CTE
CÓDIGO TÉCNICO
DE LA EDIFICACIÓN

Guía de aplicación del DB HR Protección frente al ruido

Versión V.01

1 de agosto de 2009

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE VIVIENDA

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN

CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
INSTITUTO EDUARDO TORROJA

Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja. IETcc- CSIC
Unidad de calidad en la construcción

Objeto de la Guía

El objeto de esta Guía es facilitar la aplicación práctica del Documento Básico DB HR Protección frente al ruido del Código Técnico de la Edificación, CTE. Contiene criterios de interpretación del DB HR, comentarios y ejemplos de aplicación realizados con la intención de que sirvan de apoyo a técnicos que participan en el proceso edificatorio, ya sea en la redacción de proyectos de edificación, como en la ejecución y control obras, aunque no estén familiarizados con conceptos propiamente acústicos.

Esta Guía de Aplicación, que no es un documento obligatorio, desarrolla los principios y texto reglamentario del DB HR. Se trata, por tanto, de un documento complementario, ya que es en el CTE y en el DB HR donde se establecen las exigencias básicas de la edificación y los niveles de protección acústica exigidos a los edificios, así como los procedimientos para la verificación de los mismos.

La Guía se ha estructurado teniendo en cuenta las diferentes fases del proyecto, así como los aspectos relacionados con ejecución y control de las obras. Se ha redactado intentando seguir el proceso propio de un proyecto de edificación.

Su contenido se agrupa en dos partes diferenciadas. Una primera parte, basada en el contenido del Documento Básico DB HR, donde se comentan los criterios de aplicación del mismo, procurando la exposición de procedimientos y metodologías sencillas, de ayuda para elaborar el proyecto básico y de ejecución (conjuntamente con otras herramientas como el Catálogo de Elementos Constructivos). La segunda parte, que sería complementaria al DB HR, consiste en una serie de fichas que reúnen información acerca de los elementos constructivos, sus encuentros, la ejecución de los mismos y las condiciones de control de la obra, exclusivamente referidas a las condiciones relacionadas con el aislamiento acústico de los elementos constructivos y a la protección frente al ruido y vibraciones de las instalaciones. No se tratan en la Guía explícitamente otras condiciones constructivas, relacionadas con otros requisitos del CTE, con exigencias de otros reglamentos o con el funcionamiento específico de las instalaciones.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Introducción

1.2 Marco reglamentario
1.2.1 De los requisitos esenciales de la LOE al CTE
1.2.2 Objetivos del DB HR
1.2.3 Ley del Ruido
1.2.4 El DB HR y la Ley del Ruido
1.2.5 Otros documentos oficiales. El Catálogo de elementos constructivos. (CEC)

1.3 Conceptos previos
1.3.1 Aislamiento acústico
1.3.1.1 Diferencia entre aislamiento acústico in situ y en laboratorio
1.3.1.2 Transmisiones a ruido de impactos
1.3.1.3 Las magnitudes de aislamiento acústico. Relaciones entre índices
1.3.1.4 Aislamiento acústico de elementos constructivos mixtos. Fachadas
1.3.2 Acondicionamiento acústico

1.4 Organización de la Guía de aplicación del DB HR

2. CRITERIOS DE APLICACIÓN DE LA GUÍA

2.0 Ámbito de aplicación del DB HR

2.1 Aislamiento acústico
2.1.A Aplicación de las exigencias de aislamiento acústico del DB HR
2.1.B Procedimiento de aplicación de la Guía para el cumplimiento de las exigencias de aislamiento acústico del DB HR

2.1.1 PASO1. Datos previos
2.1.1.1 Determinación del valor de L_d
2.1.1.2 Los mapas estratégicos de ruido

2.1.2 PASO2. Zonificación y exigencias de aislamiento acústico
2.1.2.1 Uso del edificio
2.1.2.2 Zonificación del edificio
2.1.2.2.1 Unidad de uso
2.1.2.2.2 Tipos de recintos
2.1.2.3 Ruido interior: Valores de aislamiento acústico a ruido aéreo y de impactos entre recintos
2.1.2.3.1 Ruido aéreo
2.1.2.3.2 Ruido de impactos
2.1.2.4 Ruido exterior: Aislamiento acústico entre recintos y el exterior
2.1.2.4.1 Ejemplo de aplicación de las exigencias de aislamiento acústico frente al ruido exterior
2.1.2.5 Ruido de otros edificios: Medianerías

2.1.3 PASO 3. Elección de la opción

2.1.4 PASO 4. Opción simplificada de aislamiento
2.1.4.1 Clasificación de las particiones según el DB HR
2.1.4.2 Procedimiento de aplicación de la opción
2.1.4.3 Ruido interior: aislamiento acústico entre recintos. Procedimiento de aplicación de la Guía
2.1.4.3.1 Elección del tipo constructivo. Combinaciones posibles
2.1.4.3.2 Tabiquería. Tabla 3.1 del DB HR
2.1.4.3.3 Elementos de separación verticales. ESV
2.1.4.3.3.1 Elementos de separación verticales de tipo 1
2.1.4.3.3.2 Elementos de separación verticales de tipo 2
2.1.4.3.3.3 Elementos de separación verticales de tipo 3
2.1.4.3.3.4 Tabla 3.2 del DB HR
2.1.4.3.3.4.1 Elementos de tipo 1 de la tabla 3.2
2.1.4.3.3.4.2 Elementos de tipo 2 de la tabla 3.2
2.1.4.3.3.4.3 Elementos de tipo 3 de la tabla 3.2
2.1.4.3.4 Elementos de separación horizontales. ESH.
2.1.4.3.4.1 Tabla 3.3 del DB HR
2.1.4.3.4.2 Elementos de separación horizontales de la tabla 3.3
2.1.4.3.4.2.1 ESH, para tabiquería de fábrica con apoyo directo
2.1.4.3.4.2.2 ESH, para tabiquería de fábrica con bandas elásticas o con apoyo en el suelo flotante
2.1.4.3.4.2.3 ESH, para tabiquería de entramado
2.1.4.3.4.3 Tabla I.1 del Anejo I
2.1.4.3.4.3.1 Elementos de separación horizontales de la tabla I.1
2.1.4.4 Ruido exterior: Fachadas, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior
2.1.4.4.1 Tabla 3.4 del DB HR
2.1.4.4.2 Algunas consideraciones sobre las fachadas
2.1.4.5 Medianerías

2.2 Acondicionamiento acústico
2.2.1 PASO A. Identificación de los recintos
2.2.1.1 Zonas comunes
2.2.1.2 Aulas, salas de conferencias, restaurantes y comedores

2.2.2 PASO B. Determinación de las exigencias
2.2.2.1 Valores mínimos de absorción acústica
2.2.2.2 Valores máximos de tiempo de reverberación

2.2.3 PASO C. Elección de los materiales y verificación de las exigencias
2.2.3.1 Datos previos
2.2.3.2 Cálculo de la absorción acústica
2.2.3.3 Cálculo del tiempo de reverberación
2.2.3.4 Consideraciones sobre los materiales
2.2.3.5 Recomendaciones de diseño de aulas y salas de conferencias

2.3 Ruido de las instalaciones

3. HERRAMIENTAS COMPLEMENTARIAS

3.1 PASOS 5 y 6. Fichas sobre aislamiento acústico: Elementos constructivos y cuartos especiales

3.1.1 Fichas de elementos constructivos
– Ficha ESV 1.a. Elementos de separación vertical de fábrica con trasdosados por ambas caras
– Ficha ESV 2.a. Elementos de separación vertical de doble hoja de fábrica o paneles prefabricados pesados con bandas elásticas perimetrales en ambas hojas.

- Ficha ESV 2 b. Elementos de separación vertical de doble hoja de fábrica o paneles prefabricados pesados con bandas elásticas perimetrales en una de las hojas.
- Ficha ESV 3. Elementos de separación vertical de entramado metálico.
- Ficha TAB 1. Tabiques de fábrica o paneles prefabricados pesados, con apoyo directo.
- Ficha TAB 2. Tabiques de fábrica o paneles prefabricados pesados, con bandas elásticas.
- Ficha TAB 3. Tabiques de entramado autoportante. Perfilería metálica.
- Ficha SF-01. Suelos flotantes con solera de mortero.
- Ficha SF-02. Suelos flotantes con solera seca.
- Ficha T-01. Techos suspendidos continuos de placas de yeso laminado con tirantes metálicos.
- Ficha VC-01. Ventanas y cajas de persiana dispuestos por el interior.
- Ficha PUE-01. Puertas de separación.

3.2 Fichas de control de obra terminada

- Ficha CTRL-01-AER. Medición in situ del aislamiento a ruido aéreo entre recintos
- Ficha CTRL-02-IMP. Medición in situ del aislamiento a ruido de impactos entre recintos
- Ficha CTRL-03-FAC. Medición in situ del aislamiento a ruido aéreo en fachada
- Ficha CTRL-04-ATR. Medición del tiempo de reverberación de un recinto

ANEJOS

ANEJO 01: CONCEPTOS PREVIOS

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Introducción

El **sonido** puede considerarse como una alteración física que se propaga por un medio, por ejemplo el aire, que puede ser detectada por el oído humano dentro del rango de frecuencias comprendidas entre 20Hz y 20kHz.

El **ruido** puede definirse objetivamente, en cuanto que implica el mismo fenómeno físico que constituye un sonido, aunque suele definirse de una manera más subjetiva, considerándose como un sonido molesto o un sonido no deseado. Es decir, **el ruido es una apreciación subjetiva del sonido** considerándose toda energía acústica susceptible de alterar el bienestar fisiológico o psicológico, interfiriendo y perturbando el desarrollo normal de las actividades cotidianas. Por lo tanto, un mismo sonido puede ser considerado como molesto o agradable, dependiendo de la sensibilidad o actividad que este desarrollando el receptor.

La **contaminación acústica** es el exceso de ruido que altera las condiciones normales del medio ambiente en una determinada zona. Se trata de un problema que afecta a la sociedad en general, provocado como consecuencia directa y no deseada de las actividades humanas (tráfico, actividades industriales, de ocio, etc.) y que tiene efectos negativos tanto en la salud de las personas como a nivel social y económico.

La Directiva de Productos de Construcción considera la protección contra el ruido como un requisito esencial y la Ley de Ordenación de la Edificación como un requisito básico, en coherencia con la anterior. En todas las sociedades avanzadas se regula reglamentariamente, y en España se hace desde el año 1981 con la aprobación de la 0primera NBE CA. En la actualidad, con la aprobación del Código Técnico de la Edificación, se ha dado un avance cualitativo en esta materia, tanto por la significativa elevación de los niveles de exigencia, realizada para dar respuesta a una demanda social, como por la adecuación de los métodos de predicción a la realidad física del problema incluyendo la transmisión por flancos.

1.2 Marco reglamentario

1.2.1 De los requisitos esenciales de la LOE al CTE

En el año 1999 se aprobó la Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación (LOE) cuyo objeto básico era regular el proceso de la edificación, estableciendo las obligaciones y responsabilidades de los agentes que intervienen en el mismo, así como las garantías necesarias para su adecuado desarrollo, asegurando la calidad mediante el cumplimiento de los requisitos básicos de los edificios y la adecuada protección de los intereses de los usuarios.

La LOE establece los **requisitos básicos** que deben satisfacerse con el fin de garantizar la seguridad de las personas, el bienestar de la sociedad y la protección del medio ambiente, que se agrupan en tres familias:

- los relativos a la **funcionalidad** (utilización, accesibilidad y acceso a los servicios de telecomunicación, audiovisuales y de información)
- los relativos a la **seguridad** (estructural, en caso de incendio y de utilización)
- los relativos a la **habitabilidad** (higiene, salud y protección del medio ambiente, protección contra el ruido, ahorro de energía y aislamiento térmico y otros aspectos funcionales).

Dentro de los requisitos de habitabilidad, se encuentra enmarcado el requisito básico de "**Protección frente al ruido**", que consiste en limitar, dentro de los edificios y en condiciones normales de utilización, el riesgo de molestias o enfermedades que el ruido pueda producir a los usuarios como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

De la LOE se deriva el Código Técnico de la Edificación (CTE), donde se establecen las **exigencias básicas** que deben cumplir los edificios para satisfacer los requisitos básicos.

El CTE se estructura en dos partes:

- **La parte I**, que contiene las disposiciones, condiciones generales de aplicación del CTE y las exigencias básicas que deben cumplir los edificios: en el proyecto, la construcción, el mantenimiento y conservación de los edificios y sus instalaciones.
- La segunda parte, formada por los **Documentos Básicos**, que contienen, tanto la caracterización de las exigencias básicas y su cuantificación, como los procedimientos cuya utilización acredita el cumplimiento de las mismas, concretados en forma de métodos de verificación o soluciones sancionadas por la práctica.

El siguiente organigrama muestra el requisito básico de la LOE y las exigencias básicas de la parte I del CTE en relación a la protección frente al ruido.

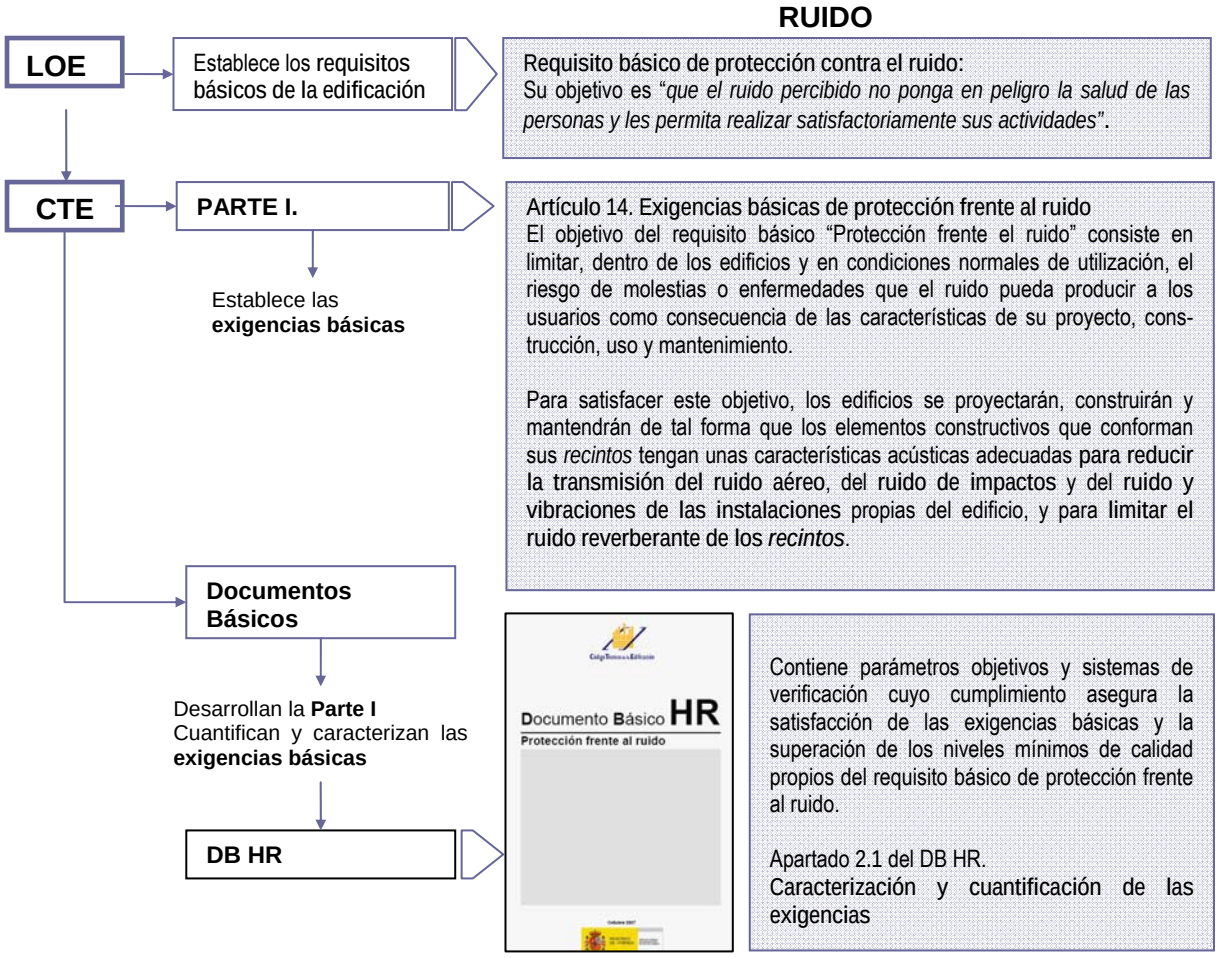


Figura 1.1. De la LOE al DB HR

1.2.2 Objetivos del Documento Básico DB HR

Para dar una adecuada respuesta a la exigencia básica de protección frente al ruido, en la elaboración del DB HR se han perseguido, entre otros, los siguientes objetivos:

- Elevar los niveles de aislamiento acústico reglamentarios en la edificación en respuesta a una demanda social generalizada, adecuándolos a la media europea

- Contemplar adecuadamente los mecanismos de transmisión acústica entre recintos, incluida la transmisión de ruido por flancos, superando así las deficiencias de la NBE-CA en la predicción de la transmisión del ruido entre recintos. [1]

- Limitar el ruido reverberante en aquellas estancias, como aulas y salas de conferencia, donde es necesario conseguir adecuados niveles de inteligibilidad, o comedores y restaurantes, donde debe limitarse convenientemente el ruido de fondo.

[1] En este sentido, hay que señalar que el cambio que supone el DB HR no solamente atañe a un aumento de las exigencias de aislamiento acústico, sino que además el DB HR parte de un planteamiento más actualizado, y acorde con el marco normativo europeo. En el CTE el aislamiento acústico exigido es el aislamiento final en la edificación o aislamiento acústico in situ. Los índices que expresan el aislamiento acústico exigido son magnitudes que pueden obtenerse en el edificio terminado mediante un ensayo de aislamiento acústico y el valor de esta medición es directamente comparable con el de la exigencia. De la misma manera, esta circunstancia debe ser tenida en cuenta en el momento de realizar un proyecto y deben valorarse las transmisiones indirectas.

1.2.3 La Ley del ruido

Dentro del marco reglamentario nacional, en relación con la protección contra el ruido en edificación y al margen de la LOE y el CTE, debe citarse necesariamente la Ley 37/2003 del Ruido. Dicha Ley es la transposición de la Directiva Europea sobre Evaluación y gestión del ruido ambiental y tiene como objetivo básico la prevención, vigilancia y reducción de la **contaminación acústica ambiental**[2] producida por emisores acústicos de cualquier índole.

Por emisor acústico se entiende cualquier actividad, infraestructura, maquinaria o comportamiento que genere ruidos o vibraciones en el ambiente, excluyéndose las actividades domésticas y el ruido producido por los vecinos. También se excluyen las actividades laborales y militares que se regirán por su legislación específica y el ruido producido en el interior de los medios de transporte.

La Ley del Ruido cuenta con dos reglamentos complementarios que son:

- RD 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión de ruido ambiental
- RD 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.

La Ley del Ruido establece las competencias de las diferentes Administraciones Públicas para la aprobación, elaboración y revisión de **mapas de ruido** de los grandes ejes viarios y ferroviarios, grandes aeropuertos y aglomeraciones urbanas (núcleos de población de más de 100.000 habitantes), además de emplazar a dichas administraciones a que elaboren y ejecuten planes de acción destinados a reducir la contaminación acústica.

El ámbito de la edificación se ve afectado por la Ley del Ruido y sus reglamentos en dos vertientes:

1. **La edificación**
   Los edificios son considerados por la Ley del Ruido como receptores acústicos y no como fuente emisora de ruido. En el interior de los edificios de usos: residencial (tanto público como privado), hospitalario, docente o cultural, deben cumplirse los objetivos de calidad acústica interiores que garanticen que los usuarios puedan desarrollar las actividades en su interior con normalidad.

   Los índices de calidad acústica interior son en realidad valores máximos de inmisión de ruido y vibraciones que pueden ser producidos por las instalaciones del propio edificio, ruido ambiental proveniente del exterior y procedente de actividades[3] que se desarrollan en el edificio o en recintos colindantes.

2. **La ordenación del territorio y al planeamiento urbanístico**
   Según la ley del ruido, las Administraciones Públicas deben establecer una zonificación del suelo en áreas acústicas, que son sectores del territorio donde deben cumplirse unos objetivos de calidad acústica ambiental. Estas áreas se clasifican en función del uso predominante del suelo y tienen asignados unos valores máximos de inmisión de ruido ambiental.

1.2.4 El DB-HR y la Ley del ruido

La redacción del DB HR se ha coordinado con la redacción de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido y con sus desarrollos reglamentarios (véase apartado 1.3.3), en lo referente a la protección de los usuarios con respecto al ruido procedente del exterior y de las instalaciones.

[2] Se define contaminación ambiental como la presencia en el ambiente de ruido o vibraciones, cualquiera que sea el emisor acústico que los origine, que impliquen molestia, riesgo o daño para las personas, para el desarrollo de sus actividades o para los bienes de cualquier naturaleza, incluso cuando su efecto sea perturbar el disfrute de los sonidos de origen natural, o que causen efectos significativos sobre el medio ambiente.

[3] Se refiere a actividades que precisen de licencia de actividad (recintos de actividades), no a la actividad vecinal, que esta está excluida de la Ley del ruido.

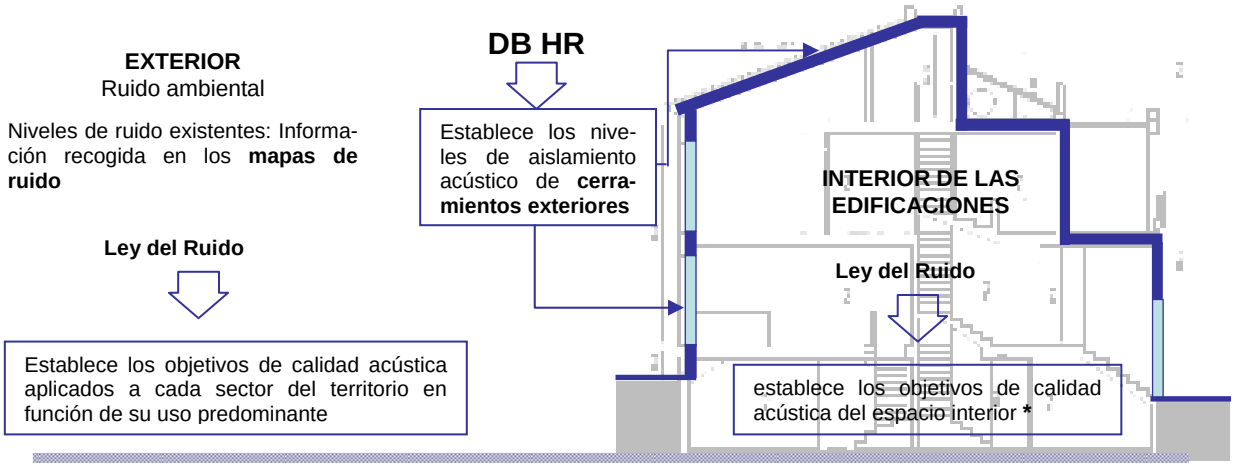
Respecto a la protección de los usuarios frente al ruido exterior, el DB HR establece en la tabla 2.1 los niveles de aislamiento acústico exigidos a los cerramientos que limitan con el exterior, es decir, a las fachadas, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior.

Para fijar dichos niveles, se ha considerado que el aislamiento acústico que debe proporcionar una fachada o cubierta es la diferencia entre el nivel de inmisión exterior existente o previsto[4] en la zona donde se ubica el edificio y el nivel de inmisión interior requerido para que en los recintos interiores los usuarios puedan realizar sus actividades con comodidad. En este sentido se han tenido en cuenta estos tres aspectos (véase figura 1.2):

1. Los objetivos de calidad acústica ambiental de las diferentes áreas acústicas, que son los valores límite de los índices de ruido ambiental para determinados sectores del territorio que no deben ser sobrepasados y que están fijados por La Ley del Ruido, establecidos en el RD 1367/2007.

2. La existencia de mapas de ruido y que están a disposición del público, lo que significa que los niveles de ruido de determinadas zonas[5] son conocidos.

3. Los objetivos de calidad acústica interior, que son los valores límite de inmisión que no deben superarse en el interior de los edificios, establecidos en el RD 1367/2007.



* Valores máximos de inmisión de ruido y vibraciones que pueden ser producidos por las instalaciones del propio edificio, ruido ambiental proveniente del exterior y procedente de actividades que se desarrollan en el edificio o en recintos colindantes

Figura 1.2. Relación entre la Ley del Ruido y el DB HR Protección frente al ruido

El DB HR fija los niveles de aislamiento acústico de los cerramientos exteriores del edificio: Fachadas, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior. El tratamiento de las medianerías es diferente.

El DB HR no fija niveles de inmisión en el espacio interior de los edificios. Los valores de la tabla 2.1 del DB HR son el resultado de la diferencia de los niveles de inmisión exteriores y los objetivos de calidad acústica interior para distintos tipos de edificios: Residencial, hospitalario, docente, administrativo y cultural. Por ello en la verificación in situ, caso de realizarse, debe comprobarse exclusivamente el nivel real de aislamiento de la solución constructiva adoptada (y su correspondencia con lo prescrito en el DB HR) y no el nivel de inmisión interior que depende lógicamente del nivel de inmisión exterior que haya en el momento de realizar la medida, y que puede no corresponderse con los valores de L_d que de acuerdo con el reglamento, se han adoptado para dimensionar la solución. En cualquier caso la medición debe realizarse conforme a lo establecido en las norma UNE EN 140-5, según se indica en el DB HR.

[4] Dependerá de cómo se establezca el valor de L_d, mediante mapas estratégicos de ruido o asignándolo en función del área acústica

[5] Véase apartado 2.1.1.1 donde se especifica las zonas que deben disponer de mapas de ruido y los plazos para la finalización de los mismos.

Aparte de la inmisión por ruido ambiental del exterior, los objetivos de calidad acústica interiores se refieren además a la inmisión por el ruido de las instalaciones del edificio. Por eso en el DB HR se tratan las instalaciones desde dos aspectos:

1 Desde el punto de vista del diseño de las instalaciones, exigiendo que se limite la potencia acústica de los equipos de las instalaciones, para que no se sobrepasen los objetivos de calidad acústica interiores.

2 Desde un punto de vista puramente constructivo, dando una serie de condiciones constructivas que limitan la transmisión de ruido y vibraciones a través de las sujeciones o puntos de contacto entre las instalaciones y los elementos constructivos.

1.2.5 Otros documentos oficiales. El Catálogo de Elementos Constructivos (CEC)

Es un Documento Oficial de ayuda al proyectista que facilita el cumplimiento de las exigencias generales de diseño de los requisitos de Habitabilidad: Salubridad, Protección frente al ruido y Ahorro de Energía, establecidas en el CTE.

Es un compendio de diferentes materiales, productos y elementos constructivos caracterizados por sus prestaciones higrotérmicas y acústicas.

El CEC es accesible en www.codigotecnico.org

Lo que aporta el Catalogo son las prestaciones higrotérmicas y acústicas de elementos y sistemas constructivos, lo que permite, conjuntamente con el CTE, definir soluciones constructivas concretas que cumplan con las exigencias básicas especificas de cada caso. El Catálogo no es un conjunto de “soluciones” constructivas, sino de “elementos” constructivos. Los sistemas incluidos en el Catalogo no son validos para cualquier situación, y en el mismo no se da información de en que situaciones pueden utilizarse. Por ejemplo: la fachada de un edificio, ubicado en un situación concreta, tendrá que tener de acuerdo con el DB HR un nivel de aislamiento acústico determinado y el CEC nos permitirá conocer que elementos constructivos poseen un nivel de aislamiento acústico superior y en consecuencia pueden ser válidos para dicha situación.

1.3 Conceptos previos

En este apartado se exponen, una serie de conceptos acústicos básicos, que se consideran necesarios para una adecuada comprensión del DB HR y de esta Guía. No obstante, en el Anejo 01 se desarrollan estos mismos conceptos y otros con mayor profundidad.

Lo primero sería diferenciar los conceptos básicos en el ámbito de la acústica arquitectónica o acústica de la edificación, como son el **aislamiento acústico** y el **acondicionamiento acústico**. Los objetivos de uno y otro, aunque relacionados entre sí, son distintos pero deben emplearse conjuntamente para unir y complementar su potencial.

Se entiende por **aislamiento acústico** al conjunto de procedimientos empleados para reducir o evitar la transmisión de ruidos (tanto aéreos como estructurales) de un recinto a otro o desde el exterior hacia el interior de un recinto o viceversa, con el fin de obtener una calidad acústica determinada. Cuando se habla de aislamiento siempre se tiene en consideración a dos recintos diferentes, es decir, se considera el sonido que se genera en un recinto, que se transmite y es percibido en otro recinto.

A diferencia del aislamiento acústico, el **acondicionamiento acústico** implica a un único recinto, es decir, el sonido es generado y percibido en el mismo recinto. Por **acondicionamiento acústico** se entiende una serie de medidas que se toman para conseguir en un recinto unas condiciones acústicas y un ambiente sonoro interior, determinados conforme al uso que se le va a dar al recinto.

1.3.1 Aislamiento acústico

1.3.1.1 Diferencia entre aislamiento acústico in situ y en laboratorio

El aislamiento acústico exigido en el DB HR es el aislamiento final en la edificación o aislamiento acústico in situ. Los índices que expresan dicho aislamiento acústico son magnitudes que pueden obtenerse en el edificio terminado mediante un ensayo de aislamiento acústico normalizado[6] y el valor de esta medición es directamente comparable con el de la exigencia.

El aislamiento acústico a ruido aéreo está definido en el DB HR como la diferencia de niveles estandarizada ponderada A, $D_{nT,A}$, que es un índice que evalúa el aislamiento a ruido aéreo entre recintos y no únicamente el aislamiento de los elementos constructivos que se interponen entre ellos. Lo mismo sucede con el aislamiento a ruido de impactos, que está definido como el nivel global de presión de ruido de impactos estandarizado, $L'_{nT,w}$, que también evalúa el nivel de presión de ruido de impactos entre recintos y no únicamente el del forjado.

El aislamiento exigido en la norma básica NBE CA 88 correspondía con el valor obtenido en laboratorio de los elementos constructivos; para ruido aéreo se trataba del índice de reducción acústica ponderado A, R_A, y para ruido de impactos del nivel de presión de ruido de impactos de laboratorio, L_n. (Véase tabla 1.1)

Tabla 1.1. Resumen de índices de aislamiento utilizados en el DB HR.

	Índices de aislamiento acústico	
	En el edificio	De elementos constructivos.
Ruido **aéreo entre recintos**	$D_{nT,A}$ (dBA)	R_A (dBA)
Ruido **de impactos**	$L'_{nT,w}$ (dB)	$L_{n,w}$ (dB)
Ruido **aéreo entre un recinto y el exterior**	$D_{2m,nT,A,tr}$ (dBA)	$R_{A,tr}$ (dBA)
	índices que expresan el aislamiento exigido en el DB HR	índices utilizados en las opciones de aislamiento del DB HR
	SE PUEDEN ENSAYAR IN SITU[7]	**NO SE PUEDEN ENSAYAR IN SITU** SON INDICES QUE SE OBTIENEN EN LABORATORIO

Para cualquier elemento constructivo, su **aislamiento acústico final en obra** (al que hace referencia el DB HR), difiere del valor obtenido en laboratorio (al que hacía referencia la NBE CA 88). Esto se debe a que en obra, la transmisión de ruido entre dos recintos (o desde el exterior) se produce por dos vías. De forma muy simplificada puede decirse que la transmisión se produce:

1. **Por vía directa** a través del elemento constructivo de separación. Esta transmisión depende básicamente del tipo de elemento constructivo y es lo que es lo que realmente se mide en laboratorio, ya que allí las transmisiones indirectas son despreciables.
2. **Por vía indirecta o de flancos** debido a las vibraciones de los elementos de flanco conectados al elemento de separación principal.

[6] Norma UNE EN 140-4, para medición in situ de aislamiento acústico entre locales
Norma UNE EN 140-5, para la medición in situ de aislamiento acústico de elementos de fachada y de fachadas.
Norma UNE EN 140-7, para la medición in situ de aislamiento acústico a ruido de impactos.

[7] Por lo general el DB HR exige un aislamiento acústico en el edificio terminado, expresado como se ha visto por $L'_{nT,W}$, $D_{nT,A}$ y $D_{2m,nT,Atr}$. Sin embargo existen situaciones particulares en el DB HR en las que se va a exigir el aislamiento acústico de las particiones expresadas como R_A. Véase apartado 2.1.1.

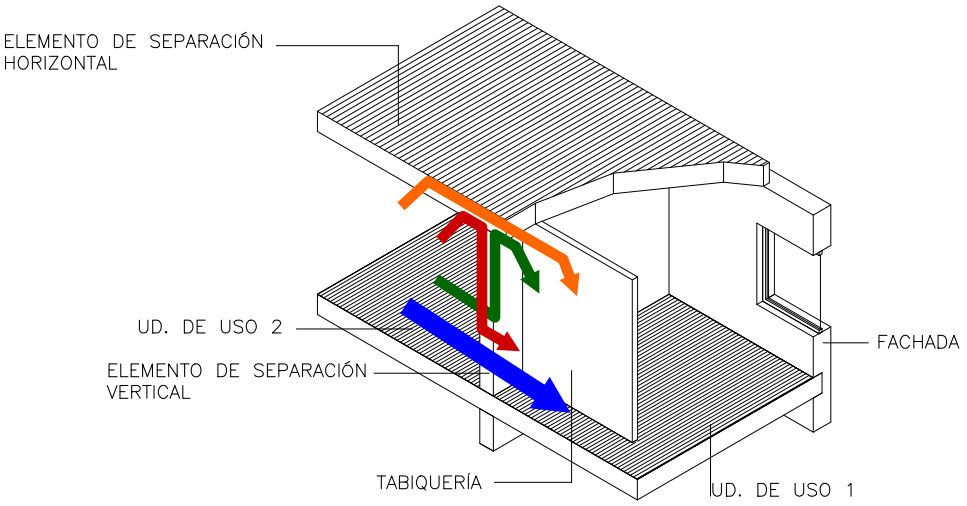


Figura 1.3. Esquema de vías de trasmisión acústica a ruido aéreo entre dos recintos. En azul se indica la transmisión directa, a través del elemento de separación vertical.
En otros colores se han indicado las transmisiones indirectas o de flancos.

- **En naranja la transmisión de flanco a flanco, en este caso a través del forjado.**
- **En rojo, la transmisión flanco-directo, desde el forjado al elemento de separación vertical.**
- **En verde la transmisión directa-flanco, desde el elemento de separación vertical al forjado.**

Para un mismo elemento constructivo, el aislamiento obtenido in situ, siempre es menor que el aislamiento teórico o de laboratorio.

Para conseguir un determinado valor de aislamiento acústico entre recintos ($D_{nT,A}$, $L'_{nT,w}$, $D_{2m,nT,Atr}$) no es suficiente que los elementos de separación entre los mismos tengan un valor de aislamiento acústico en laboratorio (R_A, L_n o $R_{A,tr}$) igual a dicho valor, sino que tiene que ser necesariamente superior. La diferencia, derivada de la trasmisión por flancos, viene condicionada por las características constructivas y geométricas de los elementos de separación, el tipo de conexión entre los mismos y las características geométricas del recinto. Dicha diferencia puede variar sensiblemente en función de los tipos constructivos, pero de modo orientativo, puede decirse que en edificación convencional es generalmente superior a 5dBA.

Por ello, la falta de correlación entre los valores de aislamiento acústico medidos in situ y los valores de asilamiento previstos en la norma básica NBE CA 88[8], está justificada, dado que se están comparando valores que no representan lo mismo.

También debe destacarse, que el aislamiento acústico entre recintos depende del conjunto, y no sólo del elemento de separación entre ambos, por lo que en algunas ocasiones, cuando existan flancos de menor aislamiento, la mejora del elemento de separación puede no suponer una mejora sensible del aislamiento, si no se elimina o mejora la vía de transmisión indirecta que está penalizando el aislamiento acústico.

Además de las transmisiones por vía indirecta, existen otros motivos por los cuales el aislamiento acústico proporcionado por un elemento constructivo en el edificio terminado puede ser menor que el proporcionado por el mismo en laboratorio, como son:

1. Defectos en la ejecución: como por ejemplo la presencia de rozas sin retacar en los elementos de fábrica, la falta de estanquidad en la puesta en obra de las carpinterías, discontinuidades del material aislante a ruido de impactos, etc.
2. La existencia de puentes acústicos: como por ejemplo, los debidos a encuentros mal diseñados o ejecutados incorrectamente, o a conductos de instalaciones que no se han tratado convenientemente.

[8] La NBE CA 88 establecía el asilamiento acústico en términos R_A y L_n. Frecuentemente se han comparado los valores de aislamiento acústico obtenidos en el edificio con los valores exigidos en la antigua NBE CA 88. La identificación de dichos valores es un error, pues los índices R_A o L_n no se obtienen de mediciones in situ, sino de mediciones en laboratorio y por lo tanto no son comprables con una medida.

Para prevenir que el aislamiento acústico pueda verse influido por alguna de las dos causas mencionadas en el párrafo anterior, es fundamental un buen diseño de los encuentros constructivos desde el proyecto de ejecución y una buena ejecución, tal y como se va a exponer en el capítulo 2 de esta Guía, Herramientas complementarias.

1.3.1.2 Trasmisiones a ruido de impactos

El ruido de impactos en la edificación se produce por una excitación mecánica como una pisada, un golpe o la caída de un objeto producida sobre el forjado. Los impactos originan unas vibraciones que se propagan por el forjado a aquellos elementos constructivos conectados a éste, como pilares y tabiques, que son excitados y a su vez, se convierten en fuentes generadoras de ruidos aéreos, percibidos por los usuarios.

Para el ruido de impactos, las transmisiones indirectas se producen por estas vibraciones que desde el forjado, pasan a los elementos constructivos a los que están unidos. En la figura 1.4, se ha marcado la transmisión a ruido de impactos que existe entre dos recintos superpuestos (recinto 1 - recinto 2), que es la compuesta por la transmisión directa (D) y las transmisiones indirectas f. marcadas en rojo.

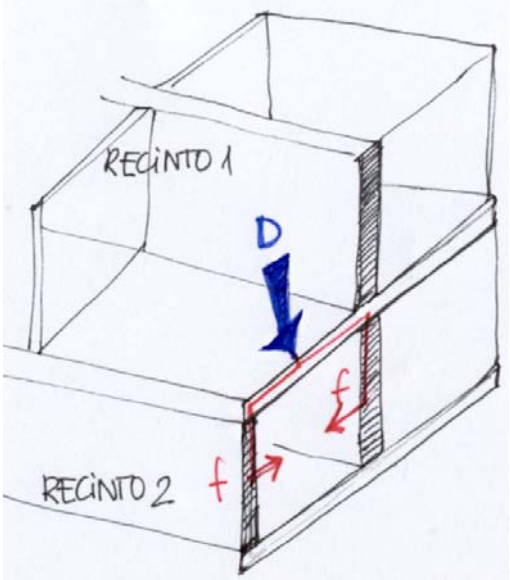


Figura 1.4. Transmisión de ruido de impactos entre dos recintos superpuestos

Como puede verse en la figura 1.5, la transmisión a ruido de impactos no sólo se produce entre recintos superpuestos, sino que además se produce entre recintos colindantes (recintos 1 y 2) y recintos con una arista horizontal común (recintos 1 y 3). Se ha marcado la transmisión directa con una letra D, que afectaría sólo al recinto inferior al 1, y las transmisiones indirectas, marcadas con la letra f.

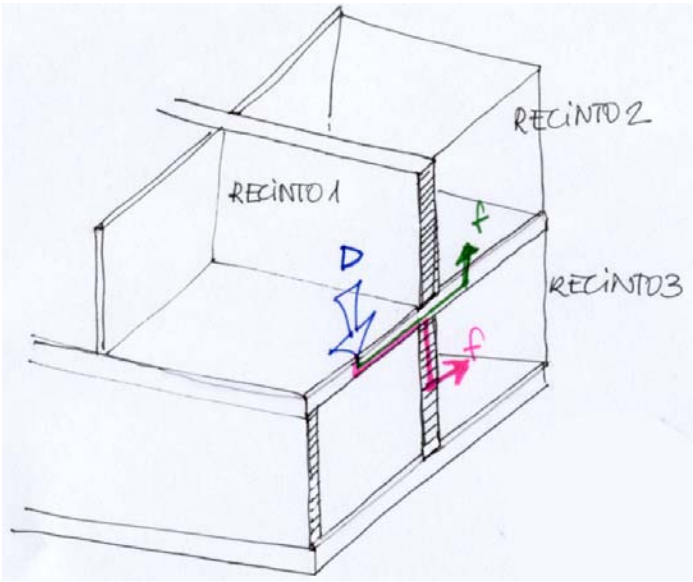


Figura 1.5. Transmisión de ruido de impactos entre recintos colindantes y con una arista horizontal común

Todos lo índices de nivel de presión de ruido de impactos, ya sean obtenidos in situ, como en laboratorio, (Véase tabla 1.1), expresan la transmisión de ruido de impactos entre recintos, es decir, la diferencia entre el nivel de presión sonora provocado por la máquina de impactos y el nivel de presión sonora recibido en el recinto receptor, de tal forma, que cuanto menor es el valor de $L'_{nT,w}$ exigido, mayor es el aislamiento acústico a ruido de impactos requerido. Por ejemplo: Un nivel de presión de ruido de impactos $L'_{nT,w}$ de 80 dB, significa menos aislamiento acústico a ruido de impactos y por lo tanto, menor confort acústico que un nivel $L'_{nT,w}$ de 65 dB.

1.3.1.3 Las magnitudes de aislamiento acústico. Relaciones entre índices

La respuesta de los elementos constructivos frente al sonido varía en función de la frecuencia, es decir, en una medida de aislamiento acústico, se obtienen diferentes valores de aislamiento para cada una de las frecuencias de tercio de octava.

Desde el punto de vista del DB HR, sólo se utilizan valores globales de aislamiento, es decir, un valor ponderado que resume la información obtenida en un ensayo, tanto si es un ensayo in situ, como si se realiza en laboratorio.

Para aislamiento a ruido aéreo entre recintos se utiliza la ponderación A, que tiene en cuenta la sensibilidad del oído humano, dando mayor relevancia a las altas y medias frecuencias, que a las bajas frecuencias. Esta ponderación se utiliza tanto para los índices que expresan el aislamiento in situ, como los que lo expresan en laboratorio.

Para aislamiento a ruido aéreo de fachadas o de recintos frente al ruido exterior, se utilizan las curvas de referencia de ruido de tráfico[9], ya que en la mayoría de los casos va a ser el ruido dominante en el exterior.

En los ensayos a ruido aéreo generalmente se va a encontrar la información expresada mediante tres valores[10], que no son otros que índices ponderados con la UNE EN ISO 717-1 y sus correspondientes términos de adaptación espectral:

- R_w (C,C_{tr}), para elementos constructivos ensayados en laboratorio.
- $D_{nT,w}$ (C,C_{tr}), para ensayos in situ a ruido aéreo.
- $D_{2m,nT,Atr}$ (C,C_{tr}), para ensayos in situ de fachadas.

Generalmente, estos ensayos van a contener además información de los índices R_A, y $R_{Atr,}$ pero si no fuera así, se podrían utilizar las aproximaciones de la tabla 1.2:

[9] La ponderación con las curvas de referencia de ruido de tráfico refleja bien la sensibilidad del oído humano con respecto al ruido de aeronaves.
[10] Esta información puede ampliarse en el anejo 01 de Conceptos previos.

