculo de aislamiento acústico en frecuencias de la parte ciega de la fachada intervenida,

$R_{A,tr}$ parte ciega fachada

6. QUÉ VERIFICAR EN UN PROYECTO DE REHABILITACIÓN DE FACHADA

Cuando se vaya a rehabilitar la fachada de un edificio será necesario verificar cómo afecta la intervención al aislamiento acústico de la fachada y por ende a la protección frente al ruido del usuario.

La intervención en la fachada afectará de forma positiva, neutra o negativa en función de las características de los elementos de la fachada pre-intervención, de los elementos sobre los que se interviene y del tipo de soluciones usadas en la intervención.

*Es importante hacer una evaluación acústica de la intervención en la fachada en todos los proyectos, para **asegurar el no empeoramiento** de las condiciones iniciales de aislamiento de la fachada y determinar su posible mejora.*

*La intervención debería ir encaminada a **mejorar la situación inicial** y alcanzar en la medida de lo posible los objetivos establecidos en el DB-HR del CTE.*

La evaluación se puede realizar de forma aproximada usando la fórmula del elemento mixto. Ver apartado 4.3.

El aislamiento de la parte ciega de fachada puede estimarse a partir del aislamiento de la pared base existente y de la mejora que aporta el revestimiento. Ver apartado 5.2.

Los valores de aislamiento acústico de los diferentes elementos de la fachada (Figura 1), se obtienen según se explica en el apartado 4.2. En el apartado 7 se da información sobre dónde encontrar datos acústicos de elementos de fachada.

Es necesario **asegurar** que los **revestimientos** que se añaden a la parte ciega de la fachada aportan una mejora de su aislamiento acústico o no lo empeoran, $\Delta R_{A,tr,d\ SATE} \geq 0$ dB y que los nuevos elementos que se colocan, como son por ejemplo las **ventanas** con cajón de persiana, tienen mayor aislamiento, $R_{A,tr\ hueco}$ que los existentes y que los establecidos en proyecto.

En el caso de instalar un revestimiento, sistema SATE, etc., que empeore el aislamiento acústico de la parte ciega de la fachada, $\Delta R_{A,tr,d\ SATE} < 0$ dB, será necesario evaluar cómo afecta al aislamiento global de la fachada y asegurar al menos el no empeoramiento de la situación de partida.

En un edificio de viviendas se presentan diferentes causticas de fachada: puede variar el tamaño de las ventanas (huecos), el tipo de recinto que protegen: dormitorio o salón, las soluciones proyectadas, ...

A la hora de evaluar el aislamiento de la intervención en la fachada se recomienda al menos **evaluar la situación a priori más representativa** de dormitorio y de salón, considerando para cada caso la que presente el mayor porcentaje de huecos frente a la superficie de fachada.

Así mismo, en el caso de incluir en la fachada **sistemas de aireación**, su impacto acústico debería ser también evaluado.

| INTERVENCIÓN en FACHADA | EN PROYECTO: Controlar el aislamiento acústico del edificio frente al ruido exterior $D_{2m,nT,Atr}$ | | |
|--|---|---|--|
| | Parámetros acústicos de los sistemas a definir | Criterio mínimo exigible: Asegurar el no empeoramiento $R_{A,tr,fachada} \geq$ Valor pre-intervención | Possible objetivo alcanzable |
| | | | |
| 1- Añadir revestimiento exterior o interior | $\Delta R_{A,tr,revestimiento}$ $R_{A,tr,ciega}$ | $R_{A,tr,ciega} \geq$ Valor existente pre-intervención o asegurar no influencia en $R_{A,tr,fachada}$ | Oportunidad de mejora limitada |
| 2- Sustitución de huecos (1) | $R_{A,tr,hueco}^{(1)}$ | $R_{A,tr,hueco} \geq$ Valor existente pre-intervención | |
| 1+2 | $\Delta R_{A,tr,revestimiento}$ $R_{A,tr,ciega}$ $R_{A,tr,hueco}$ | $R_{A,tr,fachada} \geq$ Valor existente pre-intervención | Oportunidad de alcanzar $D_{2m,nT,A,tr}$ mínimo establecido en DB-HR del CTE (2) |
| 3- Sistema ventilación(3) aireador en fachada de recinto protegido | $D_{n,e,A,tr}$ | $R_{A,tr,ciega} \geq$ Valor existente pre-intervención o asegurar no influencia en $R_{A,tr,fachada}$ | |

(1) En caso de que el aireador esté incorporado en el hueco, en la perfilería de ventana o en el cajón de persiana, el valor de aislamiento acústico del hueco deberá también considerar el aireador.

(2) El valor mínimo de aislamiento acústico frente al ruido exterior establecido en el DB-HR [2] depende del nivel de ruido exterior día, L_d , existente en la fachada del edificio.
En el caso de que la fachada incorpore aireador, se recomienda minimizar su posible afección en el aislamiento acústico de la fachada. El aislamiento acústico de la fachada se evalúa con el aireador en posición cerrada, si la tiene.

(3) Nivel de ruido del sistema de ventilación: El nivel de ruido emitido por la instalación de ventilación al interior de la vivienda y al ambiente exterior debería ser controlado. El nivel del ruido emitido al ambiente exterior deberá cumplir con el Decreto 213/2012 de contaminación acústica de la Comunidad del País Vasco [14] y las ordenanzas municipales de aplicación. Se recomienda que el nivel en el interior de la vivienda cumpla con los establecido en la Orden del Gobierno Vasco sobre Control Acústico de la Edificación [15].

Tabla 12: Parámetros y criterios a definir en fase de proyecto

Una vez que en el proyecto estén definidas las soluciones a utilizar en la intervención, durante la ejecución de la obra, será necesario controlar que tanto los sistemas utilizados como su forma de montaje son los establecidos.

| INTERVENCIÓN en FACHADA | EN EJECUCIÓN: Controlar sistemas y montajes |
|--|--|
| | Parámetros de los sistemas a controlar frente a proyecto |
| 1-Añadir revestimiento exterior o interior | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Características de los componentes del revestimiento: materiales, espesores, referencias, ... ✓ Valor del aislamiento acústico del revestimiento, $\Delta R_{A, tr, revestimiento}$, frente al de proyecto y asegurar que corresponde al que se está montando. ✓ Pautas de montaje de acuerdo con lo establecido para el sistema en proyecto y/o por el fabricante: tipo y nº de fijaciones, espesores de cámaras, sellados, etc. |
| 2-Sustitución de huecos | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Características de los componentes del hueco: tipo de perfilera de ventana, juntas, composición del acristalamiento, elementos del cajón de persiana, y aireador, si lo incorpora. ✓ Valor de aislamiento acústico del hueco, $\Delta R_{A, tr, hueco}$, frente al de proyecto (asegurar que corresponde al que se está montando). En ausencia de este dato, se recomienda solicitar ensayo del sistema. ✓ Sellado perimetral adecuado del hueco con la parte ciega de la fachada (+ Info en Guía Básica [7] para el Control Acústico en Edificación: ejecución de obra y obra terminada). |
| 3-Sistema ventilación: aireador en fachada de recinto protegido | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Aireador con los componentes establecidos en proyecto: tamaño, forma, elementos interiores, referencia, ... ✓ Valor de aislamiento acústico $D_{n,e,A, tr}$ establecido: asegurar que corresponde al que se está montando. ✓ Sellado adecuado. |

Tabla 13: Control en fase de ejecución

En ausencia de datos acústicos de los sistemas a utilizar, sería recomendable solicitar su ensayo acústico previo a su utilización en obra. Así mismo, en elementos críticos a controlar en la obra y en ausencia de certificado de ensayo, es recomendable el control mediante ensayo acústico en laboratorio.

Como fase final de la obra, para asegurar el haber alcanzado los requisitos acústicos establecidos en el proyecto, se recomienda la realización de mediciones in situ del aislamiento acústico frente al ruido exterior.

7. DATOS ACÚSTICOS DE SISTEMAS DE FACHADA

7.1. ¿DÓNDE ENCONTRAR DATOS ACÚSTICOS DE LOS ELEMENTOS DE LA FACHADA?

Los datos acústicos de los elementos constructivos de las fachadas existentes, para edificios construidos previo a la normativa NBE-AE/88 [16], son complicados de encontrar. Los proyectos de los edificios construidos bajo esta normativa deberían tener definido el aislamiento acústico de la fachada proyectada o de sus componentes, sin embargo, el proyecto y los datos no siempre están disponibles.

En el caso de los edificios construidos a partir de 2010, siguiendo el DB-HR del CTE [2], los datos de los elementos usados en la fachada y su aislamiento acústico están recogidos en el proyecto, en la justificación del cumplimiento del DB-HR del CTE [2].

En cuanto a los **cerramientos más tradicionales**, existen bases de datos públicas, que pueden usarse en el proceso de valoración de las condiciones acústicas de partida de la fachada a rehabilitar y en el diseño de la intervención y su posterior valoración.

- Bases de datos acústicos:
 - ✓ Catálogo de elementos constructivos de CTE [17]
Se trata de datos genéricos de aislamiento acústico que pueden ser de utilidad en ausencia de datos específicos de una solución constructiva.
 - ✓ Base de Datos dBMat-Índices globales [18] ([Base-de-datos-dbma-Indices globales](#)).
Recoge **datos específicos** de múltiples productos y sistemas ensayados en laboratorio en el Área Acústica del Laboratorio de Control de la Calidad del Gobierno Vasco.