Tabla 1.2. Relación de índices de aislamiento acústico

	Índices de aislamiento acústico	
	En el edificio	De elementos constructivos.
Ruido **aéreo entre recintos**	$D_{nT,A} = D_{nT,w} + C$	$R_A = R_w + C$
Ruido **aéreo de fachadas**	$D_{2m,nT,A,tr} = D_{2m,nT,w} + C_{tr}$	$R_{A,tr} = R_w + C_{tr}$

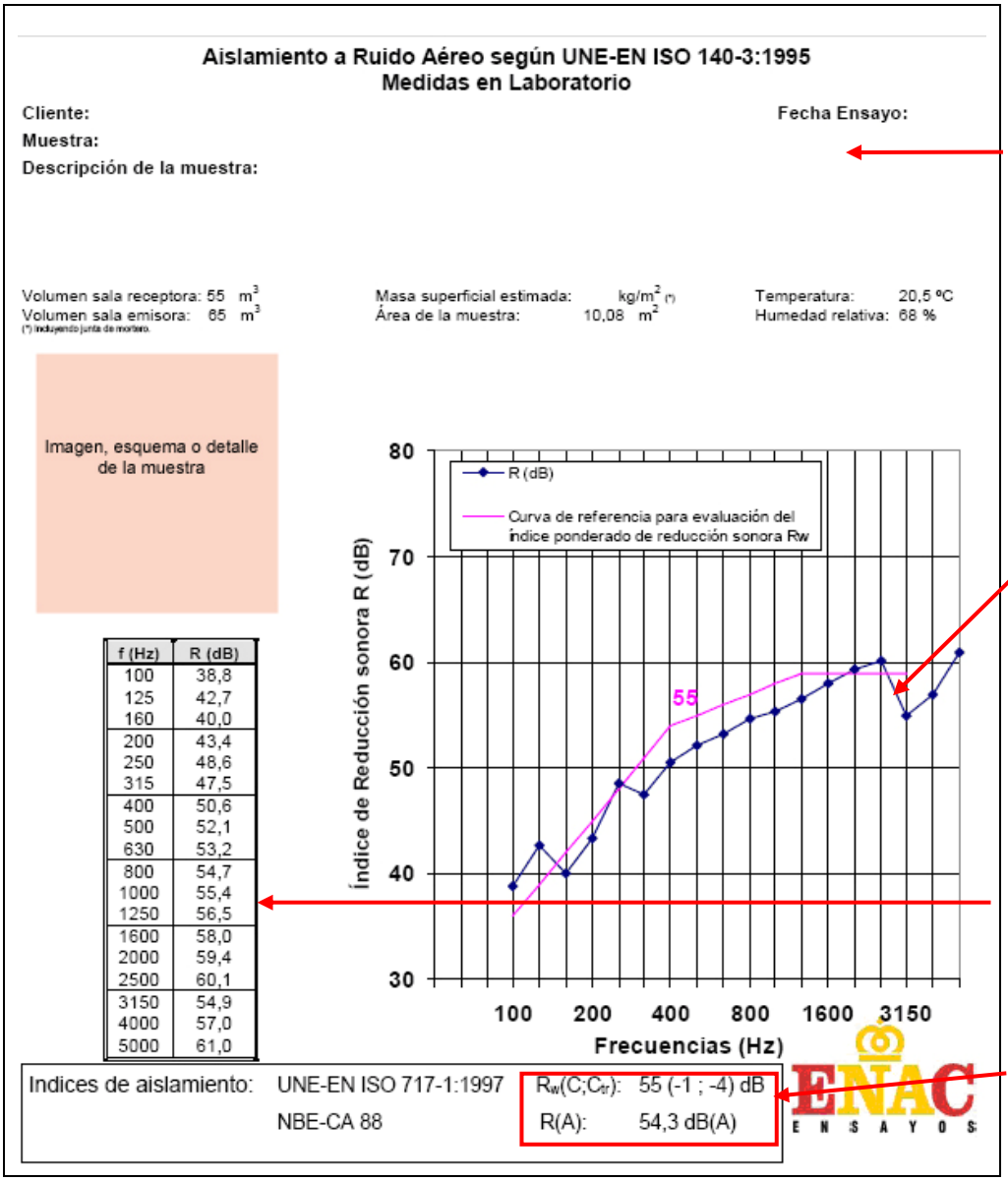


Figura 1.6. Ejemplo informe de aislamiento acústico a ruido aéreo

El término C puede oscilar por lo general entre 0 y -2, pero el término C_{tr} para ruido de tráfico es muy variable. Por ejemplo, el aislamiento acústico de una solución de fachada expresado como R_A puede ser incluso siete u ocho decibelios mayor que el aislamiento expresado como $R_{A,tr}$.

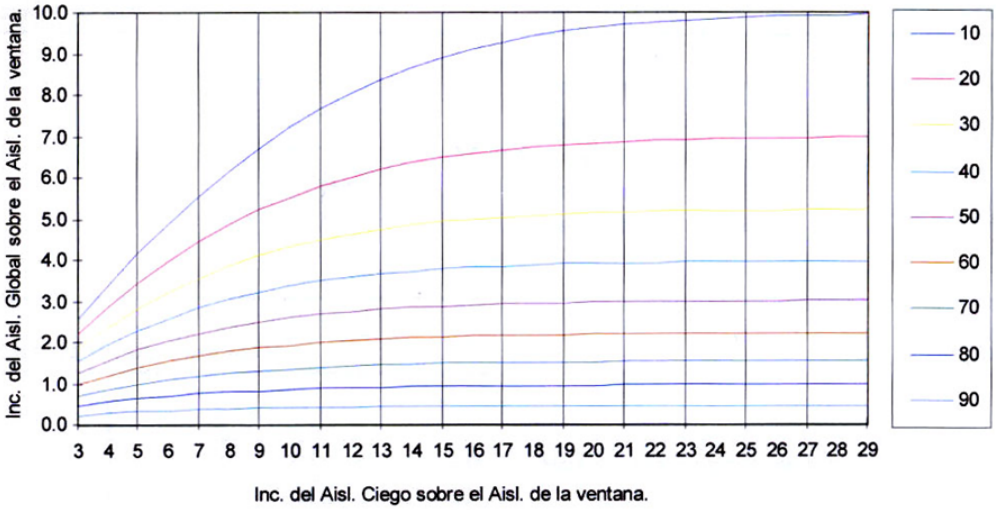
Para ruido de impactos, se utiliza el nivel global de presión de ruido de impactos identificado mediante el subíndice w, que el valor ponderado mediante los procedimientos de la norma UNE EN ISO 717-2. ($L'_{nT,w}$ para el aislamiento in situ, $L_{n,w}$, para aislamiento en laboratorio)

1.3.1.4 Aislamiento acústico en elementos constructivos mixtos. Fachadas

Se denominan elementos constructivos mixtos a aquellos que están formados por partes diferentes, cada una con valores de aislamiento acústico diferentes, como por ejemplo, las fachadas, un tabique con una puerta, una cubierta con un lucernario, etc. De entre todos los elementos que pueden considerarse mixtos, el más representativo es la fachada, ya que las ventanas suelen ser los elementos de menor aislamiento acústico o más débiles y suelen limitar el aislamiento acústico frente al ruido exterior del conjunto.

En estos casos, el aislamiento acústico máximo del conjunto (ventana + parte ciega) que puede obtenerse es aproximadamente 10 dB superior al aislamiento del elemento más débil (normalmente la ventana o la caja de persiana). Por ello, para mejorar el aislamiento acústico de fachadas, el esfuerzo hay que centrarlo en mejorar el aislamiento acústico de la ventana, empleando ventanas de mejor calidad.

La figura 1.7 ilustra esta influencia del elemento de menos aislamiento en el aislamiento global. Expresa en abcisas el incremento del aislamiento de la parte ciega sobre la ventana, y en ordenadas el incremento del aislamiento global sobre el aislamiento de la ventana. Se puede apreciar cómo para porcentajes de huecos habituales en edificación residencial del 30 – 40 %, el aislamiento final que se puede obtener será como máximo entre 4 y 5 dB mayor que el valor de aislamiento de la ventana. Con porcentajes de huecos superiores, del 60 o 70% que son relativamente frecuentes en estancias muy acristaladas, el aislamiento acústico del conjunto es prácticamente el aislamiento acústico de la ventana.



% de huecos en fachada	10	15	20	25	30	35	40	50	60	70	80	90
Máx mejora del aislamiento de la fachada (dBA)	10	8.2	7	6	5.2	4.5	4	3	2.2	1.5	0.9	0.5

Figura 1.7. Relación entre el aislamiento global, el aislamiento de la ventana y de la parte ciega, en función del % de huecos

Un elemento que merece una especial reflexión es la caja de persiana. Su principal problema es la falta de estanquidad; ya que a través de los capialzados instalados en la hoja interior de la fachada penetra el aire y el ruido. Los valores del índice global de reducción acústica para ruido de automóviles, $R_{A,tr}$, (Véase apartado 1.3.1.1) difícilmente superan los 30 dBA. Esto limita el aislamiento global de la fachada, de tal forma que para aquellas situaciones más contaminadas acústicamente, es recomendable utilizar alternativas a las cajas de persiana instaladas por el interior de la fachada, tales como capialzados instalados por el exterior u otros sistemas de protección del soleamiento que no comprometan el aislamiento acústico, parasoles, venecianas exteriores, etc. (Véase apartado 2.1.4.4.2)

1.3.2 Acondicionamiento acústico

La expresión acondicionamiento acústico suele estar asociada a recintos como auditorios o teatros, que tienen una acústica excepcional. Sin embargo, con cierta frecuencia existen recintos de uso cotidiano donde las condiciones acústicas no son las adecuadas. Así por ejemplo, las aulas son a menudo lugares donde es casi imposible seguir una clase o existen restaurantes y comedores demasiado ruidosos donde

es difícil entablar una conversación. Esto se debe a que estos establecimientos suelen tener todas sus superficies reflectantes acústicamente y al ser de un tamaño considerable y contar con muy poca absorción, el sonido permanece más tiempo en el ambiente, incrementándose paulatinamente los niveles de ruido de fondo.

Es a este tipo de recintos, como aulas o salas de conferencias de pequeño tamaño, comedores restaurantes, etc., a los que normalmente se les da poca importancia, en los que incide el DB HR, para que desde la etapa de diseño se tengan en cuenta las condiciones acústicas, de tal forma que se elijan materiales adecuados para que el tiempo de reverberación se mantenga dentro de un límite que no dificulte la transmisión o la percepción de la palabra.

Cuando las aulas y las salas de conferencias son de cierto tamaño (el DB HR fija el volumen máximo para la aplicación del método de cálculo en 350 m^3) es necesario la realización de estudios específicos de mayor complejidad que lo exigido en el DB HR.

En la parte I del CTE se establece que para cumplirse las exigencias de protección frente al ruido, debe **limitarse el ruido reverberante de los recintos**. Esta exigencia tiene dos motivos:

1 La disminución de los niveles de ruido en el interior de los edificios.
2 Una mayor inteligibilidad de la palabra, que es especialmente importante en recintos como aulas y salas de conferencias.

Tal y como está planteado en el DB HR, **el acondicionamiento acústico es un problema de la elección de los acabados de las superficies de los elementos constructivos**.

1.4 Organización de la Guía de aplicación del DB HR

El DB HR Protección frente al ruido tiene un carácter prestacional, es decir, define las prestaciones o las características acústicas que los elementos constructivos, acabados o sistemas de instalaciones deben cumplir, pero no introduce soluciones constructivas concretas. En este sentido, esta Guía pretende servir de apoyo a los técnicos y dar criterios sobre la aplicación del DB HR, la interpretación de las exigencias y el uso de las opciones que contiene el DB HR, así como orientar en la elección de soluciones mediante la utilización del CEC.

El aspecto más importante en el DB HR es el aislamiento acústico, y éste, como ya se ha indicado, no sólo depende de los elementos constructivos proyectados para la separación entre los diferentes recintos, sino también de los encuentros entre ellos y de la ejecución de los mismos. Los aspectos relativos al diseño de uniones y la ejecución de elementos constructivos de separación se tratan de forma general en el DB HR, y por eso, en esta Guía se incluyen una serie de fichas en las que se detallan las condiciones que deben cumplir las uniones, criterios de ejecución y procedimientos de control de la ejecución de cada uno de los tipos constructivos que aparecen en la opción simplificada de verificación del aislamiento acústico.

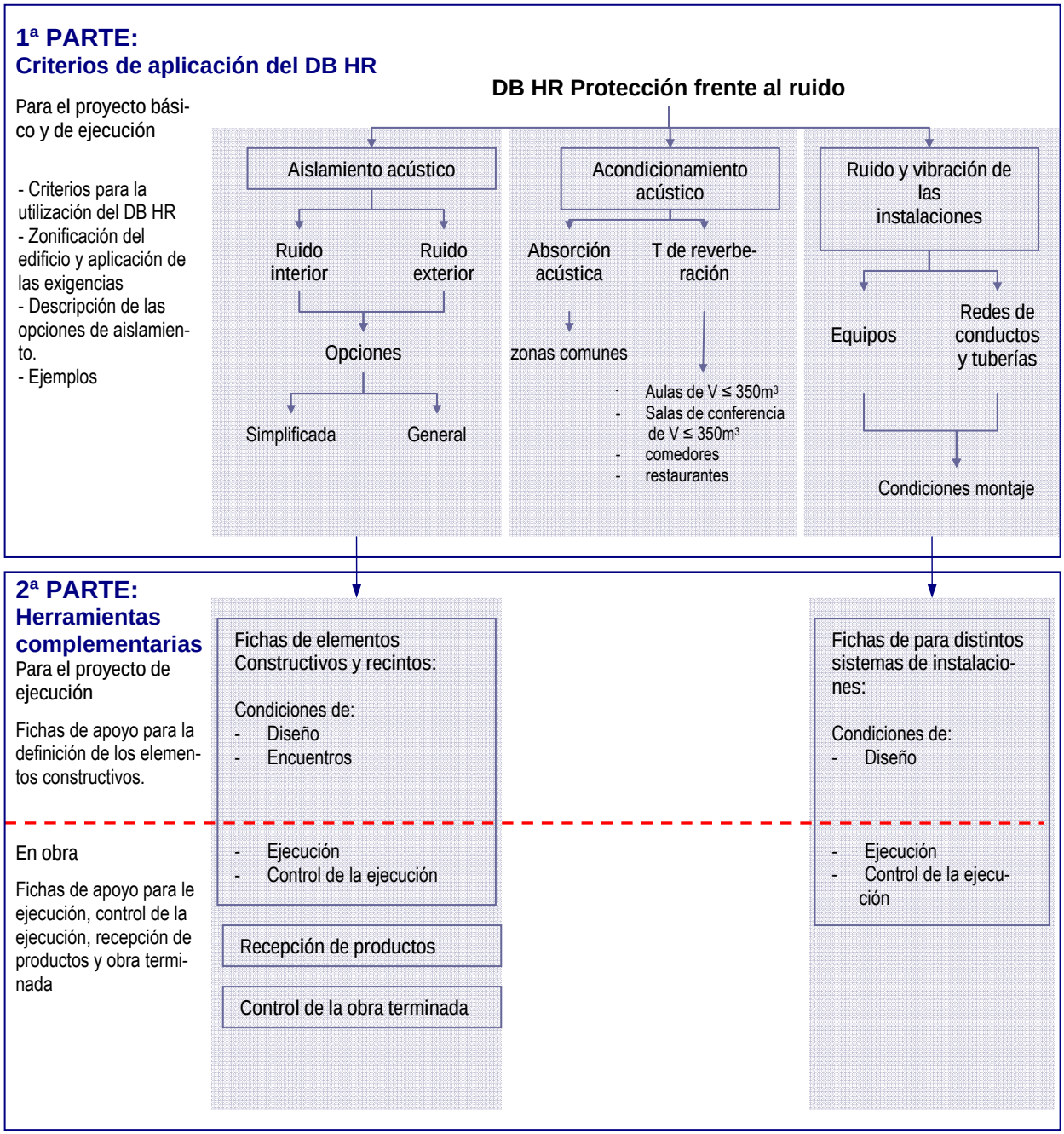
Análogamente, la protección frente al ruido de las instalaciones está tratada de una forma muy genérica en el DB HR. Por ello, en esta guía se han incluido una serie de fichas que desarrollan los aspectos acústicos más relevantes para cada uno de los principales tipos de instalaciones del edificio, susceptibles de generar ruidos en el mismo.

Por todo ello, esta Guía se organiza en dos partes (Véase esquema 1.1):

1. **Una primera parte**, que contiene los criterios de aplicación del DB HR, desarrolla sus contenidos y sirve de apoyo para su utilización.
   Esta parte debe utilizarse conjuntamente con el texto del DB HR y contiene información para elaborar un proyecto básico y, conjuntamente con el CEC y la segunda parte de esta Guía, el proyecto de ejecución.

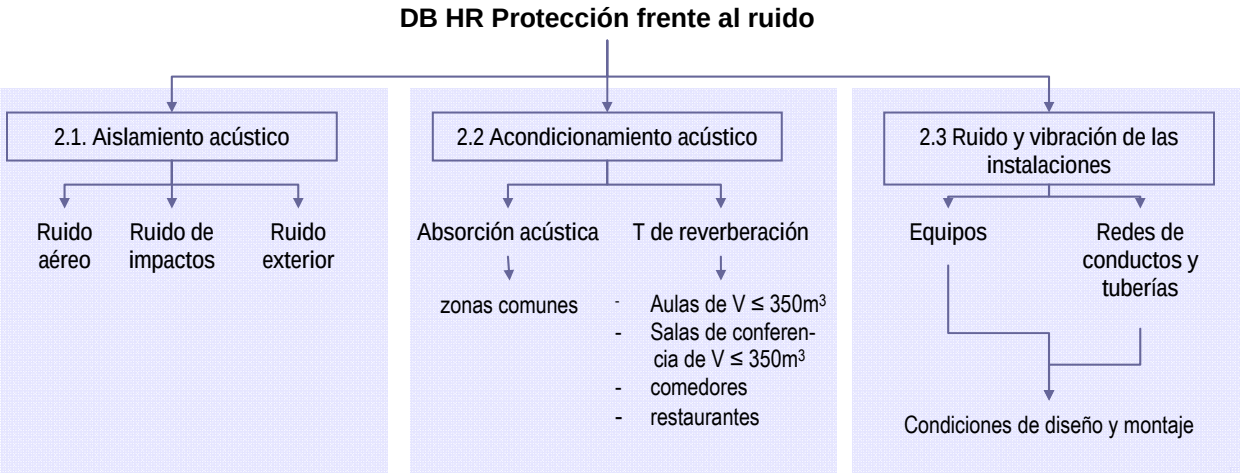
2. **La segunda parte**, que contiene una serie de fichas complementarias que desarrollan aspectos relativos al diseño de encuentros, ejecución de soluciones constructivas y de instalaciones.

Guía de aplicación del DB HR Protección frente al ruido



Esquema 1.1. Esquema organizativo de la Guía de aplicación del DB HR

2 Criterios de aplicación del DB HR



2.0 Ámbito de aplicación del DB HR

Si bien, inicialmente, el ámbito de aplicación del DB HR es el mismo que el del CTE (y de la LOE), lo que incluye a todas las obras de edificación de nueva construcción[1], así como las obras de ampliación, modificación, reforma o rehabilitación que se realicen en edificios existentes, siempre y cuando dichas obras sean compatibles con la naturaleza de la intervención y, en su caso, con el grado de protección que puedan tener los edificios afectados, en el Documento Básico se introducen algunas exclusiones, que se indican a continuación.

En lo relativo a intervenciones sobre **edificios existentes**, no será de aplicación con carácter general el CTE, en lo relativo al requisito básico de protección contra el ruido, salvo cuando se trate de rehabilitación integral, Incluso, y aún tratándose de obras de rehabilitación integral, quedan excluidas las que se realicen en edificios protegidos oficialmente en razón de su catalogación, como bienes de interés cultural, cuando el cumplimiento de las exigencias suponga alterar la configuración de su fachada o su distribución o acabado interior, de modo incompatible con la conservación de los mismos.

Esta exclusión está motivada porque el aislamiento acústico entre recintos implica de forma conjunta a los diferentes elementos constructivos (forjados, elementos de separación vertical, tabiquería, cubierta, fachadas, etc.), de forma tal que salvo que se pueda intervenir sobre el conjunto de forma global, como ocurre en la rehabilitación integral, el CTE exime del cumplimiento del requisito básico de protección frente al ruido a las intervenciones sobre edificios existentes.

[1] excepto aquellas construcciones de escasa entidad constructiva y sencillez técnica que no tengan, de forma eventual o permanente, carácter residencial ni público y se desarrollen en una sola planta

En lo relativo a **recintos ruidosos**[2]**, son de aplicación las exigencias básicas de protección contra el ruido** y deben cumplirse los valores límite de ruido especificados por la Ley del Ruido en el RD 1367/2007 ya que El DB HR no especifica valores límite de aislamiento acústico en estos recintos. Además, en algunos casos, los recintos ruidosos suelen regularse por otros reglamentos como ordenanzas municipales, que deben cumplirse independientemente de lo que especifica la Ley del Ruido y sus desarrollos complementarios.

El CTE establece en 70 dBA el nivel medio de presión sonora estandarizado, para considerar un recinto como recinto de actividad, fijando en 80 dBA el valor límite, a partir del cual se considera recinto ruidoso. (Véase apartado 2.1.2.2.2).

En lo relativo a la **limitación del ruido reverberante**, quedan excluidos del ámbito de aplicación del DB HR, los **recintos y edificios destinados a espectáculos**, tales como auditorios, salas de música, teatros, cines, etc., así como **las aulas y las salas de conferencias cuyo volumen sea mayor que 350 m^3**, para los cuales no son de aplicación las exigencias establecidas en el punto 2.2 del DB HR, y que, por tanto, deben ser objeto de estudio especial en cuanto al diseño acústico de la sala.

Ambos tipos de recintos, serán objeto de estudio especial en cuanto al diseño acústico de la sala, pero en cuanto a la protección frente al ruido de otras unidades de uso.

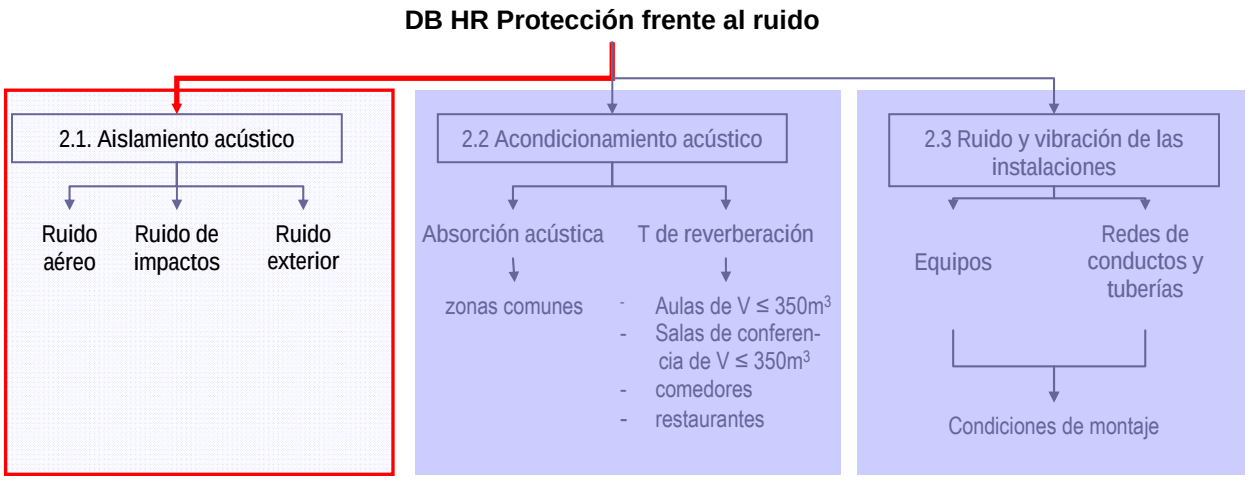
a) Los recintos de espectáculos se consideran recintos de actividad con respecto a otros recintos protegidos y habitables de unidades de uso diferentes.

b) Las aulas y salas de conferencia de volúmenes mayores que 350m^3, se consideran recintos protegidos respecto de otros recintos de otras unidades de uso.

El DB HR no regula ni los criterios, ni los procedimientos para el diseño acústico de recintos destinados a espectáculos, ni de aulas y salas de conferencias de volúmenes mayores que 350m^3. Sin embargo, si uno de estos recintos fuera colindante con un recinto protegido o habitable de una unidad de uso diferente, deben cumplirse los valores límite de aislamiento acústico especificados en el apartado 2.1.2.3 de la Guía.

[2] Recintos ruidosos son aquellos en que las actividades que se desarrollan en su interior producen un nivel medio de presión sonora estandarizado, ponderado A, en el recinto, mayor que 80 dBA. Generalmente se trata de recintos de uso industrial, recintos con equipos de reproducción sonora, recintos para actuaciones en directo, etc.

2.1 Aislamiento acústico



2.1.A Aplicación de las exigencias de aislamiento acústico del DB HR

Las exigencias de aislamiento del DB HR se aplican a:

- Edificios de uso residencial: Público y privado.
- De uso sanitario: Hospitalario y centros de asistencia ambulatoria.
- De uso docente.
- Administrativos.

Existen otros tipos de edificios, como los de pública concurrencia, uso comercial, edificios de aparcamiento…etc., en los que el DB HR no regula el aislamiento acústico.

Sin embargo, si en un edificio de uso residencial público o privado u hospitalario hubiera zonas destinadas a usos diferentes a éstos, como locales comerciales, de uso administrativo, garajes…etc., estos locales se consideran recintos de actividad y se aplican las exigencias de aislamiento acústico del DB HR relativas a ruido entre recintos. (Véase apartado 2.1.2).

De la misma forma, si un edificio de cualquier uso[1] incluye recintos de uso residencial público o privado u hospitalario, estos recintos se consideran unidades de uso y se aplican las exigencias de aislamiento acústico del DB HR relativas a ruido entre recintos. (Véase apartado 2.1.2).

En los casos en los que el DB HR no especifica el nivel del aislamiento acústico de un edificio, la propiedad siempre puede especificar qué condiciones acústicas debe tener este edificio, al igual que siempre puede especificar un nivel mayor de exigencia.

2.1.B Procedimiento de aplicación de la Guía para el cumplimiento de las exigencias de aislamiento acústico del DB HR.

El esquema 2.1.1. contiene el esquema organizativo de la Guía relativo al aislamiento acústico. En la figura se han señalado los pasos que son necesarios para facilitar la aplicación del DB HR en lo referente a aislamiento acústico. Cada uno de los pasos indicados se corresponden con apartados de la Guía.

En la etapa de **proyecto básico,** es necesario zonificar el edificio para saber qué exigencias deben aplicarse y a qué recintos. (Véanse PASOS 1 y 2, apartados 2.1.1 y 2.1.2 de la Guía)

[1] Que no sean residenciales, sanitarios o docentes.

En el **proyecto de ejecución** es necesaria la definición concreta de los elementos constructivos que satisfacen las exigencias de aislamiento acústico, así como de la forma en que éstos se unen entre sí. (Véanse PASOS 3 a 5, apartados 2.1.3 a 3 de la Guía)

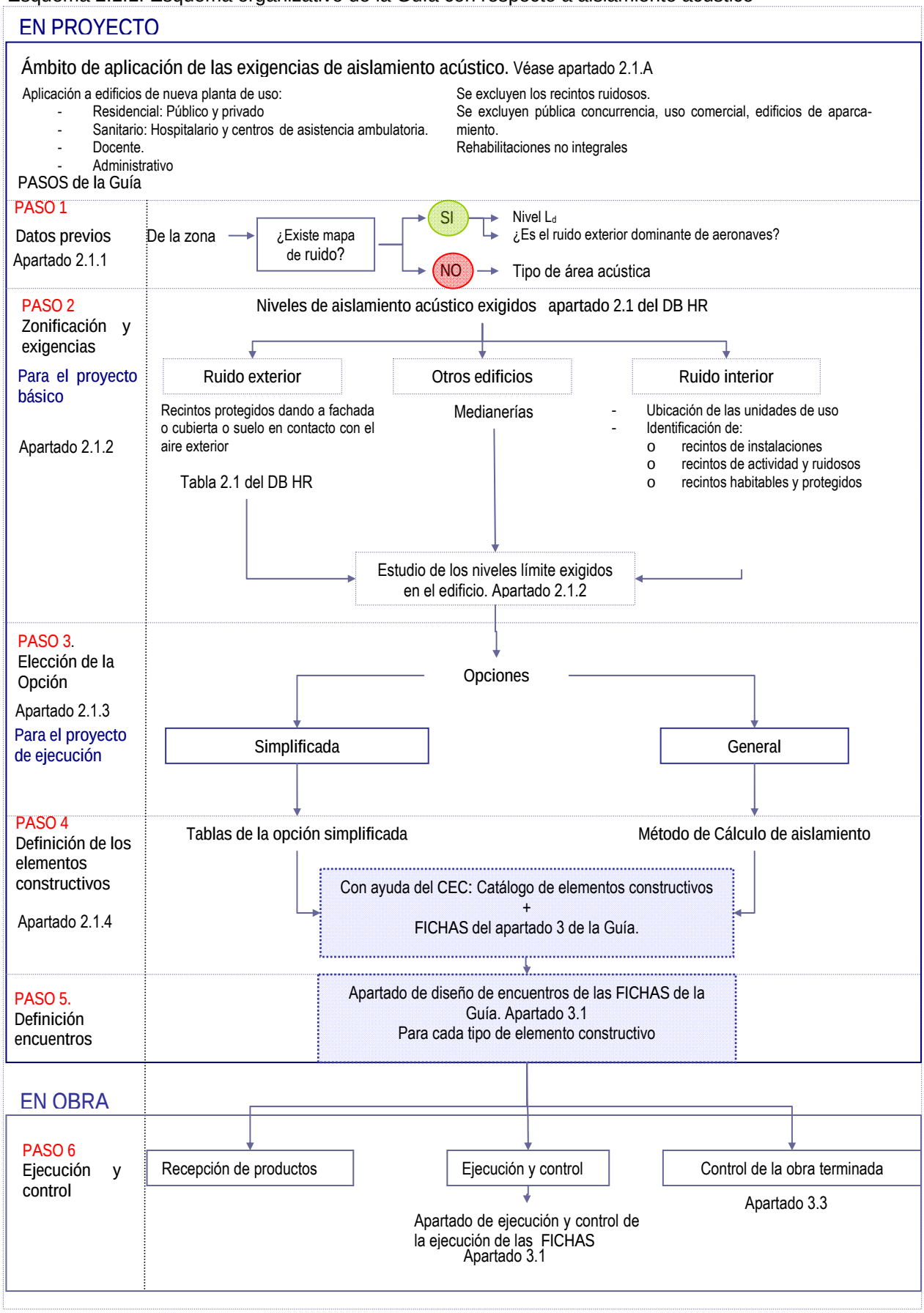
Para definirlos, el DB HR establece dos opciones:

- **La opción simplificada**, que contiene soluciones que dan conformidad a las exigencias de aislamiento acústico a ruido aéreo y de impactos. Apartado 2.1.4 de la Guía.
- **La opción general**, que consiste en un método de cálculo basado en el modelo simplificado de la norma UNE EN 12354, partes 1, 2 y 3. Apartado 3.1.3 del DB HR.

Además, es necesario aportar información sobre los **encuentros entre elementos constructivos**, para lo cual pueden usarse las FICHAS de la Guía, que en los apartados de diseño de uniones, contienen información y recomendaciones para cada uno de los tipos de elementos constructivos recogidos en la opción simplificada.

En obra, es necesario aplicar una serie de buenas prácticas de forma que no se menoscabe el aislamiento acústico de los elementos constructivos cuando éstos se ejecuten. En la Guía aparecen unas fichas de control de obra, información sobra la recepción de productos y una serie de recomendaciones en el caso de que se efectúe una verificación in situ. (Véase PASO 6, apartado 3 de la Guía)

Esquema 2.1.1. Esquema organizativo de la Guía con respecto a aislamiento acústico

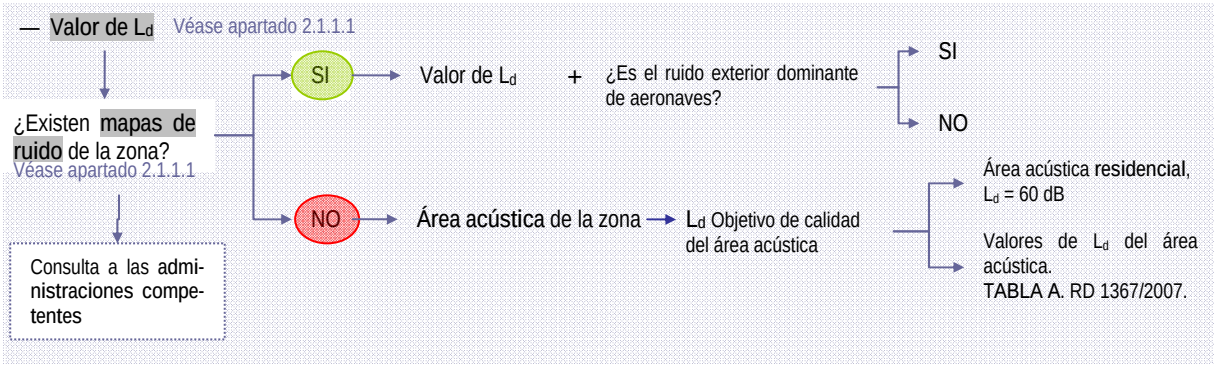


2.1.1 PASO 1 Datos previos

Previo al estudio de los niveles de aislamiento acústico exigidos en un edificio (Véase apartado 2.1.2), es necesario conocer el valor del índice de ruido día, L_d, de la zona donde se ubica el edificio. El esquema que figura a continuación contiene el procedimiento para determinar los niveles de L_d.

Esquema 2.1.1. procedimiento para determinar los valores de L_d

Datos de la zona donde se ubica el edificio



2.1.1.1 Determinación del valor de L_d

Las exigencias de aislamiento acústico a ruido exterior se fijan en el DB HR en función del nivel de ruido de la zona donde se ubica el edificio, es decir, en función del índice de ruido día, L_d[1], que es el índice de ruido asociado a la molestia durante el periodo día y definido como el nivel sonoro medio a largo plazo, ponderado A, determinado a lo largo de todos los periodos día de un año. Se expresa en dBA.

El valor del índice de ruido día, L_d, puede obtenerse mediante consulta en las administraciones competentes, que son las que han elaborado los **mapas estratégicos de ruido**.

La Ley del Ruido (Véase apartado 1.2.3) exige a las siguientes administraciones competentes que elaboren mapas de ruido en los siguientes casos:

a) Grandes ejes viarios, es decir, carreteras con un tráfico superior a tres millones de vehículos al año.
   - Red de carreteras del Estado: Ministerio de Fomento
   - Red autonómica y local: Comunidades Autónomas y Diputaciones
b) Grandes ejes ferroviarios, es decir, vías férreas con un tráfico superior a 30.000 trenes al año.
   - Red estatal: Ministerio de Fomento
   - Red autonómica: Comunidades Autónomas
c) Grandes aeropuertos, es decir, aeropuertos civiles con más de 50.000 movimientos[2] por año: Ministerio de Fomento
d) Aglomeraciones urbanas de más de 100.000 habitantes: Ayuntamiento o Comunidad Autónoma

Los valores del índice de ruido día de la zona donde se ubica el edificio pueden o no estar disponibles en el momento de elaborar el proyecto, ya que en la Ley del Ruido se estableció un primer plazo, que concluyó el día 30 de junio de 2007, para la finalización de los siguientes mapas de ruido:

a) Grandes ejes viarios: Carreteras de más de 6 millones de vehículos al año.
b) Grandes ejes ferroviarios: Vías férreas de más de 60.000 trenes al año.
c) Grandes aeropuertos.
d) Las aglomeraciones urbanas de más de 250.000 habitantes.

[1] Definición procedente del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental.
[2] Se consideran movimientos los despegues y aterrizajes, con exclusión de los que se efectúen únicamente a efectos de formación en aeronaves ligeras

De tal forma, que hasta la fecha quedan por finalizar el resto[3] de mapas de ruido cuyo plazo de entrega termina el día 30 de junio de 2012.

En el caso de que no se dispusiera de datos oficiales[4] del valor del índice de ruido día, L_d, se aplicarán los siguientes valores:

a) **L_d = 60 dBA**, para el tipo de área acústica relativo a sectores con predominio de uso residencial.
b) En el **resto de áreas acústicas**, se adoptará como el L_d el establecido como objetivo de calidad en el RD 1367/2007 para cada tipo de área acústica. En concreto, se aplica la tabla A del anexo II de dicho Real Decreto.
La tabla siguiente reproduce los valores de la tabla A para sectores con predominio de uso diferente al residencial:

Tabla XX. Valores del índice de ruido día en los sectores con predominio de uso diferente del uso residencial, en los casos en los que no se dispongan de datos oficiales provenientes de los mapas de ruido.

Tipo de área acústica[5]		Índice de ruido día, L_d
E	Sectores del territorio con predominio de suelo de **uso sanitario, docente, cultural**, que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	60
C	Sectores del territorio con predominio de suelo de **uso recreativo y de espectáculos**	73
D	Sectores del territorio con predominio de suelo de **uso terciario distinto del contemplado en C**	70
B	Sectores del territorio con predominio de suelo de **uso industrial**	75
F	Sectores del territorio afectados a sistemas generales de **infraestructuras de transporte u otros equipamientos públicos** que los reclamen	Sin determinar[6]

La zonificación del territorio en áreas acústicas se realiza, por la Administración competente, en función del **uso de suelo predominante**, y debe incluirse en la planificación territorial y en los instrumentos de planeamiento urbanístico[7]. La delimitación de las áreas acústicas estará sujeta a revisión periódica, que deberá realizarse, como máximo, cada diez años desde la fecha de su aprobación.

Hasta tanto se establezca la zonificación acústica de un término municipal, las áreas acústicas vendrán delimitadas por el uso característico de la zona[8].

Además de la información de L_d, Para aplicar el DB HR, es necesario saber si en la zona donde se ubica el edificio el ruido exterior dominante es de aeronaves[9].

2.1.1.2 Los mapas estratégicos de ruido

Un mapa estratégico de ruido es una representación gráfica de los niveles de ruido existentes en una determinada zona. Dicha representación puede efectuarse de dos formas: por medio de isófonas, o lí-

[3] - Grandes ejes viarios con un tráfico comprendido entre tres y seis millones de vehículos al año.
- Grandes ejes ferroviarios con un tráfico comprendido entre a 30.000 y 60.000 trenes al año.
- Aglomeraciones urbanas de más de 100.000 habitantes y menos de 250.000 habitantes.

[4] Por el momento, no es previsible que poblaciones pequeñas de menos de 100.000 habitantes, desarrollos urbanísticos nuevos, ejes viarios y ferroviarios no importantes dispongan de mapas de ruido. Tampoco es previsible que dispongan de mapas estratégicos de ruido aquellas poblaciones y ejes viarios y ferroviarios en los que al amparo de los plazos establecidos en la Ley no se hayan finalizado todavía los mapas estratégicos correspondientes.

[5] Según la Ley 37/2003 de 17 de noviembre, del Ruido, área acústica es aquel ámbito territorial, delimitado por la administración competente, que tiene un mismo objetivo de calidad acústica.
[6] En estos sectores del territorio las administraciones de las que dependen dichas infraestructuras adoptarán las medidas adecuadas de prevención de la contaminación acústica, en particular mediante la aplicación de las tecnologías de menor incidencia acústica , de acuerdo con el apartado a) del artículo 18.2 de la ley 37/2003 de 17 de noviembre.
[7] Real Decreto 1367/2007. Artículo 5. punto 1
[8] Real Decreto 1367/2007. Artículo 5. punto 6
[9] Si la zona donde se ubica el edificio está en la huella acústica de un aeropuerto, se considerará que el ruido exterior es de aeronaves.

neas que unen puntos cuyos niveles de presión sonora son iguales, o por medio de colores, en cuyo caso los puntos cuyo nivel de presión sonora es igual se representan con un mismo color. (Véase figura 2.1.1.1)

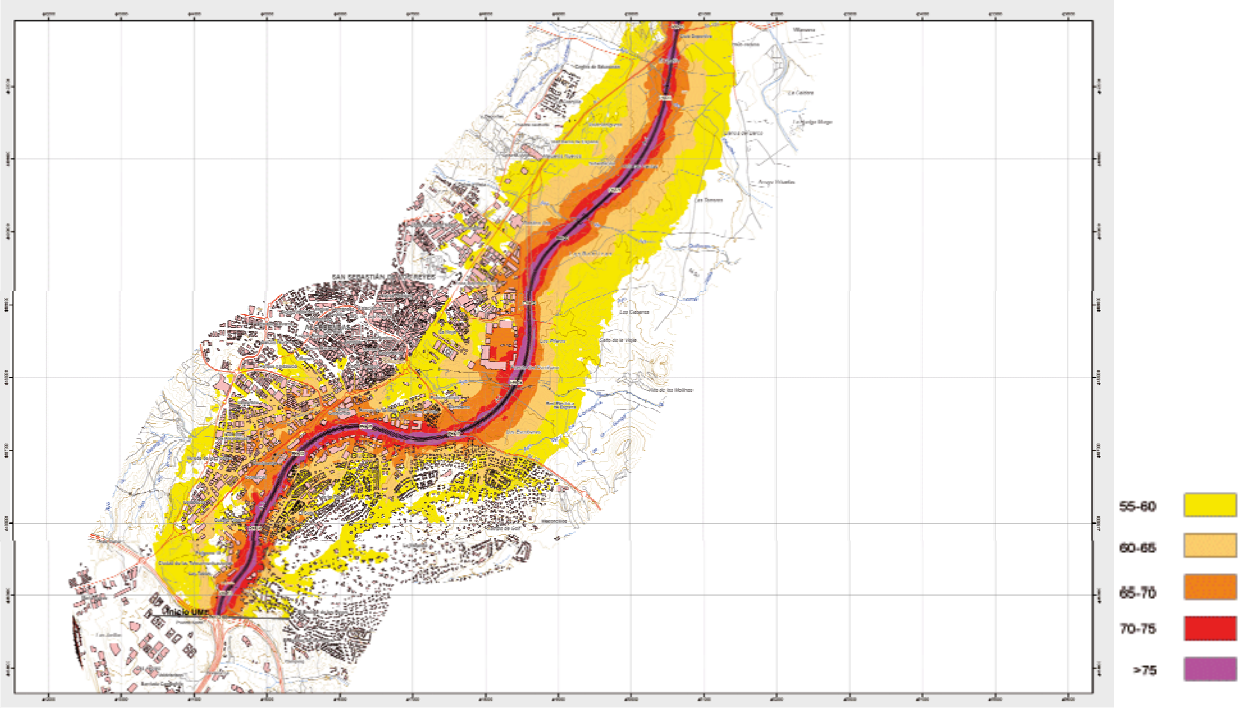


Figura 2.1.1.1. Mapa de ruido de la N-I a su paso por el municipio de Alcobendas

Generalmente, los mapas estratégicos de ruido contienen la información de los niveles de presión sonora expresados por los siguientes índices:

- **L_{den}, índice de ruido día-tarde-noche**, que es el índice de ruido asociado a la molestia global, que integra los índices de ruido día, tarde y noche.
- **L_d, índice de ruido día**, que es el índice de ruido asociado a la molestia durante el periodo día y definido como el nivel sonoro medio a largo plazo, determinado a los largo de todos los periodos día de un año.
- **L_e, índice de ruido tarde**, que es el índice de ruido asociado a la molestia durante el periodo de tarde y definido como el nivel sonoro medio a largo plazo, determinado a los largo de todos los periodos tarde de un año.
- **L_n, índice de ruido noche**, que es el índice de ruido asociado a la molestia durante el periodo nocturno y definido como el nivel sonoro medio a largo plazo, determinado a los largo de todos los periodos de noche de un año.

Para la aplicación del CTE, sólo es necesario el valor del índice de ruido día, L_d

Cuando los mapas de ruido no faciliten el nivel de ruido día, puede utilizarse el índice de ruido noche, L_n, y asimilar el índice de ruido día a L_n + 10 dBA.

La información de los mapas de ruido debe revisarse y actualizarse cada 5 años y la Administración General del Estado debe recopilar y poner a disposición de los ciudadanos un servicio de información sobre contaminación acústica, así como los planes de acción y las medidas correctoras. El Sistema de Información sobre Contaminación Acústica, SICA, creado por el RD 1513/2005, puede consultarse en el siguiente enlace: http://sicaweb.cedex.es/mapas2.php.

Además de este servicio, las administraciones que han elaborado los mapas estratégicos de ruido, tales como los ayuntamientos, disponen de información más detallada sobre los índices de ruido ambiental

2.1.2 PASO 2. Zonificación y exigencias de aislamiento acústico

Los valores límite de aislamiento acústico requeridos en el apartado 2.1 del DB HR, pueden agruparse en tres tipos, según sea la procedencia del ruido que afecta a los recintos del edificio:

- Ruido interior: Ruido aéreo y de impactos entre recintos del edificio.
- Ruido procedente del exterior.
- Ruido procedente de otros edificios.

Para determinar los valores exigidos en cada caso, es necesario **identificar el uso o usos del edificio** y proceder a la **zonificación** del mismo.

2.1.2.1 Uso del edificio

Las exigencias de aislamiento acústico del DB HR se aplican a edificios con los siguientes usos:

- Residencial: Público o privado.
- Sanitario: Hospitalario o centros de asistencia ambulatoria.
- Docente.
- Administrativo.

Las exigencias de aislamiento acústico del DB HR no se aplican a edificios de otros usos, por ejemplo, edificios de uso comercial, pública concurrencia, aparcamiento, etc. A pesar de ello, en estos edificios deben identificarse los recintos de uso residencial (público o privado) u hospitalario, (si los hubiera). Los recintos mencionados anteriormente se consideran unidades de uso y se aplicarían las exigencias de aislamiento acústico del DB HR relativas a ruido entre recintos. (Véanse apartados 2.1.A y 2.1.2.3).

2.1.2.2 Zonificación del edificio

Las exigencias de aislamiento **frente a ruido interior** se establecen:

- Entre una unidad de uso y cualquier recinto del edificio que no pertenezca a dicha unidad de uso.
- Entre recintos protegidos o habitables y:
    - Recintos de instalaciones
    - Recintos de actividad o ruidosos

Para determinar los valores de aislamiento acústico a ruido interior, (ruido aéreo y de impactos entre recintos) exigidos en el DB HR, previamente debe zonificarse el edificio e identificarse las diferentes unidades de uso. Después deberían identificarse aquellos recintos que no son una unidad de uso, como: Recinto de instalaciones, de actividad, ruidosos, y otros recintos que no forman parte de ninguna unidad de uso, ya sean recintos habitables o protegidos.

A efectos de ruido interior, los recintos no habitables[1] no tienen exigencias de aislamiento acústico a ruido interior.

Las exigencias de aislamiento acústico **entre un recinto y el exterior** se aplican sólo a los **recintos protegidos** del edificio, pertenezcan o no a una unidad de uso. Desde el punto de vista de la zonificación, en el caso de aislamiento acústico frente al ruido procedente del exterior, sólo es relevante qué recintos son protegidos.

Las exigencias de aislamiento acústico **entre edificios** se aplican indistintamente a los recintos protegidos y habitables **colindantes con otro edificio**, es decir, en contacto con una medianería.

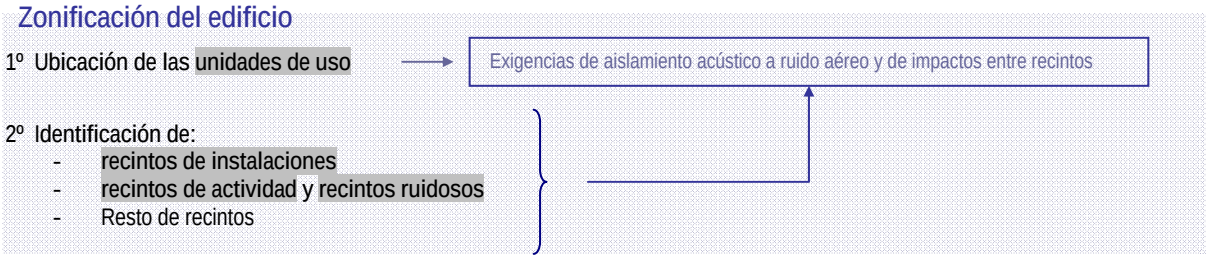
[1] Recintos no habitables que no tengan la consideración de recintos de instalaciones o de actividad.

La identificación de las **zonas comunes** sólo es necesaria a efectos de conocer las exigencias de absorción acústica aplicables a dichas zonas. (Véase apartado 2.2). A efectos de aislamiento acústico, las zonas comunes que no pertenezcan a una unidad de uso se consideran un recinto habitable.

Aunque, no es necesario realizar la zonificación del edificio siguiendo una pauta determinada, a continuación se propone una secuencia ordenada con el fin facilitar la realización de la zonificación del edificio, a efectos del cumplimiento del DB HR y la redacción del proyecto básico.

En resumen:

Esquema 2.1.2.1. Procedimiento de zonificación del edificio (1)



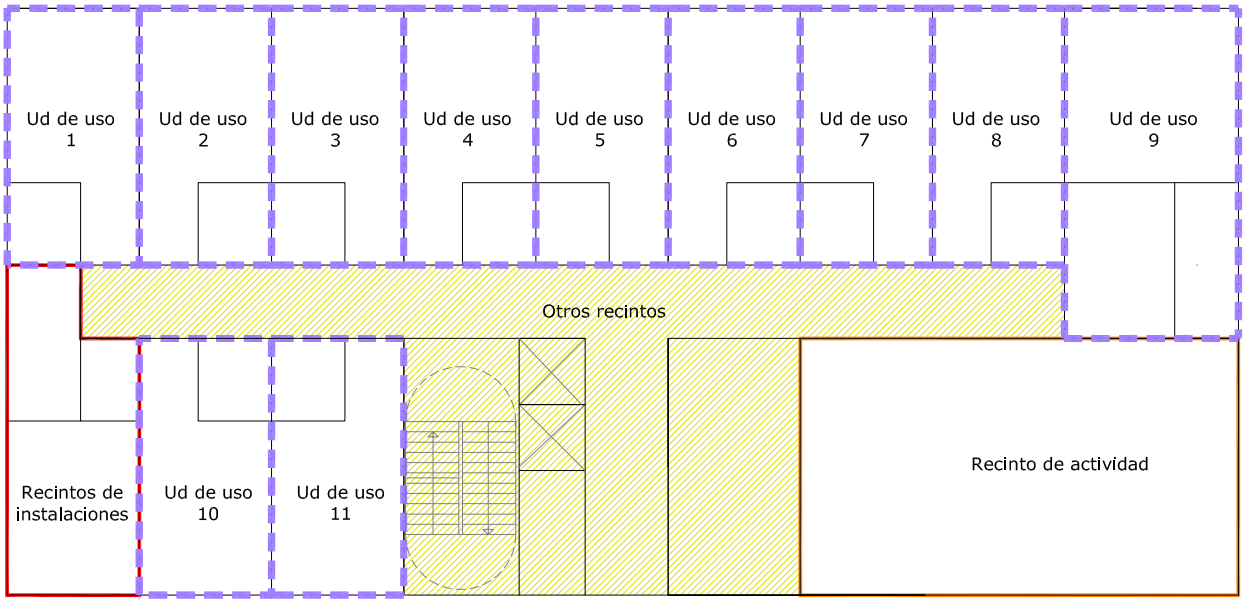
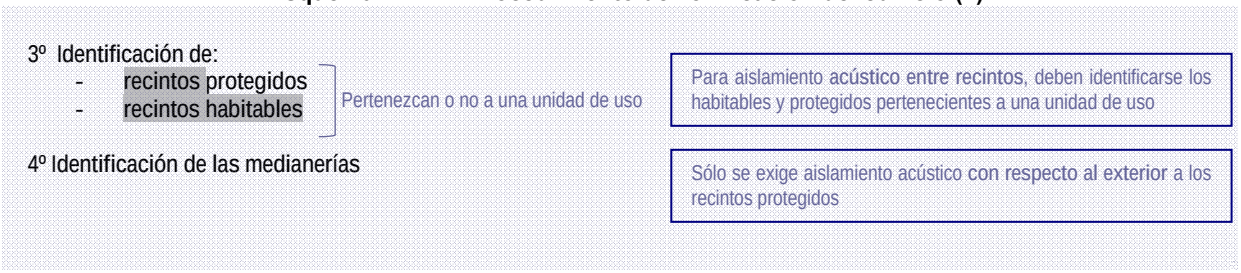


Figura 2.1.2.1. Ejemplo de zonificación en edificio de uso residencial público

Posteriormente, y al margen de este tipo de zonificación identificando las unidades de uso, se procederá a clasificar los diferentes recintos del edificio en habitables, no habitables, protegidos y zonas comunes.

Esquema 2.1.2.2. Procedimiento de zonificación del edificio (2)



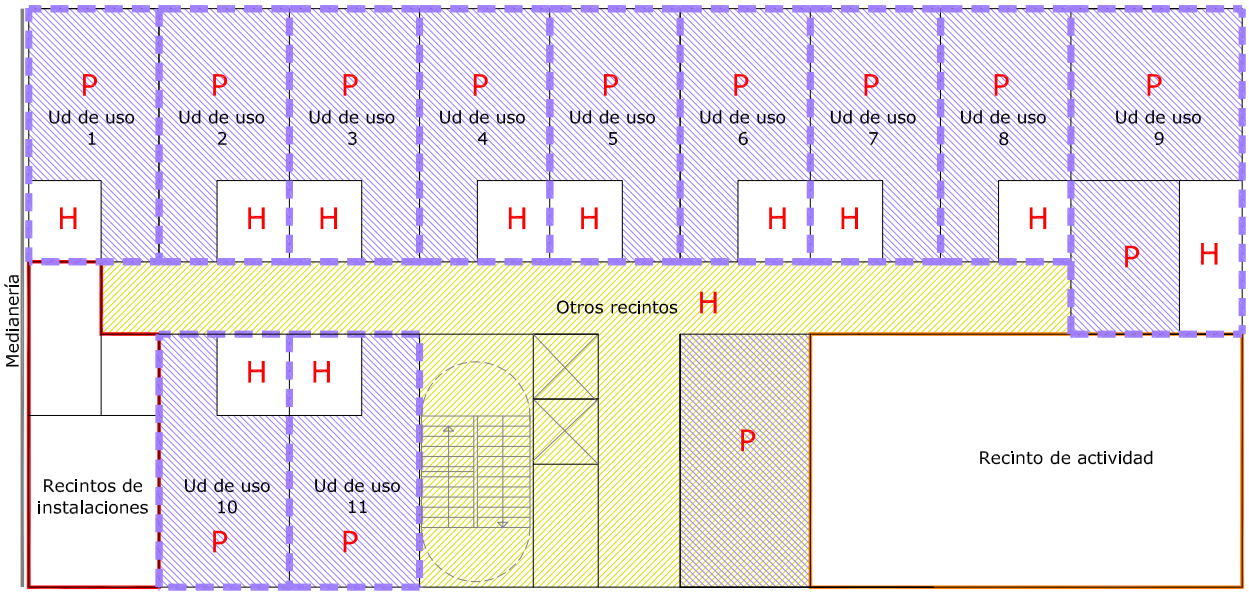


Figura 2.1.2.2. Ejemplo de zonificación en edificio de uso residencial público. Se han marcado con una P los recintos protegidos y con una H los recintos habitables.

En los apartados siguientes se comenta la clasificación de recintos.

2.1.2.2.1 Unidad de uso

Según el DB HR, una **unidad de uso** es una parte de un edificio que se destina a un uso específico, y cuyos usuarios están vinculados entre sí, bien por pertenecer a una misma unidad familiar, empresa, corporación, bien por formar parte de un grupo o colectivo que realiza la misma actividad.

La tabla siguiente muestra los recintos que se consideran unidades de uso. También muestra los recintos protegidos de los edificios, que pueden pertenecer o no a las unidades de uso.

Tabla 2.1.2.1: Clasificación de usos del edificio y tipo de unidades de uso y recintos protegidos que pueden encontrarse para cada uso del edificio

Uso		Unidades de uso del edificio	Recintos protegidos[2] del edificio
Residencial	Privado	Vivienda	Habitaciones y estancias
	Público	Habitación (incluyendo sus anexos)	Habitaciones Estancias (comedores, salones, bibliotecas, etc.)
Sanitario	Hospitalario	Habitación (incluyendo sus anexos)	Habitaciones Estancias (Salas de espera, despachos médicos, consultas, áreas destinadas al diagnóstico y tratamiento, etc.) Quirófanos
	Resto[3] (centros de asistencia sanitaria de carácter ambulatorio)	-	Estancias (Salas de espera, despachos médicos, consultas, áreas destinadas al diagnóstico y tratamiento etc.)
Docente		Aulas y salas de conferencias[4] (incluyendo sus anexos)	Aulas Estancias (salas de conferencia, bibliotecas, despachos, etc.)
Administrativo		Establecimiento[5]	Estancias (despachos, oficinas, salas de reunión, etc.)

[2] Los recintos protegidos especificados en la tabla 2.1.2.1, pueden o no formar parte de una unidad de uso, por ejemplo una sala de reuniones dentro de un hotel, no es una unidad de uso, pero sí es un recinto protegido. Por lo que no tiene exigencias de aislamiento acústico a ruido interior con respecto a otras salas de reuniones, y sí con respecto al exterior.
[3] Destinados a asistencia sanitaria de carácter ambulatorio (despachos médicos, consultas, áreas destinadas al diagnóstico y tratamiento, etc.)
[4] Con independencia de su volumen.
[5] En uso administrativo, zona del edificio destinado a ser utilizada bajo una titularidad diferenciada, bajo un régimen no subsidiario respecto del resto del edificio y cuyo proyecto de obras de construcción o reforma, así como de la actividad prevista, sean objeto de control administrativo.

Una unidad de uso puede tener sólo recintos habitables o protegidos. Los pasillos están considerados como recintos habitables.
Los recintos no habitables, los recintos de instalaciones o de actividad no se consideran una unidad de uso, ni pertenecen a ninguna unidad de uso

2.1.2.2.2 Tipos de recintos

Recintos habitables, protegidos y no habitables

Según el DB HR, los recintos de los edificios se clasifican en recintos habitables, protegidos y no habitables.

Son **recintos no habitables** aquellos no destinados al uso permanente de personas o cuya ocupación, por ser ocasional o excepcional y por ser bajo el tiempo de estancia, sólo exige unas condiciones de salubridad adecuadas. No se establecen condiciones acústicas específicas en los recintos no habitables. Son no habitables los trasteros, las cámaras técnicas y desvanes no acondicionados, y sus zonas comunes.

El resto de recintos de un edificio, son **recintos habitables** y dentro de los mismos, reciben la consideración de recintos **protegidos** aquellos que desde el punto de vista del aislamiento acústico deben tener mejores condiciones y son:

a) habitaciones y estancias (dormitorios, comedores, bibliotecas, salones, etc.) en edificios residenciales;
b) aulas, salas de conferencias, bibliotecas, despachos, en edificios de uso docente;
c) quirófanos, habitaciones, salas de espera, en edificios de uso sanitario;
d) oficinas, despachos; salas de reunión, en edificios de uso administrativo.

Por exclusión, el resto de recintos habitables de un edificio, como por ejemplo, cocinas, baños, pasillos, escaleras, etc., son recintos habitables.

Dentro de una unidad de uso, por ejemplo: los pasillos y vestíbulos de las viviendas son recintos habitables de la vivienda o unidad de uso.

Se consideran recintos protegidos a todos aquellos recintos en los que se combinan usos propios de recintos protegidos y recintos habitables, como por ejemplo, un apartamento en el que la cocina esté integrada en el salón.

Recinto de instalaciones

Es el recinto que contiene equipos de instalaciones colectivas del edificio. Por ejemplo: Las salas de calderas, del grupo electrógeno, el cuarto del grupo de presión, el cuarto de máquinas de un ascensor, cuarto de ventiladores de extracción de garajes, etc.

El recinto del ascensor no es recinto de instalaciones, a menos que carezca de cuarto de máquinas y la maquinaria esté incorporada en el recinto del ascensor (ascensor tipo mochila).

Si el recinto del ascensor no es recinto de instalaciones, el DB HR establece su tratamiento específico en el apartado 3.3.3.5. del DB HR. (Véase apartado 2.1.2.3.1 de la Guía)

El conducto de extracción de humos de garajes no se considera recinto de instalaciones. Al igual que el recinto del ascensor tiene una consideración específica en el apartado 3.3.3.3 del DB HR.

Recinto de actividad y ruidoso

Dentro de los edificios de **uso residencial (público y privado), hospitalario o administrativo**, se consideran recintos de actividad aquellos recintos en los que se realiza una actividad distinta a la realizada en el resto de recintos del edificio en el que se encuentra integrado, siempre que el nivel medio de pre-

sión sonora estandarizado, ponderado A, del *recinto* sea mayor que 70 dBA. Por ejemplo, actividad comercial, de pública concurrencia, etc.

Todos los **aparcamientos** se consideran **recintos de actividad** respecto a cualquier uso **excepto los de uso privativo en vivienda unifamiliar**.

En el DB HR se ha establecido que los recintos de actividad son aquellos en los que el nivel medio de presión sonora estandarizado, ponderado A, es mayor que 70 dBA y no mayor de 80 dBA, ya que a partir de este valor se consideraría al recinto como ruidoso.

Ejemplos de recintos ruidosos son: Recintos de uso industrial, locales con equipos de reproducción sonora o audiovisuales, locales donde se realicen actuaciones en directo, talleres mecánicos, etc.

Durante la realización del proyecto, rara vez se conoce la actividad concreta que va a desarrollarse en lo que en principio podrían calificarse como recintos de actividad, y en consecuencia se desconoce, asimismo, si el nivel medio de presión sonora estandarizado, ponderado A, del recinto será mayor que 80 dBA, lo que obligaría a tratarlo como recinto ruidoso. Por ello, y a falta de información más precisa, el proyectista podría considerar dichos recintos inicialmente como de actividad, haciendo constar dicha calificación en las Instrucciones de uso y mantenimiento del edificio.

Si posteriormente, la actividad que se prevea[6] supera los 80 dBA, se adoptarán las medidas acústicas oportunas para que los niveles de inmisión en los recintos colindantes no superen los valores límite de ruido especificados por la Ley del Ruido en el RD 1367/2007.

Cuando existan reglamentos específicos, tales como ordenanzas municipales que regulen el aislamiento acústico, de los recintos ruidosos, éstas deben cumplirse independientemente de lo especificado en el párrafo anterior.

[6] Algunas ordenanzas municipales, como por ejemplo la ordenanza de protección de la atmósfera contra la contaminación por formas de energía de Madrid establecen una clasificación de locales de pública concurrencia y los niveles de ruido existentes en su interior.

2.1.2.3 Ruido interior: Valores de aislamiento acústico a ruido aéreo y de impactos entre recintos

Una vez zonificado el edificio pueden determinarse los valores límite de aislamiento, tanto a ruido aéreo como de impacto, exigidos entre los diferentes recintos. Los apartados 2.1.2.3.1 y 2.1.2.3.2 recogen las exigencias definidas en el apartado 2.1 del DB HR.

2.1.2.3.1 Ruido aéreo

La tabla 2.1.2.2 contiene las exigencias de aislamiento acústico a ruido aéreo entre recintos que se aplican a tanto a recintos colindantes verticalmente como a recintos colindantes horizontalmente.

En la tabla, se ha diferenciado entre los recintos receptores (recintos habitables y protegidos, de una unidad de uso) que deben contar con un aislamiento acústico como protección frente al ruido de recintos exteriores a la misma, ya sean recintos de otra unidad de uso, de instalaciones, actividad, etc.

Respecto a los recintos de instalaciones o de actividad, debe resaltarse que las exigencias de aislamiento acústico a ruido aéreo se aplican a recintos habitables y protegidos, independientemente de que pertenezcan a una unidad de uso o no.

Asimismo, en el DB HR se contemplan situaciones particulares, en las cuales la exigencia de aislamiento acústico a ruido aéreo entre recintos, $D_{nT,A}$, se sustituye por valores mínimos del índice global de reducción acústica, R_A, del elemento de separación vertical entre dichos recintos, es decir, se sustituye la exigencia de aislamiento entre recintos, por una exigencia de aislamiento de elementos constructivos. Este es el caso de:

a) **Los elementos de separación verticales con puertas o ventanas** dispuestas entre un recinto de una unidad de uso y cualquier otro recinto del edificio, que no pertenezca a la unidad de uso y no sea de instalaciones o de actividad. Por ejemplo, los elementos de separación verticales entre un aula y el pasillo, entre una vivienda y el vestíbulo de acceso a las viviendas, entre una habitación de hotel y el pasillo, etc. Véase figura 2.1.2.4.

b) Los elementos de separación verticales con puertas entre un recinto habitable y un recinto de instalaciones o de actividad.
Esta exigencia es de aplicación en el caso de recintos de instalaciones que tengan puertas que den acceso a los recintos habitables del edificio y **que no tengan vestíbulo previo de independencia[7].**

c) La **tabiquería interior** de las viviendas, es decir, las particiones interiores[8]. La exigencia que se aplica a la tabiquería es un valor mínimo que garantiza un mínimo de privacidad dentro de cada vivienda.

d) El **recinto del ascensor**, siempre que éste no sea de tipo mochila, es decir, siempre que la maquinaria del ascensor esté en un cuarto de máquinas independiente del recinto del ascensor.

En estos caso, se sustituye la exigencia de aislamiento entre recintos, $D_{nT,A}$, por el aislamiento de las particiones expresado con un índice medido en laboratorio: Índice de reducción acústica ponderado A, R_A.
Este es un parámetro de un ensayo en laboratorio y no puede verificarse mediante una medición in situ.

[7] Frecuentemente los recintos de las distintas instalaciones del edificio suelen estar agrupados y existe un vestíbulo de independencia previo que da acceso desde otras zonas del edificio, habitables o no. El vestíbulo previo de independencia se considera una recinto no habitable y por lo tanto, cuando se interpone un vestíbulo de independencia, no hace falta instalar una puerta con $R_A \geq$ 30 dBA.
[8] Tabiquería interior son los elementos de distribución interiores a una unidad de uso. La exigencia de aislamiento de la tabiquería sólo se aplica en edificios de uso residencial privado.

Tabla 2.1.2.2. Exigencias de aislamiento acústico a ruido aéreo entre recintos

RECINTO EMISOR EXTERIOR A LA UNIDAD DE USO	RECINTOS DE UNA UNIDAD DE USO		
	Recinto receptor		
	Protegido Ruido aéreo, $D_{nT,A}$ (dBA)		**Habitable** Ruido aéreo, $D_{nT,A}$,(dBA)
Otros recintos del edificio[I] si ambos recintos **no** comparten **puertas o ventanas**	**50**		**45**[9]
si comparten puertas:	Condiciones del cerramiento opaco y de la puerta o ventana R_A (dBA)		
	Puerta o ventana en recinto protegido	Puerta o ventana en recinto habitable[II]	Cerramiento opaco
	30	**20**	**50**
[I] Siempre que este recinto no sea de instalaciones, de actividad o no habitable [II] Solamente si se trata de edificios de uso residencial (público o privado) u hospitalario			

No hay exigencias de aislamiento acústico a ruido aéreo entre un recinto de una unidad de uso y un recinto no habitable.

RECINTO EMISOR	RECINTOS RECEPTORES	
	Protegido Ruido aéreo, $D_{nT,A}$ (dBA)	**Habitable** Ruido aéreo, $D_{nT,A}$,(dBA)
De instalaciones o de actividad si ambos recintos **no** comparten **puertas o ventanas**	**55**[III]	**45**
si comparten puertas:	Condiciones del cerramiento opaco y de la puerta R_A (dBA)	
	Puerta en recinto habitable	Cerramiento opaco
	30	**50**
[III] Un recinto de instalaciones o de actividad no puede tener puertas que den acceso directamente a los recintos protegidos del edificio.		

Tabiquería interior en edificios de viviendas:	$R_A \geq 33$ dBA

Recinto del ascensor **(si la maquinara no está incorporada en el mismo)**	$R_A > 50$ dBA

[9] Los recintos habitables de una unidad de uso tienen una exigencia de aislamiento acústico menor que las de los recintos protegidos de la misma unidad. Esto **no significa que el elemento de separación vertical dispuesto entre recintos habitables pueda** ser diferente, **de menor espesor o de menor aislamiento acústico** que el dispuesto entre recintos protegidos. El aislamiento acústico a ruido aéreo depende de, entre otros factores, de las dimensiones de los recintos considerados. Generalmente, los recintos habitables (pasillos, vestíbulos, aseos, baños, cocinas, etc.) tienen menor superficie que los protegidos y por tanto, su aislamiento acústico en la edificación resulta ser menor que el obtenido en los recintos protegidos.

La figura 2.1.2.3 muestra un ejemplo de aplicación de las exigencias de aislamiento acústico entre recintos en un edificio. Se han utilizado flechas para indicar los valores de aislamiento acústico en cada caso. Las flechas de dos sentidos en el caso de aislamiento entre unidades de uso diferentes, en las que las exigencias de aislamiento acústico deben cumplirse considerando ambos recintos como emisores y receptores simultáneamente.

Se han utilizado colores para indicar los diferentes niveles de aislamiento:

- Rojo para $D_{nT,A} \geq 55$ dBA (recintos protegidos de una unidad de uso – instalaciones o actividad)
- Azul, para $D_{nT,A} \geq 50$ dBA (recintos protegidos de una unidad de uso – otros recintos[10])
- Naranja, para $D_{nT,A} \geq 45$ dBA (recintos habitables de una unidad de uso – otros recintos)

En amarillo se han resaltado los elementos de separación verticales que disponen de puertas. En estos casos no se aplican las exigencias de aislamiento acústico entre recintos definidas como $D_{nT,A}$, sino que se aplican otros valores mínimos de R_A para el cerramiento opaco y para la puerta. En el resto de particiones que no tienen ninguna flecha, el DB HR no indica ningún valor mínimo de aislamiento acústico.

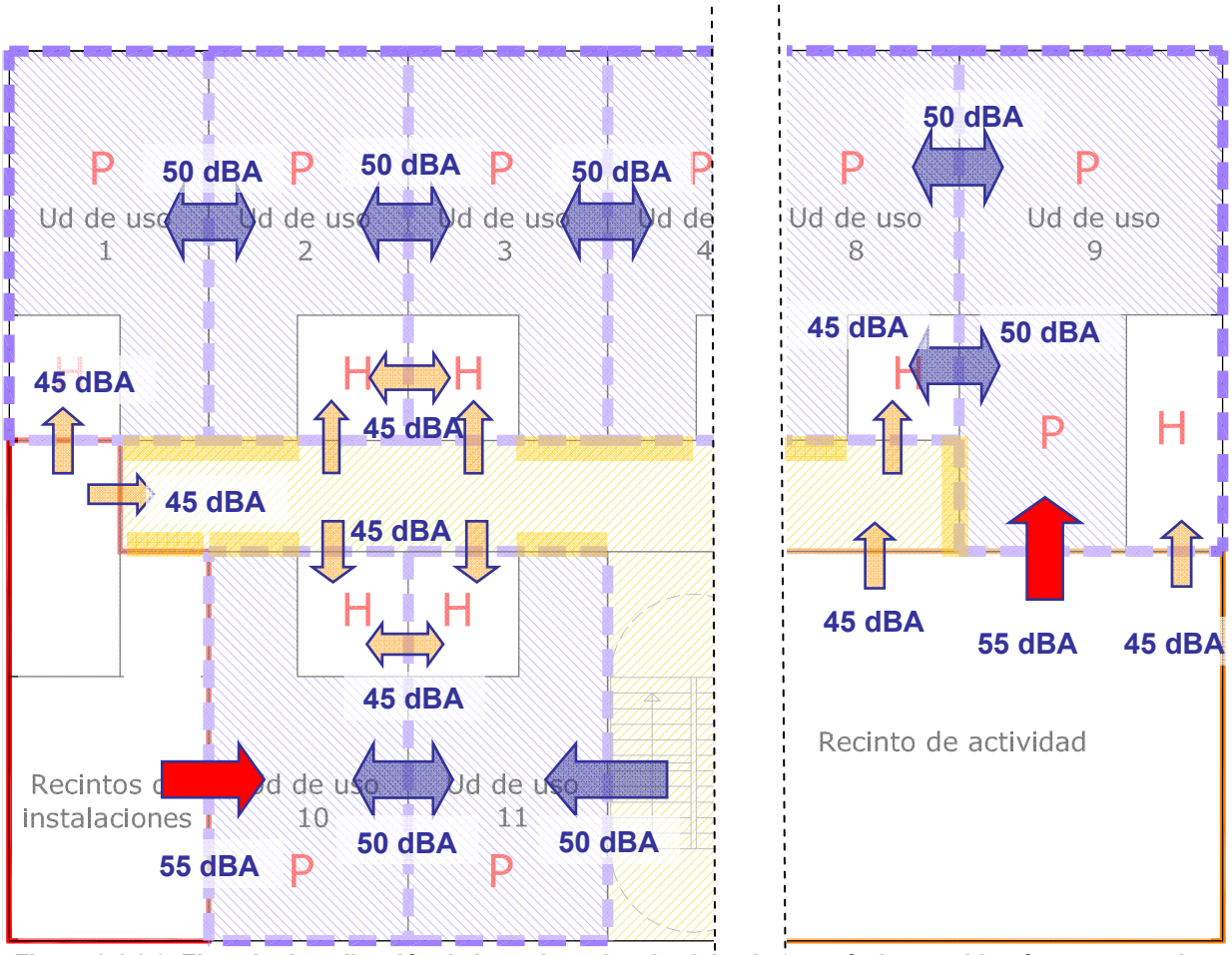


Figura 2.1.2.3. Ejemplo de aplicación de las exigencias de aislamiento acústico a ruido aéreo entre recintos

En la figura 2.1.2.4, se ha representado una planta de un edificio de viviendas. En colores se han marcado cada una de las unidades de uso y los elementos de separación verticales.

[10] Siempre que no sean recintos de instalaciones o de actividad)

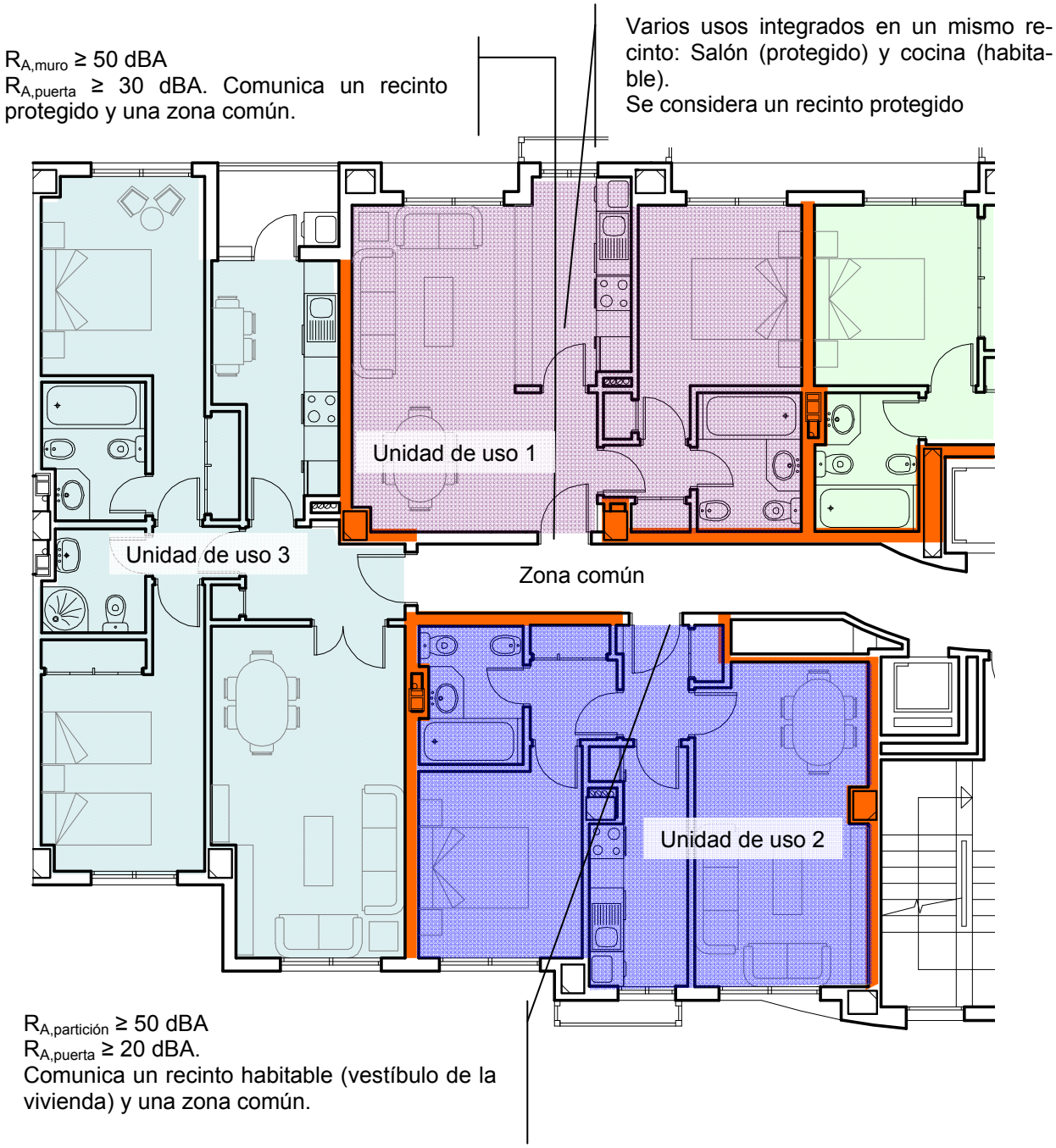


Figura 2.1.2.4. Ejemplo de aplicación de las exigencias de aislamiento acústico entre recintos, cuando en ellos existen puertas.

2.1.2.3.2 Ruido de impactos

La tabla 2.1.2.3 contiene las exigencias de aislamiento acústico a ruido de impactos entre recintos[11]. Se ha diferenciado entre los recintos de una unidad de uso con los recintos receptores que deben contar con un aislamiento acústico como protección frente al ruido de recintos exteriores a la misma, ya sean recintos de otra unidad de uso, de instalaciones, actividad, etc.

Respecto a los recintos de instalaciones o de actividad, debe precisarse que las exigencias de aislamiento acústico a ruido de impactos se aplican a todos los recintos protegidos y habitables del edificio, independientemente de que pertenezcan a una unidad de uso o no.

Tabla 2.1.2.3. Exigencias de aislamiento acústico a ruido de impactos entre recintos:

RECINTO EMISOR EXTERIOR A LA UNIDAD DE USO	RECINTOS DE UNA UNIDAD DE USO	
	Recinto	
	Protegido Impactos [I] $L'_{nT,w}$ (dB)	**Habitable** Impactos [I] $L'_{nT,w}$ (dB)
Otros recintos del edificio[II]	**65**	**-**

[I] Esta exigencia no es de aplicación en el caso de recintos protegidos colindantes con una caja de escaleras.
[II] Siempre que éste recinto no sea de instalaciones, de actividad o no habitable.

No hay exigencias de aislamiento acústico a ruido de impactos entre un recinto de una unidad de uso y un recinto no habitable.

RECINTO EMISOR	RECINTOS RECEPTORES	
	Protegido Impactos [I] $L'_{nT,w}$ (dB)	**Habitable** Impactos [I] $L'_{nT,w}$ (dB)
De instalaciones o de actividad	**60**	**60**

Las exigencias de aislamiento a ruido de impactos se aplican a los elementos de recintos colindantes verticalmente, horizontalmente y con una arista horizontal común como se muestra en la figura 2.1.2.5.

[11] Véase apartado 1.3.1.2. El nivel global de presión de ruido de impactos expresa la transmisión de ruido de impactos entre recintos, de tal forma, que cuanto menor es el valor de $L'_{nT,w}$ exigido, mayor es el aislamiento acústico a ruido de impactos requerido. Por ejemplo: Un nivel de presión de ruido de impactos $L'_{nT,w}$ de 65 dB, significa menos aislamiento acústico a ruido de impactos y por lo tanto, menor confort acústico que un nivel $L'_{nT,w}$ de 60 dB.

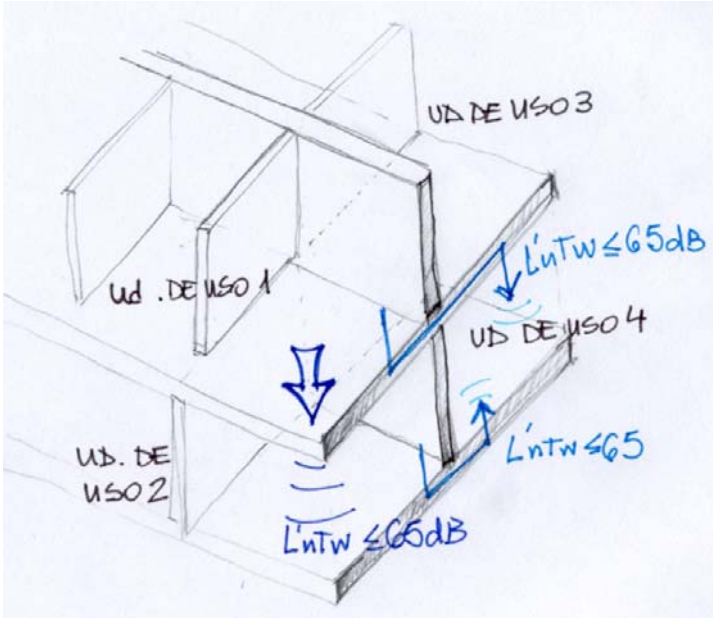


Figura 2.1.2.5. Esquema en sección de recintos colindantes a los que se aplican las exigencias de aislamiento acústico a ruido de impactos.

- Transmisión de ruido de impactos entre recintos superpuestos : unidad de uso 1 – unidad de uso 2
- Transmisión de ruido de impactos entre recintos colindantes horizontalmente: unidad de uso 2 – unidad de uso 4
- Transmisión de ruido de impactos entre recintos con una arista horizontal común: unidad de uso 1 – unidad de uso 4

Respecto al ruido de impactos deben matizarse varias cuestiones:

1 El nivel de presión de ruido de impactos, $L'_{nT,w,} \leq 65$ dB, que expresa el aislamiento a ruido de impactos del edificio, debe cumplirse en todos los **recintos protegidos** de un edificio de alguna unidad de uso.

2 El nivel de presión de ruido de impactos, $L'_{nT,w,} \leq 60$ dB, que expresa el aislamiento a ruido de impactos del edificio, debe cumplirse en todos los **recintos protegidos y habitables** de un edificio colindantes con un recinto de instalaciones.

3 El modo de aislar a ruido de impacto un recinto consiste en actuar sobre el forjado[12] donde se van a producir los impactos. Si se trata de una transmisión de ruido de impactos entre recintos superpuestos, debe actuarse en el forjado superior y en el caso de que se tratara de una transmisión de ruido de impactos entre recintos adyacentes, debe actuarse en el forjado del recinto colindante.

La manera más efectiva de aislar el ruido de impactos es la de emplear **suelos flotantes** (véase apartado 2.1.4.3.4 de la opción simplificada), que deben instalarse no sólo en los recintos dispuestos encima de otras unidades de uso, sino también en los recintos que colinden vertical, horizontalmente o tengan una arista horizontal común con recintos protegidos de una unidad de uso.

Es por ello que **el uso de suelos flotantes se extiende a la práctica totalidad de recintos de un edificio**.

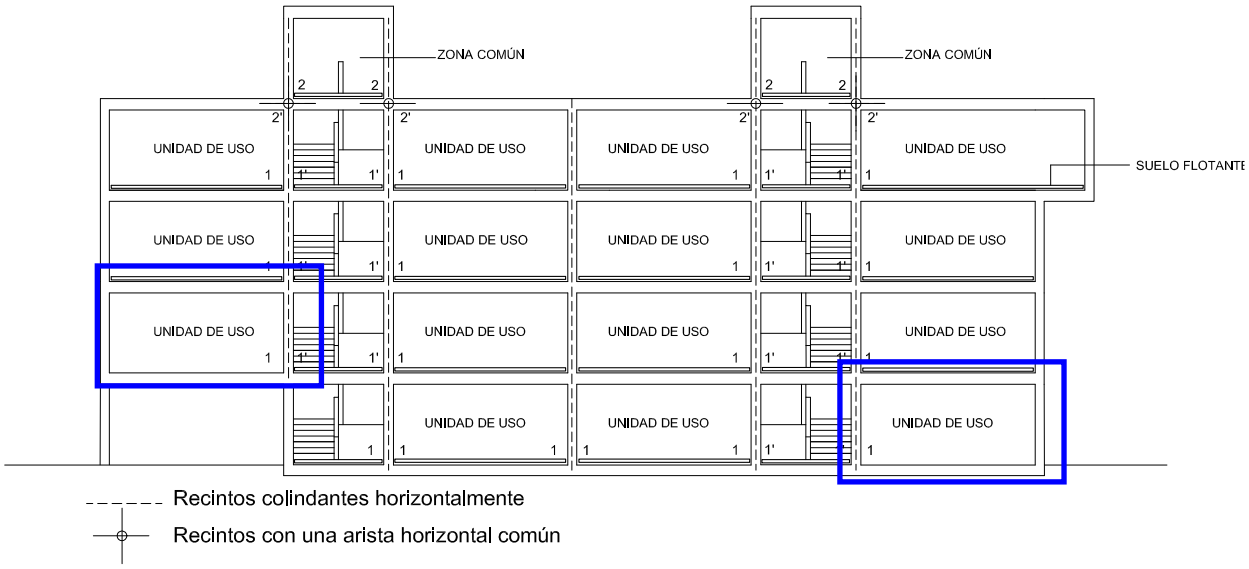
Las exigencias de aislamiento a ruido de impactos $L'_{nT,w} \leq 65$ dB, no son de aplicación en recintos habitables, sin embargo, sí lo son para los recintos protegidos, que sean colindantes vertical, horizontalmente o tengan una arista horizontal común con recintos de otras unidades de uso o cualquier otro recinto del edificio.

En general, hay que instalar suelos flotantes también en los recintos habitables, ya que suelen estar en contacto con un recinto protegido colindante horizontalmente, verticalmente o con una arista horizontal común.

[12] Forjado o losa.

Las cajas de escaleras están excluidas de cumplir las exigencias a ruido de impactos, por ello no es necesario disponer de un suelo flotante en las mismas.

La Figura 2.1.2.6 muestra una sección de un edificio en el que se han identificado las unidades de uso diferentes y se ha marcado con una doble línea aquellos elementos de separación horizontales que deben contar con un suelo flotante para impedir la transmisión de ruido de impactos. Sólo los recintos marcados con un rectángulo estarían exentos de la instalación de suelos flotantes, aunque los niveles de presión de ruido de impactos deben cumplirse en ellos.



Disposición de suelos flotantes para limitar la transmisión de ruido de impactos entre recintos colindantes horizontalmente (1-1') y entre recintos con una arista horizontal común (2-2')

Figura 2.1.2.6. Esquema es sección vertical. Disposición de los suelos flotantes

2.1.2.4 Ruido exterior: Aislamiento acústico entre recintos y el exterior

Las exigencias de aislamiento acústico frente al ruido del exterior afectan a los cerramientos en contacto con el exterior, es decir, a las fachadas, cubiertas y a los suelos en contacto con el exterior. No a las medianerías, cuyas exigencias se recogen en el punto 2.1.2.5.

Éstas sólo se aplican a los **recintos protegidos** del edificio, sean o no pertenecientes a una unidad de uso de edificios de uso residencial, hospitalario, sanitario[13], cultural, docente y administrativo[14].(Véase apartado 2.1.2.2 de la zonificación).

Las exigencias de aislamiento acústico entre un recinto y el exterior no se aplican en el caso de recintos habitables estén o no dentro de una unidad de uso.

[13] No los de carácter hospitalario, es decir, edificios de asistencia sanitaria de carácter ambulatorio, como despachos médicos, consultas, áreas destinadas al diagnóstico y tratamiento, etc

[14] En el caso de edificios un uso diferente a los citados anteriormente existieran zonas o recintos con uso residencial, ya sea público o privado, docente, sanitario u hospitalario, estos recintos se considerarían protegidos y tendrían que cumplir los valores mínimos de aislamiento acústico con respecto al ruido exterior definidos en la tabla 2.1 del DB HR.

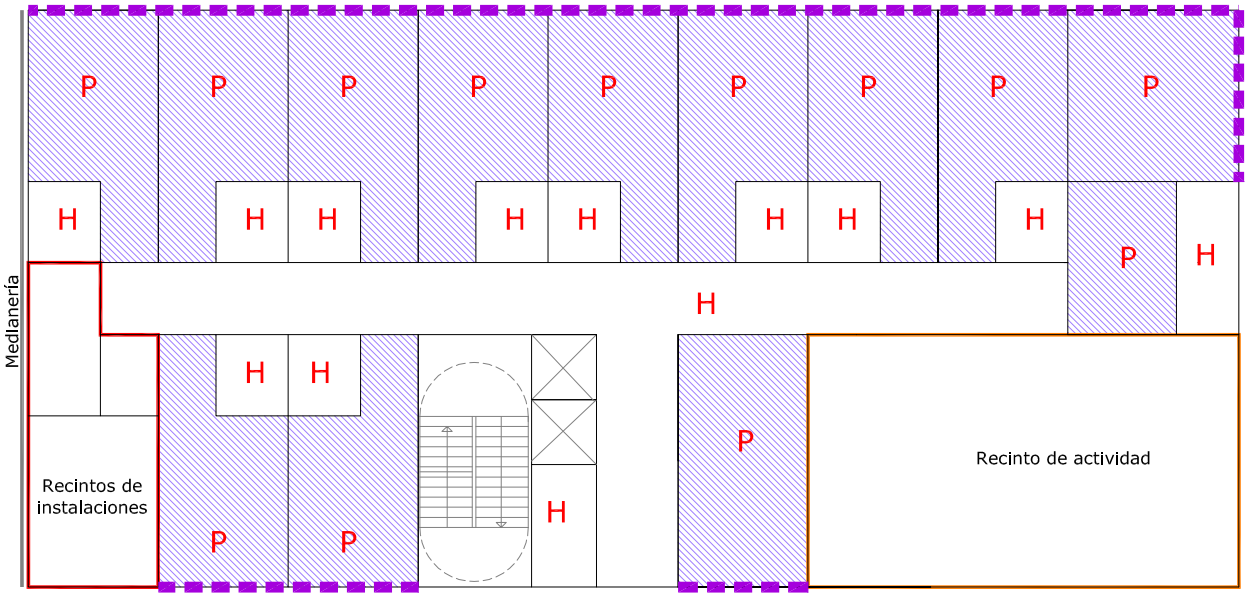
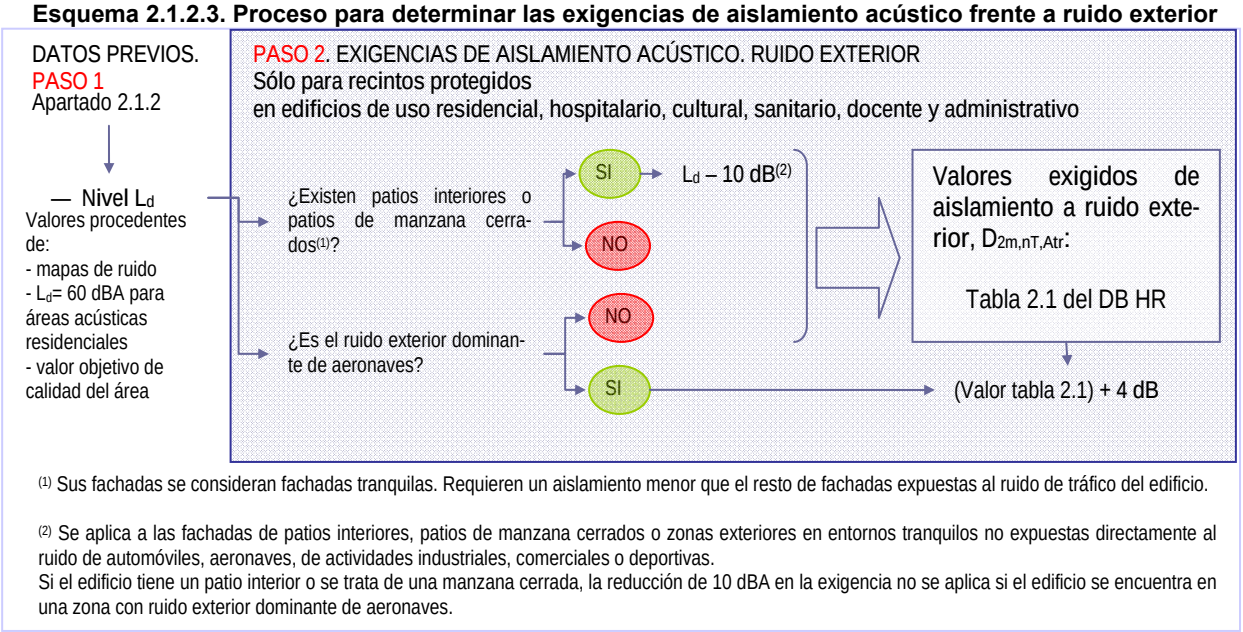


Figura 2.1.2.7. Ejemplo de edificio de uso residencial. Con línea discontinua morada se han señalado las fachadas a las que se aplican las exigencias de aislamiento acústico frente a ruido exterior.