Con relación a los **sistemas de revestimiento** utilizados en la **rehabilitación** de la **parte ciega** de la fachada, el CEC del CTE [17] recoge valores acústicos genéricos de soluciones completas de fachada incluyendo revestimientos por el exterior y/o el interior, con consideraciones específicas en cuanto a su aplicación, sin embargo, no recoge valores acústicos de los revestimientos de fachada.

Respecto a los **huecos de fachada**, existen datos acústicos genéricos en función de la composición del vidrio, del tamaño y tipo de la ventana (deslizante, practicable, ...) y de la clase de permeabilidad al aire de ésta, incluidos en el CEC y basados en la norma de producto UNE-EN 14351-1 [19]. Estos datos no incluyen en general el cajón de persiana ni los aireadores.

Además de las bases de datos públicas, los propios fabricantes declaran los valores de aislamiento acústico de sus sistemas.

- Datos de los fabricantes:
 - ✓ Catálogos con resultados de ensayos y/o estimaciones.
 - ✓ Fichas o informes específicos de caracterización.
 - ✓ Documentos de evaluación técnica nacionales: TC, DIT o DAU, que incluyan la declaración de prestaciones acústica del sistema.
 - ✓ Documentos de evaluación técnica europeos: ETES que incluyan la declaración de prestaciones acústicas del sistema.

Por último, otro elemento que a veces está integrado en el hueco o en la parte ciega de la fachada es **el aireador**, que también influye en el aislamiento final de la fachada. La información de estos sistemas se encuentra principalmente en los catálogos o información suministrada por los propios fabricantes de estos sistemas.

En todos los casos es **importante contrastar** que los **datos acústicos** suministrados o considerados hagan **referencia al sistema concreto** a colocar: ventana, cajón, SATE, etc.

7.2. DATOS ACÚSTICOS DE ELEMENTOS ESPECÍFICOS DE FACHADA

Se han recopilado datos de aislamiento acústico de distintos sistemas de fachada, con el objetivo de que puedan ser utilizados en el proceso de rehabilitación: tanto para evaluar el estado acústico de la fachada del edificio previo a la intervención (pre-intervención), como para evaluar la influencia de la intervención prevista en el aislamiento de la fachada.

En concreto, se ha recopilado información de:

- I. Paredes base de fachada.
- II. Revestimientos de fachada: Intervenciones en parte ciega de fachada.
 - Revestimientos de fachada por el exterior: Sistemas SATE y Fachada ventilada
 - Revestimientos interiores: Trasdosados
 - Insuflado en cámara de aire de pared doble
- III. Huecos de fachada

Esta información queda recogida en los Anexos I, II y III, respectivamente.

En las fichas de los Anexos I y II, se presenta información detallada de diferentes fachadas y revestimientos, incluyendo una ficha por cada pared base y por cada revestimiento. El resumen de los datos disponibles se presenta en las tablas de los siguientes subapartados: 7.2.1 y 7.2.2.

Además, en el Anexo III, se presentan datos acústicos de diferentes configuraciones de hueco de fachada.

Los datos han sido obtenidos mediante ensayo acústico en el Área Acústica del Laboratorio de Control de Calidad de la Edificación (LCCE) del Gobierno Vasco, cogestionada por Tecnalia. Son ensayos realizados en cámaras normalizadas según la norma UNE-EN ISO 10140-2 [4] y aplicando en los revestimientos el Anexo G de la norma UNE-EN ISO 10140-1 [8].

7.2.1. Fachadas existentes

El resumen de los datos de aislamiento acústico, $R_{A,tr}$, de diferentes paredes base se presentan en la siguiente tabla, así como la identificación de la ficha que contiene información adicional de la pared en el Anexo I.

| FICHA Anexo I | PAREDES BASE Descripción: Ladrillo/bloque [Re.ext / Re.int] | D [kg/m ²] | $R_{A,tr}$ | Ref. REVESTIMIENTO Anexo II |
|----------------------|---|---------------------------|------------|--------------------------------|
| PB 1 | BC 14 [-- / Ye 1cm] | 130 | 40 dB | SATE 1 |
| PB 2 | LP 11,5 [Mor 1cm / Ye 1cm] | 220 | 45 dB | SATE 2 y 3 |
| PB 3 | LP 11 [Mor 1cm / Ye 1cm] | 195 | 40 dB | FV 1 y TRASD 3, 4 y 5 |
| PB 4 | LP 11,5 [-- / Ye 1,5cm] | 120 | 41 dB | FV 2 |
| PB 5 | BC 19 [-- / Ye 1,5cm] | 185 | 45 dB | FV 3 |
| PB 6 [PB 3+TRASD] | LP 11 [Mor 1cm / Ye 1cm] +TRASD 48/15 con LR 4cm/70kg/m ³ | 210 | 52 dB | FV 4 |
| PB 7 | BC 11,5 [Mor 1,5cm / Mor 0,5cm] + TRASD 48/15 con LM 5cm/15kg/m ³ | 190 | 49 dB | FV 5 |
| PB 8 | LP 14 [Ye 1cm / Ye 1cm] | 175 | 44 dB | TRASD 1 y 2 |
| PB 9 | LP 11 [Mor 1cm / Mor 0,5cm] + CAM 10 + LHS 5 [-- / Mor 1,5cm+Ye 0,5cm] | 240 | 47 dB | INSUFL 1 |

Tabla 14: Resumen de datos específicos de aislamiento acústico de paredes base

7.2.2. Intervenciones en la parte ciega de fachada

El resumen de los datos de mejora acústica, $\Delta R_{A,tr,d}$, de los sistemas de revestimiento de fachada se presenta en las siguientes tablas, diferenciados por tipología de revestimiento. Se incluye el aislamiento obtenido por el conjunto de la pared base y el revestimiento: fachada completa. En las fichas del anexo II presentan información más detallada, incluyendo una ficha por cada revestimiento.

| FICHA Anexo II | REVESTIMIENTO Mejora acústica: | $\Delta R_{A,tr,d}$ | PARED BASE Aislamiento acústico: | $R_{A,tr,b}$ | FACHADA $R_{A,tr}$ |
|-------------------|-----------------------------------|---------------------|-------------------------------------|--------------|-----------------------|
| SATE 1 | SATE con EPS 4 cm | 0 dB | PB 1 - BC 14 | 40 dB | 40 dB |
| SATE 2 | SATE con EPS 6 cm | -3 dB | PB 2 - LP 11,5 | 45 dB | 42 dB |
| SATE 3 | SATE con LR 6 cm | +3 dB | PB 2 - LP 11,5 | 45 dB | 48 dB |

Tabla 15: Resumen de datos de Sistemas de aislamiento térmico por el exterior- SATE

| FICHA Anexo II | ASISLANTE INSUFLADO Mejora acústica: | $\Delta R_{A,tr,d}$ | PARED BASE Aislamiento acústico: | $R_{A,tr,b}$ | FACHADA $R_{A,tr}$ |
|-------------------|---|---------------------|-------------------------------------|--------------|-----------------------|
| INSUFL 1 | Poliuretano de celda abierta 12 kg | 0 dB | PB 9 - LP 11 + CAM 10 + LHS 5 | 47 dB | 47 dB |

Tabla 16: Resumen de datos de Insuflado- INSUFL

LEYENDA

| | | |
|-----------------------------|---------------------------------|---|
| BC: bloque cerámico | LP: ladrillo perforado cerámico | SATE: Aislamiento térmico por el exterior |
| CAM: cámara de aire | LR: lana de roca | TRASD: Trasdosado autoportante X/Y+Z: perfilaría acero de X mm de espesor + PYL de Y mm + PYL de Z mm |
| EPS: poliestireno expandido | Mor: mortero | Ye: yeso |
| FV: Fachada Ventilada | PB: Pared Base | |
| INSUFL: Insuflado | PYL: placa de yeso laminado | |
| LHS: ladrillo hueco simple | Re.ext: Revestimiento exterior | |
| LM: lana mineral | Re.int: Revestimiento interior | |

| FICHA Anexo II | REVESTIMIENTO | PARED BASE | | FACHADA | |
|-------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------|--------------|------------|
| | | Mejora acústica: $\Delta R_{A,tr,d}$ | Aislamiento acústico: | $R_{A,tr,b}$ | $R_{A,tr}$ |
| FV 1 | FV con LR 8 cm y placas LM prensada | +15 dB | PB 3 - LP 11 | 40 dB | 55 dB |
| FV 2 | FV con PP 4 cm y paneles cementicios | -4 dB | PB 4 - LP 11,5 | 41 dB | 37 dB |
| FV 3 | FV con PP 4 cm y paneles cementicios | -4 dB | PB 5 - BC 19 | 45 dB | 41 dB |
| FV 4 | FV con LR 8 cm y placas LM prensada | +10 dB | PB 6 - [PB3 + TRASD PYL] | 52 dB | 62 dB |
| FV 5 | FV con LM 8 cm y paneles aluminio | +2 dB | PB 7 - BC 11,5 + TRASD PYL | 49 dB | 51 dB |