El esquema 2.1.2.3. muestra el proceso para determinar las exigencias de aislamiento acústico frente a ruido exterior.

Esquema 2.1.2.3. Proceso para determinar las exigencias de aislamiento acústico frente a ruido exterior



(1) Sus fachadas se consideran fachadas tranquilas. Requieren un aislamiento menor que el resto de fachadas expuestas al ruido de tráfico del edificio.

(2) Se aplica a las fachadas de patios interiores, patios de manzana cerrados o zonas exteriores en entornos tranquilos no expuestas directamente al ruido de automóviles, aeronaves, de actividades industriales, comerciales o deportivas.
Si el edificio tiene un patio interior o se trata de una manzana cerrada, la reducción de 10 dBA en la exigencia no se aplica si el edificio se encuentra en una zona con ruido exterior dominante de aeronaves.

Como datos previos, debe disponerse del valor del índice de ruido día, L_d, cuyo procedimiento de obtención se recoge en el apartado 2.1.1 de esta Guía.

Si existen patios interiores o patios de manzana cerrados[15] o fachadas que dan a entornos tranquilos no expuestas directamente al ruido de automóviles, aeronaves, de actividades industriales, comerciales o deportivas, se tomara un índice L_d 10 dBA menor que el índice de ruido día de la zonas exteriores.

[15] A efectos de determinar el aislamiento acústico a entre un recinto y el exterior, el uso **sanitario** no hospitalario, es decir, los edificios de asistencia sanitaria de carácter ambulatorio, como despachos médicos, consultas, áreas destinadas al diagnóstico y tratamiento, etc. se asimilarían al uso administrativo.

Si el edificio tiene un patio interior o se trata de una manzana cerrada, la reducción de 10 dBA en el nivel de L_d no se aplica si el edificio se encuentra en una zona con ruido exterior dominante de aeronaves, ya que éste es un ruido que afecta a todo el edificio, incluidos los patios interiores o de manzana.

Cuando un **recinto** pueda estar expuesto a varios valores de L_d, como por ejemplo un recinto en esquina, se adoptará el valor más elevado de ellos.

La tabla 2.1.2.4 contiene los valores mínimos de aislamiento acústico, $D_{2m,nT,Atr}$ contenidos en la tabla 2.1 del DBHR.

Tabla 2.1.2.4 Valores de aislamiento acústico a ruido aéreo, $D_{2m,nT,Atr}$, en dBA, entre un recinto protegido y el exterior, en función del índice de ruido día, L_d.

L_d dBA	Uso del edificio			
	Residencial y hospitalario		Cultural, sanitario[(1)], docente, administrativo	
	Dormitorios	Estancias	Estancias	Aulas
$L_d \leq 60$	30	30	30	30
$60 < L_d \leq 65$	32	30	32	30
$65 < L_d \leq 70$	37	32	37	32
$70 < L_d \leq 75$	42	37	42	37
$L_d > 75$	47	42	47	42

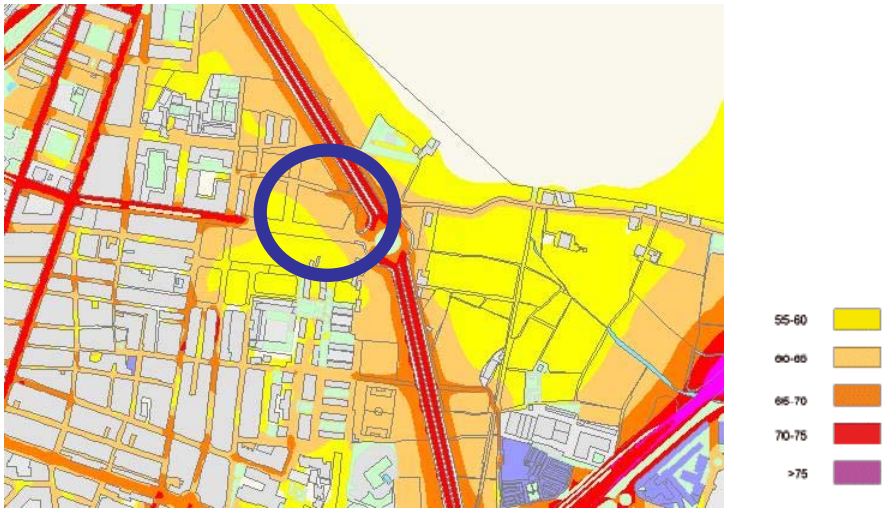
(1) Edificios de uso no hospitalario, es decir, edificios de asistencia sanitaria de carácter ambulatorio, como despachos médicos, consultas, áreas destinadas al diagnóstico y tratamiento, etc.

Cuando en la zona donde se ubica el edificio el ruido exterior dominante es de aeronaves (véase apartado 2.1.1. de esta Guía) el valor de aislamiento acústico a ruido aéreo, $D_{2m,nT,Atr}$, obtenido en la tabla 2.1.2.4 se incrementa en 4 dBA.

El DB HS 3, regula las condiciones generales de los sistemas de ventilación en viviendas, e indica que deben disponerse aberturas de admisión de aire en los locales secos[16]. Entre las posibilidades que da el DB HS 3 de sistemas de admisión de aire, están los aireadores o los sistemas de microventilación incorporados a las ventanas, que frecuentemente disponen de dispositivos de cierre regulable por los usuarios. En el caso de que en una fachada de un recinto se dispongan de estos sistemas, la verificación in situ de la exigencia de aislamiento acústico a ruido exterior se realizará con los dispositivos cerrados.

3.1.2.4.1 Ejemplos de aplicación de las exigencias de ruido exterior

En el siguiente ejemplo, se trata de un edificio de viviendas situado en la parcela que se indica a continuación. (Véase figura 2.1.2.8)



[16] Según el DB HS 3, comedores, dormitorios y estancias en edificios de viviendas.

Figura 2.1.2.8 Ubicación del edificio en un mapa de ruido y niveles de L_d

El edificio en manzana cerrada y alineada con las calles, tiene sus fachadas expuestas a niveles de ruido diferentes:

- Fachada 1 y parte de la fachada 2: L_d comprendido entre 65 y 70 dBA
- Fachada 5 y parte de las fachadas 2, 3 y 4: L_d comprendido entre 60 y 65 dB
- Parte de las fachadas 3 y 4: L_d comprendido entre 55 y 60 dB.

Al existir diversos niveles de L_d, en cada fachada se adopta el valor de L_d más elevado de los dos.
En la tabla 2.1 del DB HR se especifican las exigencias de aislamiento acústico para viviendas. En ella se ha marcado las exigencias de aislamiento acústico de las fachadas en función del nivel de ruido exterior utilizando los mismos colores que en el mapa de ruido.

En el caso del patio de manzana, se aplica la reducción de 10 dB al índice L_d al no estar expuesto al ruido de tráfico, ni estar en una zona de ruido de aeronaves. Por tanto, las exigencias de aislamiento acústico a ruido aéreo son $D_{2m,nT,Atr} \geq 30$ dBA.

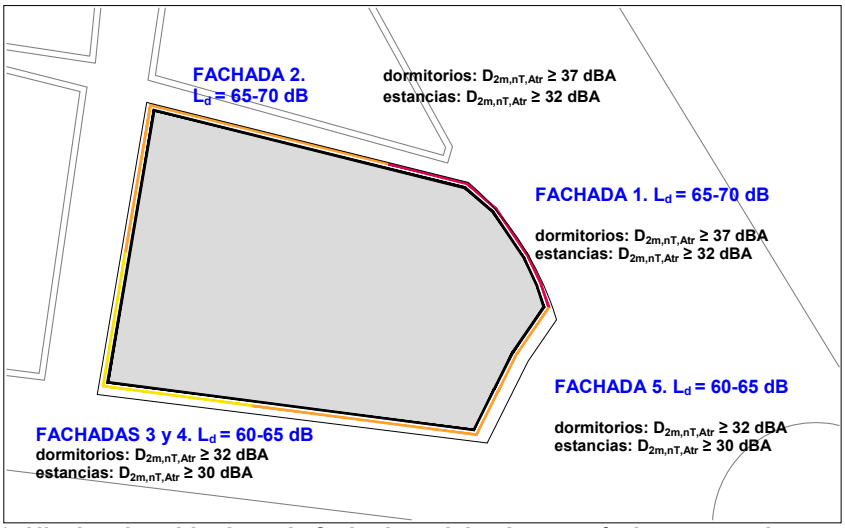


Figura 2.1.2.9. Niveles de ruido de cada fachada y aislamiento acústico necesario en cada fachada.

Tabla 2.1.2.5 Valores de aislamiento acústico a ruido aéreo exigidos, $D_{2m,nT,Atr}$. En colores se han marcado las exigencias de cada una de las fachadas según su exposición al ruido.

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

2.1.2.5 Ruido de otros edificios: Medianerías

Las medianerías son aquellos cerramientos que lindan en toda su superficie o en parte de ella con otros edificios ya construidos, o que puedan construirse legalmente.

Según el DB HR, el aislamiento acústico a ruido aéreo, $D_{2m,nT,Atr}$ de la medianería no debe ser menor que 40 dBA o alternativamente el aislamiento acústico a ruido aéreo, $D_{nT,A}$, correspondiente al conjunto de los dos cerramientos, cada uno de un edificio, no será menor que 50 dBA.

En el caso de medianerías, hay dos exigencias de aislamiento acústico:

1 La exigencia $D_{2m,nT,Atr}$ ≥ 40 dBA para los cerramientos de cada edificio, que es la exigencia utilizada en la etapa de proyectos.

El aislamiento acústico entre dos recintos depende de factores tales como los elementos constructivos de separación, elementos de flanco, volúmenes, superficies, tipos de uniones, etc. Como generalmente el proyectista desconocerá la distribución y características geométricas del edificio colindante, lo normal será proyectar el cerramiento del edificio propio cumpliendo con la exigencia de aislamiento acústico a ruido aéreo de $D_{2m,nT,Atr}$ ≥ 40 dBA.

Además, las medianerías que vayan a quedar descubiertas porque no se ha edificado en los solares colindantes o porque la superficie de las mismas excede a las de las colindantes deben cumplir la exigencia de aislamiento acústico a ruido aéreo de $D_{2m,nT,Atr}$ ≥ 40 dBA.

2 La exigencia $D_{nT,A}$ ≥ 50 dBA para el conjunto de dos cerramientos, es una exigencia válida únicamente a efectos de medición de aislamiento y siempre que el edificio colindante esté construido.

Entre dos edificios, **no existen exigencias de aislamiento a ruido de impactos** entre recintos colindantes, ni con una arista horizontal común.

2.1.3 PASO 3 Elección de la opción

El DB HR contiene dos opciones de aislamiento acústico:

- **La opción simplificada**, que contiene tablas con soluciones que dan conformidad a las exigencias de aislamiento acústico a ruido aéreo y de impactos. Apartado 2.1.4 de la Guía.
- **La opción general**, que consiste en un método de cálculo basado en el modelo simplificado de la norma UNE EN 12354, partes 1, 2 y 3. Apartado 3.1.3 del DB HR.

La siguiente tabla muestra una comparativa entre ambas opciones:

Tabla 2.1.3.1. Opciones del DB HR

	Opción simplificada	Opción general
Ámbito de aplicación Uso del edificio	Cualquier tipo de edificio[1]	Cualquier tipo de edificio
Materiales	Sólo aplicable a **forjados homogéneos**: De hormigón macizo o con elementos aligerantes (bovedillas, casetones) y forjados mixtos de hormigón y chapa de acero. Se incluyen los forjados de chapa colaborante No se aplica a forjados de vigas de madera o mixtos de hormigón y madera.	No existen restricciones, siempre y cuando se disponga de información veraz sobre el aislamiento acústico de los elementos constructivos y de las uniones entre elementos.
Aplicabilidad	**No es necesario realizar cálculos.** Simplemente elegir aquellos elementos constructivos adecuados de las tablas de la opción.	El cálculo de aislamiento acústico se realiza por cada **pareja de recintos.** Lo que obliga a realizar previamente una selección de parejas de recintos del edificio en los que el aislamiento es más desfavorable en función de los volúmenes, superficies y uniones entre elementos. Obliga a realizar los cálculos para ruido aéreo y de impactos simultáneamente.
Requieren el uso del **Catálogo de Elementos Constructivos** o de información[2] sobre el aislamiento acústico obtenido en laboratorio de los elementos constructivos		

Independientemente de la opción utilizada, es necesario seguir las especificaciones **relativas a los encuentros entre elementos constructivos** y **a la ejecución** que pueden consultarse en el apartado 3 de esta Guía.

BORRADOR

[1] Se ha diseñado para edificios residenciales preferiblemente. Como se ha explicado en la introducción de la Guía, el aislamiento acústico en el edificio depende de los volúmenes, superficies, etc. de forma que la opción simplificada se ha diseñado para recintos de dimensiones similares a los que se dan normalmente en vivienda. La Opción puede aplicarse a edificios de otros usos, pero en esos casos, puede resultar una opción algo conservadora.

[2] La información sobre el aislamiento acústico obtenido en laboratorio de los elementos constructivos puede obtenerse de:

- El Catálogo de Elementos Constructivos
- Mediciones en laboratorio aportadas por fabricantes y realizadas según los procedimientos indicados en la normativa correspondiente contenida en el Anejo C del DB HR;
- La aplicación de métodos de cálculo sancionados por la práctica: Leyes de masa, normas UNE EN 12354, etc.

2.1.4 PASO 4 Opción simplificada de aislamiento

Aunque el aislamiento acústico en el edificio depende del conjunto de elementos constructivos que conforman los recintos, (elementos de separación verticales, horizontales, tabiquería, medianerías, fachadas, etc.) ya que a través de ellos se transmite el ruido y las vibraciones entre recintos o entre un recinto y el exterior, la opción simplificada consiste en una serie de tablas individualizadas para cada uno de los diferentes elementos constructivos, donde figuran los valores mínimos de aislamiento acústico de laboratorio (valores que figuran en el CEC) que los elementos constructivos por separado deben cumplir.

La elección de elementos constructivos (tabiquería, elementos de separación verticales, horizontales, medianerías, fachadas y cubiertas) que cumplan los valores de las tablas, **satisfacen las exigencias de aislamiento acústico a ruido aéreo y de impactos simultáneamente**, siempre que se cumplan además las **condiciones relativas al diseño de los encuentros y a la ejecución** que se especifican en el apartado 3 de esta Guía.

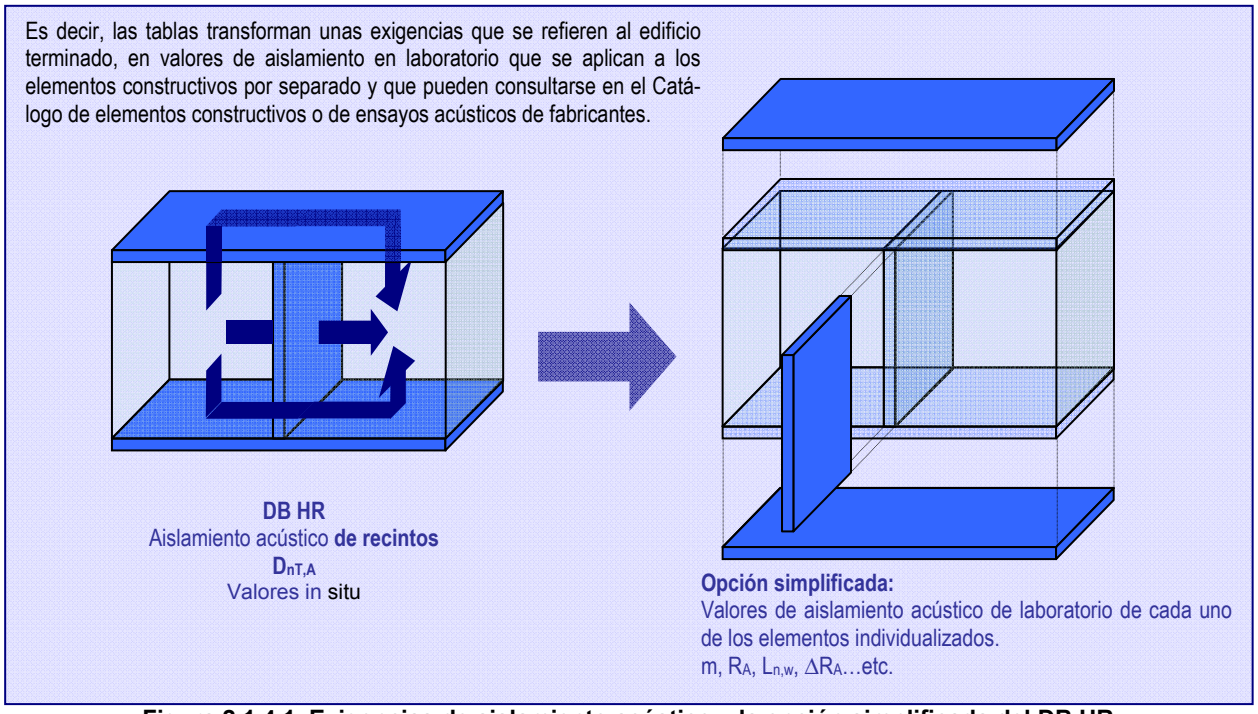
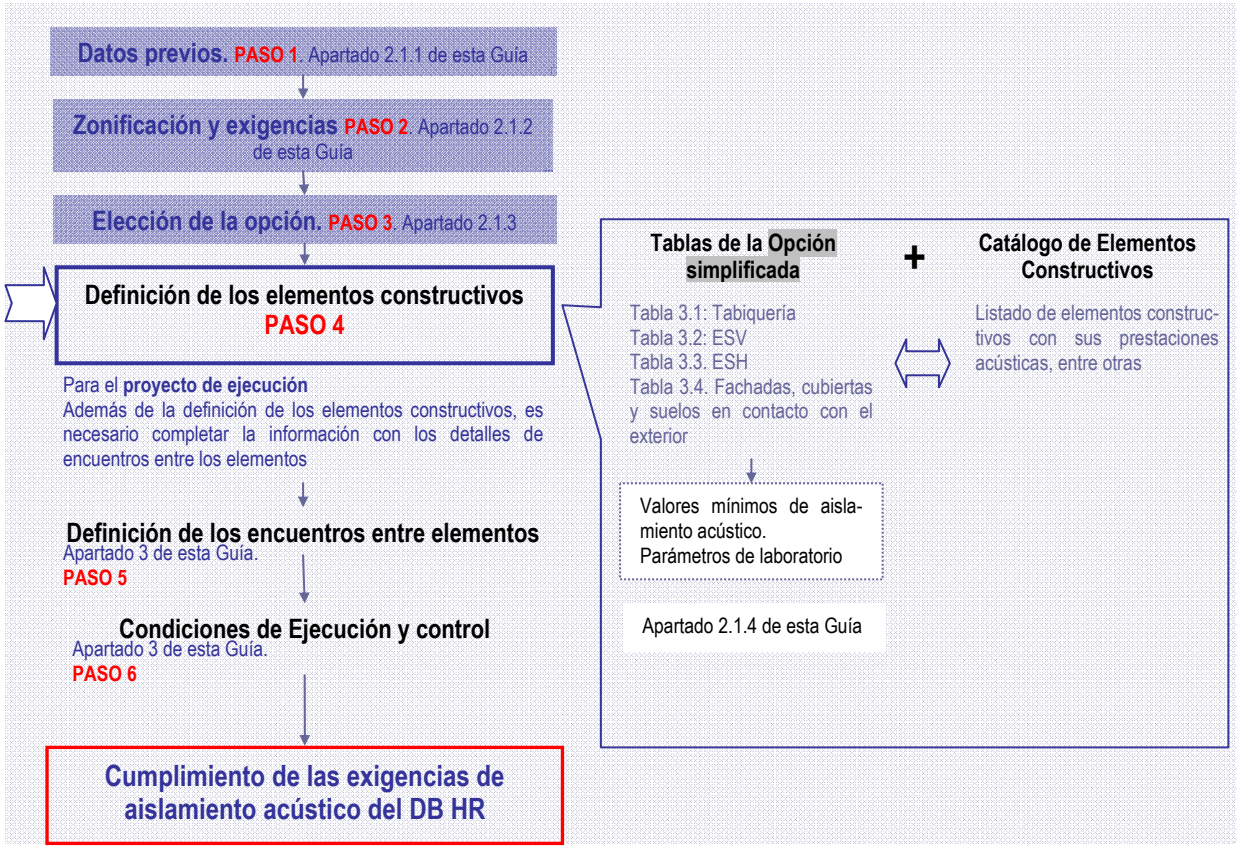


Figura 2.1.4.1. Exigencias de aislamiento acústico y la opción simplificada del DB HR

Para la correcta definición de los elementos constructivos[1] en el proyecto de ejecución, es necesario utilizar el **Catálogo de Elementos Constructivos** o datos de los fabricantes simultáneamente con las tablas de la opción. El siguiente esquema muestra el procedimiento de uso de la Guía.

Esquema 2.1.4.1. Procedimiento de uso de la Guía para aislamiento acústico

[1] Sin embargo, en las tablas sólo figura la prestación que el elemento constructivo tiene que cumplir y no figura la solución concreta, ni su descripción. Este planteamiento coincide con la visión prestacional del resto de documentos básicos del CTE. De tal forma que para diseñar una partición conforme a la opción simplificada, es necesario disponer de información sobre el aislamiento acústico en laboratorio de los elementos constructivos.



2.1.4.1 Clasificación de las particiones según el DB HR

Para aplicar esta opción, es necesario conocer la clasificación que el DB HR establece de las particiones interiores:

a) **La tabiquería** está compuesta por aquellas particiones de distribución interior de las unidades de uso. Por ejemplo: los tabiques de una vivienda;

b) **Los elementos de separación verticales, ESV,** son aquellas particiones verticales que separan:
   - Una unidad de uso de cualquier otro recinto habitable o protegido del edificio. Por ejemplo, las particiones que delimitan un aula, una vivienda o una habitación de hotel.
   - Un recinto habitable o protegido del edificio, de un recinto de instalaciones o de actividad.

c) **Los elementos de separación horizontales, ESH,** son aquellas particiones horizontales que separan:
   - Una unidad de uso de cualquier otro recinto habitable o protegido del edificio
   - Un recinto habitable o protegido del edificio, de un recinto de instalaciones o de actividad.

   Por ejemplo: El forjado que separa dos plantas de viviendas en el caso de un edificio residencial privado.

2.1.4.2 Procedimiento de aplicación de la opción

Existen 4 tablas en la opción simplificada del DB HR:

- Tabla **3.1**. Parámetros acústicos mínimos de la **tabiquería**[2]

[2] Para utilizar las tablas 3.1 y 3.2 del DB HR, es necesario cumplir los parámetros de la tabiquería de la tabla 3.1, ya que la elección del tipo de tabiquería condiciona la elección de los elementos de separación verticales y horizontales, ya que la tabiquería, además de ser una partición entre dos espacios, es un elemento de flanco que influye en la transmisión de ruido entre recintos.

- Tabla **3.2**. Parámetros acústicos mínimos de los **elementos de separación verticales. ESV**
- Tabla **3.3**. Parámetros acústicos mínimos de los **elementos de separación horizontales. ESH**
- Tabla **3.4**. Parámetros acústicos mínimos de los cerramientos en contacto con el exterior. **Fachadas, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior**

Además debe considerarse el **apartado 3.1.2.4 del DB HR** donde se definen los parámetros acústicos mínimos de las **medianerías**.

Además, el DB HR establece los siguientes elementos de separación verticales a los que **no se les aplican las tablas de la opción simplificada.** La siguiente tabla expresa los valores de R_A que deben cumplir **los elementos de separación verticales con puertas** y **los recintos del ascensor**.

Tabla 2.1.4.1. Exigencias para los ESV con puertas y para el recinto del ascensor

1 Elementos de separación verticales ESV con puertas entre:					
Cualquier recinto del edificio[I]	**y**	**recintos de una unidad de uso**	Protegido	Puerta o ventana	$R_A \geq 30$ dBA
				Cerramiento opaco	$R_A \geq 50$ dBA
			Habitable[II]	Puerta o ventana	$R_A \geq 20$ dBA
				Cerramiento opaco	$R_A \geq 50$ dBA
Recintos de instalaciones o actividad	**y**	**recintos protegidos**		No está permitido el acceso directo desde recintos protegidos a los recintos de instalaciones o de actividad.	
		recintos habitable		Puerta o ventana	$R_A \geq 30$ dBA
				Cerramiento opaco	$R_A \geq 50$ dBA

[I] Siempre que este recinto no sea de instalaciones, de actividad o no habitable
[II] Solamente si se trata de edificios de uso residencial (público o privado) u hospitalario

2 Elementos de separación verticales ESV entre:			
Recinto del ascensor (si la maquinara no está incorporada en el mismo)	**y**	**recintos protegidos o habitables de una unidad de uso**	$R_A \geq 50$ dBA

Para aplicar la opción simplificada, debe tenerse en cuenta la zonificación del edificio y qué exigencias se aplican al mismo. (Véase apartado 2.1.3 Zonificación y exigencias de aislamiento acústico.) La tabla 2.1.4.2. recoge una clasificación de tipos de edificio, en función de la localización de las unidades de uso, las exigencias de aislamiento acústico, las tablas de la opción simplificada que deben aplicarse y los apartados de esta Guía donde se recoge la información de dichas tablas.

Tabla 2.1.4.2. Clasificación de los edificios en función de la ubicación de las unidades de uso y tablas de la opción simplificada que deben usarse.

Tipo de edificio Situación de las unidades de uso dentro del edificio	Exigencias de aislamiento acústico que deben cumplirse	Tablas o apartados del DB HR	Apartados de la Guía
El edificio es una unidad de uso en sí mismo Ejemplo: Edificio de uso administrativo de una sola empresa, vivienda unifamiliar aislada, etc:	– Aislamiento entre un recinto y el exterior	**Tabla 3.4**. Fachadas, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior	2.1.4.4.1
	– Si es vivienda, la tabiquería interior debe cumplir $R_A \geq 33$ dBA		
Las unidades de uso están separadas del resto del edificio por ESV, pero no por ESH.			
– Si comparten la estructura horizontal Ejemplo: Viviendas unifamiliares adosadas con forjados corridos	– Aislamiento entre un recinto y el exterior.	**Tabla 3.4**. Fachadas, cubiertas y suelos en contacto en el aire exterior	2.1.4.4.1
	– Aislamiento a ruido aéreo entre unidades de uso	**Tabla 3.1. Tabiquería**[3]	2.1.4.3.2
		Tabla 3.2. ESV	2.1.4.3.3
	– Aislamiento a ruido de impactos entre unidades de uso[4]	**Tabla I.1 del Anejo I**	2.1.4.3.4.3
– Si se trata de estructuras independientes Ejemplo: Viviendas unifamiliares adosadas con estructura independiente	– Aislamiento entre un recinto protegido y el exterior.	**Tabla 3.4**. Fachadas, cubiertas y suelos en contacto en el aire exterior	2.1.4.4.1
	– Aislamiento a ruido aéreo entre unidades de uso	**Tabla 3.2. ESV**	2.1.4.3.3
		o alternativamente en cada estructura debe instalarse un elemento con **$R_A \geq 45$ dBA**. Apartado 3.1.2.4[5]	2.1.4.5
Las unidades de uso están separadas del resto del edificio por ESV y ESH Ejemplo: Bloque de viviendas, hotel, etc.	– Aislamiento entre un recinto y el exterior.	**Tabla 3.4**. Fachadas, cubiertas y suelos en contacto en el aire exterior	2.1.4.4.1
	– Aislamiento a ruido aéreo y de impactos entre unidades de uso	**Tabla 3.1. Tabiquería**[6]	2.1.4.3.2
		Tabla 3.2. ESV	2.1.4.3.3
		Tabla 3.3. ESH	2.1.4.3.4 .2

Independientemente de la clasificación anterior, cuando existan **recintos de instalaciones o de actividad dentro del edificio**, para los elementos de separación entre los recintos protegidos/habitables del edificio y los citados recintos de instalaciones o de actividad, deben usarse:

- **La tabla 3.2. ESV**
- **La tabla 3.3. ESH**

Además debe usarse la **tabla 3.1** para la tabiquería de los recintos colindantes a los recintos de instalaciones.

[3] En edificios de cualquier uso, no únicamente de vivienda. Aunque la exigencia de aislamiento acústico relativa a la tabiquería se aplica sólo a los edificios de uso residencial privado, en la opción simplificada la tabiquería debe cumplir los valores de la tabla 3.1, por ser un elemento de contorno o de flanco que influye en la transmisión de ruido y determina el aislamiento acústico entre recintos. Véase apartado 2.1.4.4.1.

[4] Las exigencias de aislamiento a ruido de impactos se aplican a los elementos de recintos colindantes verticalmente, horizontalmente y con una arista horizontal común como se especifica en el apartado 2.1.2.3.2.

[5] Puede considerarse que cada uno de los cerramientos es una medianería.

[6] En edificios de cualquier uso, no únicamente de vivienda. Aunque la exigencia de aislamiento acústico relativa a la tabiquería se aplica sólo a los edificios de uso residencial privado, en la opción simplificada la tabiquería debe cumplir los valores de la tabla 3.1, por ser un elemento de contorno o de flanco que influye en la transmisión de ruido y determina el aislamiento acústico entre recintos. Véase apartado 2.1.4.4.1.

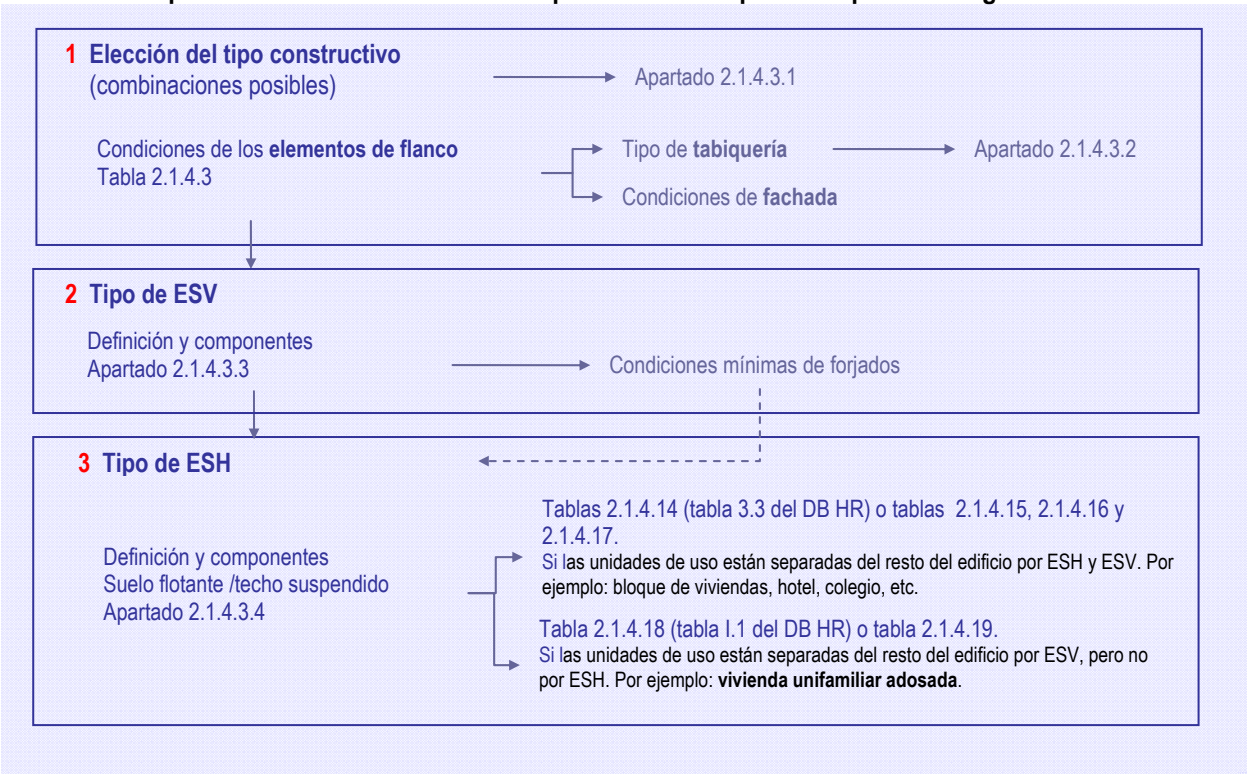
2.1.4.3 Ruido interior. Aislamiento acústico entre recintos. Procedimiento de aplicación de la Guía

Las tablas contienen una amplia variedad de soluciones caracterizadas según su tipo constructivo y parámetros acústicos.

Para satisfacer las exigencias de aislamiento acústico **entre recintos**, deben utilizarse las tablas 3.1, 3.2, 3.3 e I.1 del DB HR, conforme a lo establecido en la tabla 2.1.4.2. del apartado 2.1.4.2.

Aunque pueden seguirse otros procedimientos de aplicación de la opción simplificada, en esta guía se propone la siguiente secuencia de aplicación para ruido interior.

Esquema 2.1.4.2. Procedimiento de aplicación de la opción simplificada según la Guía.



2.1.4.3.1 Elección del tipo constructivo. Combinaciones posibles

Por lo general, los elementos de estas tablas pueden combinarse de cualquier manera, es decir, pueden combinarse cualquier elemento de separación vertical, con cualquier forjado, tabiquería y fachada, sin embargo, algunas combinaciones son poco habituales en la práctica constructiva o no son recomendables desde el punto de vista del aislamiento acústico, de tal forma que en algunos casos la opción simplificada no contempla dichas combinaciones o las penaliza, imponiendo condiciones más restrictivas.

En la tabla 2.1.4.3, aparecen las combinaciones entre sistemas constructivos que contempla la opción simplificada. En general se ha tenido en cuenta que la elección de determinadas soluciones implica la elección de un sistema constructivo, por ejemplo, si se proyecta un elemento de separación vertical de fábrica, es probable que la tabiquería sea también de fábrica y que el trasdosado de fachada también lo sea. Se han marcado en verde las combinaciones contempladas en la opción simplificada y que por tanto son posibles, y con un aspa se han marcado aquellas combinaciones que son poco habituales o que no son totalmente compatibles desde un punto de vista acústico, y que en consecuencia no están contempladas en las tablas.

Aparte de las posibles combinaciones, para limitar las transmisiones indirectas (véase apartado 1.3.1.1) en la tabla aparecen las **condiciones mínimas** de las fachadas, es decir, un determinado elemento de separación vertical cumple con las exigencias del DB HR si la fachada a la que acomete cumple las condiciones mínimas de la tabla. Independientemente de lo indicado en este apartado, las fachadas y las medianerías deben cumplir lo establecido en el apartado 2.1.4.4.

De forma orientativa se han incluido algunos ejemplos de elementos constructivos, extraídas el CEC, que cumplen las especificaciones de la tabla 2.1.4.3.

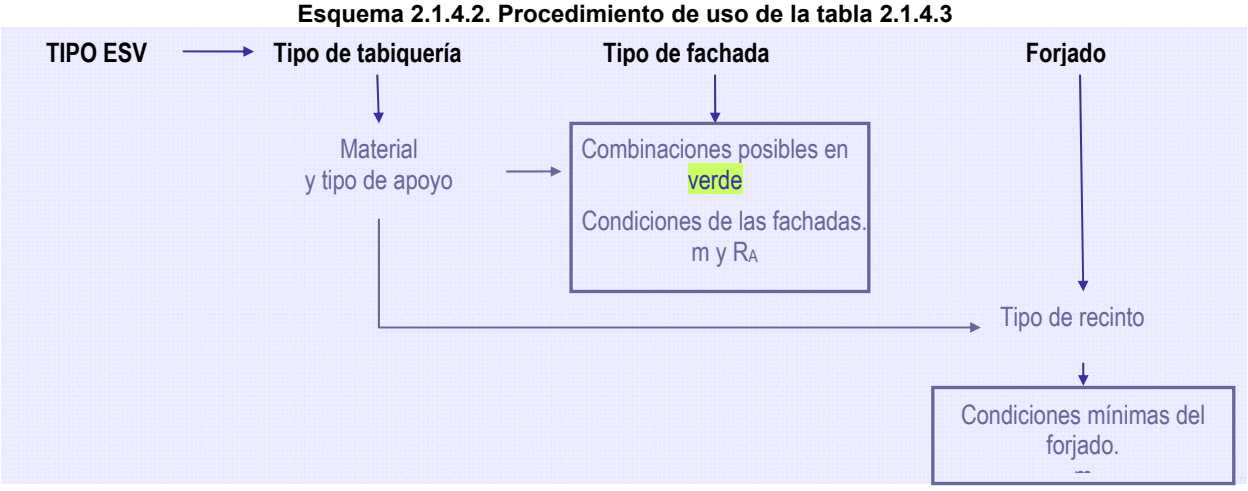
La tabla 2.1.4.3 incluye de forma orientativa la masa por unidad de superficie mínima de los **forjados**, para que los elementos de separación verticales cumplan el aislamiento acústico requerido. Independientemente de lo especificado en esta tabla, los forjados deben cumplir lo especificado en el apartado 2.1.4.3.4.

En cuanto a los **forjados**, la opción simplificada se aplica a forjados con un comportamiento homogéneo: De hormigón macizo o con elementos aligerantes (bovedillas, casetones) y forjados mixtos de hormigón y chapa de acero[7], que constituyen la mayoría de forjados utilizados en edificación.

Las tablas de la opción simplificada **no se aplican a forjados de madera[8], ni a forjados mixtos de madera y hormigón**

El siguiente esquema refleja el modo de uso de la tabla 2.1.4.3:

Esquema 2.1.4.2. Procedimiento de uso de la tabla 2.1.4.3



[7] Se incluyen los forjados de chapa colaborante.
[8] Esto no quiere decir que los forjados de madera no cumplan las exigencias del DB HR, sino que no están recogidos en la opción y para justificar su empleo debería utilizarse la opción general.

Si un recinto no tiene tabiquería interior, puede elegirse cualquier tipo de fachada que pueda combinarse con ese elemento de separación vertical.

¿Por qué en las condiciones de aislamiento acústico a ruido interior se mencionan otros elementos constructivos como la fachada o el forjado?

Desde el punto de vista del aislamiento acústico, la fachada no es solamente parte de la envolvente del edificio, sino que además es un elemento de flanco que influye en la transmisión de ruido y vibraciones entre recintos. (Véase figura 2.1.4.1)

La transmisión por la fachada suele ser la más influyente en el aislamiento acústico entre recintos. Para limitar este tipo de transmisiones, en la opción simplificada se especifican una serie de condiciones que deben cumplir las fachadas para que puedan proyectarse conjuntamente con los elementos de separación verticales. Estas condiciones están reflejadas en la tabla 2.1.4.3.

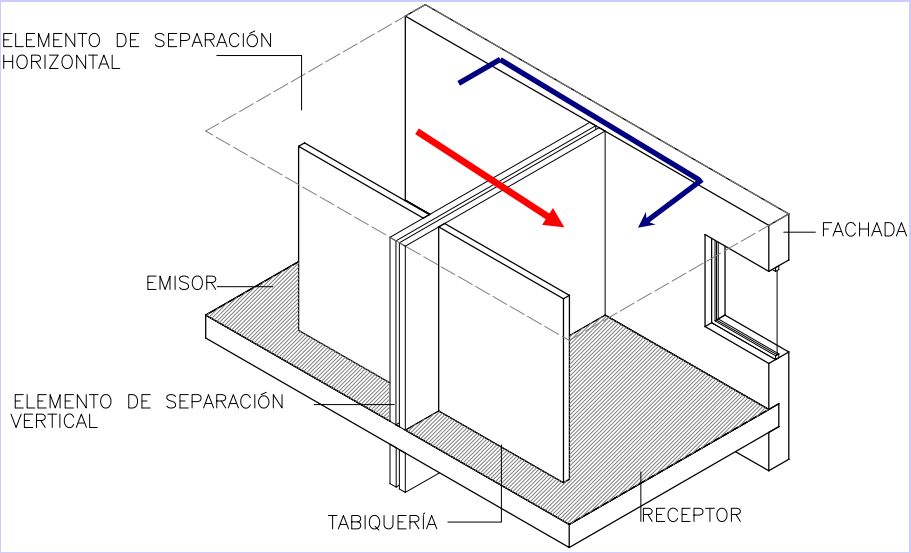
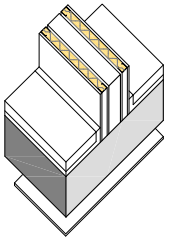
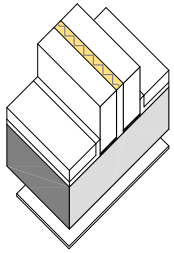


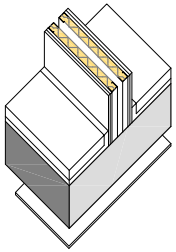
Figura 2.1.4.2. Transmisión indirecta entre dos recintos a través de la fachada. En rojo se ha marcado la transmisión directa y en azul la transmisión indirecta entre dos recintos.

De la misma manera el forjado que delimita un recinto interviene en la transmisión de ruido y vibraciones entre recintos. Es por eso, que en la tabla 2.1.4.3 se han incluido a título orientativo las condiciones mínimas de los forjados.

Tabla 2.1.4.3. Combinaciones entre ESV, tabiquería, fachadas y forjados recogidas en la opción simplificada. Condiciones mínimas de los elementos de separación verticales, forjados y fachadas.

Tipo de Elemento de separación vertical. **ESV**		Tabiquería		**Tipo de fachada o medianería**							**forjado**	
				De una hoja[2]	**De dos o más hojas**						**¿Tipo de recin-to?**	**m forjado**
					No ventilada				**Ventilada**[3]			
					Hoja exterior pesada		Hoja exterior ligera					
	Condiciones ESV	Material	Tipo de apoyo		Hoja interior de fábrica	Hoja interior de entrama-do	Hoja interior de fábrica	Hoja interior de entramado	Hoja interior de fábrica	Hoja interior de entra-mado		kg/m²
TIPO1.  **Fábrica**[1] **con trasdosados**	$m_{hoja\ de\ fábrica}$ ≥ 150 kg/m²	Fábrica	sobre forjado	No válida para recintos de instalaciones o de actividad[5]	$m_{hoja\ exterior}$ ≥130 kg/m² p.ej: 115 mm ladrillo perforado				No válida para recintos de instalaciones o de actividad[5]		Inst/Act	≥ 500
				Para otros recin-tos: m ≥135 kg/m² R_A ≥42 dBA p.ej: 115 mm ladrillo perforado					Para otros recintos :m ≥135 kg/m² R_A ≥42 dBA p.ej: 115 mm ladrillo perfo-rado		Otros recintos	≥ 300
			con bandas o sobre suelo flotante	m ≥135 kg/m² R_A ≥42 dBA p.ej: 115 mm ladrillo perforado	$m_{hoja\ exterior}$ ≥130 kg/m² p.ej: 115 mm ladrillo perforado				m ≥135 kg/m² R_A ≥42 dBA p.ej: 115 mm ladrillo perfo-rado		Inst/Act	≥ 200
											Otros recintos	≥ 175

Tipo de Elemento de separación vertical. **ESV**		Tabiquería		Tipo de fachada o medianería							forjado	
				De una hoja(2)	**De dos o más hojas**						**¿Tipo de recin-to?**	**m forjado**
					No ventilada				**Ventilada**(3)			
					Hoja exterior pesada		Hoja exterior ligera					
	Condiciones ESV	Material	Tipo de apoyo		Hoja interior de fábrica	Hoja interior de entrama-do	Hoja interior de fábrica	Hoja interior de entramado	Hoja interior de fábrica	Hoja interior de entra-mado		kg/m²
	$m_{hoja\ de\ fábrica}$ ≥ 67 kg/m²	Entramado	-	m ≥135 kg/m² R_A ≥42 dBA p.ej: 115 mm ladrillo perforado		$m_{hoja\ exterior}$ ≥130 kg/m² p.ej: 115 mm ladrillo perforado		m=26 kg/m² R_A=43 dBA p.ej: placa de yeso laminado con perfilería de 48 mm y absor-bente en la cám-ra		m≥26 kg/m² R_A≥43 dBA p.ej: placa de yeso laminado con perfi-lería de 48 mm y absorben-te en la cámra	Inst/Act	≥ 175 ≥ 300(4)
											Otros recintos	≥ 175
TIPO2  **Fábrica con bandas**	m <170kg/m²	Fábrica	con bandas o apoyada en el suelo flotante		sin restricciones						Inst/Act	≥ 300
											Otros recintos	≥ 300
	m ≥ 170kg/m²	Fábrica	con bandas o apoyada en el suelo flotante	m ≥225kg/m² R_A ≥50 dBA p.ej: bloque de hormigón áridos densos 240	sin restricciones				$m_{hoja\ interior}$ ≥ 225kg/m² R_A ≥50 dBA p.ej: bloque de hormigón áridos densos 240		Inst/Act	≥ 300
											Otros recintos	≥ 300

Tipo de Elemento de separación vertical. **ESV**		Tabiquería		**Tipo de fachada o medianería**								**forjado**	
				De una hoja[2]	**De dos o más hojas**							**¿Tipo de recin-to?**	**m forjado**
					No ventilada				**Ventilada**[3]				
					Hoja exterior pesada		Hoja exterior ligera						
	Condiciones ESV	Material	Tipo de apoyo		Hoja interior de fábrica	Hoja interior de entrama-do	Hoja interior de fábrica	Hoja interior de entramado	Hoja interior de fábrica	Hoja interior de entra-mado			kg/m²
TIPO3.  **Entramado**	R_A ≥ 58 dBA	Entramado	-			$m_{hoja\ exterior}$ ≥145kg/m² R_A ≥45 dBA p.ej: bloque de hormi-gón áridos densos 140		$m_{hoja\ interior}$ ≥26 kg/m² R_A ≥43 dBA p.ej: placa de yeso laminado con perfilería de 48 mm y absor-bente en la cám-ra		$m_{hoja\ interior}$ ≥26 kg/m² R_A ≥43 dBA p.ej: placa de yeso laminado con perfi-lería de 48 mm y absorben-te en la cámra		Inst/Act	≥ 200
												Otros recintos	≥ 200

(1) De fábrica, de hormigón o paneles prefabricados pesados. (paneles prefabricados de hormigón, yeso, etc.)
(2) Se incluyen dentro de las fachadas de una hoja, a todas aquellas fachadas que tienen el aislamiento térmico proyectado por el exterior y un revestimiento continuo tipo enfoscado.
(3) A efectos de aislamiento acústico a ruido interior y las transmisiones por flancos, solo es relevante el tipo de hoja interior de la fachada ventilada.
(4) El forjado debe tener una masa de al menos 300 kg/m², si la fachada es de una hoja.
(5) En el caso de que un ESV de tipo 1 entre un recinto protegido o habitable y un recinto de instalaciones o de actividad acometa a una fachada de una sola hoja o una fachada ventilada con hoja interior de fábrica, no está permitido su uso debido a las transmisiones indirectas

2.1.4.3.2 Tabiquería. Tabla 3.1 del DB HR

La tabiquería está formada por el conjunto de particiones interiores de una unidad de uso. A efectos de uso de la opción simplificada, se considera tabiquería a aquellas particiones que delimitan recintos interiores. No se consideran tabiquería aquellas particiones que no encierran un espacio, por ejemplo, un murete que no llega hasta el techo.

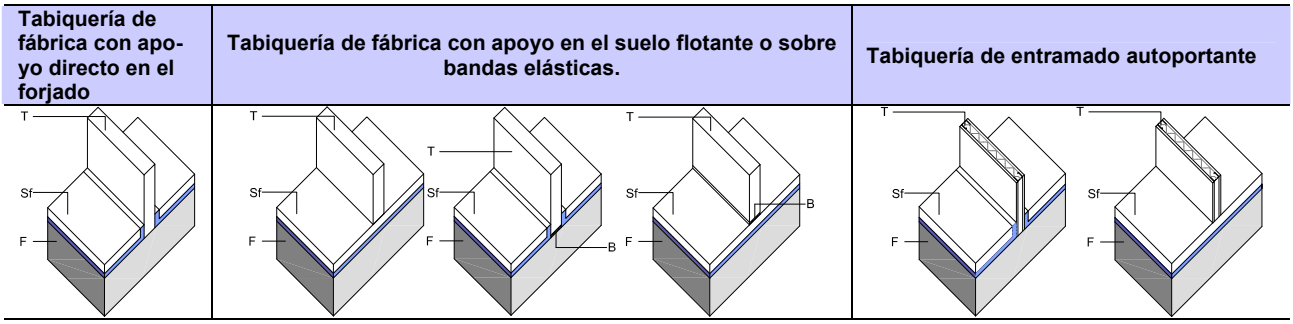
En esta opción se contemplan los tipos siguientes (Véase la figura 2.1.4.3):

a) **Tabiquería de fábrica con apoyo directo:** Tabiquería de fábrica o de paneles prefabricados cerámicos, de hormigón o de yeso, apoyadas en el forjado sin interposición de bandas elásticas.

b) **Tabiquería de fábrica con apoyo elástico**[9], que puede tratarse de:
   a. Tabiques de fábrica, paneles prefabricados cerámicos, de hormigón o de yeso con bandas elásticas dispuestas en su base, en el encuentro con el forjado inferior.
   b. Tabiques de fábrica, paneles prefabricados cerámicos, de hormigón o de yeso apoyados en el suelo flotante. Se considera que la tabiquería de fábrica apoyada en el suelo flotante tiene apoyo elástico pues entre ésta y el forjado se interpone el material aislante a ruido de impactos que independiza tabique y forjado.

c) **Tabiquería de entramado:** Tabiquería formada por placas de yeso laminado.

La figura 2.1.4.3 muestra los diferentes tipos de tabiquería y la relación entre los mismos y el forjado. Se han incluido todas las combinaciones posibles, dentro de la tabiquería con apoyo elástico se ha incluido además la tabiquería de fábrica con bandas apoyada en el suelo flotante.



T Tabiquería **F Forjado** **Sf Suelo flotante** **B Banda elástica**

Figura 2.1.4.3. Tipos de tabiquería recogidos en el DB HR.

En la opción simplificada, la elección del tipo de tabiquería condiciona la elección de los elementos de separación verticales y horizontales, ya que la tabiquería, además de ser una partición entre dos espacios, es un elemento de flanco que influye en la transmisión de ruido entre recintos.

Las transmisiones por flancos a través de la tabiquería son, en la mayoría de los casos, las transmisiones que más merman el aislamiento acústico de los elementos de separación horizontales, y para limitar estas transmisiones indirectas, se exige en la opción simplificada que la tabiquería cumpla unos valores mínimos de valores de masa y de índice de reducción acústica, R_A.

En la tabla 2.1.4.4, figuran los que debe cumplir la tabiquería. Se trata de unos valores mínimos, que en algún caso son ligeramente superiores a las exigencia de $R_A \geq 33$ dBA del apartado de valores límite de aislamiento acústico del DB HR.

[9] Las bandas elásticas interpuestas en la tabiquería de fábrica, así como la tabiquería dispuesta encima del suelo flotante reduce la transmisión de ruido aéreo y de impactos entre recintos colindantes verticalmente. Es por ello que la tabiquería es una variable a la hora de la elección de los elementos de separación horizontales de la tabla que en la tabla 3.3 del DB HR.

Tabla 2.1.4.4. Tabla 3.1 del DB HR. Parámetros de la tabiquería

Tipo	m kg/m^2	R_A dBA
Fábrica con apoyo directo	70	35
Fábrica con bandas elásticas	65	33
Entramado autoportante	25	43

El índice de reducción acústica, R_A, exigido en estas tablas para los diferentes tipos de tabiquería es mayor que 33 dBA. Estos valores no son arbitrarios, sino que se han elegido de forma coherente con los valores de aislamiento acústico obtenidos en laboratorio para estas particiones. No es penalizador, sino que son valores de R_A que suelen tener estos elementos.

2.1.4.3.3 Elementos de separación verticales. ESV

En la opción simplificada sólo es necesario distinguir cada una de las unidades de uso, recintos de instalaciones y de actividad para elegir los elementos de separación verticales. (Véase apartado 2.1.2. PASO .2 Zonificación y exigencias)

A pesar de que existen dos exigencias de aislamiento a ruido aéreo entre recintos de unidades de uso diferentes:

- $D_{nT,A} \geq 50$ dBA (para recintos protegidos);
- $D_{nT,A} \geq 45$ dBA (para recintos habitables),

esta diferencia no implica que entre recintos habitables de dos unidades de uso (por ejemplo: dos baños, dos pasillos, dos cocinas, etc.) deba elegirse un elemento constructivo de menos aislamiento acústico o menor espesor, masa, prestaciones, etc. El aislamiento acústico en el edificio depende de los volúmenes y de la geometría de los recintos, siendo siempre más desfavorable cuanto más pequeño es el volumen del recinto considerado. Por ello, sin bien en el DB HR se han clasificado los recintos en habitables y protegidos, y se les han dado exigencias diferentes, la opción simplificada trata de igual manera a ambos.

Una vez identificadas las unidades de uso, el elemento de separación vertical entre ellas, de acuerdo con la opción simplificada, es el mismo independientemente de que separe recintos habitables, protegidos u otros recintos del edificio, siempre que éstos últimos no sean de instalaciones o de actividad**.**

De acuerdo con lo establecido en el apartado 2.1.2.3.1, las puertas[10] que comunican un recinto protegido de una unidad de uso con cualquier otro recinto, deben tener un índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A, no menor que 30 dBA y si comunican un recinto habitable de una unidad de uso con otro recinto, su índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A no será menor que 20 dBA. En ambos casos, el DB HR especifica que el índice de reducción acústica, R_A, de la partición en la que se instalen las puertas debe ser al menos 50 dBA, no siendo de aplicación la tabla 3.2.

Los **elementos de separación verticales con puertas**, entre una unidad de uso y cualquier recinto habitable o protegido del edificio deben cumplir con $R_A \geq 50$ dBA. (Veáse apartado 2.1.4.2.)

Todos los elementos de la tabla 3.2 del DB HR tienen un R_A mayor que 50. Por lo tanto, todos los elementos de la tabla 3.2 son también válidos en el caso de particiones que tienen puertas o ventanas.

[10] Estas especificaciones son aplicables también en el caso de elementos de separación verticales que tengan ventanas.

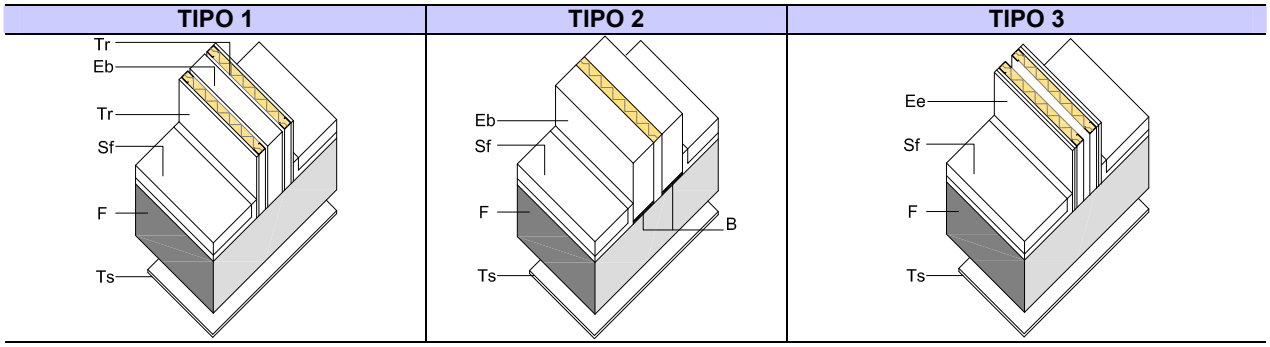
Aparte, el recinto del ascensor (siempre que éste no sea del tipo mochila), debe tener un $R_A \geq 50$ dBA. Todos los elementos de tipo 2 y 3 de l tablas 3.2 tienen un índice de reducción acústica mayor que 50 dBA.

Si para el recinto del ascensor, se emplean elementos de tipo 1 trasdosados sólo por una cara, debe tenerse en cuenta que $R_{A\ (e.\ base+trasdosado)} = R_{A\ e.\ base} + \Delta R_{A\ trasdosado} \geq 50$ dBA

En el caso de las **juntas de dilatación**, la transmisión de ruido por flancos es despreciable, al tratarse básicamente de estructuras independientes. Puede aplicarse las soluciones de la tabla 3.2 o alternativamente pueden instalarse elementos constructivos de $R_A \geq 45$ dBA a cada uno de los lados de la junta de dilatación[11]. Siempre que las juntas estén bien ejecutadas y no existan contactos entre las dos particiones a ambos lados de la junta.

Los elementos de separación verticales recogidos en la opción simplificada se dividen en tres tipos (véase la figura XX):

- Tipo 1: Elementos mixtos. Formados por un elemento base acústicamente homogéneo (de fábrica, hormigón, etc.), que puede llevar o no un trasdosado por ambos lados.
- Tipo 2: Elementos de fábrica con bandas elásticas. Elementos de dos hojas de fábrica cerámica, bloque de hormigón, etc. con bandas elásticas colocadas en los encuentros de al menos una de las hojas con forjados, pilares, fachadas y otros elementos de separación verticales.
- Tipo 3: Elementos de entramado. Elementos formados por placas de yeso laminado y anclados a una doble estructura metálica autoportante.



Eb Elemento constructivo base de fábrica o de paneles prefabricados pesados (una o dos hojas)
Tr Trasdosado
Ee Elemento de entramado autoportante
F Forjado
Sf Suelo flotante
Ts Techo suspendido
B Banda elástica

Figura 2.1.4.4. Elementos de separación verticales

Las soluciones del DB HR son poco habituales en la edificación anterior a este documento. El aumento de las exigencias supone utilizar soluciones de mayor aislamiento acústico, es decir, mayor espesor, mayor masa o el empleo de tecnologías poco frecuentes hasta ahora, como son en este caso el uso de bandas elásticas.
Soluciones utilizadas comúnmente como elementos de separación entre viviendas, como por ejemplo: el muro de medio pie de ladrillo perforado o de bloque de hormigón de 20 cm, no son válidas si no se dispone de un trasdosado por ambas caras.

En los apartados siguientes se recogen algunos detalles relacionados con cada uno de los diferentes tipos de los elementos de separación verticales. En el apartado 3.1.4.3.2.4 recoge la tabla 3.2 del DB HR.

2.1.4.3.3.1 Elementos de separación verticales de Tipo 1

Los elementos de separación verticales están formados por un elemento base y un trasdosado (Véase ficha ESV-01 del apartado 3). El elemento base es un elemento homogéneo acústicamente, es decir un elemento de una hoja de:

[11] En estos casos, en la ejecución de los cerramientos debe tenerse en cuenta que no existan contactos rígidos entre las dos medianerías.

a) Fábrica de ladrillo, bloque de hormigón, bloque cerámico, etc.
b) Hormigón armado.
c) Paneles prefabricados de hormigón, cerámica o de yeso.

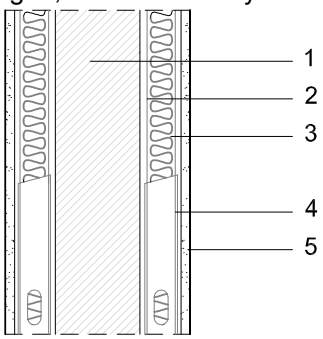


Figura 2.1.4.5. Ejemplo de elemento de separación de tipo 1. Elemento base de fábrica, trasdosado por ambos lados con 2 placas de yeso laminado ancladas a una perfilería metálica autoportante.

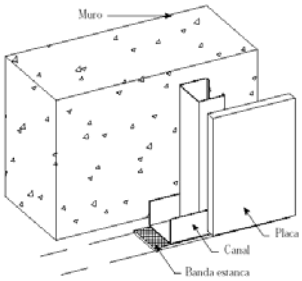
Los elementos base generalmente tienen que trasdosarse por ambos lados. En el DB HR se recogen siguientes tipos de trasdosados (Véase tabla 2.1.4.5):

a) Trasdosado autoportante, formado por placas de yeso laminado sujetas a una perfilería metálica autoportante. La cámara debe estar rellena con un material absorbente acústico, tal como una lana mineral de baja densidad, o cualquier otro material fibras sintéticas, que sea absorbente acústico, poroso y elástico.
La perfilería de los trasdosados autoportantes puede arriostrarse y anclarse de forma puntual al elemento base en función de la altura máxima y distancia entre montantes[12].

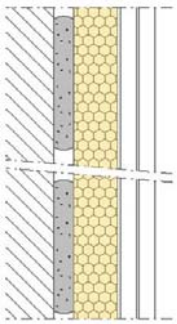
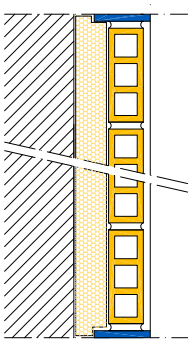
b) Trasdosado adherido, formado por un panel aislante adherido al elemento base con mortero o atornillado a una perfilaría auxiliar anclada al mismo. El panel aislante debe estar compuesto por un material absorbente acústico o amortiguador de vibraciones, como una lana mineral, revestida por una placa de yeso laminado.

c) Trasdosado cerámico, formado por un ladrillo hueco sencillo de al menos 5 cm de espesor, con bandas elásticas en todo su perímetro, es decir, en los encuentros con forjados y fachadas, y un material absorbente acústico en la cámara de separación entre el elemento base y el trasdosado. La cámara de separación entre el elemento base y el trasdosado cerámico debe tener un mínimo de 4 cm.

Tabla 2.1.4.5. Diferentes tipos de trasdosados. Autoportante, adherido y cerámico.

Código	tipo	Esquema	
TR01	Trasdosado autoportante		**Elemento base** **Material absorbente acústico, por ejemplo: Lana mineral.** **Placa de yeso laminado (si sólo hay una placa, su espesor ha de ser al menos 15 mm)** **Ladrillo hueco sencillo (espesor ≥ 50 mm) o ladrillo hueco doble. Masa por unidad de superficie máxima de la hoja sobre bandas,**

[12] Véanse las especificaciones de cada fabricante para el anclaje de placas de yeso laminado. En su defecto, pueden utilizarse las especificaciones de la UNE 102041 IN sobre los montajes de sistemas de trasdosados con placas de yeso laminado.

TR02	Trasdosado adherido		**m ≤150 kg/m²** **Banda elástica de 10 mm de espesor** **Pasta de agarre** **Canal** **Montante** **Banda estanca**(1) **Espacio de separación de 1 cm** (1) Las bandas de estanquidad utilizadas en los sistemas de placas de yeso laminado son obligatorias en la base de los montantes y se recomienda su uso en todo el perímetro. Suelen ser bandas de PE de 5 mm de espesor, cuya misión es asegurar la estanquidad de la solución y absorber los movimientos diferenciales entre el suelo y el perfil. No son las bandas elásticas utilizadas para evitar el paso de las vibraciones utilizadas en las soluciones de tipo 2.
TR03	Trasdosado cerámico		

2.1.4.3.3.2 Elementos de separación verticales de Tipo 2

Los elementos de separación verticales de tipo 2 son una novedad, aunque en otros países europeos tienen una larga tradición. Se trata soluciones de dos hojas de fábrica con bandas elásticas en todo su perímetro.

Las bandas elásticas deben colocarse en los encuentros de las hojas con los forjados, pilares, con la hoja exterior de la fachada, y con otros elementos de separación verticales. Véanse las indicaciones de las fichas ESV-02 a y ESV-02b del Capítulo 3

El objetivo de utilizar banda elásticas es el de disminuir las transmisiones indirectas a ruido aéreo y de impactos entre recintos, especialmente las transmisiones Df y Fd, (Véanse figuras 1.3 y 1.4). Al disminuir las transmisiones indirectas hasta hacerse prácticamente despreciables, el aislamiento acústico final aumenta. Esta técnica permite el diseño de particiones de dos hojas de fábrica ligeras[13] para cumplir los requisitos de aislamiento acústico, mientras que sin las bandas elásticas estas soluciones no cumplirían con las nuevas exigencias de aislamiento acústico del DB HR.

Dentro de este tipo se recogen dos grupos de particiones (Véase tabla 2.1.4.6):

a) Particiones formadas por **dos hojas de fábrica con bandas elásticas** en el perímetro de las dos hojas, con una cámara de separación de 4 cm como mínimo rellena de material absorbente acústico o amortiguador de vibraciones, tal como una lana mineral.
Cada una de las hojas que se apoyan sobre bandas tiene que tener una masa por unidad de superficie de 150 kg/m² como máximo.

b) Particiones formadas por **una hoja de fábrica** con R_A > 42 dBA **y un trasdosado cerámico** con una masa por unidad de superficie de 150 kg/m²como máximo, es decir, una hoja de ladrillo hueco sencillo, de 4 o 5 cm de espesor, con bandas elásticas instaladas en todo su perímetro. En la cámara de separación entre el elemento base y el trasdosado, de 4 cm como mínimo, debe disponerse de un material absorbente acústico o amortiguador de vibraciones, tal como una lana mineral.

Las bandas elásticas tienen alrededor de 10 mm de espesor de material elástico que interrumpen la transmisión de las vibraciones en los encuentros de una partición con suelos, techos y otras particiones.

[13] Menor de 150 kg/m²

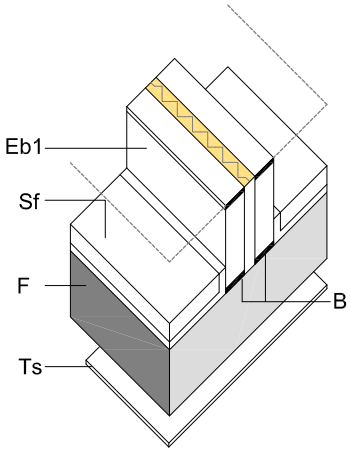
Su rigidez dinámica, s', debe ser menor que 100 MN/m^3. En el mercado existen distintos materiales que hacen esta función, como el poliestireno expandido elastificado (EEPS) y el polietileno (PE).

Las bandas se pegan con yeso, pegamento de base escayola o cualquier material que garantice la buena adherencia, al forjado, fachada y resto de particiones y sobre ellas se ejecutan los elementos de fábrica.

Tabla 2.1.4.6. Ejemplos de elementos de separación verticales de tipo 2.

Particiones con bandas elásticas en las dos hojas

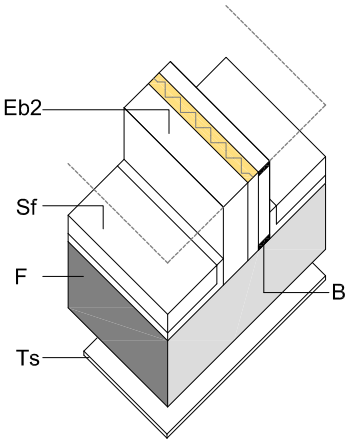
Eb1: elemento base formado por dos hojas de fábrica. m ≤ 150 kg/m^2 cada una.
En la imagen: Dos hojas de ladrillo hueco doble de gran formato
Cámara rellena con material absorbente acústico. De espesor mínimo 4 cm



Particiones con trasdosado cerámico. (Bandas en tan sólo 1 de las hojas)

Eb2: elemento formado por dos hojas:
- hoja de fábrica apoyada sobre el forjado, con R_A ≥ 42 dBA
- trasdosado cerámico, formado por una hoja de fábrica de m ≤ 150 kg/m^2.

En la imagen: Ladrillo hueco doble apoyado sobre bandas elásticas
Cámara rellena com material absorbente acústico. espesor 4 cm



Leyenda:

Eb1: Elemento de dos hojas con bandas elásticas en ambas hojas
Eb2: Elemento de dos hojas de fábrica con trasdosado cerámico

Sf: Suelo flotante
F: Forjado
Ts: Techo suspendido
B: Bandas elásticas

A pesar de que en el Documento Básico de Protección frente al Ruido (DB HR) no se citan el resto de exigencia respecto a otros Documentos Básicos, se recuerda que deben comprobarse los elementos divisorios respecto al Documento Básico de Seguridad Estructural.

A continuación se muestra una tabla donde se dan las longitudes máximas de las fábricas, en función de las condiciones de arriostramiento, de la altura libre y del espesor del tabique. Dicha tabla está calculada para una acción horizontal de 0,4KN/m, aplicados a 1,2 m de altura desde el suelo. En el espesor de los tabiques se incluye el del enlucido.

El parámetro fundamental que condiciona el comportamiento de las hojas son las condiciones de apoyo en los bordes verticales. Puede considerarse que el borde está arriostrado si la hoja se une rígidamente a otro tabique o muro perpendicular al mismo, de una longitud de, al menos, 1/5 de la altura libre entre forjados. También se considera que un borde vertical está arriostrado en el caso de que esté unido mediante llaves u otros elementos similares a un pilar. En el caso de que exista una banda elástica vertical, o no se pueda verificar ninguna de las condiciones anteriores, el borde vertical se considerará articulado. La colocación de bandas elásticas horizontales en la parte superior o inferior del tabique, hoja de la partición vertical o trasdosado no afecta al comportamiento a efectos de utilizar la tabla 2.1.4.7.

La tabla 2.1.4.7, se divide en tres bloques, en función de las condiciones de contorno de la hoja considerada.

Tabla 2.1.4.7. Longitudes máximas de hojas para una acción horizontal de 0,4KN/m

Condiciones de arriostramiento	Altura libre (m)	Espesor de la hoja (incluido enlucido de yeso)						
		65mm	75mm	80mm	90mm	100mm	130 mm	170mm
Arriostrado en los dos bordes verticales	2,6	4,20	5,40	6,20	8,60	14,50	Sin restricción	Sin restricción
	2,8	4,25	5,40	6,15	8,25	12,45	Sin restricción	Sin restricción
	3,0	4,30	5,45	6,15	8,05	11,50	Sin restricción	Sin restricción
	3,2	4,40	5,50	6,20	8,00	11,00	Sin restricción	Sin restricción
	3,4	4,45	5,55	6,20	7,95	10,75	Sin restricción	Sin restricción
Arriostrado en un borde vertical	2,6	3,65	4,70	5,35	7,40	12,54	Sin restricción	Sin restricción
	2,8	3,70	4,70	5,30	7,10	10,70	Sin restricción	Sin restricción
	3,0	3,70	4,70	5,30	6,90	9,90	Sin restricción	Sin restricción
	3,2	3,75	4,70	5,30	6,85	9,45	Sin restricción	Sin restricción
	3,4	3,80	4,75	5,30	6,80	9,20	Sin restricción	Sin restricción
Sin arriostramiento vertical	2,6	2,95	3,80	4,35	6,00	10,20	Sin restricción	Sin restricción
	2,8	2,95	3,75	4,25	5,70	8,60	Sin restricción	Sin restricción
	3,0	3,00	3,75	4,20	5,55	7,90	Sin restricción	Sin restricción
	3,2	3,00	3,75	4,20	5,45	7,50	Sin restricción	Sin restricción
	3,4	3,00	3,75	4,20	5,40	7,30	Sin restricción	Sin restricción

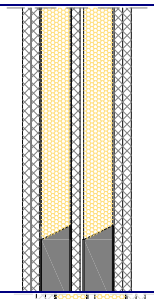
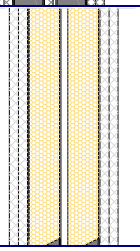
Los valores de la tabla 2.1.4.7 se han obtenido a partir de los valores de resistencia a flexión del DB SEE F del CTE. Si se dispone de ensayos sobre soluciones constructivas concretas o de resistencia a flexión de las hojas, podrán emplearse, junto con los modelos de cálculo del DB SE F del CTE, para calcular los valores de longitud máxima más ajustados a la solución constructiva concreta.

2.1.4.3.3.3 Elementos de separación verticales de Tipo 3

Los elementos de separación verticales de tipo 3 están formados por placas de yeso laminado sujetos a una **perfilería doble** autoportante. Véanse fichas ESV-03 del Capítulo 3.

Pueden tener 4 o 5 placas (Véase tabla 2.1.4.7). La existencia de la placa intermedia hace de barrera y evita la transmisión de ruido entre recintos cuando existen cajas para mecanismos eléctricos enfrentados a ambos lados de la partición.

Tabla 2.1.4.7. Ejemplos de elementos de separación verticales de entramado

Elementos de separación de entramado formados por 5 placas		LEYENDA: 1. Placas de yeso laminado. e≥12,5 mm. 2. Canales de acero. e ≥48 mm y montantes 3. Material absorbente acústico.
Elementos de separación de entramado formados por 4 placas		

2.1.4.3.3.4 Tabla 3.2 del DB HR

La tabla 3.2 del DB HR contiene los valores mínimos que debe cumplir cada uno de los componentes de los elementos de separación verticales para cada uno de los tipos especificados en el apartado 2.1.4.3.

En función del tipo de elemento de separación vertical: Tipo 1, tipo 2 y tipo 3, debe elegirse una solución que cumpla con los valores especificados en las tablas simultáneamente:

Los elementos de tipo 1 deben cumplir:

- Para el elemento base, con los valores de masa, m y $R_{A,}$ índice global de reducción acústica ponderado A, simultáneamente.
- Para el trasdosado, con los valores de ΔR_A[14], mejora del índice global de reducción acústica ponderado A, que depende de la tabiquería del recinto receptor.[15]

Los elementos de tipo 2 y de tipo 3 deben cumplir con los valores de m y R_A simultáneamente.

Además deben consultarse las condiciones de compatibilidad de los elementos de separación verticales con las fachadas. Apartado 2.1.4.3.

En la tabla 3.2, **ENTRE paréntesis** figuran los valores que deben cumplir los elementos de separación verticales que separan un recinto de instalaciones o un recinto de actividad de un recinto protegido o habitable del edificio. Los valores que **SIN paréntesis** corresponden a los valores que deben cumplir los elementos de separación verticales que separen unidades de uso diferentes o una unidad de uso de cualquier otro recinto[16].

Las casillas sombreadas se refieren a elementos constructivos inadecuados. Las casillas con guión se refieren a elementos de separación verticales que no necesitan trasdosados.

La siguiente figura reproduce la tabla 3.2 del DB HR con sus notas a pie de tabla. Se han introducido en ella los esquemas de cada uno de los tipos de elementos y el procedimiento de uso de la misma.

Como orientación, en los apartados 2.1.4.3.3.4.1, 2.1.4.3.3.4.2 y 2.1.4.3.3.4.3, se incluyen una serie de tablas para cada tipo constructivo en las que se detalla de forma explícita qué elementos son los que cumplen con las tablas de la opción simplificada. Los datos se han extraído del Catálogo de Elementos Constructivos, CEC. En aquellos casos en los que figuran casillas sin texto, se trata de soluciones que no tienen una correspondencia con el Catálogo de Elementos Constructivos.

[14] ΔR_A expresa el aumento o la mejora en el aislamiento acústico de un elemento constructivo cuando se instala un trasdosado en él. Se valora por la diferencia entre los valores de aislamiento acústico del elemento constructivo con y sin el trasdosado.
Para un mismo trasdosado, los valores de ΔR_A varían en función del elemento constructivo sobre el que se instalan, es por ello que para cumplir con la tabla 3.2, deben buscarse aquellos valores de trasdosado que coinciden con el elemento base sobre el que se están proyectando.

[15] En el caso de los elementos de separación verticales de tipo 1, los valores de trasdosado dependerán del tipo de tabiquería del recinto receptor. Este trasdosado, como se ha explicado en el apartado 2.1.4.3.3.1, debe aplicarse por ambas caras. Los valores de trasdosados CON paréntesis corresponden a trasdosados de los elementos base que pueden ser usados como particiones entre una unidad de uso y un recinto de actividad o de instalaciones.

[16] Siempre que éstos últimos no sean de instalaciones o de actividad.

Tabla 2.1.4.8. Procedimiento de uso de la tabla 3.2 del DB HR

Si el elemento de separación vertical separa unidades de uso diferentes o una unidad de uso de una zona común, deben elegirse los valores **SIN** paréntesis.
Si el elemento de separación vertical separa una unidad de uso de un recinto de instalaciones o de actividad, deben elegirse los valores **CON** paréntesis.

1
elección del tipo de solución:
Tipo1, 2 o 3
2
Cumplimiento de los valores de m y R_A. Búsqueda en el CEC de elementos que cumplan los valores de m y R_A de forma simultánea
3
Si es un elemento de Tipo 1, debe instalarse un trasdosado por ambos lados.
Los valores de ΔR_A se obtienen en función del tipo de tabiquería: fábrica o entramado.

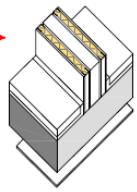
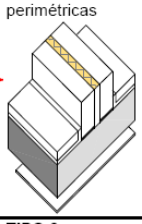
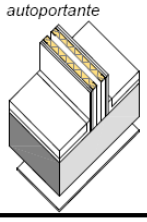
En el ejemplo la solución de tipo 1 de masa = 150 kg/m^2, R_A de 41 dBA, debe llevar un trasdosado de ΔR_A=13 dBA.

1. Elección del tipo de ESV

2. cumplimiento de valores de m y R_A simultáneamente

3. Para ESV tipo1. elección del trasdosado en función de la tabiquería

Tabla 3.2. Parámetros acústicos de los componentes de los elementos de separación verticales

Elementos de separación verticales				
Tipo	Elemento base[1][2] (Eb - Ee)		*Trasdosado*[3] (Tr) (en función de la tabiquería)	
			Tabiquería de fábrica o *paneles prefabricados pesados*[4]	Tabiquería de *entramado autoportante*
	m kg/m^2	R_A dBA	ΔR_A dBA	ΔR_A dBA
TIPO 1 Una hoja o dos hojas de fábrica con *Trasdosado* 	67	33		16[8][11]
	120	38		14[8][11]
	150	41	16[8]	13[11]
	180	45	13	9[11] (12)[11]
	200	46	11[11]	10[13] (10)[11]
	250	51	6[13]	4[13] (8)[13]
	300	52	3[13] 8 (9)	3[13] (8)[13]
	300[7]	55[7]	-	-
	350	55	5[13] (8)[11]	0[13] (6)[13]
	400	57	0[13] 2[13] (6)[13]	0[13] (6)[13]
TIPO 2 Dos hojas de fábrica con *bandas elásticas* perimétricas 	130[5]	54[5]	-	-
	170[5]	54[5]	-	-
	(200)[6]	(61)[6]		
TIPO 3 *Entramado autoportante* 	44[12]	58[12]		
	(52)[9]	(64)[9]		
	(60)[10]	(68)[10]		

Valores entre paréntesis. Para ESV entre recintos de instalaciones o de actividad y recintos protegidos y habitables del edificio

(1) En el caso de elementos de separación verticales de dos hojas de fábrica, el valor de m corresponde al de la suma de las masas por unidad de superficie de las hojas y el valor de R_A corresponde al del conjunto.

(2) Los elementos de separación verticales deben cumplir simultáneamente los valores de masa por unidad de superficie, m y de índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A.

(3) El valor de la mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, ΔR_A, corresponde al de un *trasdosado* instalado sobre un elemento base de masa mayor o igual a la que figura en la tabla 3.2. del DB HR

(4) La columna tabiquería de fábrica o paneles prefabricados pesados se aplica indistintamente a todos los tipos de tabiquería de fábrica o *paneles prefabricados pesados* incluidos en el apartado 3.1.2.3.1. del DB HR

(5) La masa por unidad de superficie de cada hoja que tenga *bandas elásticas* perimétricas no será mayor que 150 kg/m^2 y en el caso de los elementos de tipo 2 que tengan *bandas elásticas* perimétricas únicamente en una de sus hojas, la hoja que apoya directamente sobre el forjado debe tener un índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A, de al menos 42 dBA.

(6) Esta solución es válida únicamente para tabiquería de *entramado autoportante* o de fábrica o *paneles prefabricados pesados* con *bandas elásticas* en la base, dispuestas tanto en la tabiquería del *recinto de instalaciones*, como en la del *recinto protegido* inmediatamente superior. Por otra parte, esta solución no es válida cuando acometan a *medianerías* o *fachadas* de una sola hoja ventiladas o que tengan en aislamiento por el exterior.

La masa por unidad de superficie de cada hoja que tenga *bandas elásticas* perimétricas no será mayor que 150 kg/m^2 y en el caso de los elementos de tipo 2 que tengan *bandas elásticas* perimétricas únicamente en una de sus hojas, la hoja que apoya directamente sobre el forjado debe tener un índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A, de al menos 45 dBA.

(7) Esta solución es válida si se disponen *bandas elásticas* en los encuentros del elemento de separación vertical con la tabiquería de fábrica que acomete al elemento, ya sea ésta con apoyo directo o con *bandas elásticas*.

(8) Estas soluciones no son válidas si acometen a una fachada o *medianería* de una hoja de fábrica o ventilada con la hoja interior de fábrica o de hormigón.

(9) Esta solución de tipo 3 es válida para *recintos de instalaciones* o de *actividad* si se cumplen las condiciones siguientes:

a) Se dispone en el *recinto de instalaciones* o *recinto de actividad* y en el *recinto habitable* o *recinto* protegido colindante horizontalmente un suelo flotante con una mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, ΔR_A mayor o igual que 6dBA;

b) Además, debe disponerse en el *recinto de instalaciones* o *recinto de actividad* un techo suspendido con una mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, ΔR_A mayor o igual que:

i. 6dBA, si el recinto de instalaciones es interior o el elemento de separación vertical acomete a una fachada ligera, con hoja interior de entramado autoportante;

ii. 12dBA, si el elemento de separación vertical de tipo 3 acomete a una *medianería* o fachada pesada con hoja interior de entramado autoportante.

Independientemente de lo especificado en esta nota, los suelos flotantes y los techos suspendidos deben cumplir lo especificado en el apartado 3.1.2.3.5. del DB HR

(10) Solución válida si el forjado que separa el recinto de instalaciones o recinto de actividad de un recinto protegido o habitable tiene una masa por unidad de superficie mayor que 400 kg/m^2.

(11) Valores aplicables en combinación con un forjado de masa por unidad de superficie, m, de al menos 250kg/m^2 y un suelo flotante, tanto en el recinto emisor como en el recinto receptor, con una mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, ΔR_A mayor o igual que 4dBA;

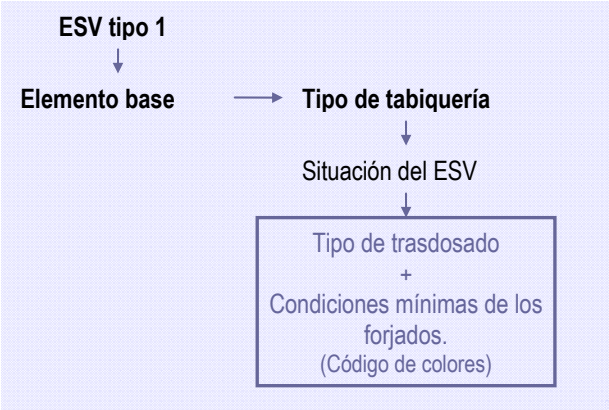
(12) Valores aplicables en combinación con un forjado de masa por unidad de superficie, m, de al menos 200kg/m^2 y un suelo flotante y un techo suspendido, tanto en el recinto emisor como en el recinto receptor, con una mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, ΔR_A mayor o igual que 10dBA y 6dBA respectivamente;

(13) Valores aplicables en combinación con un forjado de masa por unidad de superficie, m, de al menos 175kg/m^2.

Independientemente de los especificado en las notas 10, 11 y 12, los suelos flotantes y los techos suspendidos deben cumplir lo especificado en el apartado 3.1.2.3.5. del DB HR

2.1.4.3.3.4.1 Elementos de tipo 1 de la tabla 3.2

- En el caso de elementos de separación verticales de tipo 1, el trasdosado debe aplicarse por ambas caras del elemento constructivo base.
- En el caso de que una unidad de uso no tuviera tabiquería interior, como por ejemplo un aula, puede elegirse cualquier elemento de los de la tabla.
- Si existieran dos tipos diferentes de tabiquería, se elegiría aquellos valores de ΔR_A, y de ΔL_w más desfavorables. Si no hubiera elementos de tabiquería interior, puede elegirse cualquier forjado.
- Procedimiento de uso de la tabla 2.1.4.9:



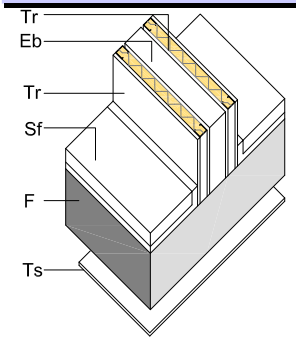
En función del tipo de elemento base y de la tabiquería del recinto, puede obtenerse el tipo de trasdosado necesario en función de la situación del elemento de separación:

1. **Inst/act:** Elementos de separación entre un recinto habitable y protegido del edificio y un recinto de instalaciones o de actividad.
2. **Otros recintos:** Elementos de separación verticales entre una unidad de uso y cualquier recinto habitable o protegido no perteneciente a una unidad de uso.

En colores se han marcado las condiciones mínimas de los forjados. Estas condiciones vienen impuestas para limitar las transmisiones indirectas.

En general todas las soluciones de ESV, exceptuando algunas[17], son válidas siempre que los forjados tengan al menos 300 kg/m² de masa por unidad de superficie. En colores, se han marcado aquellos ESV qué son válidos con forjados más ligeros. En algún caso, (forjados de m=250kg/m²) se han especificado además algunas condiciones para los suelos flotantes, que deben cumplirse para ese forjado, independientemente de lo especificado en la tabla 3.3 de ESH.

ESV Tipo 1



Componentes:

Eb: Elemento base de fábrica, hormigón, paneles prefabricados de hormigón, yeso, etc.

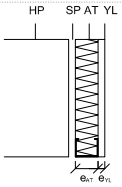
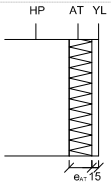
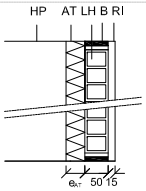
Tr: trasdosado - Véase tipos de trasdosados

Sf: Suelo flotante

F: Forjado

Ts: Techo suspendido

Tipos de trasdosados

TR01: Trasdosado autoportante	TR02: Trasdosado adherido	TR03: Trasdosado cerámico
		

HP: Elemento base
SP: espacio de separación de al menos 10 mm
AT: absorbente térmico
YL: Placa de Yeso laminado

LH: Ladrillo hueco
B: Banda elástica
RI: revestimiento interior: enlucido, enfoscado, etc.

Leyenda colores

inst/act	ESV entre un recinto de instalaciones o actividad y recintos protegidos o habitables del edificio
otros recintos	ESV entre una unidad de uso y cualquier otro recinto del edificio
	Soluciones no válidas
	Válida con forjados de m ≥ 175 kg/m²
	Sólo válida con forjados de m ≥ 250 kg/m² con un suelo flotante con $\Delta R_A \geq 4$ dBA
	Sólo válida con forjados de m ≥ 300 kg/m²
	Sólo válida con forjados de m ≥ 500 kg/m²

[17] Para aquellos forjados que limiten con recintos de actividad o instalaciones. (Véanse figuras 2.1.4.7, 2.1.4.8 y 2.1.4.9.)

Tabla 2.1.4.9. ESV tipo 1

Elemento base. Eb						Tipo de trasdosado. Tr en función de la tabiquería					
m	R_A	Descripción(1)				fábrica con apoyo en el forjado (en función de la situación del ESV)		Fábrica con bandas o fábrica apoyada en el suelo flotante (en función de la situación del ESV)		Entramado (en función de la situación del ESV)	
kg/m²	dBA	Tipo de hoja	Material(5)	Espesor(3) (mm)	enlucido	inst/act	otros recintos	inst/act	otros recintos	inst/act	otros recintos
67	33	Muy Ligera	LHGF	70	2 caras						TR01 No válida si acomete a fachadas de 1 hoja, ventilada o ligera no ventilada con hoja interior de fábrica
			LH	70	2 caras						
			LH	115	sin enlucir(2)						
			PES	100	enl 3 mm 2 caras						
120	38		LH	115	2 caras						TR01 No válida si acomete a fachadas de 1 hoja, ventilada o ligera no ventilada con hoja interior de fábrica
			LP	115	sin enlucir(2)						
			BC	140	2 caras						
			BH AD	80	2 caras						
150	41	Ligera	LP	115	2 caras		TR03 No válida si acomete a fachadas de 1 hoja, ventilada o ligera no ventilada con hoja interior de fábrica		TR03 No válida si acomete a fachadas de 1 hoja, ventilada o ligera no ventilada con hoja interior de fábrica		TR01
			BH AL – P	140	2 caras						
			LHO AD-P	110	2 caras						
			LHO AL-P	110	2 caras						
180	45	Medio	BC	190	2 caras		TR01 TR03		TR01 TR03	TR01	TR01
			BH AD	140	2 caras						
			BH AL – M	140	2 caras						
200	46		LP	240	2 caras		TR01 TR03		TR01 TR03	TR01	TR01
			BH AD	190	2 caras						
			BH AL-P	190-240	2 caras						
			BH AL-M	240	2 caras						
			H – AL	120	sin enlucir						
250	51	Pesada	BC	290	2 caras		TR01		TR01	TR01	TR01
			BH – AD	240	2 caras						
			BH AL-P	290	2 caras						
			H-AL	160	sin enlucir						
300	52	Muy pesada	BH AL - M	290	2 caras	TR01	TR01	TR01	TR01	TR01	TR01
			H	120	sin enlucir						
300(7)	55(7)		BH AD	290	2 caras		-		sin trasdosado(4)		sin trasdosado(4)
350	55		BH AD	290	2 caras	TR01	TR01	TR01	TR01	TR01	-
400	57		H	160	sin enlucir	TR01	TR01	TR01	TR01	TR01	-

º(1) Valores extraídos del CEC

(2) Pueden utilizarse fábricas sin enlucir. En estos casos es esencial que la fábrica esté bien ejecutada, es decir, que los tendeles y las llagas estén rellenos con mortero, pasta, etc., de tal forma que no existan zonas sin sellar que supongan una vía de transmisión del sonido.

(3) Para las fábricas de ladrillo/bloque cerámico, sólo se han tomado los valores mínimos del CEC.