Tabla 17: Resumen de datos de fachadas ventiladas-FV

| FICHA Anexo II | REVESTIMIENTO | PARED BASE | | FACHADA | |
|-------------------|--|--------------------------------------|-----------------------|--------------|------------|
| | | Mejora acústica: $\Delta R_{A,tr,d}$ | Aislamiento acústico: | $R_{A,tr,b}$ | $R_{A,tr}$ |
| TRASD 1 | TRASD 48/15 con LR 4 cm 30 kg/m ³ | 14 dB | PB 8 - LP 14 | 44 dB | 58 dB |
| TRASD 2 | TRASD 48/15+13 con LR 4 cm 30kg/m ³ | 17 dB | | | 61 dB |
| TRASD 3 | TRASD 48/15 con LR 10 cm 50 kg/m ³ | 18 dB | PB 3 - LP 11 | 40 dB | 58 dB |
| TRASD 4 | TRASD 48/15 con LR 4 cm 40 kg/m ³ | 12 dB | | | 52 dB |
| TRASD 5 | TRASD 48/15 con LR 4 cm 70 kg/m ³ | 12 dB | | | 52 dB |

Tabla18: Resumen de datos de Trasdoados- TRASD

LEYENDA

| | | |
|------------------------------------|--|--|
| BC: bloque cerámico | LM: lana mineral | PP: poliuretano proyectado |
| EPS: poliestireno expandido | LP: ladrillo perforado cerámico | PYL: placa de yeso laminado |
| FV: Fachada Ventilada | LR: lana de roca | TRASD: Trasdoadado autoportante X/Y+Z: |
| INSUFL: Insuflado | PB: Pared Base | perfilería acero de X mm de espesor + PYL de Y mm + PYL de Z mm |

8. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Documentos utilizados para la redacción de este documento o de consulta para ampliar información.

- [1] **Real Decreto 314/2006**, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Actualizado en el Real Decreto 732/2019, de 20 de diciembre, de modificación del Código Técnico de la Edificación.
- [2] **Documento Básico DB HR Protección frente al Ruido**. Código Técnico de la Edificación. 2019.
- [3] **UNE-EN ISO 16283-3**: Acústica. Medición in situ del aislamiento acústico en los edificios y en los elementos de construcción. Parte 3: Aislamiento a ruido de fachada.
- [4] **UNE-EN ISO 10140-2**: Acústica. Medición en laboratorio del aislamiento acústico de los elementos de construcción. Parte 2: Medición del aislamiento acústico al ruido aéreo.
- [5] **UNE-EN ISO 717-1**: Acústica. Evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 1: Aislamiento a ruido aéreo.
- [6] **Guía de Aplicación del Documento Básico de Protección frente al Ruido**. [Guía de aplicación del DB-HR](#)
- [7] **Guía Básica para el Control Acústico en Edificación**: ejecución de obra y obra terminada. [Microsoft Word - DocumentocompletoV4.doc](#)
https://www.euskadi.eus/contenidos/informacion/2575/eu_2151/adjuntos/guia_basica.pdf
- [8] **UNE-EN ISO 10140-1**: Acústica. Medición en laboratorio del aislamiento acústico de los elementos de construcción. Parte 1: Reglas de aplicación para productos específicos.
- [9] **Concilier efficacité énergétique et acoustique dans le bâtiment** – publicada por Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB) en el año 2010.
- [10] **UNE-EN ISO 12354-3**: Acústica de edificios. Estimación del rendimiento acústico de los edificios a partir del rendimiento de los elementos. Parte 3: Aislamiento acústico a ruido aéreo frente al ruido exterior.
- [11] **HR – Protección frente al ruido**: [Herramienta de cálculo del Documento Básico de protección frente al ruido](#)
- [12] **HR – PROTECCIÓN FRENTE AL RUIDO**: Consideraciones de uso de la herramienta informática del DB HR en los proyectos de rehabilitación de edificios existentes. Abril de 2014 (a Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo del Ministerio de Fomento y el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, CSIC. [Microsoft Word - Herramienta informatica uso rehab.doc](#)
- [13] **Calidad acústica y rehabilitación Alokabizi**. Integración de criterios de calidad acústica en la rehabilitación. (ALOKABIDE, Sociedad Pública de Alquiler de vivienda protegida del Gobierno Vasco / Departamento de Planificación Territorial, Vivienda y Transportes del Gobierno Vasco). Edición: diciembre 2023. [calidad-acustica-y-rehabilitacion.pdf](#)
- [14] **DECRETO 213/2012, de 16 de octubre, de contaminación acústica de la Comunidad Autónoma del País Vasco** y las ordenanzas municipales de aplicación
- [15] **ORDEN de 15 de junio de 2016**, del Consejero de Empleo y Políticas Sociales, sobre Control Acústico de la Edificación. [ORDEN de 15 de junio de 2016, del Consejero de Empleo y Políticas Sociales - Buscar con Google](#)
- [16] **Norma Básica de la Edificación. NBE-CA 88** sobre Condiciones Acústicas en los edificios. Orden de 29 de septiembre de 1988 por la que se aclaran y corrigen diversos aspectos de los anexos a la Norma Básica de la Edificación NBE-CA-82 sobre Condiciones Acústicas en los Edificios. vol. BOE-A-1988-23328. 1988, págs. 29222-29223.
- [17] **Catálogo de elementos constructivos de CTE**. [Ministerio de Fomento - Catálogo de Elementos Constructivos del CTE](#)
- [18] **Base de datos acústicos ‘dBMat-Índices Globales’** publicada desde el Laboratorio de Control de Calidad de la Edificación de Gobierno Vasco [Área de Acústica co-gestionada por Tecnalia] <http://acoubat-dbmat.com/base-de-datos-dbmat/>
- [19] **UNE-EN 14351-1**: Ventanas y puertas peatonales exteriores. Norma de producto, características de prestación. Parte 1: Ventanas y puertas peatonales exteriores sin características de resistencia al fuego y/o control de humo.

Anexo I – Fachadas / Cerramientos base.

Fichas de datos acústicos:

Se presentan las fichas de las fachadas o paredes base, con los valores de aislamiento acústico y características básicas, que se han utilizado para aplicar las soluciones de rehabilitación del Anexo II.

| FACHADA Denominación | | | | | | PB X |
|----------------------|-------------------|--------------|------------------|-------------------|----------------|-----------------|
| Descripción | | | | | | |
| Capas (ext-int) | Descripción capa | Espesor [cm] | Densidad [kg/m²] | | | Esquema pared |
| ---- | ----- | XX | XX | | | |
| ---- | ----- | | | | | |
| Aislamiento acústico | | | | | | |
| | | | | R _{A,tr} | R _A | Bloque/ladrillo |
| PB | Pared base | XX | XX | XX | XX | |

Ficha tipo de paredes base

PB 1

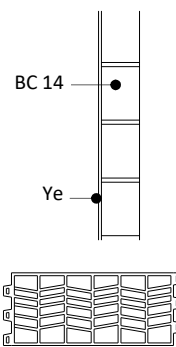
FACHADA 1 hoja bloque CERÁMICO

Descripción

Fachada formada por una hoja de bloque cerámico 14 con revestimiento de yeso al interior. Montaje con junta vertical machihembrada seca y junta horizontal de mortero de ~ 1,5 cm.

| Capas (ext-int) | Descripción capa | Espesor [cm] | Densidad [kg/m²] | Aislamiento acústico | |
|-----------------|--------------------------------------|--------------|------------------|-------------------------|----------------------|
| BC | Bloque cerámico 300x135x190 - 5,9 kg | 13,5 | 105 | | |
| Ye | Revestimiento de yeso | 1 | | | |
| | | | | R_{A,tr} | R_A |
| PB | Pared base | 14,5 | 130 | 40 dBA | 44 dBA |

PB 1



PB 2

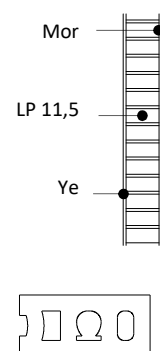
FACHADA 1 hoja ladrillo PERFORADO

Descripción

Fachada formada por una hoja de ladrillo perforado cerámico 11,5 con revestimiento de mortero al exterior y revestimiento de yeso al interior. Montaje con junta vertical y horizontal de mortero de ~1 cm.

| Capas (ext-int) | Descripción capa | Espesor [cm] | Densidad [kg/m²] | Aislamiento acústico | |
|-----------------|--|--------------|------------------|-------------------------|----------------------|
| Mor | Revestimiento de mortero de cemento | 1 | | | |
| LP | Ladrillo perforado cerámico 240x115x50 mm - 1,8 kg | 11,5 | 145 | | |
| Ye | Revestimiento de yeso | 1 | | | |
| | | | | R_{A,tr} | R_A |
| PB | Pared base | 13,5 | 220 | 45 dBA | 49 dBA |

PB 2



PB 3

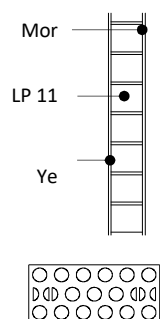
FACHADA 1 hoja ladrillo PERFORADO

Descripción

Fachada formada por una hoja de ladrillo perforado cerámico 11 con revestimiento de mortero al exterior y revestimiento de yeso al interior. Montaje con junta vertical y horizontal de mortero de ~ 1 cm.