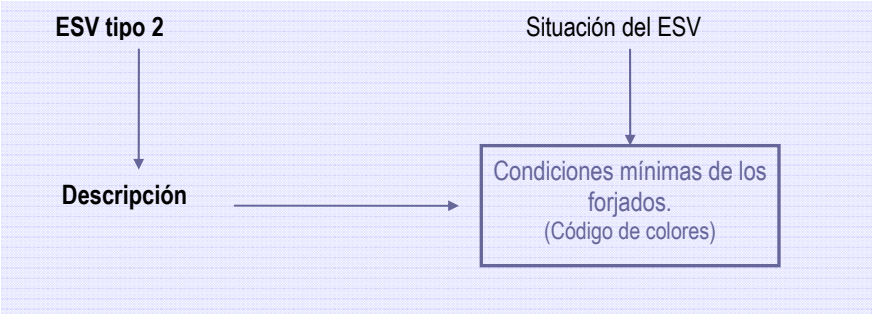
(4) Solución válida si se interponen bandas elásticas en el encuentro entre el ESV y la tabiquería que acomete al ESV.

(5) Leyenda:

LHGF	Ladrillo hueco gran formato
LH	Ladrillo hueco
LP	Ladrillo perforado o macizo
PES	Panel de yeso o escayola
BC	Bloque cerámico
BH AD	Bloque de hormigón de áridos densos
BH AL-P	Bloque perforado de hormigón de áridos ligeros
BH AL – M	Bloque macizo de hormigón de áridos ligeros
LHO AD-P	Ladrillo perforado de hormigón de áridos densos
LHO AL-P	Ladrillo perforado de hormigón de áridos ligeros
H – AL	Muro de hormigón de áridos ligeros
H	Muro de hormigón de áridos densos

2.1.4.3.3.4.2 Elementos de tipo 2 de la tabla 3.2

– Procedimiento de uso de la tabla 2.1.4.10:



Los ESV de tipo 2 están formados por dos hojas de fábrica. En la tabla se ha indicado la descripción ordenada de cada una de las capas que los componen. Descripción de la hoja 1, material en la cámara y descripción de la hoja 2.

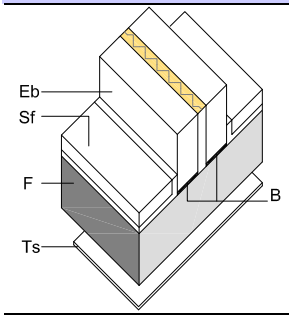
Con un aspa se han indicado las soluciones no válidas, con un código de colores se han indicado las soluciones válidas para:

1. Inst/act: Elementos de separación entre un recinto habitable y protegido del edificio y un recinto de instalaciones o de actividad.
2. Otros recintos: Elementos de separación verticales entre una unidad de uso y cualquier recinto habitable o protegido no perteneciente a una unidad de uso.

En colores se han marcado las condiciones mínimas de los forjados. Estas condiciones vienen impuestas para limitar las transmisiones indirectas.

Tabla 2.1.4.10. ESV tipo 2

ESV Tipo 2



Componentes:
Eb: Elemento base de 2 hojas de fábrica, etc.

Sf: Suelo flotante

F: Forjado

Ts: Techo suspendido

Leyenda colores	
inst/act	ESV entre un recinto de instalaciones o actividad y recintos protegidos o habitables del edificio
otros recintos	ESV entre una unidad de uso y cualquier otro recinto del edificio
	Soluciones no válidas
	Sólo válida con forjados de m ≥ 175 kg/m²
	Sólo válida con forjados de m ≥ 250 kg/m² con un suelo flotante con $\Delta R_A \geq 4$ dBA
	Sólo válida con forjados de m ≥ 300 kg/m²
	Sólo válida con forjados de m ≥ 500 kg/m²

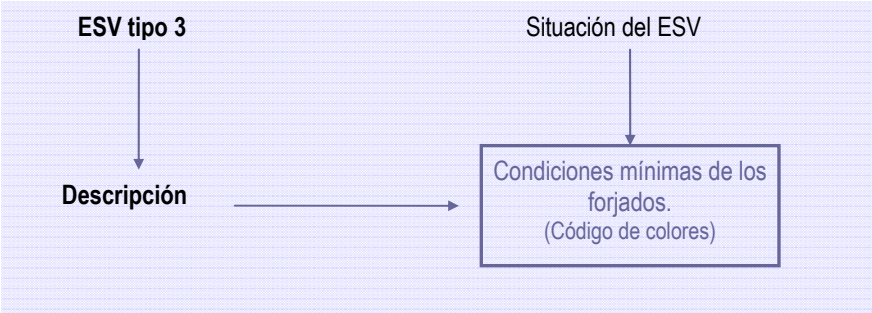
Elemento base. Eb								Situación del ESV	
m(2) kg/m²	R_A dBA	Descripción(1)(5)							
		Hoja 1		Cámara		Hoja 2			
		material	espesor (mm)	material	espesor (mm)	material	espesor (mm)	inst/act	otros recintos
130	54	LH(3)	70	LM	40	LH(3)	70		
		LHGF(3)	70	LM	40	LHGF(3)	70		
170	54	LP(4)	115	LM	40	LH(4)	50		
			115	LM	40	LHGF(4)	50		
		BC(4)	140	LM	40	LH(4)	50		
			140	LM	40	LHGF(4)	50		
200	61	LP(3)	115	LM	40	LH(3)	50		
			115	LM	40	LHGF(3)	50		
		BC(3)	140	LM	40	LH(3)	50		
			140	LM	40	LHGF(3)	50		

(1) Valores extraídos del CEC.
(2) Masa por unidad de superficie de las dos hojas, incluyendo sus enlucidos
(3) En estos casos se han tomado valores medios de m y R_A para las fábricas. El fabricante debe garantizar que los materiales suministrados cumplen con las características de masa mínima establecida en el DB HR.
(4) En estos casos se han tomado valores mínimos para las fábricas de ladrillo/bloque cerámico,
(5) Leyenda:

LHGF Ladrillo hueco gran formato
LH Ladrillo hueco
LP Ladrillo perforado o macizo
LM Lana mineral de resistividad al flujo del aire 5kPa·s/m²

2.1.4.3.3.4.3 Elementos de tipo 3 de la tabla 3.2

– Procedimiento de uso de la tabla 2.1.4.11:



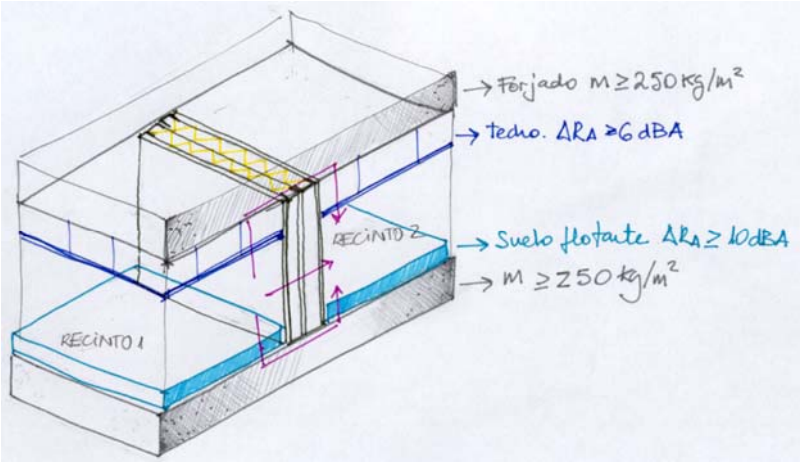
Los ESV de tipo 3 tienen doble perfilería. En la tabla se ha indicado la descripción ordenada de cada una de las capas que componen los ESV de tipo 3 según el número y espesor de las placas, el ancho de la perfilería y el material de relleno introducido en la cámara.

Con un aspa se han indicado las soluciones no válidas, con un código de colores se han indicado las soluciones válidas para:

1. Inst/act: Elementos de separación entre un recinto habitable y protegido del edificio y un recinto de instalaciones o de actividad.
2. Otros recintos: Elementos de separación verticales entre una unidad de uso y cualquier recinto habitable o protegido no perteneciente a una unidad de uso.

En colores se han marcado las condiciones mínimas de los forjados. Estas condiciones vienen impuestas para limitar las transmisiones indirectas.

En general, los ESV de tipo 3 pueden utilizarse con forjados de m ≥ 300 kg/m². Sin embargo, se han indicado las soluciones que son válidas para forjados de m = 250 kg/m². En este caso, pueden utilizarse estas soluciones en combinación con forjados de menor masa si se dispone de un suelo flotante y un techo en los recintos colindantes. (Véase figura 2.1.4.6, izquierda)
Por otro lado, pueden emplearse las soluciones de ESV definidas en la tabla entre recintos de instalaciones o de actividad y recintos protegidos y habitables. En estos casos es también necesario incluir un falso techo y un suelo flotante en los recintos colindantes. (Véase figura 2.1.4.6, derecha)
Independientemente de lo especificado en este apartado sobre los suelos flotantes y techos, los ESH deben cumplir lo especificado en la tabla 3.3.



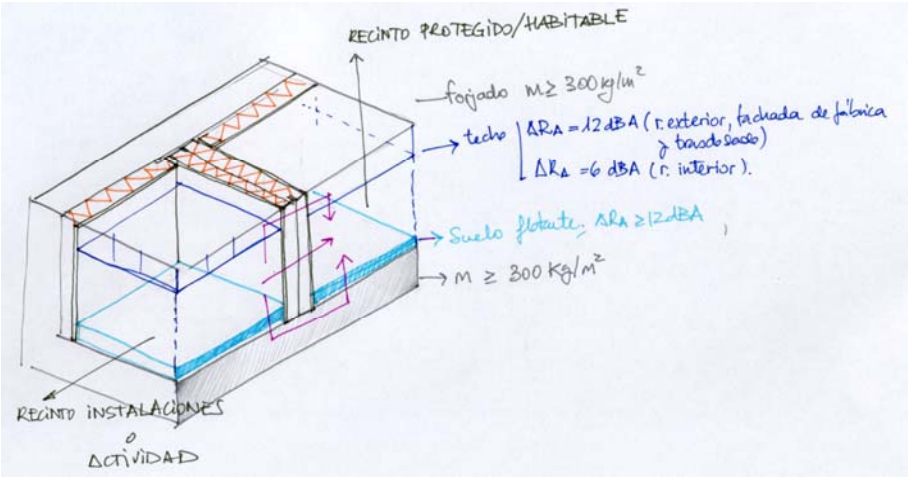
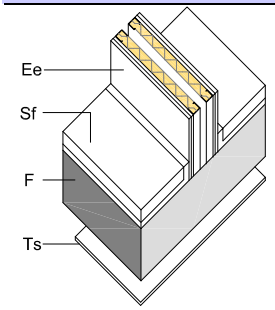


Figura 2.1.4.6: condiciones de los techos y suelos flotantes para la utilización de los elementos de separación verticales de tipo 3.

Tabla 2.1.4.11. ESV tipo 3

ESV Tipo 3



Componentes:
Eb: Elemento base de entramado metálico

Sf: Suelo flotante

F: Forjado

Ts: Techo suspendido

Leyenda colores

inst/act	ESV entre un recinto de instalaciones o actividad y recintos protegidos o habitables del edificio
otros recintos	ESV entre una unidad de uso y cualquier otro recinto del
	Soluciones no válidas
	Sólo válida con forjados de m ≥ 175 kg/m²
	Sólo válida con forjados de m 250 kg/m²
	Sólo válida con forjados de m ≥ 300 kg/m²
	Sólo válida con forjados de m ≥ 400 kg/m²
	Sólo válida con forjados de m ≥ 500 kg/m²

Elemento base. Eb									Situación ESV	
m kg/m²	R_A dBA	Descripción(1)(2)								
		Hoja 1			Placa intermedia	Hoja 2				
		número y espesor placas (mm)	espesor perfilería (mm)	material cámara	espesor (mm)	material cámara	espesor perfilería	número y espesor placas	inst/act	otros recintos
44	58	2x12,5	48	LM	CM 0,6mm(2)	LM	48	2x12,5		Suelo flotante con ΔR_A ≥ 10 dBA y techo suspendido con ΔR_A ≥ 6dBA
		2x12,5	48	LM	12,5	LM	48	2x12,5		
		2x12,5(2)	48	LM	-	LM	48	2x12,5		
52	64	2x12,5	70	LM	12,5	LM	70	2x12,5	Suelo con ΔR_A ≥ 6dBA Techo con ΔR_A ≥ 6dBA (recintos interiores) Techo con ΔR_A ≥ 12dBA (recintos exteriores, fachada pesada con hoja de entramado)	
		2x15	70	LM	15	LM	70	2x15		
		2x15(2)	70	LM	-	LM	70	2x15		
60	68									

(1) Valores extraídos del CEC.
(2) Solución válida si los perfiles no están arriostrados. Se recomiendan las soluciones de 5 placas, es decir, con placa intermedia, en lugar de las soluciones de 4 placas.
(2) Leyenda:
CM Chapa metálica
LM Lana mineral de resistividad al flujo del aire 5kPa·s/m²

2.1.4.3.4 Elementos de separación horizontales

En la opción simplificada, se elige el mismo elemento de separación horizontal para cada planta, excepto en aquellas zonas que donde los recintos protegidos o habitables limiten con recintos de instalaciones o de actividad, en las que el aislamiento acústico exigido es mayor.

Los elementos de separación horizontales que cumplen con las exigencias del código están formados por:

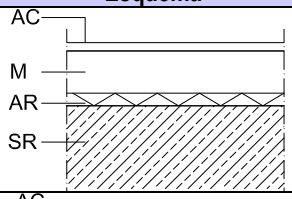
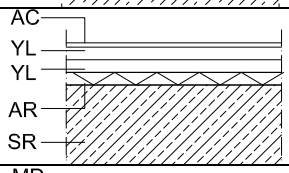
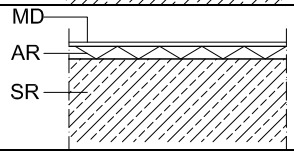
- El **soporte estructural**, ya sea un forjado o una losa.

- **Un suelo flotante**, que consiste un material aislante a ruido de impactos sobre el que se dispone una capa rígida. Este conjunto tiene el efecto de provocar una discontinuidad perpendicular a la dirección de recorrido de las ondas de vibración.

  En cuanto a los aislantes a ruido de impactos, suelen ser materiales elásticos y flexibles. Suelen utilizarse las lanas minerales, el polietileno reticulado o expandido, el poliestireno expandido elastificado, etc.

  Como capa rígida, suele disponerse de una capa de mortero de 40 o 50 mm de espesor. También pueden utilizarse los llamados suelos secos, que consisten en varias placas de yeso laminado dispuestas sobre el material aislante a ruido de impactos, como puede verse en la tabla siguiente:

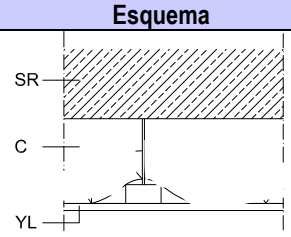
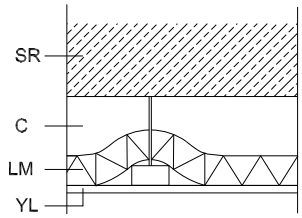
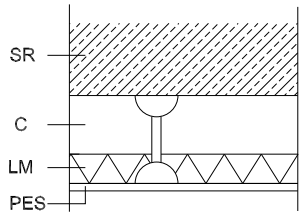
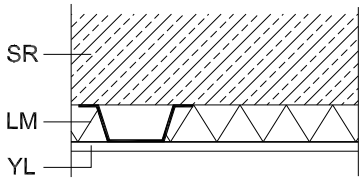
Tabla 2.1.4.11. Tipos de suelos flotantes

Código	Esquema	Comentarios
SF1		Suelo flotante de mortero de cemento. Buenas prestaciones tanto a ruido aéreo como a ruido de impactos. (Véase ficha SF-01)
SF2		Solera seca Buenas prestaciones a ruido de impactos. (Véase ficha SF-02)
SF3		Suelo flotante formado por una tarima flotante. Buenas prestaciones a ruido de impactos, su aislamiento a ruido aéreo es nulo.
Leyenda	SR: Soporte resistente: Forjado o losa AR: Material aislante a ruido de impactos: Por ejemplo: Lana mineral (LM), poliestireno expandido elastificado (EEPS), polietileno expandido (PE-E) o reticulado (PE-R). AC: Acabado del suelo: Gres, madera, etc. YL: Placa de yeso laminado MD: Tablero de madera de espesor mayor que 0,8 mm.	
Las prestaciones acústicas (ΔL_w y ΔR_A), así como los espesores del material aislante a ruido de impactos puede consultarse en el CEC.		

- **Un falso techo** en aquellos casos en los que el aislamiento requerido sea mayor, como es el caso de aquellos forjados que limitan con recintos de instalaciones o de actividad.
  El falso techo puede estar formado por una o varias placas de yeso laminado o de escayola, anclada al forjado mediante tirantes de acero, estopa, etc.

Para conseguir un mayor aislamiento acústico, en la cámara o plenun puede disponerse de un material absorbente acústico, tipo manta, que repose en el dorso de las placas y en la zona superior de la subestructura portante del techo.

Tabla 2.1.4.12. Tipos de techos suspendidos

Código	Esquema	Comentarios
T00		**Falso techo con placas de yeso laminado sin material absorbente en la cámara** Aislamiento acústico a ruido aéreo pobre Cámara de espesor mayor que 100 mm Espesor mínimo de las placas. 15mm o 2x12,5 mm Véase ficha T-01.
T01		**Falso techo con placas de yeso laminado y lana mineral en la cámara:** Buen aislamiento acústico a ruido aéreo. Cámara de espesor mayor que 150 mm Espesor mínimo de las placas. 15mm o 2x12,5 mm Espesor mínimo del material absorbente acústico, lana mineral: 50 mm Véase ficha T-01.
T02		**Falso techo con placas escayola y lana mineral en la cámara:** Buen aislamiento acústico a ruido aéreo. Cámara de espesor mayor que 120 mm Espesor mínimo del material absorbente acústico, lana mineral: 80 mm
T03		**Falso techo anclado al forjado sin cámara:** Aislamiento acústico a ruido aéreo pobre Espesor mínimo de las placas. 15mm o 2x12,5 mm .
Leyenda	SR: Soporte resistente: Forjado o losa C: Cámara LM: Material absorbente acústico, como lana mineral. YL: Placa de yeso laminado, espesor de al menos 15 mm o 2x12,5 mm, suspendida de tirantes metálicos PES: Placa de escayola suspendida mediante tirantes de estopa	
Las prestaciones acústicas (ΔL_w y ΔR_A), así como los espesores del material aislante a ruido de impactos puede consultarse en el CEC.		

Respecto a los elementos de separación horizontales, conviene matizar que las moquetas y las tarimas flotantes son elementos con un aislamiento acústico a ruido de impactos bastante bueno, sin embargo su aislamiento acústico a ruido aéreo es prácticamente nulo. Para cumplir las exigencias del DB HR, su uso se restringe a forjados o losas de hormigón de masas altas (m ≥ 400 – 500 kg/m^2) o a forjados en los que se utilice un falso techo para complementar el aislamiento acústico a ruido aéreo del forjado.

Las soluciones del DB HR son poco habituales en la edificación existente hasta la aprobación del DB HR. El aumento de las exigencias de aislamiento acústico, especialmente a ruido de impactos, supone utilizar suelos flotantes[18] en todas las plantas del edificio.

[18] Excepto en edificios que en sí mismos son una unidad de uso, tal como una vivienda unifamiliar.
La tabla 3.3 contiene elementos de separación horizontales que no requieren suelo flotante, aunque sí necesitan un dispositivo como una tarima o una moqueta que contribuya a la reducción del nivel de presión de ruido de impactos. En estos casos la masa y el índice R_A del forjado es suficiente para cumplir las exigencias de aislamiento acústico a ruido aéreo, pero es necesario algún elemento adicional que aporte los valores de ΔL_w necesarios para el cumplimiento de las exigencias de aislamiento acústico a ruido de impactos.

De forma general, en la opción simplificada, el suelo flotante se instala en toda la planta del edificio (Véase apartado 2.1.2.3.2. Ruido de impactos) **excepto en los tramos de escaleras**.

A pesar de que los recintos habitables no tienen exigencia de aislamiento acústico a ruido de impactos, éstos suelen ser colindantes con recintos protegidos de unidades de uso diferentes. Debe recordarse que la exigencia de aislamiento a ruido de impactos se aplica también a recintos colindantes horizontalmente y a recintos con una arista horizontal común. Es por eso, que los suelos flotantes deben instalarse incluso en aquellas plantas en las que las unidades de uso estén superpuestas a recintos del edificio que no necesiten protección frente al ruido de impactos, como por ejemplo, en las viviendas sobre soportales, sobre un garaje, etc.

En aquellas zonas que requieran un mayor aislamiento acústico (recintos de instalaciones o de actividad), se reforzará con un falso techo.

En el caso de que se proyecte un sistema de calefacción por suelo radiante, algunos fabricantes indican los valores de los datos necesarios para utilizar la tabla 3.3 y la I.1: Mejora de aislamiento a ruido aéreo, ΔR_A y reducción del nivel global de presión de ruido de impactos ΔL_w, de dicho sistema[19]. Si no se disponen de más datos, el suelo radiante puede instalarse por encima del material aislante a ruido de impactos.

Se recomienda que las tuberías de instalaciones se lleven por cámaras registrables, si es posible, como por ejemplo falsos techos. Aún así, los detalles de los encuentros entre el suelo flotante y las tuberías que discurran por él se encuentran en las ficha SF-01 y SF-2 del capítulo 3 de esta Guía.

Respecto a la utilización de la opción simplificada, deben emplearse:

a) La tabla 3.3 del DB HR (apartado 2.1.4.3.4.1), si el elemento de separación horizontal separa unidades de uso diferentes o un recinto de instalaciones o de actividad de recintos protegidos y habitables del edificio. (Véase tabla 2.1.4.14)
b) La tabla I.1, (apartado 2.1.4.3.4.2), si el elemento de separación horizontal no separa unidades de uso diferentes, pero éstas están separadas por elementos de separación verticales, como es el caso de viviendas unifamiliares adosadas con los forjados compartidos. (Véanse tablas 2.1.4.15 y 2.1.4.16)

2.1.4.3.4.1 Tabla 3.3 del DB HR

La tabla 3.3 del DB HR contiene los valores mínimos que debe cumplir cada uno de los parámetros acústicos que definen los elementos de separación horizontales.

La tabla 3.3 contiene una gran cantidad de soluciones posibles, sin embargo, debe tenerse en cuenta que algunas soluciones de **elementos de separación verticales** sólo son posibles cuando los forjados tienen una determinada masa o se proyecta un suelo flotante o falso techo con unas condiciones determinadas. Para utilizar la tabla 3.3, debe saberse las condiciones mínimas de los forjados expresadas en los apartados 2.1.4.3.4.1, 2.1.4.3.4.2 y 2.1.4.3.4.3.

Para utilizar la tabla 3.3 del DB HR se parte de los datos de **masa**[20] **por unidad de superficie** (kg/m^2) del forjado que se ha proyectado por motivos estructurales.

Los forjados con elementos de entrevigado cerámicos o de hormigón suelen tener masas por encima de los 300 kg/m^2. Los forjados aligerados con elementos de poliestireno expandido tienen valores de masa menores, a partir de 175 kg/m^2.

[19] Valores de ensayo acústico sobre una losa de referencia del sistema completo (las tuberías, capa de mortero de cemento y panel aislante portatubos) en laboratorio según las normas:
- UNE EN ISO 140-8:1998. Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos construcción. Parte 8: Medición en laboratorio de la reducción del ruido de impactos transmitido a través de los revestimientos de suelos sobre un forjado normalizado pesado. (ISO 140-8:1998)
- UNE EN ISO 140-16: 2007. Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 16: Medición en laboratorio de la mejora del índice de reducción acústica por un revestimiento complementario. (ISO 140-16:2006)

[20] Esta tabla es válida para forjados homogéneos, de tal forma que la masa garantiza un valor de R_A y de $L_{n,w}$

En función del tipo de tabiquería de los recintos del edificio, debe elegirse un suelo flotante y/o un techo suspendido que cumpla con los siguientes parámetros:

a) Para el suelo flotante:
   - ΔR_A, mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, en dBA.
   - ΔL_w, reducción del nivel global de presión de ruido de impactos, en dB.

   Los **suelos flotantes deben cumplir simultáneamente los valores de ΔR_A y ΔL_w.**

b) Para el techo suspendido:
   - ΔR_A, mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, en dBA.

Sobre los valores que deben cumplir los suelos flotantes, debe matizarse:

a) Los valores de ΔL_w deben cumplirse para satisfacer las exigencias de aislamiento acústico a ruido de impactos.
   Los suelos flotantes con el valor de ΔL_w requerido deben instalarse en el forjado que delimita superioramente una unidad de uso, y en el forjado de la misma unidad de uso[21].

   También deben instalarse en el forjado en el que un recinto de instalaciones o de actividad sea colindante vertical, horizontal o tenga una arista horizontal común con cualquier recinto habitable o protegido del edificio.

b) Además, para cumplir las exigencias de aislamiento acústico a ruido aéreo entre recintos, los suelos flotantes, deben cumplir los valores de ΔR_A especificados en la tabla 3.3 siempre que:
   - Se instalen sobre forjados que delimiten superior o inferiormente una unidad de uso y la separen de cualquier otro recinto del edificio.
   - Se instalen en forjados que separen un recinto de instalaciones o de actividad de cualquier recinto protegido o habitable del edificio.

En la tabla 3.3, las casillas sombreadas se refieren a elementos constructivos inadecuados. Las casillas con 0 significan que o bien, no se necesita falso techo o que el valor de ΔR_A del suelo flotante es 0.

Si existieran dos tipos diferentes de tabiquería, se elegiría aquellos valores de ΔR_A, y de ΔL_w más desfavorables. Si no hubiera elementos de tabiquería interior, puede elegirse cualquier forjado.

Además si la tabiquería es de entramado, deben consultarse las condiciones de compatibilidad de los elementos de separación horizontales con las fachadas, siempre que den a fachada.

Entre **paréntesis** figuran los valores que deben cumplir los elementos de separación horizontales entre recintos protegidos o habitables y un recinto de instalaciones o de actividad.

Tanto en la opción simplificada, como en la general, no se contempla la transmisión de ruido de impactos entre un recinto y otro recinto situado encima del emisor.

En los siguientes apartados aparecen ejemplos de utilización de las tablas. Independientemente de que se usen las tablas, puede alternativamente utilizarse las tablas 2.1.4.15, 2.1.4.16 y 2.1.4.17 en las que se ha incluido una definición más detallada de los elementos constructivos.

[21] Para verificar el cumplimiento de las exigencias de aislamiento acústico a ruido de impactos entre recintos colindantes y recintos con una arista horizontal común.

Tabla 2.1.4.13. Procedimiento de uso de la tabla 3.3 del DB HR

Elección del tipo de forjado.
Deben cumplirse los valores de m y R_A simultáneamente. Debe comprobarse cuál es la masa por unidad de superficie del canto proyectado por motivos estructurales.

2
Elección del Suelo flotante y el techo suspendido. Los valores de ΔR_A y ΔL_w se obtienen en función del tipo de tabiquería: fábrica, fábrica con bandas o entramado.

El suelo flotante debe cumplir los valores de ΔR_A y ΔL_w simultáneamente.
Si no es necesario un techo, el valor del mismo es 0.

En el ejemplo:
Para un forjado que separe dos viviendas y cuya masa sea m = 300 kg/m² y R_A=52 dBA, es necesario un suelo flotante que cumpla:
$\Delta R_A \geq 4$ dBA y $\Delta L_w \geq 16$dB,
siempre que la tabiquería sea de fábrica apoyada sobre el suelo flotante.

1. Elección del forjado Cumplimiento de m y R_A simultáneamente

2. Elección del Sf y Ts en función de la tabiquería

Forjado[1] (F)		Suelo flotante y techo suspendido (Sf) y (Ts) en función de la tabiquería									
		Tabiquería de fábrica o de *paneles prefabricados pesados* con apoyo directo en el forjado			Tabiquería de fábrica o de *paneles prefabricados pesados* con *bandas elásticas* o apoyada sobre el *suelo flotante*.			Tabiquería de *entramado autoportante*			
		Suelo flotante[2][3]		Techo suspendido[5]	*Suelo flotante*[2][3]		Techo suspendido[5]	*Suelo flotante*[2][3]		Techo suspendido[5]	Condiciones de la fachada[6]
m kg/m²	R_A dBA	ΔL_w dB	ΔR_A dBA	ΔR_A dBA	ΔL_w dB	ΔR_A dBA	ΔR_A dBA	ΔL_w dB	ΔR_A dBA	ΔR_A dBA	
250	49				22	0 2 9	10 5 0	21	0 2	2 0	2H
									0 2 9	9 5 0	1H
					(27)	(6) (9)	(15) (10)	(26)	(0) (2) (6) (9) (11)	(11) (9) (5) (2) (0)	2H
											1H
300[4]	52	18	3 8 9	15 5 4	16	0 2 4	4 1 0	16	0	0	2H
									0 2	2 0	1H
					(21)	(3) (7) (8) (9)	(15) (6) (5) (4)		(0) (2)	(5) (4)	2H
350[4]	54				(19)	(1) (4) (5) (8)	11 (5) (4) (2)		0 5	5 0	1H ó 2H
									(0)	(3)	
400[4]	57	14	0 2 9 5 2	2 0 2 5 15	12	0	0				
					(17)	(0) (4) (6) (10)[7]	(6) (1) (0) (0)[7]	(16)	(0) (1) (4) (6) (8) (9)[7]	(9) (7) (3) (1) (0) (0)[7]	1H
450	58	12	0 0 5	0 4 0	10	0	0	10	0	0	1H ó 2H
					(15)	(0) (3) (6)[7]	(3) (0) (0)[7]	(15)	(0) (4)[7]	(0) (0)[7]	2H
									(0) (3) (4) (7)[7]	(4) (2) (0) (0)[7]	1H

el suelo flotante debe cumplir los valores de ΔL_w y ΔR_A

el techo debe cumplir el valor de ΔR_A. Si ΔR_A=0, no hace falta falso techo.

Valores entre paréntesis, para elementos que separan recintos protegidos o habitables, de recintos de instalaciones o de actividad

Respecto a los recintos protegidos o habitables del edificio, los recintos de instalaciones o de actividad pueden situarse de las siguientes maneras:

a) **El recinto de instalaciones o de actividad está debajo de recintos protegidos y habitables**, como es el caso de los locales comerciales o salas de máquinas situados debajo de viviendas. En este caso, el elemento de separación horizontal debe tener un aislamiento acústico a ruido aéreo $D_{nT,A} \geq 55$ dBA, pero no es preciso proteger el recinto de instalaciones respecto al ruido de impactos procedente de la vivienda.

Puede elegirse la solución marcada en la figura, en la que el suelo flotante es el mismo que se ha utilizado para el resto del edificio ($\Delta L_w \geq 16$ dB y $\Delta R_A \geq 4$ dBA) y sólo es preciso aumentar el aislamiento acústico del elemento de separación con un techo suspendido que tenga un $\Delta R_A \geq$ 15 dBA.

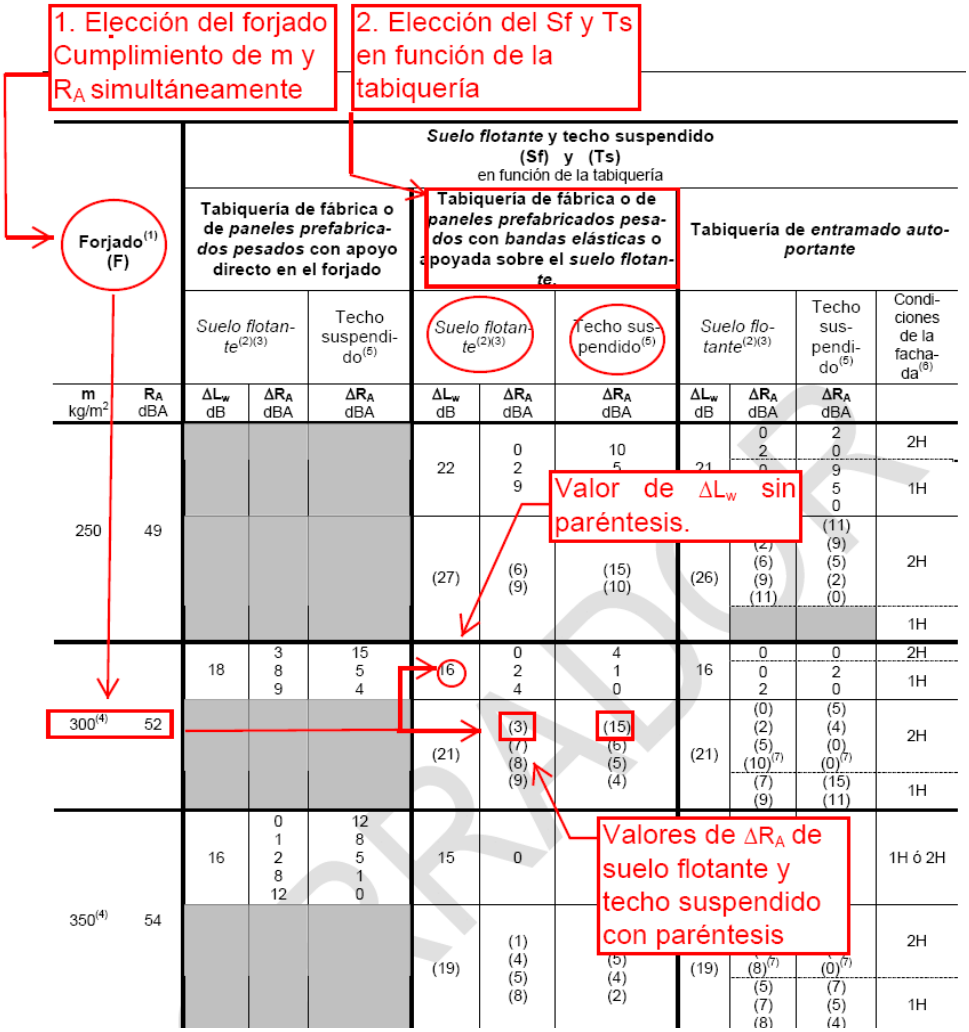


Figura 2.1.4.7. Procedimiento de uso de la tabla 3.3 cuando los recintos de instalaciones o de actividad están debajo de recintos protegidos y habitables

b) El recinto de instalaciones o de actividad está encima de recintos protegidos y habitables. En este caso, el elemento de separación horizontal debe tener un aislamiento acústico a ruido aéreo $D_{nT,A} \geq 55$ dBA y un aislamiento acústico a ruido de impactos $L'_{nT,w} \leq 60$ dBA, ya que en este caso, la unidad de uso, por ejemplo: una vivienda, debe estar protegida de los ruidos de impactos originados por el recinto que está encima de ella.

Debe elegirse la solución marcada en la figura, en la que el suelo flotante debe cumplir los valores: $\Delta L_w \geq 21$ dB y $\Delta R_A \geq 3$ dBA y el techo debe tener un aislamiento $\Delta R_A \geq 15$ dBA.

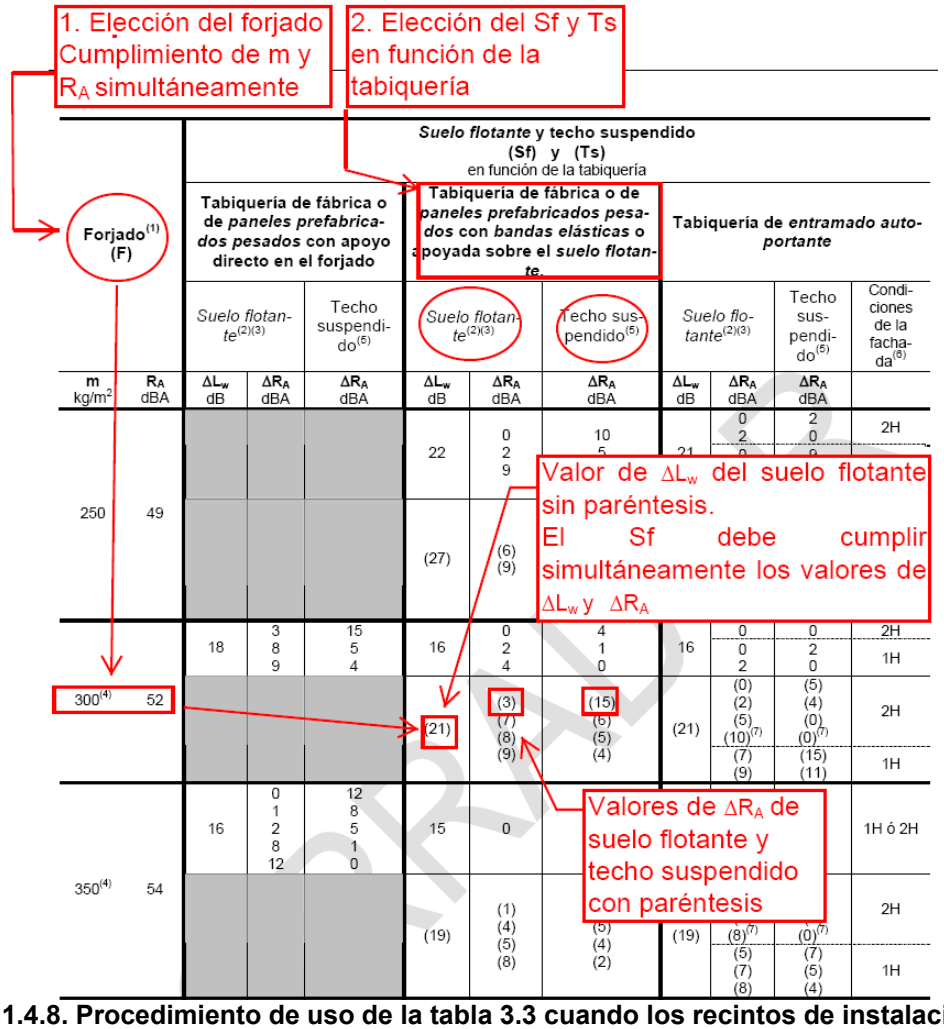


Figura 2.1.4.8. Procedimiento de uso de la tabla 3.3 cuando los recintos de instalaciones o de actividad están encima de recintos protegidos y habitables

c) **Para garaje:** Los garajes colectivos son recintos de actividad, por lo tanto la exigencia con respecto a otros recintos protegidos y habitables situados encima de los mismos es $D_{nT,A} \geq 55$ dBA. Deben elegirse valores de suelo flotante con paréntesis.
En los garajes suele ser inviable instalar un falso techo, por lo tanto el techo tiene un $\Delta R_A = 0$. El el suelo flotante, es en este caso, el elemento que debe aportar el aislamiento acústico suplementario al forjado que permita el cumplimiento de la exigencia $D_{nT,A} \geq 55$ dBA.

1. Elección del forjado Cumplimiento de m y R_A simultáneamente

2. Elección del Sf y Ts en función de la tabiquería

Forjado[1] (F)		*Suelo flotante* y techo suspendido (Sf) y (Ts) en función de la tabiquería									
		Tabiquería de fábrica o de *paneles prefabricados pesados* con apoyo directo en el forjado			Tabiquería de fábrica o de *paneles prefabricados pesados con bandas elásticas* o apoyada sobre el *suelo flotante*.			Tabiquería de *entramado autoportante*			
		Suelo flotante[2][3]		Techo suspendido[5]	*Suelo flotante*[2][3]		Techo suspendido[5]	*Suelo flotante*[2][3]		Techo suspendido[5]	Condiciones de la fachada[6]
m kg/m²	R_A dBA	ΔL_w dB	ΔR_A dBA	ΔR_A dBA	ΔL_w dB	ΔR_A dBA	ΔR_A dBA	ΔL_w dB	ΔR_A dBA	ΔR_A dBA	
250	49				22	0 2 9	10 5 0	21	0 2	2 0	2H
									0 2 9	9 5 0	1H
					(27)	(6) (9)	(15) (10)	(26)	(0) (2) (6) (9) (11)	(11) (9) (5) (2) (0)	2H
											1H
300[4]	52	18	3 8 9	15 5 4	16	0 2 4	4 1 0	16	0	0	2H
									0 2	2 0	1H
					(21)	(3) (7) (8) (9)	(15) (6) (5) (4)	(21)	(0) (2) (5) (10)[7]	(5) (4) (0) (0)[7]	2H
									(7) (9)	(15) (11)	1H
350[4]	54	16						14	0 0 5	0 5 0	1H ó 2H
						(8)	(2)	(19)	(0) (2) (3) (8)[7]	(3) (2) (0) (0)[7]	2H
									(5) (7) (8)	(7) (5) (4)	1H
400[4]	57	14	0 2 9 5 2	2 0 2 5 15	12	0	0			0	1H ó 2H
					(17)	(0) (4) (6) (10)[7]	(6) (1) (0) (0)[7]	(16)	(0) (5)[7]	(0) (0)[7]	2H
									(0) (1) (4) (6) (8) (9)[7]	(9) (7) (3) (1) (0) (0)[7]	1H
450	58	12	0 0 5	0 4 0	10	0					1H ó 2H
					(15)	(0) (3) (6)[7]					2H
									(4) (7)[7]	(0) (0)[7]	1H

Valor de ΔL_w del suelo flotante sin paréntesis.
El Sf debe cumplir simultáneamente los valores de ΔL_w y ΔR_A

Sin techo $\Delta R_A = 0$

Valores de ΔR_A de suelo flotante y techo suspendido con paréntesis

Figura 2.1.4.9. Procedimiento de uso de la tabla 3.3 para garajes

A continuación se incluye la tabla 3.3 del DB HR con sus notas

Tabla 2.1.4.14. Tabla 3.3 del DB HR. Parámetros acústicos de los componentes de los elementos de separación horizontales

Forjado[1] (F)		*Suelo flotante* y techo suspendido (Sf) y (Ts) en función de la tabiquería									
		Tabiquería de fábrica o de *paneles prefabricados pesados* con apoyo directo en el forjado			Tabiquería de fábrica o de *paneles prefabricados pesados* con *bandas elásticas* o apoyada sobre el *suelo flotante*.			Tabiquería de *entramado autoportante*			
		Suelo flotante[2][3]		Techo suspendido[5]	*Suelo flotante*[2][3]		Techo suspendido[5]	*Suelo flotante*[2][3]		Techo suspendido[5]	Condiciones de la fachada[6]
m kg/m²	R_A dBA	ΔL_w dB	ΔR_A dBA	ΔR_A dBA	ΔL_w dB	ΔR_A dBA	ΔR_A dBA	ΔL_w dB	ΔR_A dBA	ΔR_A dBA	
175	44				26	3 15	15 4	26	0 2 6 7 8	8 7 5 1 0	2H
									4 9 14 15 19	15 12 5 4 3	1H
								(31)	(4) (9) (14) (15) (17) (18)	(15) (10) (5) (4) (1) (0)	2H
											1H
200	45				25	2 8 15	15 5 2	24	0 2 4 6 7	7 6 5 1 0	2H
									2 9 15	15 5 2	1H
					(30)	(14) (15) (19)	(15) (14) (11)	(29)	(1) (2) (9) (11) (16)	(15) (14) (7) (5) (0)	2H
											1H
225	47				24	0 2 5 15 17	15 8 5 1 0	23	0 2 4	4 3 0	2H
									0 2 5 9 14 15	15 8 5 2 1 0	1H
					(29)	(9) (15) (19)	(15) (9) (7)	(28)	(0) (2) (8) (9) (12) (13)	(13) (11) (5) (4) (1) (0)	2H
											1H

Tabla 3.3. Parámetros acústicos de los componentes de los elementos de separación horizontales.

Forjado[1] (F)		***Suelo flotante* y techo suspendido (Sf) y (Ts)** en función de la tabiquería									
		Tabiquería de fábrica o de *paneles prefabricados pesados* con apoyo directo en el forjado			**Tabiquería de fábrica o de *paneles prefabricados pesados* con *bandas elásticas* o apoyada sobre el *suelo flotante*.**			**Tabiquería de *entramado autoportante***			
		Suelo flotante[2][3]		Techo suspendido[5]	*Suelo flotante*[2][3]		Techo suspendido[5]	*Suelo flotante*[2][3]		Techo suspendido[5]	Condiciones de la fachada[6]
m kg/m²	**R_A** dBA	**ΔL_w** dB	**ΔR_A** dBA	**ΔR_A** dBA	**ΔL_w** dB	**ΔR_A** dBA	**ΔR_A** dBA	**ΔL_w** dB	**ΔR_A** dBA	**ΔR_A** dBA	
250	49				22	0 2 9	10 5 0	21	0 2	2 0	2H
									0 2 9	9 5 0	1H
					(27)	(6) (9)	(15) (10)	(26)	(0) (2) (6) (9) (11)	(11) (9) (5) (2) (0)	2H
											1H
300[4]	52	18	3 8 9	15 5 4	16	0 2 4	4 1 0	16	0	0	2H
									0 2	2 0	1H
					(21)	(3) (7) (8) (9)	(15) (6) (5) (4)	(21)	(0) (2) (5) (10)[7]	(5) (4) (0) (0)[7]	2H
									(7) (9)	(15) (11)	1H
350[4]	54	16	0 1 2 8 12	12 8 5 1 0	15	0	0	14	0 0 5	0 5 0	1H ó 2H
					(19)	(1) (4) (5) (8)	(11) (5) (4) (2)	(19)	(0) (2) (3) (8)[7]	(3) (2) (0) (0)[7]	2H
									(5) (7) (8)	(7) (5) (4)	1H
400[4]	57	14	0 2 9 5 2	2 0 2 5 15	12	0	0	11	0	0	1H ó 2H
					(17)	(0) (4) (6) (10)[7]	(6) (1) (0) (0)[7]	(16)	(0) (5)[7]	(0) (0)[7]	2H
									(0) (1) (4) (6) (8) (9)[7]	(9) (7) (3) (1) (0) (0)[7]	1H
450	58	12	0 0 5	0 4 0	10	0	0	10	0	0	1H ó 2H
					(15)	(0) (3) (6)[7]	(3) (0) (0)[7]	(15)	(0) (4)[7]	(0) (0)[7]	2H
									(0) (3) (4) (7)[7]	(4) (2) (0) (0)[7]	1H
500	60	12	0	0(	10	0	0(	9	0	0(	1H ó 2H

	(17)	(4) (5)	(7) (5)	(15)	(0) (3)(7)	(0) (0)(7)	(14)	(0) (1)(7)	(0) (0)(7)	2H
								(0) (1) (3)(7)	(1) (0) (0)(7)	1H

(1) Los forjados deben cumplir simultáneamente los valores de masa por unidad de superficie, m y de índice global de reducción acústica ponderado A, R_A.

(2) Los *suelos flotantes* deben cumplir simultáneamente los valores de reducción del nivel global de presión de ruido de impactos, ΔL_w, y de mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, ΔR_A.

(3) Los valores de mejora del aislamiento a ruido aéreo, ΔR_A, y de reducción de ruido de impactos, ΔL_w, corresponden a un único *suelo flotante*; la adición de mejoras sucesivas, una sobre otra, en un mismo lado no garantiza la obtención de los valores de aislamiento.

(4) En el caso de forjados con piezas de entrevigado de poliestireno expandido (EPS), el valor de ΔL_w correspondiente debe incrementarse en 4dB.

(5) Los valores de mejora del aislamiento a ruido aéreo, ΔR_A, corresponden a un único techo suspendido; la adición de mejoras sucesivas, una bajo otra, en un mismo lado no garantiza la obtención de los valores de aislamiento.

(6) Para limitar las transmisiones por flancos, en el caso de la tabiquería de entramado autoportante, en la tabla 3.3 aparecen los símbolos:

a) 1H, para fachadas o *medianerías* de 1 hoja o fachadas ventiladas con la hoja interior de fábrica o de hormigón, que deben de cumplir;
   i. la masa por unidad de superficie, m, de la hoja de fábrica o de hormigón deber ser al menos 135kg/m^2;
   ii. el índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A, de la hoja de fábrica o de hormigón debe ser al menos 42dBA.

b) 2H, para fachadas o *medianerías* de dos hojas, que deben cumplir:
   i. para las fachadas pesadas no ventiladas con la hoja interior de *entramado autoportante*:
      1. la masa por unidad de superficie, m, de la hoja exterior deber ser al menos 145kg/m^2;
      2. el índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A, de la hoja exterior debe ser al menos 45dBA.
   ii. para las fachadas o *medianerías* ventiladas o ligeras no ventiladas, con la hoja interior de *entramado autoportante:*
      3. la masa por unidad de superficie, m, de la hoja interior deber ser al menos 26kg/m^2;
      4. el índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A, de la hoja interior debe ser al menos 43dBA;

Las soluciones para fachada de dos hojas también son aplicables en el caso de que los recintos sean interiores.

(7) Soluciones de elementos de separación horizontales específicas para el caso de garajes.

Tanto las fachadas de dos hojas pesadas ventiladas por el interior de la hoja principal, como las ligeras ventiladas con la hoja interior de entramado autoportante, se asimilan a las fachadas 2H (ii).

2.1.4.3.4.2 Elementos de separación horizontales de la tabla 3.3

Las siguientes tablas contienen una descripción de los componentes de los elementos constructivos horizontales que cumplen con la tabla 3.3 del DB HR.

Las tablas contienen una gran cantidad de soluciones posibles, sin embargo, debe tenerse en cuenta que algunas soluciones de **elementos de separación verticales** sólo son posibles cuando los forjados tienen una determinada masa o se proyecta un suelo flotante o falso techo con unas condiciones determinadas. Para utilizar la tabla 3.3, debe saberse las condiciones mínimas de los forjados expresadas en los apartados 2.1.4.3.4.1, 2.1.4.3.4.2 y 2.1.4.3.4.3.

Las tablas se estructuran en función de la tabiquería:

1 ESH, para tabiquería de fábrica con apoyo directo en el forjado
2 ESH, para tabiquería de fábrica con bandas o apoyada en el suelo flotante
   a. Para forjados con masa por unidad de superficie, m ≤ 250 kg/m^{2,} que generalmente son forjados con elementos de entrevigado (bovedillas o casetones) de poliestireno expandido.
   b. Para forjados con masa por unidad de superficie, m > 250 kg/m^2.
3 ESH, para tabiquería de entramado (si la fachada es de una hoja o ventilada con hoja interior de fábrica o de hormigón)
   a. Para forjados con masa por unidad de superficie, m ≤ 250 kg/m^{2,} que generalmente son forjados con elementos de entrevigado (bovedillas o casetones) de poliestireno expandido.
   b. Para forjados con masa por unidad de superficie, m > 250 kg/m^2.
4 ESH, para tabiquería de entramado (si la fachada es de dos hojas, ventilada o no, con hoja interior de entramado).
   a. Para forjados con masa por unidad de superficie, m ≤ 250 kg/m^{2,} que generalmente son forjados con elementos de entrevigado (bovedillas o casetones) de poliestireno expandido.
   b. Para forjados con masa por unidad de superficie, m > 250 kg/m^2.

En general, todos los suelos flotantes pueden usarse con cualquier tipo de forjado que cumpla con las especificaciones de m y R_A de la tabla. Sin embargo, en algunos casos se han indicado que no pueden usarse con forjados con elementos de entrevigado (bovedillas o casetones) de poliestireno expandido (EPS).

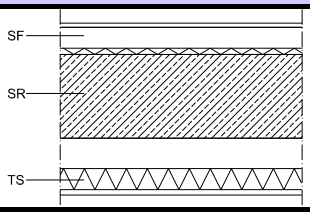
En cada tabla, se ha utilizado un código de colores para indicar la situación en la que pueden utilizarse cada tipo de forjado:

- En **blanco** y con la palabra **Otros**, se han marcado aquellos forjados que son válidos como elementos de separación entre una unidad de uso y cualquier otro recinto del edificio.
- En **amarillo** y con la palabra **Inst/Act**, se han marcado aquellos forjados que pueden utilizarse como elementos de separación entre recintos habitables o protegidos y recintos de instalaciones o de actividad.
- En **naranja** y también con la palabra **Inst/Act/garaje**, se han marcado aquellos forjados que pueden utilizarse como elementos de separación entre recintos habitables o protegidos y garajes, siempre que los garajes estén situados debajo de los recintos habitables y protegidos.

2.1.4.3.4.2.1 ESH, para tabiquería de fábrica con apoyo directo

Tabla 2.1.4.15. ESH para tabiquería de fábrica con apoyo directo

ESH	Para tabiquería de fábrica con apoyo en el forjado



SR: Soporte resistente: Forjado o losa
SF: suelo flotante
TS: Techo suspendido

Valores de la tabla 3.3						Descripción componentes					
Forjado(1)			Suelo flotante		Techo suspendido	Suelo flotante (Sf)			Techo suspendido (Ts)		
m kg/m²	R_A dBA	situación en el edificio	ΔL_w dB	ΔR_A dBA	ΔR_A dBA	Tipo(3)	Aislante a ruido de impactos AR Material	espesor (mm)	Placa Tipo	Material en al cámara: LM espesor (mm)	cámara espesor (mm)
300(4)	52	Otros	18	3	15	SF1	LM PE-E(4) EEPS(4)	≥12 ≥5 ≥20	PYL	≥50	≥150
						SF2	LM EEPS	≥20 ≥30	PYL	≥50	≥150
			18	8	5	SF1	LM	≥20	PYL PES	- 80	≥100 ≥120
			18	9	4	SF1					
		Inst/Act				No es válido este forjado para recintos de instalaciones o actividad, ni para garajes					
350(4)	54	Otros	16(3)	0	12	SF1 SF2	cualquiera	cualquiera	PYL	≥50	≥150
			16	1	8	SF1	LM PE-E EEPS	≥12 ≥5 ≥20	PYL PES	- 80	≥100 ≥120
						SF2	LM	≥12			
			16	2	5	SF1	LM PE-E EEPS	≥12 ≥5 ≥20	PYL PES	- 80	≥100 ≥120
			16	8	1	SF1	LM	≥20	PYL PES	- 80	≥100 ≥120
			16	12	0						
		Inst/Act				No es válido este forjado para recintos de instalaciones o actividad, ni para garajes					
400(4)	57	Otros	14	0	2	SF1 SF2 SF3(5)	cualquie-ra(7)	cualquiera(7)	cualquiera(7)		
			14	2	0	SF1	LM EEPS	≥12 ≥20	**Sin falso techo**		
			14	9 5 2	2 5 15						
		Inst/Act				No es válido este forjado para recintos de instalaciones o actividad, ni para garajes					
450	58		12	0	0	SF1 SF2 SF3(5)	cualquie-ra(7)	cualquiera(7)	**Sin falso techo**		
			12	0 5	4 0						
		Inst/Act				No es válido este forjado para recintos de instalaciones o actividad, ni para garajes					
500	60		12	0	0	SF1 SF2 SF3(5)	cualquie-ra(7)	cualquiera(7)	**Sin falso techo**		
		Ins/act(6)	(17)	(4) (5)	(7) (5)	SF1	LM	≥20	PYL PES	50 80	≥100 ≥120

(1) Los forjados deben cumplir simultáneamente los valores de masa por unidad de superficie, m y de índice global de reducción acústica ponderado A, R_A. Al tratarse de forjados homogéneos, el valor de masa garantiza el valor de R_A.

(2) Valores extraídos del CEC.

(3) Espesores mínimos del suelo:
Para el tipo SF1 el espesor mínimo de la capa de mortero es 50 mm. La tabla es aplicable a suelos con una capa de mortero de espesor mayor.
Para el tipo SF2, el espesor mínimo de las placas es 2x12,5 mm. La tabla es aplicable a suelos con mayor número de placas o mayor espesor de las mismas.
Para el SF3, el espesor mínimo es 0,8 mm. La tabla es aplicable a suelos de espesor mayor.

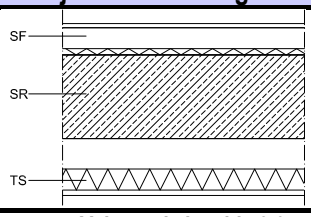
(4) Suelos flotantes no válidos para forjados con elementos de entrevigado de poliestireno expandido.
(5) Las soluciones de tipo SF3 son válidas también con moquetas, siempre que la moqueta tenga el mismo valor de reducción del nivel de presión de ruido de impactos, ΔLw, que el indicado en la tabla.
(6) En el caso de los suelos flotantes instalados en recintos de instalaciones o de actividad sólo se han considerado los suelos flotantes de tipo SF1, con mortero. De la misma manera en el caso de los techos suspendidos, sólo se han considerado aquellos techos suspendidos mediante tirantes metálicos. Según las especificaciones del apartado 3, los techos suspendidos deben instalarse con amortiguadores uqe eviten la transmisión de las bajas frecuencias, preferiblemente de acero.
(7) Cualquier solución de las especificadas en el CEC.

Leyenda

SF1	Suelo flotante de mortero de cemento
SF2	Solera seca
SF3	Suelo flotante formado por una tarima flotante.
LM	Lana mineral
EEPS	Poliestireno expandido elastificado
PE-E	Polietileno expandido
PE-R	Polietileno reticulado
PYL	Placa de yeso laminado, espesor de al menos 15 mm o 2x12,5 mm, suspendida de tirantes metálicos
PES	Placa de escayola suspendida mediante tirantes de estopa

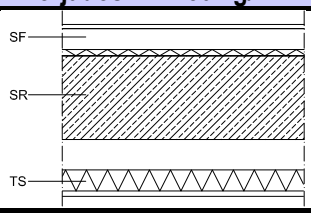
2.1.4.3.4.2.2 ESH, para tabiquería de fábrica con bandas elásticas o con apoyo en el suelo flotante

Tabla 2.1.4.16. ESH para tabiquería de fábrica con bandas elásticas o con apoyo en el suelo flotante

ESH Forjados m≤ 250 kg/m²	Para tabiquería de fábrica con bandas elásticas o con apoyo en el suelo flotante
	SR: Soporte resistente: Forjado o losa SF: suelo flotante TS: Techo suspendido

Valores de la tabla 3.3						Descripción componentes					
Forjado(1) (SR)			Suelo flotante(2)(3)		Techo suspendido(5)	Suelo flotante(2)(3)			Techo suspendido(5)		
m kg/m²	R_A dBA	situación en el edificio	ΔL_w dB	ΔR_A dBA	ΔR_A dBA	Tipo	Aislante a ruido de impactos AR Material	espesor (mm)	Placa Tipo	Material en al cámara: LM espesor (mm)	cámara espesor (mm)
175	44	Otros	26	3	15	SF1	LM PE EEPS	≥20 ≥10 ≥20	PYL	≥50	≥150
						SF2	LM	≥30	PYL	≥50	≥150
			26	15	4	SF1	EEPS	≥20	PYL	-	≥100
		Inst/Act				No es válido este forjado para recintos de instalaciones o actividad, ni para garajes					
200	45	Otros	25	2	15	SF1	LM EEPS	≥12 ≥20	PYL	≥50	≥150
						SF2	LM	≥30	PYL	≥50	≥150
			25	8	5	SF1	LM EEPS	≥12 ≥20	PYL	-	≥100
			25	15	2	SF1	EEPS	≥30	PYL	-	≥100
		Inst/Act	(30)	(14) (15) (19)	(15) (14) (11)	SF1	EEPS	≥40	PYL	≥50	≥150
225	47	Otros	24	0	15	SF1	LM EEPS	≥12 ≥20	PYL	≥50	≥150
						SF2	LM EEPS	≥30 ≥40	PYL	≥50	≥150
			24	2	8	SF1	LM EEPS	≥12 ≥20	PES PYL	80 ≥50	≥120 ≥150
						SF2	LM EEPS	≥30 ≥40			
			24	5	5	SF1	LM EEPS	≥12 ≥20	PYL	-	≥100
			24	15	1	SF1	EEPS	≥30	PYL	-	≥100
			24	17	0	SF1	EEPS	≥40	Sin falso techo		
		Inst/Act	(29)	(9)	(15)	SF1	LM EEPS	≥20 ≥40	PYL	≥50	≥150
			(29)	(15) (19)	(9) (7)	SF1	EEPS	≥40	PYL	≥50	≥150
250	49	Otros	22	0	10	SF1	LM EEPS	≥12 ≥20	PES PYL	80 ≥50	≥120 ≥150
			22	2	5	SF1	LM EEPS	≥12 ≥20	PYL	-	≥100
						SF2	LM EEPS	≥20 ≥30			
			22	9	0	SF1	LM EEPS	≥20 ≥20	Sin falso techo		
		Inst/Act	(27)	(6)	(15)	SF1	LM EEPS	≥12 ≥30	PYL	≥50	≥150
			(27)	(9)	(10)	SF1	LM EEPS	≥20 ≥30	PYL	≥50	≥150

ESH — Forjados m> 250 kg/m² — Para tabiquería de fábrica con bandas elásticas o con apoyo en el suelo flotante



SR: Soporte resistente: Forjado o losa
SF: suelo flotante
TS: Techo suspendido

Valores de la tabla 3.3						Descripción componentes					
Forjado[1] (SR)			Suelo flotante[2][3]		Techo suspendido[5]	Suelo flotante[2][3]			Techo suspendido[5]		
m kg/m²	R_A dBA	situación en el edificio	ΔL_w dB	ΔR_A dBA	ΔR_A dBA	Tipo	Aislante a ruido de impactos AR: Material	espesor (mm)	Placa: Tipo	Material en al cámara: LM: espesor (mm)	cámara: espesor (mm)
300	52	Otros	16	0	4	SF1 SF2	cualquie-ra[7]	cualquiera[7]	PYL	-	≥100
			16	2	1	SF1	LM PE-E PE-R EEPS	≥12 ≥5 ≥10 ≥20	PYL	-	≥100
						SF2	LM EEPS	≥12[4] ≥20[4]	PYL	-	≥100
			16	4	0	SF1	LM EEPS	≥12 ≥20	Sin falso techo		
		Inst/Act	(21)	(3) (7) (8) (9)	(15) (6) (5) (4)	SF1	LM EEPS	≥12 ≥20	PYL	≥50	≥150
350	54	Otros	15	0	0	SF1 SF2 SF3	cualquie-ra[7]	cualquiera[7]	Sin falso techo		
		Inst/Act	(19)	(1)	(11)	SF1	LM PE-E EEPS	≥12 ≥5 ≥20	PYL	≥50	≥150
				(4) (5) (8)	(5) (4) (2)	SF1	LM EEPS	≥12 ≥20	PYL	≥50	≥150
400	57	Otros	12	0	0	SF1 SF2 SF3	cualquie-ra[7]	cualquiera[7]	Sin falso techo		
		Inst/Act	(17)	(0)	(6)	SF1 SF2	cualquie-ra[7]	cualquiera[7]	PYL	≥50	≥150
			(17)	(4)	(1)	SF1	LM EEPS	≥12 ≥20	PYL	≥50	≥150
		Inst/Act/ garaje	(17) (17)	(6) (10)	(0) (0)	SF1	LM	≥20	Sin falso techo		
450	58	Otros	10	0	0	SF1 SF2 SF3	cualquie-ra[7]	cualquiera[7]	Sin falso techo		
		Inst/Act	(15)	(0)	(3)	SF1 SF2 SF3	cualquie-ra[7]	cualquiera[7]	PYL	≥50	≥150
		Inst/Act/ garaje	(15)	(3) (6)	(0) (0)	SF1	LM EEPS	≥30 ≥40	Sin falso techo		
500	60	Otros	10	0	0	SF1 SF2 SF3	cualquie-ra[7]	cualquiera[7]	Sin falso techo		
		Inst/Act	(15)	(0)	(0)	SF1 SF2 SF3	cualquie-ra[7]	cualquiera[7]	Sin falso techo		
		Inst/Act/ garaje	(15)	(3)	(0)	SF1	LM EEPS	≥12 ≥40	Sin falso techo		

(1) Los forjados deben cumplir simultáneamente los valores de masa por unidad de superficie, m y de índice global de reducción acústica ponderado A, R_A. Al tratarse de forjados homogéneos, el valor de masa garantiza el valor de R_A.

(2) Valores extraídos del CEC.

(3) Espesores mínimos del suelo:

Para el tipo SF1 el espesor mínimo de la capa de mortero es 50 mm. La tabla es aplicable a suelos con una capa de mortero de espesor mayor.

Para el tipo SF2, el espesor mínimo de las placas es 2x12,5 mm. La tabla es aplicable a suelos con mayor número de placas o mayor espesor de las mismas.

Para el SF3, el espesor mínimo es 0,8 mm. La tabla es aplicable a suelos de espesor mayor.

(4) Suelos flotantes no válidos para forjados con elementos de entrevigado de poliestireno expandido.

(5) Las soluciones de tipo SF3 son válidas también con moquetas, siempre que la moqueta tenga el mismo valor de reducción del nivel de presión de ruido de impactos, ΔL_w, que el indicado en la tabla.

(6) En el caso de los suelos flotantes instalados en recintos de instalaciones o de actividad sólo se han considerado los suelos flotantes de tipo SF1, con mortero. De la misma manera en el caso de los techos suspendidos, sólo se han considerado aquellos techos suspendidos mediante tirantes metálicos. Según las especificaciones del apartado 3, los techos suspendidos deben instalarse con amortiguadores que eviten la transmisión de las bajas frecuencias, preferiblemente de acero.

(7) Cualquier solución de las especificadas en el CEC.

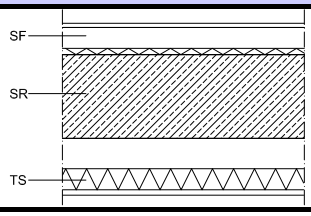
Leyenda

SF1	Suelo flotante de mortero de cemento
SF2	Solera seca
SF3	Suelo flotante formado por una tarima flotante.
LM	Lana mineral
EEPS	Poliestireno expandido elastificado
PE-E	Polietileno expandido
PE-R	Polietileno reticulado
PYL	Placa de yeso laminado, espesor de al menos 15 mm o 2x12,5 mm, suspendida de tirantes metálicos
PES	Placa de escayola suspendida mediante tirantes de estopa

2.1.4.3.4.2.3 ESH, para tabiquería de entramado

Tabla 2.1.4.17. ESH para tabiquería de entramado autoportante

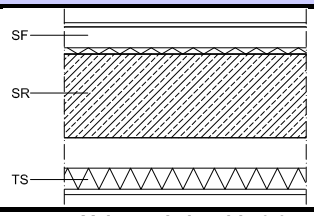
ESH Forjados m≤ 250 kg/m²	Para tabiquería de entramado (Cuando la fachada del recinto sea de 1 hoja o ventilada de fábrica o de hormigón)(*)



SR: Soporte resistente: Forjado o losa
SF: suelo flotante
TS: Techo suspendido

Valores de la tabla 3.3						Descripción componentes					
Forjado(1) (SR)			Suelo flotante(2)(3)		Techo suspendido(5)	Suelo flotante(2)(3)			Techo suspendido(5)		
m kg/m²	R_A dBA	situación en el edificio	ΔL_w dB	ΔR_A dBA	ΔR_A dBA	Tipo	Aislante a ruido de impactos AR Material	espesor (mm)	Placa Tipo	Material en al cámara: LM espesor (mm)	cámara espesor (mm)
175	44	Otros	26	4	15	SF1	LM EEPS	≥12 ≥20	PYL	≥50	≥150
						SF2	LM	≥30	PYL	≥50	≥150
			26	9	12	SF1	LM EEPS	≥12 ≥30	PYL	≥50	≥150
			26	14 15	5 4	SF1	EEPS	≥30	PYL	-	≥100
			26	19	3	SF1	EEPS	≥40	PYL	-	≥100
		Inst/Act				No es válido este forjado para recintos de instalaciones o actividad, ni para garajes					
200	45	Otros	24	2	15	SF1	LM EEPS	≥12 ≥20	PYL	≥50	≥150
						SF2	LM	≥30	PYL	≥50	≥150
			24	9	5	SF1	LM EEPS	≥12 ≥20	PYL	-	≥100
			24	15	2	SF1	EEPS	≥30	PYL	-	≥100
		Inst/Act				No es válido este forjado para recintos de instalaciones o actividad, ni para garajes					
225	47	Otros	23	0	15	SF1	LM EEPS	≥12 ≥20	PYL	≥50	≥150
						SF2	LM EEPS	≥30 ≥40	PYL	≥50	≥150
			23	2	8	SF1 SF2	LM EEPS LM	≥12 ≥20 ≥30	PES PYL	80 ≥50	≥120 ≥150
			23	5	5	SF1	LM EEPS	≥12 ≥20	PYL	-	≥100
						SF2	LM	≥30	PYL	-	≥100
			23	9	2	SF1	LM EEPS	≥12 ≥20	PYL	-	≥100
			23	14	1	SF1	EEPS	≥30	PYL	-	≥100
			23	15	0	SF1	EEPS	≥30	**Sin falso techo**		
		Inst/Act				No es válido este forjado para recintos de instalaciones o actividad, ni para garajes					
250	49	Otros	21	0	9	SF1	LM EEPS	≥12 ≥20	PES PYL	80 ≥50	≥120 ≥150
			21	2	5	SF1 SF2	LM EEPS LM EEPS	≥12 ≥20 ≥20 ≥30	PYL	-	≥100
			21	9	0	SF1	LM EEPS	≥20 ≥20	**Sin falso techo**		
		Inst/Act				No es válido este forjado para recintos de instalaciones o actividad, ni para garajes					

ESH Forjados m> 250 kg/m²	Para tabiquería de entramado (Cuando la fachada del recinto sea de 1 hoja o ventilada de fábrica o de hormigón) (*)



SR: Soporte resistente: Forjado o losa
SF: suelo flotante
TS: Techo suspendido

Valores de la tabla 3.3						Descripción componentes					
Forjado(1) (SR)			Suelo flotante(2)(3)		Techo suspendido(5)	Suelo flotante(2)(3)			Techo suspendido(5)		
m kg/m²	R_A dBA	situación en el edificio	ΔL_w dB	ΔR_A dBA	ΔR_A dBA	Tipo	Aislante a ruido de impactos AR Material	espesor (mm)	Placa Tipo	Material en al cámara: LM espesor (mm)	cámara espesor (mm)
300	52	Otros	16	0	2	SF1 SF2	cualquie-ra(7)	cualquiera(7)	cualquiera(7)		
			16	2	0	SF1 SF2	cualquie-ra(7) LM EEPS	cualquiera(7) ≥12(4) ≥20	**Sin falso techo**		
		Inst/Act	(21)	(7) (9)	(15) (11)	SF1	LM EEPS	≥12 ≥20	PYL	≥50	≥150
350	54	Otros	14	0	0	SF1 SF2 SF3	cualquie-ra(7)	cualquiera(7)	**Sin falso techo**		
			14	0	5	SF1 SF2 SF3	cualquie-ra(7)	cualquiera(7)	cualquiera(7)		
			14	5	0	SF1	LM EEPS	≥12 ≥20	**Sin falso techo**		
		Inst/Act	(19)	(5) (7) (8)	(7) (5) (4)	SF1	LM EEPS	≥12 ≥20	PYL	≥50	≥150
400	57	Otros	11	0	0	SF1 SF2 SF3	cualquie-ra(7)	cualquiera(7)	**Sin falso techo**		
		Inst/Act	(16)	(0)	(9)	SF1	cualquie-ra(7)	cualquiera(7)	PYL	≥50	≥150
		Inst/Act/ garaje	(16)	(8) (9)	(0) (0)						
450	58	Oros	10	0	0	SF1 SF2 SF3	cualquie-ra(7)	cualquiera(7)	**Sin falso techo**		
		Inst/Act	(15)	(0)	(4)	SF1	cualquie-ra(7)	cualquiera(7)	PYL	≥50	≥150
			(15)	(3)	(2)	SF1	LM EEPS	≥12 ≥20	PYL	≥50	≥150
		Inst/Act/ garaje	(15)	(4) (7)	(0) (0)	SF1	LM EEPS	≥12 ≥20	**Sin falso techo**		
500	60	Otros	9	0	0º	SF1 SF2 SF3	cualquie-ra(7)	cualquiera(7)	**Sin falso techo**		
		Inst/Act	(14)	(0)	(1)	SF1	cualquie-ra(7)	cualquiera(7)	PYL	≥50	≥150
		Inst/Act/ garaje	(14)	(1) (3)	(0) (0)	SF1	LM EEPS	≥12 ≥20	**Sin falso techo**		

(1) Los forjados deben cumplir simultáneamente los valores de masa por unidad de superficie, m y de índice global de reducción acústica ponderado A, R_A. Al tratarse de forjados homogéneos, el valor de masa garantiza el valor de R_A.

(2) Valores extraídos del CEC.

(3) Espesores mínimos del suelo:
Para el tipo SF1 el espesor mínimo de la capa de mortero es 50 mm. La tabla es aplicable a suelos con una capa de mortero de espesor mayor.
Para el tipo SF2, el espesor mínimo de las placas es 2x12,5 mm. La tabla es aplicable a suelos con mayor número de placas o mayor espesor de las mismas.

Para el SF3, el espesor mínimo es 0,8 mm. La tabla es aplicable a suelos de espesor mayor.

(4) Suelos flotantes no válidos para forjados con elementos de entrevigado de poliestireno expandido.

(5) Las soluciones de tipo SF3 son válidas también con moquetas, siempre que la moqueta tenga el mismo valor de reducción del nivel de presión de ruido de impactos, ΔLw, que el indicado en la tabla.

(6) En el caso de los suelos flotantes instalados en recintos de instalaciones o de actividad sólo se han considerado los suelos flotantes de tipo SF1, con mortero. De la misma manera en el caso de los techos suspendidos, sólo se han considerado aquellos techos suspendidos mediante tirantes metálicos. Según las especificaciones del apartado 3, los techos suspendidos deben instalarse con amortiguadores que eviten la transmisión de las bajas frecuencias, preferiblemente de acero.

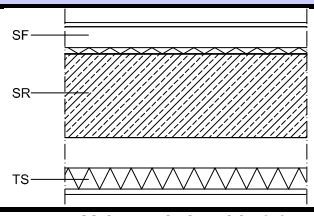
(7) Cualquier solución de las especificadas en el CEC.

(*) Para recintos interiores sin fachada, pueden utilizarse cualquiera de las opciones de fachada (una o dos hojas), siendo las más ajustadas las combinaciones hechas cuando la fachada del recinto sea de 2 hojas pesadas ventiladas por el interior de la hoja principal o ligeras, ventiladas o no ventiladas, con la hoja interior de entramado autoportante.

Leyenda

SF1	Suelo flotante de mortero de cemento
SF2	Solera seca
SF3	Suelo flotante formado por una tarima flotante.
LM	Lana mineral
EEPS	Poliestireno expandido elastificado
PE-E	Polietileno expandido
PE-R	Polietileno reticulado
PYL	Placa de yeso laminado, espesor de al menos 15 mm o 2x12,5 mm, suspendida de tirantes metálicos
PES	Placa de escayola suspendida mediante tirantes de estopa

ESH Forjados m≤ 250 kg/m²	Para tabiquería de entramado (Cuando la fachada del recinto sea de 2 hojas pesadas ventiladas por el interior de la hoja principal o ligeras, ventiladas o no ventiladas, con la hoja interior de entramado autoportante) (*)

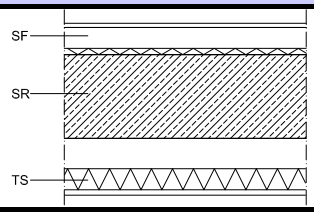


SR: Soporte resistente: Forjado o losa
SF: suelo flotante
TS: Techo suspendido

Valores de la tabla 3.3						Descripción componentes					
Forjado(1) (SR)			Suelo flotante(2)(3)		Techo suspendido(5)	Suelo flotante(2)(3)			Techo suspendido(5)		
m kg/m²	R_A dBA	situación en el edificio	ΔL_w dB	ΔR_A dBA	ΔR_A dBA	Tipo	Aislante a ruido de impactos AR Material	espesor (mm)	Placa Tipo	Material en al cámara: LM espesor (mm)	cámara espesor (mm)
175	44	Otros	26	0 2	8 7	SF1	LM EEPS	≥12 ≥20	PES PYL	80 ≥50	≥120 ≥150
						SF2	LM	≥30	PES PYL	80 ≥50	≥120 ≥150
			26	6 7	5 1	SF1	LM EEPS	≥12 ≥20	PYL	-	≥100
						SF2	LM	≥30			
			26	8	0	SF1	LM EEPS	≥12 ≥20	Sin falso techo		
		Inst/Act	(31)	(4) (9) (14) (15)	(15) (10) (5) (4)	SF1	LM	≥30	PYL	≥50	≥150
			(31)	(17)	(1)						
		Inst/Act/ garaje	26	(18)	(0)	SF1	EEPS	≥30	Sin falso techo		
200	45	Otros	24	0 2	7 6	SF1	LM EEPS	≥12 ≥20	PES PYL	80 ≥50	≥120 ≥150
						SF2	LM	≥30	PES PYL	80 ≥50	≥120 ≥150
			24	4 5	5 1	SF1	LM EEPS	≥12 ≥20	PYL	-	≥100
						SF2	LM	≥30	PYL	-	≥100
			24	7	0	SF1	LM EEPS	≥12 ≥20	Sin falso techo		
		Inst/Act	(29)	(1) (2) (9) (11)	(15) (14) (7) (5)	SF1	LM	≥20	PYL	≥50	≥150
							EEPS	≥40			
		Inst/Act/ garaje		(16)	(0)	SF1	EEPS	≥40	Sin falso techo		
225	47	Otros	23	0 2	4 3	SF1	LM EEPS	≥12 ≥20	PYL	≥50	≥150
						SF2	LM EEPS	≥20 ≥40	PYL	≥50	≥150
			23	4	0	SF1	LM EEPS	≥12 ≥20	Sin falso techo		
						SF2	LM EEPS	≥30 ≥40			
		Inst/Act	(28)	(0) (2) (8) (9)	(13) (11) (5) (4)	SF1	LM	≥20	PYL	≥50	≥150
							EEPS	≥30			
			(28)	(12)	(1)	SF1	EEPS	≥30	PYL	≥50	≥150
		Inst/Act/ garaje	(28)	(13)	(0)	SF1	EEPS	≥30	Sin falso techo		
250	49	Otros	21	0	2	SF1	LM	≥12	PYL	-	≥100

							EEPS	≥20			
						SF2	LM	≥20	PYL	-	≥100
							EEPS	≥40			
			21	2	0	SF1	LM	≥12	Sin falso techo		
							EEPS	≥20			
						SF2	LM	≥20			
							EEPS	≥40			
		Inst/Act	(26)	(0) (2) (6) (9)	(11) (9) (5) (2)	SF1	LM	≥20	PYL	≥50	≥150
							EEPS	≥30			
		Inst/Act/ garaje	(26)	(11)	(0)	SF1	EEPS	≥30	Sin falso techo		

ESH Forjados m> 250 kg/m²	Para tabiquería de entramado (Cuando la fachada del recinto sea de 2 hojas pesadas ventiladas por el interior de la hoja principal o ligeras, ventiladas o no ventiladas, con la hoja interior de entramado autoportante) (*)



SR: Soporte resistente: Forjado o losa
SF: suelo flotante
TS: Techo suspendido

Valores de la tabla 3.3						Descripción componentes					
Forjado(1) (SR)			Suelo flotante(2)(3)		Techo suspendido(5)	Suelo flotante(2)(3)			Techo suspendido(5)		
m kg/m²	R_A dBA	situación en el edificio	ΔL_w dB	ΔR_A dBA	ΔR_A dBA	Tipo	Aislante a ruido de impactos AR Material	espesor (mm)	Placa Tipo	Material en al cámara: LM espesor (mm)	cámara espesor (mm)
300	52	Otros	16	0	0	SF1 SF2	cualquie-ra(7)	cualquiera(7)	Sin falso techo		
		Inst/Act	(21)	(0) (2)	(5) (4)	SF1	LM EEPS	≥12 ≥20	PYL	≥50	≥150
			(21)	(5)	(0)	SF1	LM EEPS	≥12 ≥20	Sin falso techo		
		Inst/Act/ garaje	(21)	(10)	(0)	SF1	LM	≥20	Sin falso techo		
350	54	Otros	14	0	0	SF1 SF2 SF3(5)	cualquie-ra(7)	cualquiera(7)	Sin falso techo		
		Inst/Act	(19)	(0)	(3)	SF1	cualquie-ra(7)	cualquiera(7)	PYL	≥50	≥150
				(2)	(2)	SF1	LM PE-E(4) EEPS	≥12 ≥5 ≥20	PYL	≥50	≥150
			(19)	(3)	(0)	SF1	LM EEPS	≥12 ≥20	Sin falso techo		
		Inst/Act/ garaje	(19)	(10)	(0)						
400	57	Otros	11	0	0	SF1 SF2 SF3	cualquie-ra(7)	cualquiera(7)	Sin falso techo		
		Inst/Act	(16)	(0)	(0)	SF1	cualquie-ra(7)	cualquiera(7)	Sin falso techo		
		Inst/Act/ garaje	(16)	(5)	(0)	SF1	LM EEPS	≥12 ≥30	Sin falso techo		
450	58	Oros	10	0	0	SF1 SF2 SF3	cualquie-ra(7)	cualquiera(7)	Sin falso techo		
		Inst/Act	(15)	(0)	(0)	SF1	cualquie-ra(7)	cualquiera(7)	Sin falso techo		
		Inst/Act/ garaje	(15)	(4)	(0)	SF1	LM EEPS	≥12 ≥20	Sin falso techo		
500	60	Otros	9	0	0	SF1 SF2 SF3	cualquie-ra(7)	cualquiera(7)	Sin falso techo		
		Inst/Act	(14)	(0)	(0)	SF1	cualquie-ra(7)	cualquiera(7)	Sin falso techo		
		Inst/Act/ garaje	(14)	(1)	(0)	SF1	LM EEPS	≥12 ≥20	Sin falso techo		

(1) Los forjados deben cumplir simultáneamente los valores de masa por unidad de superficie, m y de índice global de reducción acústica ponderado A, R_A. Al tratarse de forjados homogéneos, el valor de masa garantiza el valor de R_A.
(2) Valores extraídos del CEC.
(3) Espesores mínimos del suelo:

Para el tipo SF1 el espesor mínimo de la capa de mortero es 50 mm. La tabla es aplicable a suelos con una capa de mortero de espesor mayor.
Para el tipo SF2, el espesor mínimo de las placas es 2x12,5 mm. La tabla es aplicable a suelos con mayor número de placas o mayor espesor de las mismas.
Para el SF3, el espesor mínimo es 0,8 mm. La tabla es aplicable a suelos de espesor mayor.

(4) Suelos flotantes no válidos para forjados con elementos de entrevigado de poliestireno expandido.

(5) Las soluciones de tipo SF3 son válidas también con moquetas, siempre que la moqueta tenga el mismo valor de reducción del nivel de presión de ruido de impactos, ΔLw, que el indicado en la tabla.

(6) En el caso de los suelos flotantes instalados en recintos de instalaciones o de actividad sólo se han considerado los suelos flotantes de tipo SF1, con mortero. De la misma manera en el caso de los techos suspendidos, sólo se han considerado aquellos techos suspendidos mediante tirantes metálicos. Según las especificaciones del apartado 3, los techos suspendidos deben instalarse con amortiguadores uqe eviten la transmisión de las bajas frecuencias, preferiblemente de acero.

(7) Cualquier solución de las especificadas en el CEC.

(*) Para recintos interiores sin fachada, pueden utilizarse cualquiera de las opciones de fachada (una o dos hojas), siendo las más ajustadas las combinaciones hechas cuando la fachada del recinto sea de 2 hojas pesadas ventiladas por el interior de la hoja principal o ligeras, ventiladas o no ventiladas, con la hoja interior de entramado autoportante.

Leyenda

SF1	Suelo flotante de mortero de cemento
SF2	Solera seca
SF3	Suelo flotante formado por una tarima flotante.
LM	Lana mineral
EEPS	Poliestireno expandido elastificado
PE-E	Polietileno expandido
PE-R	Polietileno reticulado
PYL	Placa de yeso laminado, espesor de al menos 15 mm o 2x12,5 mm, suspendida de tirantes metálicos
PES	Placa de escayola suspendida mediante tirantes de estopa

2.1.4.3.4.3 Tabla I.1 del Anejo I

La tabla I.1 del DB HR contiene los valores mínimos que debe cumplir cada uno de los parámetros acústicos que definen los elementos de separación horizontales, cuando varias unidades de uso estén separadas del resto del edificio por elementos de separación verticales, pero no por elementos de separación horizontales. Es decir, cuando los forjados deban cumplir con los valores límite de aislamiento acústico a ruido de impactos para recintos colindantes horizontalmente y con una arista horizontal común, pero no tengan que cumplir los valores de aislamiento acústico a ruido aéreo. El ejemplo más claro de esta circunstancia es la **vivienda unifamiliar adosada** en la que los forjados o losas que forman la estructura horizontal son compartidos por las viviendas, sin existir entre vivienda y vivienda una junta estructural.

En tal circunstancia, para cumplir con los valores límite de aislamiento acústico a ruido de impactos es necesario dotar a cada unidad de uso de un suelo flotante, cuyos parámetros están recogidos en la tabla I.1 del DB HR. El procedimiento de utilización dicha tabla es análogo al descrito en el apartado 2.1.4.3.4.1 para la tabla 3.3 del DB HR.

Para utilizar la tabla I.1 del DB HR se parte de los datos de **masa**[22] **por unidad de superficie** (kg/m^2) del forjado que se ha proyectado por motivos estructurales.

Los forjados con elementos de entrevigado cerámicos o de hormigón suelen tener masas por encima de los 300 kg/m^2. Los forjados aligerados con elementos de poliestireno expandido tienen valores de masa menores, a partir de 175 kg/m^2. Los forjados recogidos en la tabla I.1 están comprendidos entre 175 y 300 kg/m^2. Para los forjados de masa por unidad de superficie mayor que 300 kg/m^2, puede proyectarse un suelo flotante de características similares al especificado para forjados de masa por unidad de superficie mayor que 300 kg/m^2

En este caso, en función del tipo de elemento de separación vertical (véase apartado 2.1.4.3.3) proyectado entre las unidades de uso, debe elegirse un suelo flotante simultáneamente con los siguientes parámetros:

a) ΔR_A, mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, en dBA.
b) ΔL_w, mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, en dBA.

[22] Esta tabla es válida para forjados homogéneos, de tal forma que la masa garantiza un valor de R_A y de $L_{n,w}$

A continuación se reproduce la tabla I.1 con sus notas a pie de tabla del DB HR.

Tabla 2.1.4.18. Tabla I.1 del DB HR. Parámetros de los componentes de los elementos de separación horizontales, cuando las unidades de uso comparten estructura horizontal.

Forjado[1] (F)		***Suelo flotante*[2][3] (Sf)** en función del elemento de separación vertical					
		Elemento de separación vertical de tipo 1		Elemento de separación vertical de tipo 2		Elemento de separación vertical de tipo 3	
m kg/m²	**R_A** dBA	**ΔL_w** dB	**ΔR_A** dBA	**ΔL_w** dB	**ΔR_A** dBA	**ΔL_w** dB	**ΔR_A** dBA
175	44	14	10	22	10	23	10
200	45	13	10	20	10	21	10
225	47	13	10	19	10	20	10
250[4]	49	8	10	13	10	14	10
≥300[4]	52	9	0	11	0	12	0

(1) Los forjados deben cumplir simultáneamente los valores de masa por unidad de superficie, m y de índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A..

(2) Los *suelos flotantes* deben cumplir simultáneamente los valores de reducción del nivel global de presión de ruido de impactos, ΔL_w, y de mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, ΔR_A.

(3) Los valores de mejora del aislamiento a ruido aéreo, ΔR_A, y de reducción de ruido de impactos, ΔL_w, corresponden a un único *suelo flotante*; la adición de mejoras sucesivas, una sobre otra, en un mismo lado no garantiza la obtención de los valores de aislamiento.

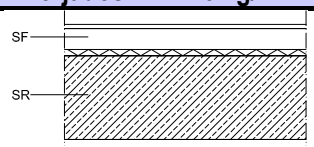
(4) En el caso de forjados con piezas de entrevigado de poliestireno expandido (EPS), este valor de ΔL_w debe incrementarse en 4dB.

En el caso de que varias unidades de uso sean colindantes con recintos de instalaciones o de actividad, por ejemplo, el caso de varias viviendas unifamiliares adosadas con un garaje colectivo común, el elemento de separación vertical debe cumplir las especificaciones de la tabla 3.3 del DB HR (apartado 2.1.4.3.4.1 y sucesivos)

2.1.4.3.4.3.1 Elementos de separación horizontales de la tabla I.1

La tabla 2.1.4.19 muestra la descripción de los componentes de los elementos de separación horizontales que deben emplearse cuando varias unidades de uso estén separadas del resto del edificio por elementos de separación verticales, pero no por elementos de separación verticales y además la estructura horizontal sea continua. El caso más representativo es el de la vivienda unifamiliar adosada.

Tabla 2.1.4.19. elementos de separación horizontales de la tabla I.1.

ESH Forjados m≥ 175 kg/m²					**(Para todos los ESV)**		
					SR: Soporte resistente: Forjado o losa SF: suelo flotante		
Valores de la tabla 3.3					**Descripción componentes**		
Forjado[1] (SR)			**Suelo flotante[2][3] (SF)**		**Suelo flotante[2][3]**		
m kg/m²	R_A dBA	situación en el edificio	ΔL_w dB	ΔR_A dBA	Tipo	Aislante a ruido de impactos AR Material	espesor (mm)
175 - 250	44 - 49	Otros	23 - 8	10	SF1	LM EEPS	≥12 ≥20
≥300	≥52	Otros	12- 9	0	SF1 SF2 SF3[4]	cualquiera[5]	cualquiera[5]

(1) Los forjados deben cumplir simultáneamente los valores de masa por unidad de superficie, m y de índice global de reducción acústica ponderado A, R_A. Al tratarse de forjados homogéneos, el valor de masa garantiza el valor de R_A.

(2) Valores extraídos del CEC.

(3) Espesores mínimos del suelo:
Para el tipo SF1 el espesor mínimo de la capa de mortero es 50 mm. La tabla es aplicable a suelos con una capa de mortero de espesor mayor.

Para el tipo SF2, el espesor mínimo de las placas es 2x12,5 mm. La tabla es aplicable a suelos con mayor número de placas o mayor espesor de las mismas.

Para el SF3, el espesor mínimo es 0,8 mm. La tabla es aplicable a suelos de espesor mayor.

((4) Las soluciones de tipo SF3 son válidas también con moquetas, siempre que la moqueta tenga el mismo valor de reducción del nivel de presión de ruido de impactos, ΔLw, que el indicado en la tabla.

(5) Cualquier solución de las especificadas en el CEC.

Leyenda

SF1	Suelo flotante de mortero de cemento
SF2	Solera seca
SF3	Suelo flotante formado por una tarima flotante.
LM	Lana mineral
EEPS	Poliestireno expandido elastificado
PE-E	Polietileno expandido
PE-R	Polietileno reticulado
PYL	Placa de yeso laminado, espesor de al menos 15 mm o 2x12,5 mm, suspendida de tirantes metálicos
PES	Placa de escayola suspendida mediante tirantes de estopa

2.1.4.4 Ruido exterior: Fachadas, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior

2.1.4.4.1 Tabla 3.4 del DB HR

La tabla 3.4 del DB HR contiene los valores mínimos del índice global de reducción acústica para ruido de tráfico, $R_{A,tr}$[23], que deben cumplir los huecos y la parte ciega de la fachada, la cubierta o el suelo en contacto con el aire exterior.