| Capas (ext-int) | Descripción capa | Espesor [cm] | Densidad [kg/m²] | Aislamiento acústico | |
|-----------------|---|--------------|------------------|-------------------------|----------------------|
| Mor | Revestimiento de mortero de cemento | 1 | | | |
| LP | Ladrillo perforado cerámico 240x110x100 mm - 2,1 kg | 11 | 80 | | |
| Ye | Revestimiento de yeso | 1 | | | |
| | | | | R_{A,tr} | R_A |
| PB | Pared base | 13 | 195 | 40 dBA | 45 dBA |

PB 3



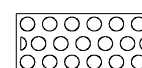
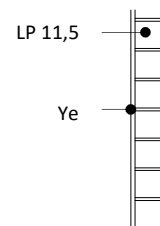
PB 4

FACHADA 1 hoja ladrillo PERFORADO

Descripción

Fachada formada por una hoja de ladrillo perforado cerámico 11,5 con revestimiento de yeso al interior. Montaje con junta vertical y horizontal de mortero de ~ 1 cm.

| Capas (ext-int) | Descripción capa | Espesor [cm] | Densidad [kg/m³] | Aislamiento acústico | |
|-----------------|---|--------------|------------------|----------------------|--------|
| LP | Ladrillo perforado cerámico 240x115x100 mm - 2,6 kg | 11,5 | 105 | $R_{A,tr}$ | R_A |
| Ye | Revestimiento de yeso | 1,5 | | 41 dBA | 46 dBA |
| PB | Pared base | 13 | 120 | | |



PB 4

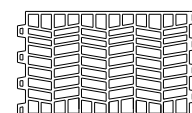
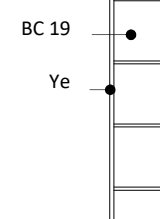
PB 5

FACHADA 1 hoja bloque CERÁMICO

Descripción

Fachada formada por una hoja de bloque cerámico 19 con revestimiento de yeso al interior. Montaje con junta vertical y horizontal de mortero de ~ 1 cm.

| Capas (ext-int) | Descripción capa | Espesor [cm] | Densidad [kg/m³] | Aislamiento acústico | |
|-----------------|---|--------------|------------------|----------------------|--------|
| BC | Bloque cerámico 305x190x190 mm – 9,9 kg | 19 | 170 | $R_{A,tr}$ | R_A |
| Ye | Revestimiento de yeso | 1,5 | | 45 dBA | 49 dBA |
| PB | Pared base | 20,5 | 185 | | |



PB 5

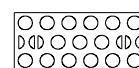
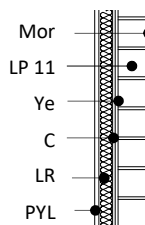
PB 6

FACHADA 1 hoja ladrillo PERFORADO con TRASDOSADO interior

Descripción

Fachada formada por una hoja de ladrillo perforado cerámico 11 con revestimiento de mortero al exterior y revestimiento de yeso y trasdosado de placa yeso laminado, lana de roca entre montantes y perfilaría de acero al interior. Montaje con junta vertical y horizontal de mortero de ~ 1 cm.

| Capas (ext-int) | Descripción capa | Espesor [cm] | Densidad [kg/m³] | Aislamiento acústico | |
|-----------------|---|--------------|------------------|----------------------|--------|
| Mor | Revestimiento de mortero de cemento | 1 | | $R_{A,tr}$ | R_A |
| LP | Ladrillo perforado cerámico 240x110x100 mm - 2,1 kg | 11 | 80 | | |
| Ye | Revestimiento de yeso | 1 | | | |
| C | Cámara aire entre perfil de trasdosado y Pared base | 1 | | | |
| PA | Perfil acero 48 mm, montantes cada 60 cm | 4,8 | | | |
| LR | Lana de roca 70 kg/m³ | 4 | | | |
| PYL | Placa yeso laminado | 1,5 | 10,5 | | |
| PB | Pared base | 20,5 | 210 | 52 dBA | 59 dBA |



PB 6

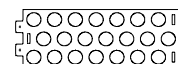
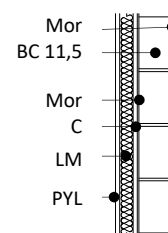
PB 7

FACHADA 1 hoja bloque CERÁMICO con TRASDOSADO interior

Descripción

Fachada formada por una hoja de bloque cerámico 11,5 con revestimiento de mortero al exterior y revestimiento de mortero y trasdosado de placa yeso laminado, lana mineral entre montantes y perfilera de acero al interior. Montaje con junta vertical machihembrada seca y junta horizontal de mortero de ~ 1 cm.

| Capas (ext-int) | Descripción capa | Espesor [cm] | Densidad [kg/m³] | Aislamiento acústico | |
|-----------------|--|--------------|------------------|----------------------|---------------|
| | | | | $R_{A,tr}$ | R_A |
| Mor | Revestimiento de mortero de cemento | 1,5 | | | |
| BC | Bloque cerámico 300x115x190 mm - 5,5 kg | 11,5 | 95 | | |
| Mor | Revestimiento de mortero de cemento | 0,5 | | | |
| C | Cámara aire entre perfil de trasdosado y Pared base | 1,5 | | | |
| PA | Perfil acero 48 mm arriostrado, montantes cada 60 cm | 4,8 | | | |
| LM | Lana mineral 15 kg/m³ | 5 | | | |
| PYL | Placa yeso laminado | 1,5 | 11 | | |
| PB | Pared base | 21,5 | 190 | 49 dBA | 56 dBA |



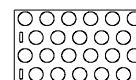
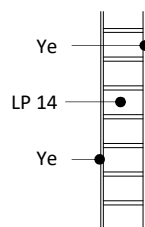
PB 8

FACHADA 1 hoja ladrillo PERFORADO

Descripción

Fachada formada por una hoja de ladrillo perforado cerámico 14 con revestimiento de yeso al exterior e interior. Montaje con junta vertical y horizontal de mortero de ~ 1,5 cm.

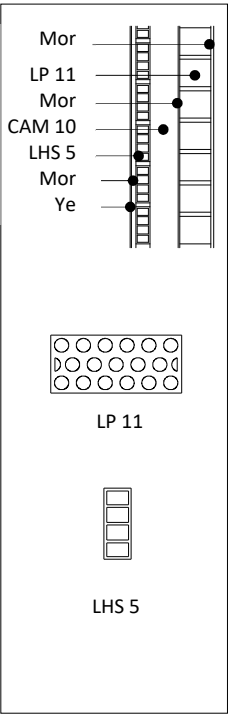
| Capas (ext-int) | Descripción capa | Espesor [cm] | Densidad [kg/m³] | Aislamiento acústico | |
|-----------------|--|--------------|------------------|----------------------|---------------|
| | | | | $R_{A,tr}$ | R_A |
| Ye | Revestimiento de yeso | 1 | | | |
| LP | Ladrillo perforado cerámico 240x140x90 mm - 3,2 kg | 14 | 150 | | |
| Ye | Revestimiento de yeso | 1 | | | |
| PB | Pared base | 16 | 175 | 44 dBA | 48 dBA |



FACHADA 1 hoja ladrillo PERFORADO / CÁMARA / 1 hoja ladrillo HUECO SIMPLE

PB 9

| Descripción | | | | |
|---|---|--------------|------------------|----------------------|
| Fachada formada por una hoja de ladrillo perforado cerámico 11 con revestimiento de mortero al exterior e interior y una hoja de ladrillo hueco simple 5 con revestimiento de mortero y yeso al interior, con cámara intermedia de aire entre hojas. Montaje de hojas con junta vertical y horizontal de mortero de ~ 1,5 cm. | | | | |
| Capas (ext-int) | Descripción capa | Espesor [cm] | Densidad [kg/m²] | |
| Mor | Revestimiento de mortero de cemento | 1 | | |
| LP | Ladrillo perforado cerámico 240x110x100 mm - 2,2 kg | 11 | 90 | |
| Mor | Revestimiento de mortero de cemento | 0,5 | | |
| CAM | Cámara aire entre hojas | 10 | | |
| LHS | Ladrillo hueco simple 245x50x135 mm - 1,6 kg | 5 | 50 | |
| Mor | Revestimiento de mortero de cemento | 1,5 | | |
| Ye | Revestimiento de yeso | 0,5 | | |
| | | | | Aislamiento acústico |
| | | | | $R_{A,tr}$ R_A |
| PB | Pared base | 29,5 | 240 | 47 dBA 51 dBA |



Anexo II - Revestimientos de fachada.

Soluciones de rehabilitación.

Fichas de datos acústicos:

- Se presentan fichas de soluciones de rehabilitación en base a la tipología de sistema de revestimiento usado en la intervención*:
- Aislamiento térmico por el exterior: SATE y fachadas ventiladas
 - Aislamiento térmico por el interior: Trasdosados
 - Aislamiento en cámara de aire de un muro de doble hoja: Insuflado

| *REVESTIMIENTO Denominación del sistema | | | | | *REVESTIMIENTO x1 |
|---|------------------|--------------|------------------|-----------------------------|--------------------------|
| Descripción | | | | | Esquema revestimiento |
| Capas (ext-int) | Descripción capa | Espesor [cm] | Densidad [kg/m²] | | |
| --- | ----- | --- | | | |
| --- | ----- | --- | | | |
| ---- | ----- | --- | | | |
| | | | | Mejora aislamiento acústico | |
| | | | | $\Delta R_{A,tr,d}$ | ΔR_A |
| REVESTIMIENTO* | | XX | XX | X dBA | X dBA |
| ---- | | | | | |
| Pared Base PB X - Fachada denominación | | | | | Esquema fachada completa |
| --- | --- | --- | | | |
| --- | ---- | X | | | |
| --- | ----- | X | | | |
| | | | | Aislamiento acústico | |
| | | | | $R_{A,tr}$ | R_A |
| | PB | X | XXX | XX dBA | X dBA |
| CONJUNTO: REVESTIMIENTO + Pared Base | | XX | XXX | XX dBA | XX dBA |

Ficha tipo Sistema revestimiento de fachada

SATES

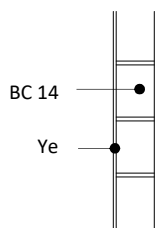
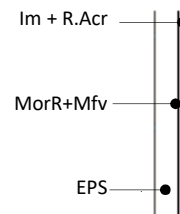
SATE con poliestireno expandido 4 cm

Descripción

SATE con poliestireno expandido de 40 mm adherido con mortero adhesivo a Pared base, mortero de regulación + malla de fibra de vidrio y revestimiento acrílico, sobre Pared base PB 1.

| Capas (ext-int) | Descripción capa | Espesor [cm] | Densidad [kg/m ²] | Mejora aislamiento acústico | |
|---|--|--------------|-------------------------------|-----------------------------|---------------|
| Im+R.Acr | Imprimación + revestimiento acrílico | 0,1 | | $\Delta R_{A,tr,d}$ | ΔR_A |
| MorR+Mfv | Mortero de regulación con malla de fibra de vidrio | 0,3 | | | |
| EPS | Poliestireno expandido 20 kg/m ³ | 4 | | | |
| SATE | | 4,5 | 13 | 0 dBA | 1 dBA |
| Pared Base PB 1 - Fachada de una hoja de BC 14 | | | | | |
| BC | Bloque cerámico | 13,5 | | Aislamiento acústico | |
| Ye | Revestimiento de yeso | 1 | | $R_{A,tr}$ | R_A |
| PB | | 14,5 | 130 | 40 dBA | 44 dBA |
| CONJUNTO: SATE + Pared Base | | 19 | 143 | 40 dBA | 43 dBA |

SATE 1



SATE 1 + PB 1

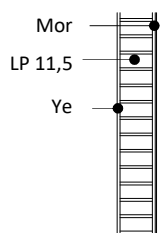
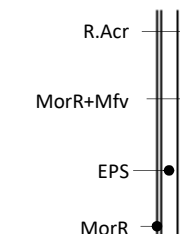
SATE con poliestireno expandido 6 cm

Descripción

SATE con poliestireno expandido de 60 mm fijado mecánicamente y adherido con 5 mm mortero de regulación a Pared base, mortero de regulación + malla de fibra de vidrio y revestimiento acrílico, sobre Pared base PB 2.

| Capas (ext-int) | Descripción capa | Espesor (cm) | Densidad [kg/m ²] | Mejora aislamiento acústico | |
|---|--|--------------|-------------------------------|-----------------------------|---------------|
| R.Acr | Revestimiento acrílico | 0,2 | | $\Delta R_{A,tr}$ | ΔR_A |
| MorR+Mfv | Mortero de regulación con malla de fibra de vidrio | 1 | | | |
| EPS | Poliestireno expandido 15 kg/m ³ | 6 | | | |
| MorR | Mortero de regulación | 0,5 | | | |
| SATE | | 7,5 | 16 | -3 dBA | -4 dBA |
| Pared Base PB 2 - Fachada de una hoja de LP 11,5 | | | | | |
| Mor | Revestimiento de mortero de cemento | 1 | | Aislamiento acústico | |
| LP | Ladrillo perforado cerámico | 11,5 | | $R_{A,tr}$ | R_A |
| Ye | Revestimiento de yeso | 1 | | | |
| PB | | 13,5 | 220 | 45 dBA | 49 dBA |
| CONJUNTO: SATE + Pared Base | | 21 | 236 | 42 dBA | 45 dBA |

SATE 2



SATE 2 + PB 2

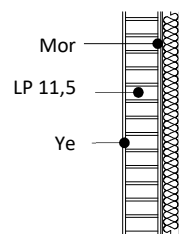
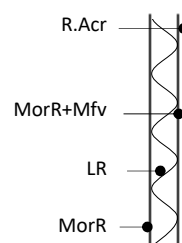
SATE con lana de roca 6 cm

Descripción

SATE con lana de roca de 60 mm fijada mecánicamente y adherida con mortero de regulación a Pared base, mortero de regulación + malla de fibra de vidrio y revestimiento acrílico, sobre Pared base PB 2.

| Capas (ext-int) | Descripción capa | Espesor (cm) | Densidad [kg/m ²] | | |
|---|--|--------------|-------------------------------|------------------------------------|---------------|
| R.Acr | Revestimiento acrílico | 0,25 | | | |
| MorR+Mfv | Mortero de regulación con malla de fibra de vidrio | 1 | | | |
| LR | Lana de roca 90 kg/m ³ | 6 | | | |
| MorR | Mortero de regulación | 0,5 | | | |
| | | | | Mejora aislamiento acústico | |
| | | | | $\Delta R_{A,tr}$ | ΔR_A |
| SATE | | 7,5 | 18 | 3 dBA | 6 dBA |
| Pared Base PB 2 - Fachada de una hoja de LP 11,5 | | | | | |
| Mor | Revestimiento de mortero de cemento | 1 | | | |
| LP | Ladrillo perforado cerámico | 11,5 | | | |
| Ye | Revestimiento de yeso | 1 | | | |
| | | | | Aislamiento acústico | |
| | | | | $R_{A,tr}$ | R_A |
| PB | | 13,5 | 220 | 45 dBA | 49 dBA |
| CONJUNTO: SATE + Pared Base | | 21 | 238 | 48 dBA | 55 dBA |

SATE 3



SATE 3 + PB 2

FACHADAS VENTILADAS

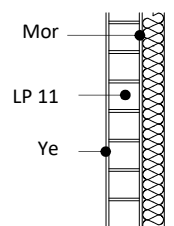
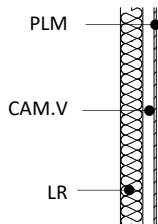
FACHADA VENTILADA con lana de roca 8 cm y placas lana mineral prensada

Descripción

FACHADA VENTILADA con lana de roca de 80 mm fijada mecánicamente a Pared base, cámara de aire ventilada y placas fijadas mediante perfiles a Pared base, sobre Pared base PB 3.

| Capas (ext-int) | Descripción capa | Espesor (cm) | Densidad [kg/m ²] | | |
|---|--|--------------|-------------------------------|------------------------------------|---------------|
| PLM | Placas lana mineral prensada + pintura polimérica | 0,8 | | | |
| CAM.V | Cámara aire ventilada | 4 | | | |
| LR | Lana de roca: 15 mm y 100 kg/m ³ + 65 mm y 40 kg/m ³ | 8 | | | |
| | | | | Mejora aislamiento acústico | |
| | | | | $\Delta R_{A,tr}$ | ΔR_A |
| FV | | 13 | 14 | 15 dBA | 15 dBA |
| Pared Base PB 3 - Fachada de una hoja de LP 11 | | | | | |
| Mor | Revestimiento de mortero de cemento | 1 | | | |
| LP | Ladrillo perforado cerámico | 11 | | | |
| Ye | Revestimiento de yeso | 1 | | | |
| | | | | Aislamiento acústico | |
| | | | | $R_{A,tr}$ | R_A |
| PB | | 13 | 195 | 40 dBA | 45 dBA |
| CONJUNTO: Fachada ventilada + Pared Base | | 26 | 209 | 55 dBA | 60 dBA |

FV 1



FV 1 + PB 3

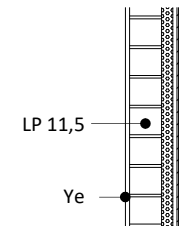
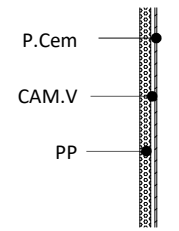
FACHADA VENTILADA con poliuretano proyectado 4 cm y paneles cementicios

Descripción

FACHADA VENTILADA con poliuretano proyectado 40 mm sobre Pared base, cámara de aire ventilada y paneles de cemento + fibras de celulosa fijados mecánicamente mediante perfiles a Pared base, sobre Pared base PB 4

| Capas (ext-int) | Descripción capa | Espesor (cm) | Densidad [kg/m²] | Mejora aislamiento acústico | |
|---|--|--------------|------------------|-----------------------------|---------------|
| P.Cem | Panel cementicio con fibra de celulosa | 0,6 | | $\Delta R_{A,tr}$ | ΔR_A |
| CAM.V | Cámara aire ventilada | 1,5 | | | |
| PP | Poliuretano proyectado | 4 | | | |
| FV | | 6 | 9 | -4 dBA | -5 dBA |
| Pared Base PB 4 - Fachada de una hoja de LP 11,5 | | | | | |
| LP | Ladrillo perforado cerámico | 11,5 | | Aislamiento acústico | |
| Ye | Revestimiento de yeso | 1,5 | | $R_{A,tr}$ | R_A |
| PB | | 13 | 120 | 41 dBA | 46 dBA |
| CONJUNTO: Fachada ventilada + Pared Base | | 19 | 129 | 37 dBA | 41 dBA |

FV 2



FV 2 + PB 4

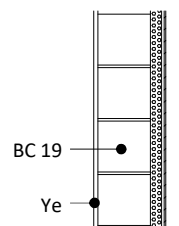
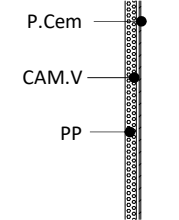
FACHADA VENTILADA con poliuretano proyectado 4 cm y paneles cementicios

Descripción

FACHADA VENTILADA con poliuretano proyectado 40 mm sobre Pared base, cámara de aire ventilada y paneles de cemento + fibras de celulosa fijados mecánicamente mediante perfiles a Pared base, sobre Pared base PB 5

| Capas (ext-int) | Descripción capa | Espesor (cm) | Densidad [kg/m²] | Mejora aislamiento acústico | |
|---|--|--------------|------------------|-----------------------------|---------------|
| P.Cem | Panel cementicio con fibra de celulosa | 0,6 | | $\Delta R_{A,tr}$ | ΔR_A |
| CAM.V | Cámara aire ventilada | 1 | | | |
| PP | Poliuretano proyectado | 4 | | | |
| FV | | 5,5 | 9 | -4 dBA | -3 dBA |
| Pared Base PB 5 - Fachada de una hoja de BC 19 | | | | | |
| BC | Bloque cerámico | 19 | | Aislamiento acústico | |
| Ye | Revestimiento de yeso | 1,5 | | $R_{A,tr}$ | R_A |
| PB | | 20,5 | 185 | 45 dBA | 49 dBA |
| CONJUNTO: Fachada ventilada + Pared Base | | 26 | 194 | 41 dBA | 46 dBA |

FV 3



FV 3 + PB 5

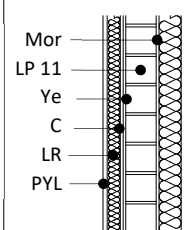
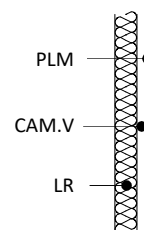
FACHADA VENTILADA con lana de roca 8 cm y placas lana mineral prensada

Descripción

FACHADA VENTILADA con lana de roca de 80 mm fijada mecánicamente a Pared base, cámara de aire ventilada y placas fijadas mediante perfiles a Pared base, sobre Pared base PB 6.

| Capas (ext-int) | Descripción capa | Espesor (cm) | Densidad [kg/m ²] | | |
|---|---|--------------|-------------------------------|------------------------------------|--------------|
| PLM | Placas lana mineral prensada + pintura polimérica | 0,8 | | | |
| CAM.V | Cámara aire ventilada | 4 | | | |
| LR | Lana de roca: 15 mm y 100 kg/m ³ + 65 mm y 40 kg/m ³ | 8 | | | |
| | | | | Mejora aislamiento acústico | |
| | | | | $\Delta R_{A,tr}$ | ΔR_A |
| FV | | | | 10 dBA | 10 dBA |
| Pared Base PB 6 - Fachada de una hoja de LP 11 con trasdosado interior [PB3+TRASD] | | | | | |
| Mor | Revestimiento de mortero de cemento | 1 | | | |
| LP | Ladrillo perforado cerámico | 11 | | | |
| Ye | Revestimiento de yeso | 1 | | | |
| C | Cámara aire entre perfil de trasdosado y Pared base | 1 | | | |
| PA+LR | Perfil acero 48 mm con lana de roca 40 mm y 70 kg/m ³ entre perfiles | 4,8 | | | |
| PYL | Placa yeso laminado | 1,5 | | | |
| | | | | Aislamiento acústico | |
| | | | | $R_{A,tr}$ | R_A |
| PB | | | | 52 dBA | 59 dBA |
| CONJUNTO: Fachada ventilada + Pared Base | | 33,5 | 224 | 62 dBA | 69 dBA |

FV 4



FV 4 + PB 6

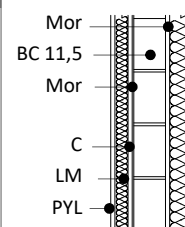
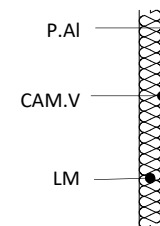
FACHADA VENTILADA con lana mineral 8 cm y paneles aluminio

Descripción

FACHADA VENTILADA con lana mineral de 80 mm fijada mecánicamente a Pared base, cámara de aire ventilada y paneles de aluminio de 3-70 mm fijados mecánicamente mediante anclajes a Pared base, sobre Pared base PB 7.

| Capas (ext-int) | Descripción capa | Espesor (cm) | Densidad [kg/m ²] | | |
|---|---|--------------|-------------------------------|------------------------------------|--------------|
| P.AI | Panel aluminio con chapa 3 mm y bastidor perimetral 7 cm | 0,3 | | | |
| CAM.V | Cámara aire ventilada | 1 | | | |
| LM | Lana mineral 75 kg/m ³ | 8 | | | |
| | | | | Mejora aislamiento acústico | |
| | | | | $\Delta R_{A,tr}$ | ΔR_A |
| FV | | | | 2 dBA | 3 dBA |
| Pared Base PB 7 - Fachada de una hoja de BC 11,5 | | | | | |
| Mor | Revestimiento de mortero de cemento | 1,5 | | | |
| BC | Bloque cerámico | 11,5 | | | |
| Mor | Revestimiento de mortero de cemento | 0,5 | | | |
| C | Cámara aire entre perfil de trasdosado y Pared base | 1,5 | | | |
| PA+LM | Perfil acero 48 mm con lana mineral 50 mm y 15 kg/m ³ entre perfiles | 4,8 | | | |
| PYL | Placa yeso laminado | 1,5 | | | |
| | | | | Aislamiento acústico | |
| | | | | $R_{A,tr}$ | R_A |
| PB | | | | 49 dBA | 56 dBA |
| CONJUNTO: Fachada ventilada + Pared Base | | 37 | 206 | 51 dBA | 59 dBA |

FV 5



FV 5 + PB 7

TRASDOSADOS

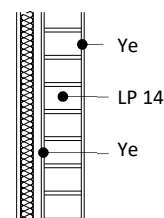
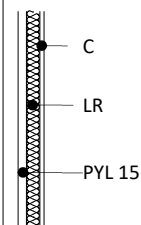
TRASDOSADO AUTOPORTANTE con PYL 15 y LR 4 cm / 30 kg/m³

Descripción

TRASDOSADO AUTOPORTANTE con placa yeso laminado, lana de roca entre montantes y perfilera de acero, sobre Pared base PB 8. Perfilera sin arriostrar a Pared base; sellado perimetral de PYL con sellador elástico.

| Capas (ext-int) | Descripción capa | Espesor (cm) | Densidad [kg/m ³] | Mejora aislamiento acústico | |
|---|---|--------------|-------------------------------|-----------------------------|---------------|
| C | Cámara aire entre perfil de trasdosado y Pared base | 3 | | $\Delta R_{A,tr}$ | ΔR_A |
| PA | Perfil acero 48 mm, montantes cada 60 cm | 4,8 | | | |
| LR | Lana de roca 30 kg/m ³ | 4 | | | |
| PYL | Placa yeso laminado 12,5 kg/m ² | 1,5 | | | |
| TRASD | | 9,5 | 14 | 14 dBA | 17 dBA |
| Pared Base PB 8 - Fachada de una hoja de LP 14 | | | | | |
| Ye | Revestimiento de yeso | 1 | | Aislamiento acústico | |
| LP | Ladrillo perforado cerámico | 14 | | $R_{A,tr}$ | R_A |
| Ye | Revestimiento de yeso | 1 | | | |
| PB | | 16 | 175 | 44 dBA | 48 dBA |
| CONJUNTO: Trasdoso + Pared Base | | 25,5 | 189 | 58 dBA | 65 dBA |

TRASD 1



TRASD 1 + PB 8

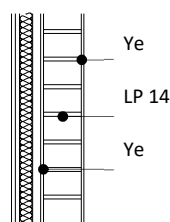
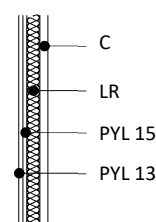
TRASDOSADO AUTOPORTANTE con PYL 15+13 y LR 4 cm / 30 kg/m³

Descripción

TRASDOSADO AUTOPORTANTE con placa yeso laminado, lana de roca entre montantes y perfilera de acero, sobre Pared base PB 8. Perfilera sin arriostrar a Pared base; sellado perimetral de PYL con masilla acrílica.

| Capas (ext-int) | Descripción capa | Espesor (cm) | Densidad [kg/m ³] | Mejora aislamiento acústico | |
|---|---|--------------|-------------------------------|-----------------------------|---------------|
| C | Cámara aire entre perfil de trasdosado y Pared base | 3 | | $\Delta R_{A,tr}$ | ΔR_A |
| PA | Perfil acero 48 mm, montantes cada 60 cm | 4,8 | | | |
| LR | Lana de roca 30 kg/m ³ | 4 | | | |
| PYL | Placa yeso laminado 12,5 kg/m ² | 1,5 | | | |
| PYL | Placa yeso laminado 10 kg/m ² | 1,3 | | | |
| TRASD | | 10,5 | 23 | 17 dBA | 18 dBA |
| Pared Base PB 8 - Fachada de una hoja de LP 14 | | | | | |
| Ye | Revestimiento de yeso | 1 | | Aislamiento acústico | |
| LP | Ladrillo perforado cerámico | 14 | | $R_{A,tr}$ | R_A |
| Ye | Revestimiento de yeso | 1 | | | |
| PB | | 16 | 175 | 44 dBA | 48 dBA |
| CONJUNTO: Trasdoso + Pared Base | | 26,5 | 198 | 61 dBA | 66 dBA |

TRASD 2



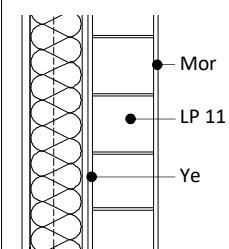
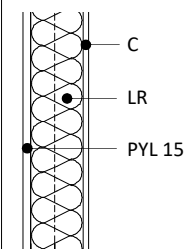
TRASD 2 + PB 8

TRASDOSADO AUTOPORTANTE con PYL 15 y LR 10 cm / 50 kg/m³

Descripción

TRASDOSADO AUTOPORTANTE con placa yeso laminado, lana de roca entre montantes y perfilera de acero, sobre Pared base PB 3. Perfilera sin arriostrar a Pared base; sellado perimetral de PYL con sellador elástico.

| Capas (ext-int) | Descripción capa | Espesor (cm) | Densidad [kg/m³] | | |
|---|---|--------------|------------------|------------------------------------|---------------|
| C | Separación perfil-PB. Cámara aire LR-PB 5 mm | 6 | | | |
| LR | Lana de roca 50 kg/m³ | 10 | | | |
| PA | Perfil acero 48 mm, montantes cada 60 cm | 4,8 | | | |
| PYL | Placa yeso laminado 10,5 kg/m² | 1,5 | | | |
| | | | | Mejora aislamiento acústico | |
| | | | | $\Delta R_{A,tr}$ | ΔR_A |
| TRASD | | 12,5 | 15 | 18 dBA | 19 dBA |
| Pared Base PB 3 - Fachada de una hoja de LP 11 | | | | | |
| Mor | Revestimiento de mortero de cemento | 1 | | | |
| LP | Ladrillo perforado cerámico | 11 | | | |
| Ye | Revestimiento de yeso | 1 | | | |
| | | | | Aislamiento acústico | |
| | | | | $R_{A,tr}$ | R_A |
| PB | | 13 | 195 | 40 dBA | 45 dBA |
| CONJUNTO: Trasdoso + Pared Base | | 25,5 | 210 | 58 dBA | 64 dBA |



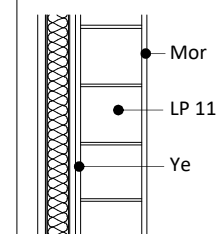
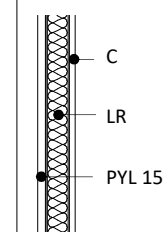
TRASD 3 + PB 3

TRASDOSADO AUTOPORTANTE con PYL 15 y LR 4cm / 40 kg/m³

Descripción

TRASDOSADO AUTOPORTANTE con placa yeso laminado, lana de roca entre montantes y perfilera de acero, sobre Pared base PB 3. Perfilera sin arriostrar a Pared base; sellado perimetral de PYL con sellador elástico.

| Capas (ext-int) | Descripción capa | Espesor (cm) | Densidad [kg/m³] | | |
|---|---|--------------|------------------|------------------------------------|---------------|
| C | Cámara aire entre perfil de trasdoso y Pared base | 1 | | | |
| PA | Perfil acero 48 mm, montantes cada 60 cm | 4,8 | | | |
| LR | Lana de roca 40 kg/m³ | 4 | | | |
| PYL | Placa yeso laminado 10,5 kg/m² | 1,5 | | | |
| | | | | Mejora aislamiento acústico | |
| | | | | $\Delta R_{A,tr}$ | ΔR_A |
| TRASD | | 7,5 | 12 | 12 dBA | 13 dBA |
| Pared Base PB 3 - Fachada de una hoja de LP 11 | | | | | |
| Mor | Revestimiento de mortero de cemento | 1 | | | |
| LP | Ladrillo perforado cerámico | 11 | | | |
| Ye | Revestimiento de yeso | 1 | | | |
| | | | | Aislamiento acústico | |
| | | | | $R_{A,tr}$ | R_A |
| PB | | 13 | 195 | 40 dBA | 45 dBA |
| CONJUNTO: Trasdoso + Pared Base | | 20,5 | 207 | 52 dBA | 58 dBA |



TRASD 4 + PB 3

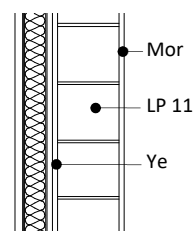
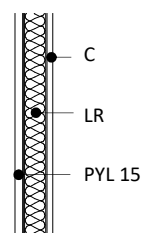
TRASDOSADO AUTOPORTANTE con PYL 15 y LR 4 cm/ 70 kg/m³

Descripción

TRASDOSADO AUTOPORTANTE con placa yeso laminado, lana de roca entre montantes y perfilera de acero, sobre Pared base PB 3. Perfilera sin arriostrar a Pared base; sellado perimetral de PYL con sellador elástico.

| Capas (ext-int) | Descripción capa | Espesor (cm) | Densidad [kg/m²] | | |
|---|---|--------------|------------------|------------------------------------|---------------|
| C | Cámara aire entre perfil de trasdosado y Pared base | 1 | | | |
| PA | Perfil acero 48 mm, montantes cada 60 cm | 4,8 | | | |
| LR | Lana de roca 70 kg/m³ | 4 | | | |
| PYL | Placa yeso laminado 10,5 kg/m² | 1,5 | | | |
| | | | | Mejora aislamiento acústico | |
| | | | | $\Delta R_{A,tr}$ | ΔR_A |
| TRASD | | 7,5 | 13 | 12 dBA | 13 dBA |
| Pared Base PB 3 - Fachada de una hoja de LP 11 | | | | | |
| Mor | Revestimiento de mortero de cemento | 1 | | | |
| LP | Ladrillo perforado cerámico | 11 | | | |
| Ye | Revestimiento de yeso | 1 | | | |
| | | | | Aislamiento acústico | |
| | | | | $R_{A,tr}$ | R_A |
| PB | | 13 | 195 | 40 dBA | 45 dBA |
| CONJUNTO: Trasdoso + Pared Base | | 20,5 | 208 | 52 dBA | 58 dBA |

TRASD 5



TRASD 5 + PB 3

INSUFLADOS

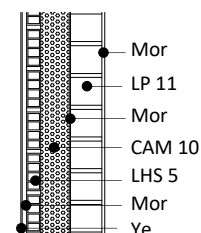
AISLAMIENTO INSUFLADO con poliuretano 10 cm

Descripción

AISLAMIENTO TÉRMICO INSUFLADO de poliuretano inyectado de 100 mm en cámara intermedia de Pared base PB9.

| Capas (ext-int) | Descripción capa | Espesor (cm) | Densidad [kg/m²] | | |
|---|---|--------------|------------------|------------------------------------|---------------|
| PI | Poliuretano celda abierta 12 kg/m³ inyectado | 10 | | | |
| | | | | Mejora aislamiento acústico | |
| | | | | $\Delta R_{A,tr}$ | ΔR_A |
| INSUFL | | 10 | 1 | 0 dBA | 0 dBA |
| Pared Base PB 9 - Fachada de dos hojas de LP 11 y LHS 5 con cámara intermedia 10 | | | | | |
| Mor | Revestimiento de mortero de cemento | 1 | | | |
| LP | Ladrillo perforado cerámico 240x110x100 mm - 2,2 kg | 11 | 90 | | |
| Mor | Revestimiento de mortero de cemento | 0,5 | | | |
| CAM | Cámara aire entre hojas | 10 | | | |
| LHS | Ladrillo hueco simple 245x50x135 mm - 1,6 kg | 5 | 50 | | |
| Mor | Revestimiento de mortero de cemento | 1,5 | | | |
| Ye | Revestimiento de yeso | 0,5 | | | |
| | | | | Aislamiento acústico | |
| | | | | $R_{A,tr}$ | R_A |
| PB | | 29,5 | 240 | 47 dBA | 51 dBA |
| CONJUNTO: Insuflado + Pared Base | | 29,5 | 241 | 47 dBA | 51 dBA |

INSUFL 1



INSUFL 1 + PB 9

Anexo III – Huecos de fachada. Ventanas sin y con cajón de persiana.

Datos acústicos:

Se presentan datos acústicos de diferentes soluciones de ventanas, que están recogidos en la base de datos acústicos: ***dBMat-Índices Globales-V6 del Área Acústica del LCCE de GV*** [4] [Base de datos dBMat - Acoubat-dBMat](#).

Estos datos son representativos de las ventanas ensayadas, con las características específicas de las perfileras, puntos de cierre, vidrios, cajones de persiana, etc.

Están agrupados por:

- Tamaños de ventanas: normalizada 1,23 m x 1,48 m y otros tamaños.
- Componentes de ventanas: Con y sin cajón de persiana.

Se presentan ordenadas por el valor de aislamiento acústico R_{Atr} , que es el índice habitual usado a nivel normativo

VENTANAS SIN CAJÓN DE PERSIANA

Tamaño normalizado

| Descripción básica | Dimensiones alto x ancho (m) | Aislamiento acústico | |
|--|---------------------------------|----------------------|-------------------|
| | | R _A | R _{A,tr} |
| Aluminio GALA THERMIC, corredera dos hojas, 3+3(PVB)/10/6(Planilux) | 1,48 x 1,23 | 31 | 28 |
| Aluminio UNNO THERMIC, una hoja, 4(Planilux)/12/4 | 1,48 x 1,23 | 33 | 28 |
| Madera, una hoja, 4/6/4 | 1,48 x 1,23 | 31 | 29 |
| Aluminio, una hoja, rotura puente térmico, 4/6/4 | 1,48 x 1,23 | 32 | 29 |
| PVC, una hoja, 4/12/4 | 1,48 x 1,23 | 33 | 29 |
| Aluminio GALA THERMIC, corredera dos hojas, 6(Planilux)/12/4(Planilux) | 1,48 x 1,23 | 31 | 29 |
| Aluminio FORMA THERMIC, dos hojas, 4(Planilux)/12/4 | 1,48 x 1,23 | 34 | 29 |
| Aluminio FORMA THERMIC, una hoja, 4(Planilux)/12/4 | 1,48 x 1,23 | 33 | 29 |
| Aluminio UNNO THERMIC, dos hojas, 4(Planilux)/12/4 | 1,48 x 1,23 | 33 | 29 |
| Poliuretano con alma aluminio, dos hojas, 3+3/16/4+4 | 1,48 x 1,23 | 31 | 29 |
| Aluminio, una hoja, 4/12/4 | 1,48 x 1,23 | 33 | 29 |
| Aluminio EQUIS, una hoja, 4/12/4 | 1,48 x 1,23 | 33 | 29 |
| Aluminio, una hoja, 4/6/4 | 1,48 x 1,23 | 33 | 30 |
| Aluminio, una hoja, 6/8/6 | 1,48 x 1,23 | 34 | 30 |
| PVC, una hoja, 4/6/4 | 1,48 x 1,23 | 33 | 30 |
| PVC, una hoja, 4/8/4 | 1,48 x 1,23 | 34 | 31 |
| Madera, una hoja, 4/8/6 | 1,48 x 1,23 | 33 | 31 |
| Aluminio ALUPROM 24, corredera dos hojas, 5/6/3+3 | 1,48 x 1,23 | 34 | 31 |
| PVC, una hoja, 6/12/6 | 1,48 x 1,23 | 36 | 32 |
| Aluminio, una hoja, 4/8/6 | 1,48 x 1,23 | 35 | 32 |
| Aluminio UNNO THERMIC, dos hojas, 6/12/4 | 1,48 x 1,23 | 37 | 32 |
| Aluminio, una hoja, rotura puente térmico, 4/8/6 | 1,48 x 1,23 | 35 | 32 |

(*) Si no se indica tipo de apertura, es practicable

| Descripción básica | Dimensiones alto x ancho (m) | Aislamiento acústico | |
|--|---------------------------------|----------------------|-------------------|
| | | R _A | R _{A,tr} |
| Aluminio FORMA THERMIC, una hoja, 4/12/10(Planilux) | 1,48 x 1,23 | 38 | 33 |
| Aluminio UNNO THERMIC, una hoja, 4/12/10(Planilux) | 1,48 x 1,23 | 38 | 33 |
| Aluminio EQUIS, una hoja, 4/12/10 | 1,48 x 1,23 | 38 | 33 |
| PVC, una hoja, 6/8/6 | 1,48 x 1,23 | 36 | 33 |
| Aluminio ALUPROM 25, dos hojas, 5/6/3+3 | 1,48 x 1,23 | 38 | 33 |
| PVC, una hoja, 6/6/6 | 1,48 x 1,23 | 36 | 33 |
| Aluminio UNNO THERMIC, una hoja, 6(Planilux)/12(75%SF6 25%Argón)/3+3(PVB) | 1,48 x 1,23 | 40 | 34 |
| PVC, una hoja, 4/6/6 | 1,48 x 1,23 | 37 | 34 |
| Aluminio GALA THERMIC, corredera dos hojas, 6/10/6+7 | 1,48 x 1,23 | 36 | 34 |
| Aluminio EQUIS, una hoja, 6/12/3+3(PVB) | 1,48 x 1,23 | 40 | 34 |
| PVC, una hoja, 4/12/6 | 1,48 x 1,23 | 38 | 34 |
| PVC, una hoja, 4/8/6 | 1,48 x 1,23 | 37 | 34 |
| Aluminio UNNO THERMIC, una hoja, 6(Planilux)/12/3+3(PVB) | 1,48 x 1,23 | 40 | 35 |
| Aluminio FORMA THERMIC, una hoja, 6/12/3+3(PVB) | 1,48 x 1,23 | 40 | 35 |
| Aluminio FORMATHERMIC-ENS-001292, una hoja, 6+6.2/8/8+8.2 | 1,48 x 1,23 | 44 | 41 |
| Poliuretano con alma aluminio serie 60-100, dos hojas con perfil central, 6+6/16/4+4 | 1,48 x 1,23 | 46 | 42 |
| PVC ZENDOW 70, dos hojas con perfil central, 4+4/20/6+6 | 1,48 x 1,23 | 44 | 42 |

Otros tamaños

| Descripción básica | Dimensiones alto x ancho (m) | Aislamiento acústico | |
|---|---------------------------------|----------------------|-------------------|
| | | R _A | R _{A,tr} |
| Aluminio UNICITY-ENS-001293, una hoja, 4+4.2/14/6+6.2 | 2,75 x 1 | 44 | 39 |
| Aluminio UNICITY-ENS-001292, dos hojas, 4+4.2/14/6+6.2 | 2,75 x 1,30 | 45 | 40 |
| Aluminio SOLEAL 65 HOJA VISTA, una hoja, 8+8acústico/20(Ar)/6+6acústico | 2,49 x 0,93 | 46 | 41 |

(*) Si no se indica tipo de apertura, es practicable

VENTANAS CON CAJÓN DE PERSIANA

Tamaño normalizado

| Descripción básica | Dimensiones alto x ancho (m) | Aislamiento acústico | |
|--|---------------------------------|----------------------|-------------------|
| | | R _A | R _{A,tr} |
| Aluminio GALA, corredera dos hojas, 4/12/4, cajón persiana | 1,48 x 1,23 | 29 | 25 |
| Aluminio GALA THERMIC, corredera dos hojas, 4/10/3+3, cajón persiana | 1,48 x 1,23 | 29 | 26 |
| Aluminio GALA, corredera dos hojas, 4/10/3+3, cajón persiana | 1,48 x 1,23 | 31 | 27 |
| Aluminio UNNO, dos hojas, 4/12/4, cajón persiana | 1,48 x 1,23 | 32 | 27 |
| Aluminio UNNO THERMIC, dos hojas, 4/10/3+3, cajón persiana | 1,48 x 1,23 | 33 | 29 |
| Aluminio UNNO, dos hojas, 4/10/3+3, cajón persiana | 1,48 x 1,23 | 34 | 29 |
| Aluminio UNNO THERMIC, dos hojas, 6+6/12/4+4, cajón persiana | 1,48 x 1,23 | 34 | 30 |
| Madera-aluminio INTEGRAL II, dos hojas, 4/12/4, cajón persiana tapado por dintel | 1,48 x 1,23 | 34 | 30 |
| Aluminio UNNO THERMIC, dos hojas, 10/12/4+4, cajón persiana | 1,48 x 1,23 | 36 | 32 |
| Aluminio SERIE ÓPTICA de ALUMAFEL, dos hojas, 6+6acústico/8/4+4 acústico, cajón persiana tapado por dintel | 1,47 x 1,22 | 37 | 33 |
| Aluminio, dos hojas, 3+3/12/4+4, cajón persiana | 1,48 x 1,22 | 37 | 33 |
| PVC, dos hojas, 4+4/12/10, cajón persiana | 1,48 x 1,23 | 38 | 33 |
| Madera-aluminio INTEGRAL II, dos hojas, 6/12/4+4, cajón persiana tapado por dintel | 1,48 x 1,23 | 39 | 35 |
| PVC Serie BRÜGMANN, dos hojas, 4+4/22/5+5, cajón persiana tapado por dintel | 1,48 x 1,23 | 41 | 37 |

Otros tamaños

| Descripción básica | Dimensiones alto x ancho (m) | Aislamiento acústico | |
|---|---------------------------------|----------------------|-------------------|
| | | R _A | R _{A,tr} |
| Aluminio A-1, dos hojas, 10/16/6, cajón persiana tapado por dintel | 1,29 x 1,50 | 38 | 34 |
| Aluminio A-3, cuatro hojas (2practicables,2fijas), 8+8/16/6+6, cajón persiana tapado por dintel | 2,14 x 2,25 | 43 | 37 |
| Aluminio A-1, dos hojas, 8+8/16/6+6, cajón persiana tapado por dintel | 1,29 x 1,50 | 44 | 39 |

(*) Si no se indica tipo de apertura, es practicable