Para utilizar la tabla 3.4, es necesario conocer previamente los niveles límite exigidos, según se obtienen en el apartado 2.1.2.4 del Paso 2. Zonificación y exigencias.

En la tabla, para cada nivel de $D_{2m,nT,Atr}$ exigido hay dos casillas para que indican el valor mínimo de $R_{A,tr}$ de la parte ciega:

- La primera casilla "Parte ciega 100%", que se utiliza para fachadas, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior ciegos, es decir, sin huecos.
- La segunda casilla "Parte ≠ ciega 100%", que da tres opciones de valores de $R_{A,tr}$ que debe cumplir la parte ciega cuando la fachada tiene huecos.

Por hueco, se considera la ventana o lucernario, incluidos la caja de persiana y el aireador si estuvieran integrados en la misma.
El valor de $R_{A,tr}$ que deben cumplir los huecos varía en función del porcentaje de huecos expresado como la relación entre la superficie de huecos y la superficie total **de la fachada vista desde el interior de cada recinto protegido.**

En el caso de que la fachada del **recinto protegido fuera en esquina o tuviera quiebros**, el porcentaje de huecos se determina en función de la superficie total de todo el perímetro de la fachada vista desde el interior del recinto.

Al contabilizar el porcentaje de huecos desde el interior de cada recinto, pueden elegirse ventanas con diferente índice de aislamiento $R_{A,tr}$, en prácticamente cada recinto de dimensiones diferentes de un edificio.

Por ejemplo: En el caso de un edificio de viviendas, el porcentaje de huecos en un salón puede superar el 60%, sin embargo el porcentaje de huecos en un dormitorio es del 30%.

Para evitar la multiplicidad de ventanas con distinto aislamiento acústico en un edificio, puede seleccinarse el caso más desfavorable, que es:

- El recinto más expuesto al ruido, es decir, con un índice de ruido día, L_d, mayor.
- El recinto de mayor porcentaje de huecos
- El recinto que tenga unas mayores exigencias de aislamiento acústico.
    - En edificios de uso residencial y hospitalario, los dormitorios.
    - En edificios de uso Cultural, sanitario, docente, administrativo, las estancias.

Los valores de ventanas y capialzados pueden consultarse en el Catálogo de Elementos Constructivos.

Respecto a los valores de $R_{A,tr}$ del hueco exigido en la tabla 3.4, debe matizarse:

- El valor de la tabla caracteriza al conjunto de ventana, caja de persiana y aireador, si lo hubiera.
- En la documentación técnica de fabricantes, las cajas de persiana pueden caracterizarse independientemente o conjuntamente con la ventana. Para las ventanas industrializadas que se

[23] Conviene recordar que en la tabla 3.4 del DB HR el índice exigido es el índice R_{Atr} para ruido de tráfico y no el R_A, utilizado para ruido aéreo en el resto de tablas de la opción simplificada. Para una misma solución de fachada, el aislamiento acústico expresado como $R_{A,tr}$ puede ser incluso siete u ocho decibelios menor que el aislamiento expresado como R_A. Véase apartado 1.4.1.3 de la Guía.

fabrican conjuntamente con el capialzado (conocidos comercialmente como sistema monobloc), se utilizan los valores de $R_{A,tr}$ del conjunto ventana + caja de persiana.
En el CEC se caracterizan por separado las ventanas y las cajas de persiana. Para hallar el R_{Atr} del conjunto es necesario realizar los cálculos del aislamiento mixto según el anejo G del DB HR.

El aislamiento acústico de un elemento mixto, tal como una ventana con una caja de persiana incorporada, puede estimarse mediante la siguiente formula:

$$R_{A,tr} = -10 \cdot \lg\left(\frac{S_v \cdot 10^{-0,1 \cdot R_{v,Atr}} + S_c \cdot 10^{-0,1 \cdot R_{c,Atr}}}{S}\right) \quad [dBA]$$

donde

$R_{A,tr}$ índice global de reducción acústica, para ruido de tráfico del conjunto formado por la ventana y la caja de persiana,
$R_{v,A,tr}$ índice global de reducción acústica, para ruido de tráfico de la ventana, [dBA];
$R_{c,A,tr}$ índice global de reducción acústica, para ruido de tráfico de la caja de persiana, [dBA];
S área total del conjunto ventana + caja de persiana [m^2];
S_v área de la ventana, [m^2];
S_c área de la caja de persiana, [m^2];

Cuando se dispongan de valores de $R_{A,tr}$ de la caja de persiana y de la ventana, pueden tomarse los siguientes valores de R_{Atr} para el conjunto de ventana y la caja de persiana.

Tabla 2.1.4.20. Valores de la ventana junto con la caja de persiana

$R_{A,tr}$ de la ventana (dBA)	R_{Atr} caja de persiana (dBA)	$R_{A,tr}$ total (dBA)
27	25	26
29		28
30		28
31		29
32		30
27	30	27
29		29
30		30
31		30
32		31

Valores válidos para ventanas desde 80 cm^2 a 8 m^2 de superficie y cajas de persiana de hasta 0,25 m de altura.

- Los aireadores son elementos industrializados y con diseños específicos de cada fabricante que, por esta razón, no están recogidos en el Catálogo de Elementos Constructivos. Frecuentemente se caracterizan con el índice $D_{ne,A,tr}$, que es independiente de la superficie de huecos.
Los aireadores suelen incorporar un cierre regulable desde el interior del edificio y los valores de $D_{ne,A,tr}$ de los aireadores en la posición cerrada son mayores que en la posición abierta.
Para **aplicar la tabla 3.4 del DB HR puede tomarse el valor del aireador en posición cerrada**.
Si la ventana cuenta con un aireador:
  - Puede utilizarse el valor del aislamiento del conjunto, (la ventana y el aireador) expresado como $R_{A,tr}$ y aportado por el fabricante. El aireador puede estar cerrado.
  - Puede emplearse la expresión del aislamiento mixto (Anejo G del DB HR) si se disponen de valores de aislamiento de cada uno de los componentes del hueco.

Si por el contrario, la fachada cuenta con un aireador no incorporado en la ventana, debe utilizarse el método general de cálculo o de forma conservadora, puede utilizarse la tabla 3.4 del DB HR, siempre que el **aireador ($D_{ne,Atr}$)** cumpla con los **valores de $R_{A,tr}$ de la parte ciega**.

Tabla 2.1.4.21. Tabla 3.4 del DB HR. Parámetros acústicos de fachadas, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior de recintos protegidos

Nivel límite exigido (Tabla 2.1) $D_{2m,nT,Atr}$ dBA	**Parte ciega (1) 100 %** $R_{A,tr}$ dBA	**Parte ciega (1) ≠ 100 %** $R_{A,tr}$ dBA	**Huecos** **Porcentaje de huecos** $R_{A,tr}$ del hueco dBA				
			Hasta 15 %	**De 16 a 30%**	**De 31 a 60%**	**De 61 a 80%**	**De 81 a 100%**
$D_{2m,nT,Atr}$ = 30	33	35	26	29	31	32	33
		40	25	28	30	31	
		45	25	28	30	31	
$D_{2m,nT,Atr}$ = 32	35	35	30	32	34	34	35
		40	27	30	32	34	
		45	26	29	32	33	
$D_{2m,nT,Atr}$ = 34(1)	36	40	30	33	35	36	36
		45	29	32	34	36	
		50	28	31	34	35	
$D_{2m,nT,Atr}$ = 36(1)	38	40	33	35	37	38	38
		45	31	34	36	37	
		50	30	33	36	37	
$D_{2m,nT,Atr}$ = 37	39	40	35	37	39	39	39
		45	32	35	37	38	
		50	31	34	37	38	
$D_{2m,nT,Atr}$ = 41(1)	43	45	39	40	42	43	43
		50	36	39	41	42	
		55	35	38	41	42	
$D_{2m,nT,Atr}$ = 42	44	50	37	40	42	43	44
		55	36	39	42	43	
		60	36	39	42	43	
$D_{2m,nT,Atr}$ = 46(1)	48	50	43	45	47	48	48
		55	41	44	46	47	
		60	40	43	46	47	
$D_{2m,nT,Atr}$ = 47	49	55	42	45	47	48	49
		60	41	44	47	48	
$D_{2m,nT,Atr}$ = 51(1)	53	55	48	50	52	53	53
		60	46	49	51	52	

(1) Los valores de estos niveles límite se refieren a los que resultan de incrementar 4 dBA los exigidos en la tabla 2.1, cuando el *ruido exterior dominante* es el de aeronaves.

Es importante resaltar que la tabla anterior está basada en la idea de que las ventanas son los elementos de menor aislamiento acústico y los que suelen limitar el aislamiento acústico frente al ruido exterior del conjunto.

Esta situación, que suele ser generalizada, puede invertirse en determinados casos, y darse la situación de que sea la parte de muro de la fachada la que presente un aislamiento acústico menor que las ventanas. Es el caso de determinadas soluciones de fachada o cubierta ligera (tipo panel sándwich) cuyos valores de aislamiento acústico a ruido de tráfico (R_{Atr}) difícilmente supera los 30 dBA.

2.1.4.4.2 Algunas consideraciones sobre las fachadas

El aislamiento de una fachada o de cualquier elemento de la envolvente del edificio depende de:

- El aislamiento de la parte ciega de fachada.
- El aislamiento del hueco.
- Los elementos constructivos que forman el recinto y que están conectados a la fachada, ya que son los responsables de las transmisiones indirectas, aunque en el caso de las fachadas y para algunos casos son despreciables.
- La forma de la fachada. La existencia de petos, balcones, voladizos, puede modificar las reflexiones del sonido y disminuir la presión acústica en el interior de los recintos. Sin embargo, el aumento del aislamiento acústico es insignificante.
- La absorción acústica del recinto.

De todos estos condicionantes, los elementos que son determinantes en el aislamiento acústico de una fachada son las **ventanas y las cajas de persiana**, que son los elementos de menor aislamiento. Véase apartado 1.3.1.4

El Catálogo de Elementos Constructivos aporta información sobre el $R_{A,tr}$ de las ventanas. Los datos del Catálogo son datos que corresponden a descripciones genéricas de productos y que además son conservadores[24]. Según el CEC, las ventanas sencillas tienen un $R_{A,tr}$ que oscila entre 25 y 32 dBA. La doble ventana tiene un $R_{A,tr}$ máximo de 44 dBA. En la tabla 2.1.4.21 se ha repetido la tabla 3.4 del DB HR y se ha señalado en diferentes colores las casillas que pueden cumplirse con una ventana sencilla, con una ventana doble y los casos en los que el ruido exterior es excesivo y la exigencia de aislamiento es muy elevada, en las que el CEC no da respuesta. En este último caso es esencial la consulta con fabricantes.

[24] Existen en el mercado ventanas con prestaciones mejores que las especificadas en el Catálogo. Para ello, debe consultar a fabricantes.

Tabla 2.1.4.21, correspondencia entre la tabla 3.4 del DB HR y las prestaciones de ventanas aportadas por el CEC.

Tabla 3.4 Parámetros acústicos de fachadas, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior de recintos protegidos

Nivel límite exigido (Tabla 2.1) $D_{2m,nT,Atr}$ dBA	Parte ciega (1) 100 % $R_{A,tr}$ dBA	Parte ciega (1) ≠ 100 % $R_{A,tr}$ dBA	Huecos Porcentaje de huecos $R_{A,tr}$ del hueco dBA				
			Hasta 15 %	De 16 a 30%	De 31 a 60%	De 61 a 80%	De 81 a 100%
$D_{2m,nT,Atr}$ = 30	33	35	26	29	31	32	33
		40	25	28	30	31	
		45	25	28	30	31	
$D_{2m,nT,Atr}$ = 32	35	35	30	32	34	34	35
		40	27	30	32	34	
		45	26	29	32	33	
$D_{2m,nT,Atr}$ = 34 (1)	36	40	30	33	35	36	36
		45	29	32	34	36	
		50	28	31	34	35	
$D_{2m,nT,Atr}$ = 36 (1)	38	40	33	35	37	38	38
		45	31	34	36	37	
		50	30	33	36	37	
$D_{2m,nT,Atr}$ = 37	39	40	35	37	39	39	39
		45	32	35	37	38	
		50	31	34	37	38	
$D_{2m,nT,Atr}$ = 41 (1)	43	45	39	40	42	43	43
		50	36	39	41	42	
		55	35	38	41	42	
$D_{2m,nT,Atr}$ = 42	44	50	37	40	42	43	44
		55	36	39	42	43	
		60	36	39	42	43	
$D_{2m,nT,Atr}$ = 46 (1)	48	50	43	45	47	48	48
		55	41	44	46	47	
		60	40	43	46	47	
$D_{2m,nT,Atr}$ = 47	49	55	42	45	47	48	49
		60	41	44	47	48	
$D_{2m,nT,Atr}$ = 51 (1)	53	55	48	50	52	53	53
		60	46	49	51	52	

En amarillo: Las ventanas sencillas

En naranja suave: Ventanas sencillas de mayor aislamiento que podrían suministrar los fabricantes.

En naranja fuerte: Las ventanas dobles

En gris: Aquellas situaciones en las que el CEC no da respuesta.

A la vista de la tabla 2.1.4.21, en aquellas situaciones en las que el índice de ruido día, L_d sea elevado, es necesario utilizar dobles ventanas.

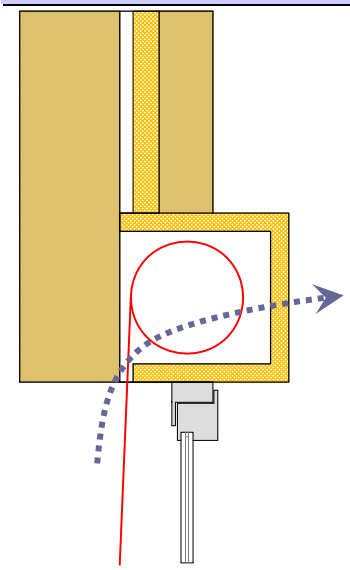
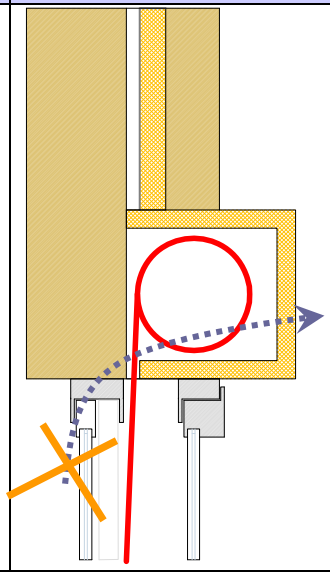
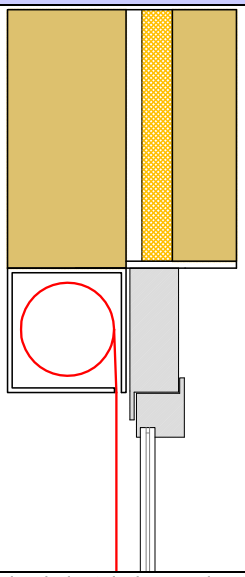
En cuanto a las cajas de persiana, el principal problemas es su falta de estanquidad; son un punto de penetración de aire y ruido en el edificio, cuando se instalan en la hoja interior de la fachada. El CEC establece los valores de $R_{A,tr}$ de dos tipos de cajas de persiana. Según el CEC, un capialzado prefabricado sin aislante en el tambor tiene un $R_{A,tr}$ de 25 dBA, si cuenta con absorbente acústico[25] en el tambor, su $R_{A,tr}$ subiría hasta 30 dBA.

Las cajas de persiana instaladas por el interior de la fachada, pueden utilizarse sólo en aquellas situaciones en las que el índice de ruido día, L_d, sea bajo, inferior a 65 dBA.

En aquellas situaciones más contaminadas acústicamente, es decir, con niveles L_d mayores, las cajas de persiana pueden instalarse si no debilitan el aislamiento acústico de la fachada, como por ejemplo, en el caso de las dobles ventanas o los capialzados instalados por el exterior. Véase tabla 2.1.4.22.

[25] Los aislantes térmicos de célula cerrada, tipo EPS no son buenos absorbentes acústicos.

Tabla 2.1.4.22. Esquemas de capialzados y su aislamiento acústico

Capialzado instalado por el interior de la fachada	Capialzado instalados que no afectan el aislamiento acústico de la fachada	
		
En azul, la principal vía de penetración del sonido a través de los capialzados	En el caso de las ventanas dobles, esta vía queda eliminada	Un capialzado instalado por el exterior de la fachada no afecta el aislamiento acústico de la fachada.

Existen otros sistemas de sombreamiento alternativos a las cajas de persiana que no interfieren en el aislamiento acústico de las ventanas, por ejemplo, lamas, persianas venecianas exteriores, las mallorquinas, etc.

2.1.4.5 Medianerías

Desde el punto de vista del CTE, una medianería es aquel cerramiento que linda con otros edificios ya construidos o que se puedan construirse con posterioridad.

En este caso, cualquier solución que tenga un índice de reducción acústico ponderado A, **R_A, mayor que 45 dBA**, es una solución apta para cumplir con las exigencias del DB HR.

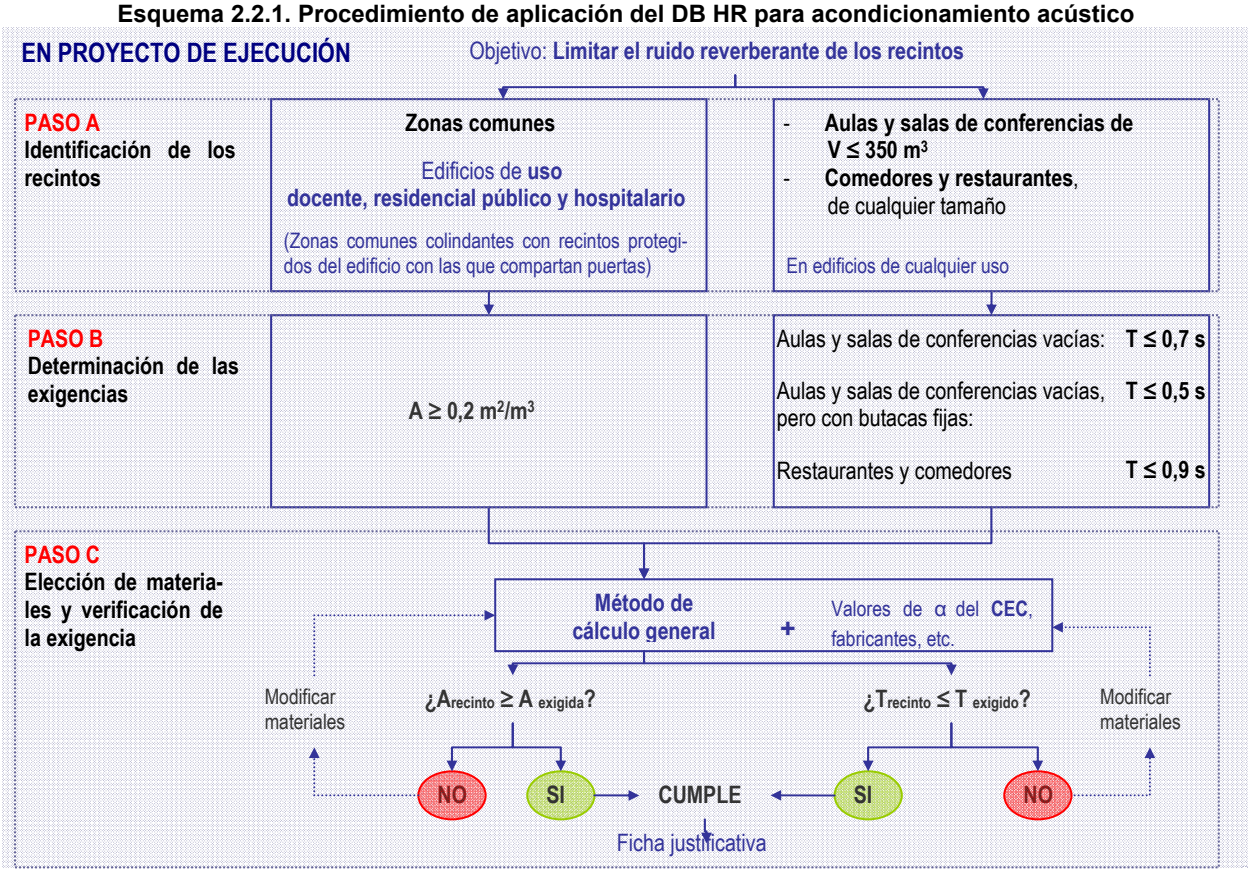
2.2 Acondicionamiento acústico

En cuanto al acondicionamiento acústico, el DB HR establece que debe limitarse el ruido reverberante de determinados recintos desde dos vertientes:

1. La absorción acústica de las zonas comunes.
2. El tiempo de reverberación máximo de aulas y salas de conferencias de V≤ 350 m^3, comedores y restaurantes.

La siguiente secuencia expresa el procedimiento de aplicación del DB HR para acondicionamiento acústico:

Esquema 2.2.1. Procedimiento de aplicación del DB HR para acondicionamiento acústico



2.2.1 PASO A. Identificación de los recintos. Aplicación de las exigencias de acondicionamiento acústico del DB HR

2.2.1.1 Zonas comunes

Los valores mínimos de absorción acústica se aplican a las **zonas comunes**[1] de edificios de **uso residencial público, docente y hospitalario**.

Se entiende por **zona común**, **aquellos recintos que dan servicio a varias unidades de uso**. Los pasillos, vestíbulos, escaleras, etc. dentro de una unidad de uso no se consideran zonas comunes.

Dentro de los edificios citados anteriormente, esta exigencia sólo se aplica a aquellas zonas comunes colindantes con recintos protegidos del edificio con las que compartan puertas[2], por ejemplo, pasillos que dan accesos a aulas, pasillos de hotel que dan acceso a las habitaciones[3], pasillos de hospitales que dan acceso a las habitaciones, etc. (Véase figura 2.2.1)

Esta exigencia no se aplica a las zonas comunes de edificios de viviendas.

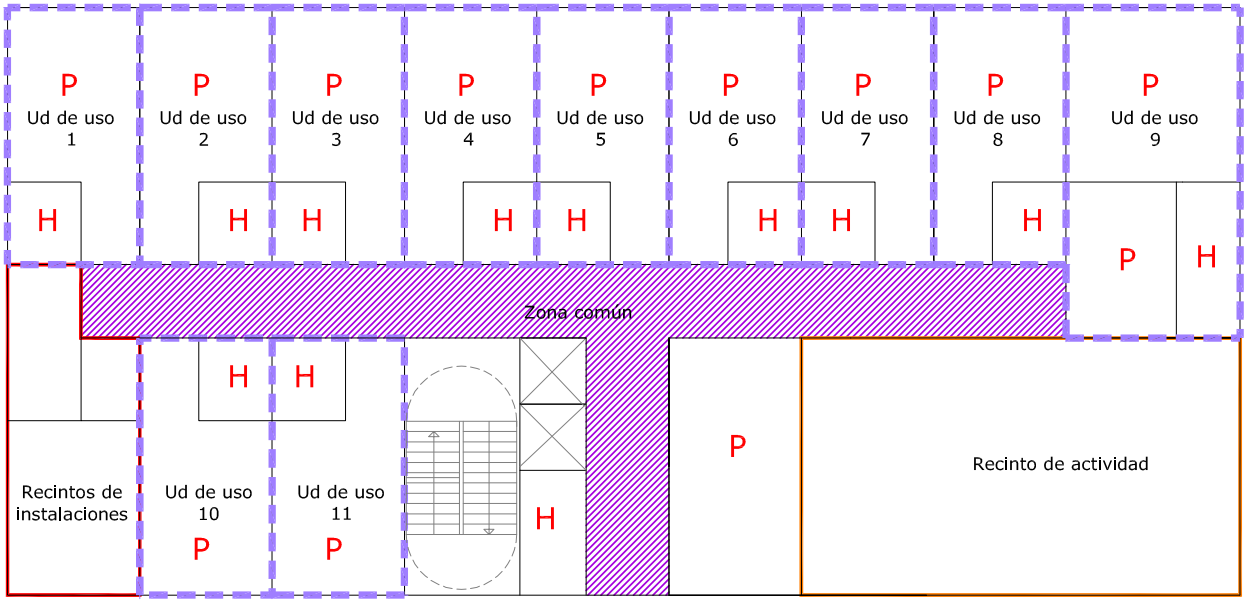


Figura 2.2.1. Esquema en planta de un edificio residencial público. Las exigencias de absorción acústica se aplican al área rallada.

2.2.1.2 Aulas, salas de conferencias, comedores y restaurantes

Los valores máximos de tiempo de reverberación se aplican a:

1 Aulas y salas de conferencias de volumen V≤ 350 m^3
2 Comedores y restaurantes de cualquier volumen.

Estas exigencias se aplican a este tipo de recintos en edificios de cualquier uso.

Las exigencias se aplican a los recintos vacíos, sin ocupación y sin mobiliario, exceptuando el mobiliario fijo, como las butacas fijas en las salas de conferencias.

Para aulas y salas de conferencias de volúmenes mayores que 350 m^3, el DB HR no establece ningún método de cálculo. (Véase apartado 2.0)

[1] Véase definición de zonas comunes (apartado 2.1.2.2.2 de la Guía)
[2] Dentro de los edificios uso residencial público, docente y hospitalario, no se aplican las exigencias de absorción acústica a las escaleras compartimentadas, protegidas y especialmente protegidas definidas en el DB SI.
[3] Si las habitaciones de un hospital o de un hotel, residencia, etc. cuentan con un vestíbulo anterior al dormitorio, este vestíbulo previo es un recinto habitable, por lo tanto no sería necesario aplicar la exigencia de absorción acústica de zonas comunes.

2.2.2 PASO B. Determinación de las exigencias

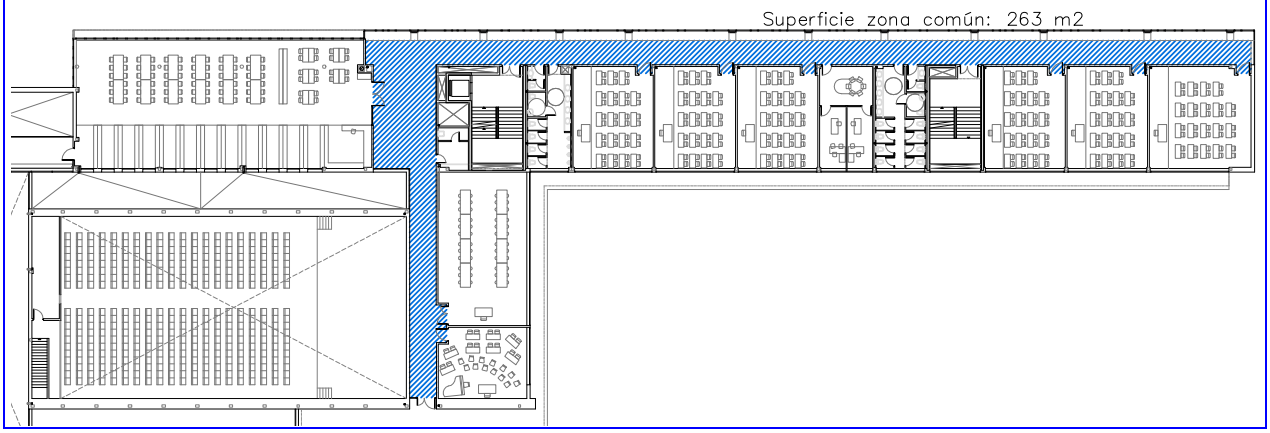
2.2.2.1 Valores mínimos de absorción acústica

El área de absorción acústica equivalente, A, de las zonas comunes debe ser al menos 0,2 m^2 por metro cúbico de volumen del recinto.

Debe verificarse que la absorción propuesta en el proyecto es mayor o igual a la requerida, $A_{recinto} \geq A_{requerida}$, como mínimo, en cada zona común que sea diferente en forma, tamaño y elementos constructivos

Ejemplo: El siguiente ejemplo muestra la planta de un colegio. En azul se ha rayado la zona común.
Área de la zona común = 263,8 m^2 Volumen = 659,5 m^3

$A_{requerida}$ = 0,2·V= 0,2·659,5= 131,9 m^2



2.2.2.2 Valores máximos de tiempo de reverberación

La tabla siguiente muestra los valores máximos de tiempo de reverberación:

Tabla 2.2.1. Valores máximos de tiempo de reverberación

Recinto[4]	Tiempo de reverberación
Aulas y salas de conferencias vacías	T ≤ 0,7 s
Aulas y salas de conferencias vacías, pero con butacas fijas	T ≤ 0,5 s
Comedores y restaurantes	T ≤ 0,9 s

De cada uno de los diferentes tipos de recintos especificados en la tabla, debe verificarse que $T_{recinto} \leq T_{limite\ exigido}$, como mínimo, en cada recinto que sea diferente en forma, tamaño y elementos constructivos.

[4] Las aulas y salas de conferencias se consideran vacías, sin mobiliario, ocupación, objetos, mantelerías, etc. Sólo se considera el mobiliario fijo, como las butacas fijas en las salas de conferencias.

2.2.3 PASO C. Elección de materiales y verificación de la exigencia

El procedimiento de cálculo propuesto en el DB HR para el cálculo del tiempo de reverberación y de la absorción acústica es básicamente el mismo, ya que la evaluación del tiempo de reverberación se realiza a partir del cálculo de la absorción acústica.

El método de cálculo propuesto por el DB HR es aplicable sólo a aulas y salas de conferencias con formas prismáticas rectas o asimilables. En el caso de recintos con formas abovedadas, el método no garantiza un confort acústico, ya que pueden producirse concentraciones de sonido. En estos casos sería necesario un estudio específico que garantice las condiciones acústicas del recinto. (Veáse figura 2.2.2)

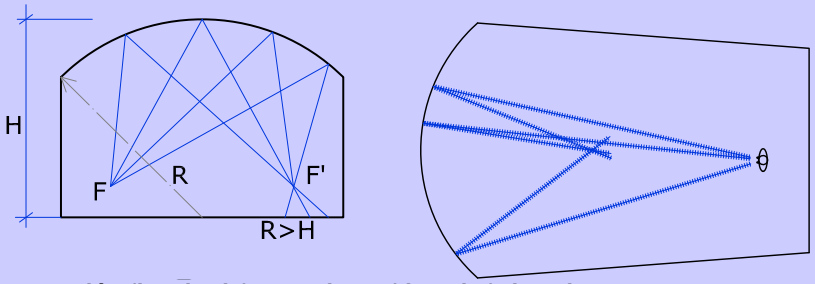


Figura 2.2.2. Vista en sección (izquierda) y en planta (derecha) de aulas con paramentos curvos donde se dan concentraciones en determinados puntos del recinto.

Para los cálculos, es conveniente ayudarse de la ficha justificativa que aparece en el Anejo K del DB HR.

2.2.3.1 Datos previos

Para el cálculo del tiempo de reverberación y de la absorción acústica es necesario conocer los valores del coeficiente de absorción acústica[5], α de los acabados y el área de absorción acústica de los objetos, A_O.

El coeficiente α suele aparecer expresado para bandas de octava, por lo que para hallar α_m e introducirlo en las fórmulas sería necesario hacer la media aritmética de las bandas de 500, 1000 y 2000.

En general, los materiales más comúnmente utilizados como acabados, por ejemplo el enlucido de yeso, el gres, el vidrio, el granito, etc., tienen un coeficiente de absorción bastante pequeño, entre 0,05 y 0,15. Los valores de estos materiales se pueden obtener en el CEC.

A veces el coeficiente de absorción de un material puede expresarse como α_w, que es el coeficiente de absorción acústica ponderado según la norma UNE EN ISO 11654[6]. Es este caso, en ausencia de más datos, puede utilizarse el coeficiente α_w en los cálculos, sabiendo que, debido al procedimiento de ponderación de dicha norma UNE, α_w es más pequeño que el valor medio α_m para las frecuencias de 500, 1000 y 2000 Hz, y por lo tanto el cálculo estaría del lado de la seguridad.

El área de absorción acústica de los objetos, A_O, en m^2, es la absorción de una superficie con coeficiente de absorción acústica igual que 1, pero con área igual a la absorción total del elemento. Este es un índice se utiliza en el DB HR para el mobiliario fijo, es decir, para las butacas fijas de las aulas y salas de conferencias[7]. En[8] una zona común, este coeficiente puede despreciarse, ya que en raras ocasiones, estos espacios tienen unos muebles o decoración que aporte una mejora a la absorción.

[5] El coeficiente de absorción acústica es una propiedad superficial propia de cada material y se obtiene mediante ensayo según la norma UNE EN ISO 354: Acústica. Medición de la absorción acústica en una cámara reverberante. Evaluación de la absorción acústica.
[6] UNE EN ISO 11654: Acústica. Absorbentes acústicos para su utilización en edificios
[7] A_O suele utilizarse para caracterizar la absorción producida por el mobiliario, la decoración o el público en estudios acústicos de auditorios, teatros, etc.
[8]

2.2.3.2 Cálculo de la absorción acústica

La absorción acústica, A, se calculará a partir de la expresión:

$$A = \sum_{i=1}^{n} \alpha_{m,i} \cdot S_i + \sum_{j=1}^{N} A_{O,m,j} + 4 \cdot \overline{m_m} \cdot V \quad [m^2]$$

Donde:

$\alpha_{m,i}$ coeficiente de absorción acústica medio de cada paramento, para las bandas de tercio de octava centradas en las frecuencias de 500, 1000 y 2000 Hz;

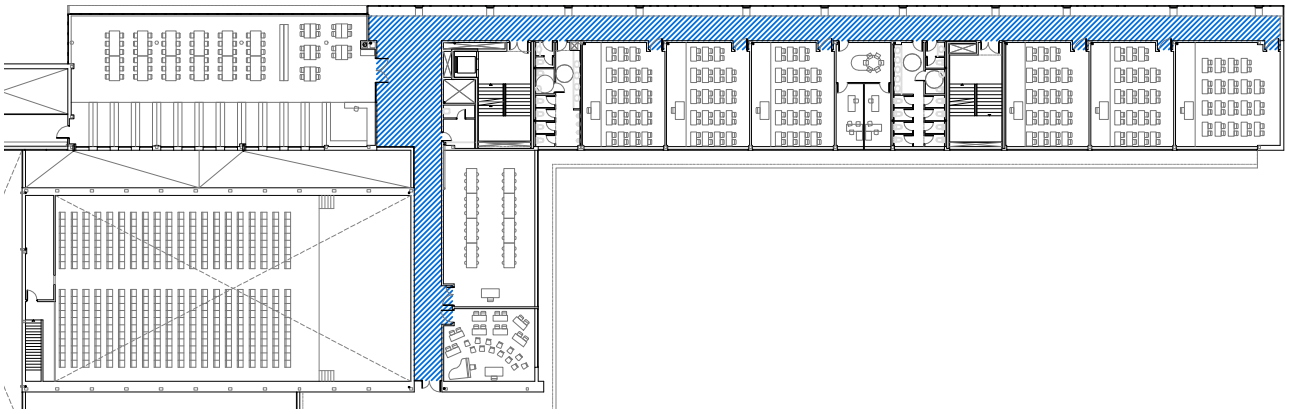
S_i área de paramento cuyo coeficiente de absorción es α_i, [m^2];

$Ao_{m,j}$ área de absorción acústica equivalente media de cada mueble fijo absorbente diferente [m^2];

V volumen del *recinto*, [m^3].

$\overline{m_m}$ coeficiente de absorción acústica medio en el aire, para las frecuencias de 500, 1000 y 2000 Hz y de valor 0,006 m^{-1}.

Ejemplo: Colegio.
$A_{requerida}$ = 0,2·V= 0,2·659,5= 131,9 m² (Véase apartado 2.2.2.1)



Es necesario conocer los acabados del recinto y sus valores medios del coeficiente de absorción, α. Para ello, puede consultarse el Catálogo de Elementos Constructivos. El apartado de Acabados superficiales interiores contiene los valores de α para acabados convencionales (enlucido, gres, enfoscado, etc.), que son acabados duros y poco absorbentes.

En el apartado de techos para acondicionamiento acústico del CEC se recogen algunos valores para techos acústicos que son meramente orientativos, ya que en estos sistemas la absorción acústica depende de una gran cantidad de variables específicas del sistema constructivos: Ancho de la cámara, porcentaje de perforación, geometría y distribución de las perforaciones, tipo de material absorbente en la cámara, tipo de anclaje, etc.

Para cumplir las exigencias del DB HR, se ha optado con concentrar la absorción en el techo, la solución por la que se ha optado es la de utilizar un falso techo de placas de yeso laminado perforadas con un velo de fibra de vidrio adherido en el trasdós de las placas. Los valores de α_m se han consultado en un catálogo de un fabricante. La tabla siguiente muestra la información necesaria para aplicar el método de cálculo.

Paramento	Material	Superficie total m²	Coeficiente α_m
Particiones	Enlucido de yeso	400,25	0,01
Ventanas	Vidrio	119,96	0,04
Puertas	Tablero contrachapado	45,67	0,08
Suelo	Terrazo	263,8	0,02
Techo	Placas de yeso laminado perforadas de 15 mm de espesor, con un porcentaje de perforación del 12%, con velo de fibra de vidrio adherido. Cámara 30 cm.	263,8	0,48

Para aplicar el método de cálculo, es conveniente ayudarse de la ficha justificativa del Anejo K del DB HR.

Tipo de recinto: *ZONA COMÚN colegio*.....						**Volumen, V** (m^3):	*659,5*
Elemento	**Acabado**	**S Área, (m^2)**	**Coeficiente de absorción acústica, α**				**Absorción acústica (m^2) $\alpha_m \cdot S$**
			500	**1000**	**2000**	α_m	
Suelo	*Terrazo*	*263,8*	*0,01*	*0,02*	*0,02*	*0,02*	*5,27*
Paramentos	*Enlucido de yeso*	*400,25*	*0,01*	*0,01*	*0,02*	*0,01*	*4,00*
	Vidrio	*119,96*	*0,05*	*0,04*	*0,03*	*0,04*	*4,79*
	Puertas de madera	*45,67*	*0,08*	*0,08*	*0,08*	*0,08*	*3,65*
Techo	*Placas de yeso laminado perforadas P = 12%* *Velo de fibra de vidrio adherido* *Cámara 30 cm*	*263,8*	*0,56*	*0,52*	*0,37*	*0,48*	*126,62*
Objetos[1]	**Tipo**	**N número**	**Área de absorción acústica equivalente, A_O (m^2)**				$A_{O,m} \cdot N$
			500	**1000**	**2000**	$A_{O,m}$	
----------	----------	----------	---	---	---	---	----------
Absorción aire [2]			**Coeficiente de atenuación del aire, $\overline{m}_m$ (m^{-1})** Anejo I				$4 \cdot \overline{m}_m \cdot V$
			500	**1000**	**2000**	$\overline{m}_m$	
Tª = 20 ºC	*HR = 50 %*		---	---	---	*0,006*	*15,82*
A, (m^2) **Absorción acústica del recinto resultante**			$A = \sum_{i=1}^{n} \alpha_{m,i} \cdot S_i + \sum_{j=1}^{N} A_{O,m,j} + 4 \cdot \overline{m}_m \cdot V$				
Absorción acústica media resultante de la zona común			**Absorción acústica exigida** (apartado 2.4)				
A (m^2)=	*160,16*	≥	*131,9*	=0,2·V			

2.2.3.3 Cálculo del tiempo de reverberación

El *tiempo de reverberación*, T, de un *recinto* se calcula mediante la expresión:

$$T = \frac{0{,}16\ V}{A} \quad [s]$$

Donde:

V volumen del *recinto*, [m^3].

A absorción acústica total del *recinto*, [m^2], (véase apartado 2.2.3.2)

2.2.3.4 Consideraciones sobre los materiales

Generalmente, el problema del acondicionamiento acústico en el DB HR, es un problema de la **elección de los revestimientos o los acabados de las superficies** de los recintos.

De los materiales absorbentes acústicos, los más utilizados en construcción son:

- **Los materiales porosos**, en los que la absorción acústica se produce por la disipación de la energía acústica por fricción entre el aire en el interior de los poros, que vibra debido a las ondas incidentes y el propio material.

Los materiales porosos que son buenos absorbentes acústicos son aquellos que tienen poros, pero que están interconectados. **No son buenos absorbentes acústicos los aislantes de célula cerrada.**

Ejemplos de materiales absorbentes son: Las moquetas, los revestimientos textiles, los paneles de lanas minerales, los yesos y morteros acústicos, etc.

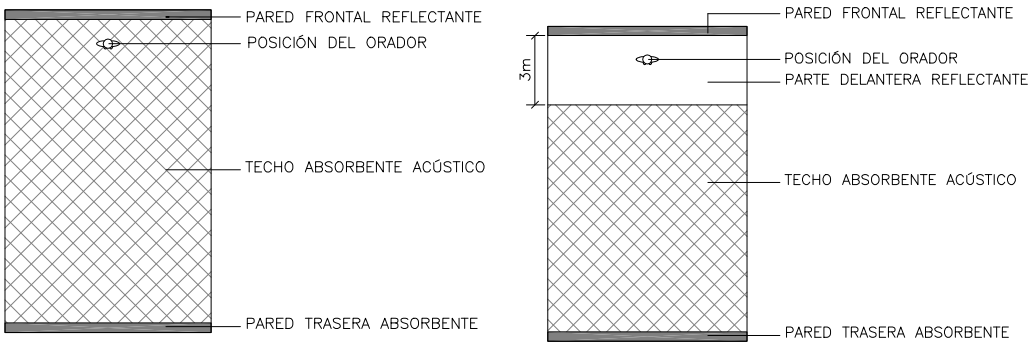
- **Los paneles resonadores,** que se utilizan en aplicaciones específicas ya que su absorción es selectiva en un rango determinado de frecuencias. De entre los paneles resonadores, los más utilizados en construcción son:
    - **Resonadores de membrana,** que son paneles separados de una partición, techo, etc., en las que la cámara puede estar parcial o totalmente rellena de material absorbente poroso flexible, como una lana mineral
      Un ejemplo típico es el de un contrachapado de madera anclado a una estructura o bastidor.
    - **Paneles perforados** separados de la pared una cierta distancia, en las que la cámara puede estar rellena total o parcialmente de un material absorbente acústico. Es una de las opciones más utilizadas en edificación, ya que si el porcentaje de perforaciones es superior al 12%, el panel es transparente y entonces la absorción es la misma que la del material dispuesto en la cámara. Un ejemplo son los techos perforados para acondicionamiento acústico.

En cuanto a la **colocación** de los materiales absorbentes, una de las soluciones más eficaces es **la distribuir la absorción acústica de forma uniforme en el techo**, lo que además tiene la ventaja que los materiales absorbentes, generalmente materiales blandos que se ensucian o degradan con el roce, se colocan, por razones de mantenimiento, en aquellos paramentos menos accesibles.

2.2.3.5 Recomendaciones de diseño de aulas y salas de conferencias.

El DB HR indica en el Anejo J una serie de recomendaciones sobre el diseño (geometría de los *recintos* y la distribución de los materiales absorbentes) de aulas y salas de conferencias con objeto de mejorar la inteligibilidad de la palabra.

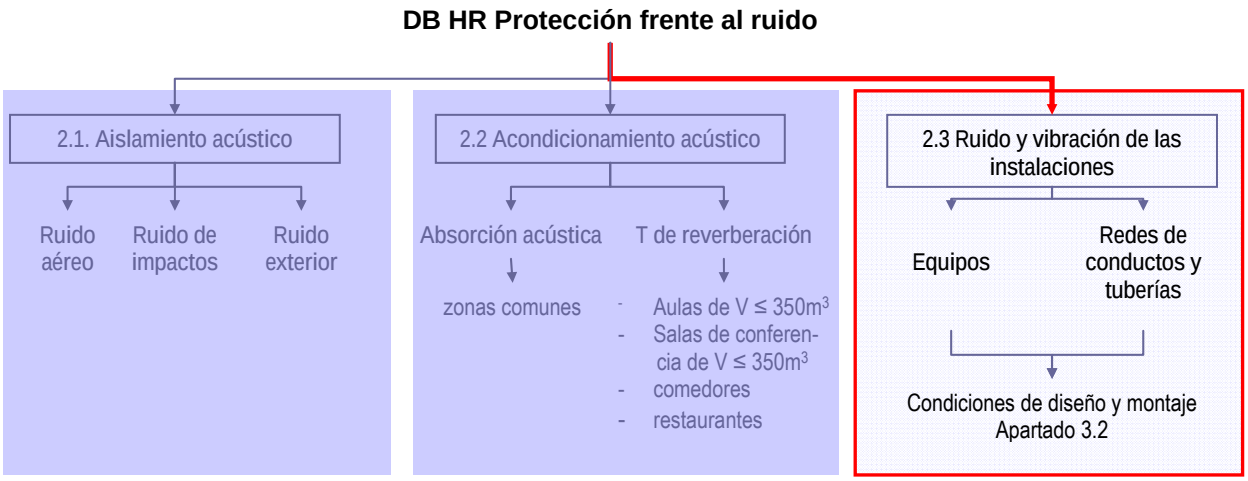
- Deben evitarse los *recintos* cúbicos o con proporciones entre lados que sean números enteros.
- Para valores iguales de absorción acústica total de los elementos que componen el recinto, es más recomendable disponer un pasillo central que dos pasillos laterales para el acceso de alumnos.
- En cuanto a la distribución de los materiales absorbentes, se recomienda una de las dos opciones de diseño siguientes, que son igualmente válidas desde el punto de vista acústico (Véase figura 2.2.3):
    - Opción 1. Se dispondrá un material absorbente acústico en toda la superficie del techo, la pared frontal será reflectante y la pared trasera será absorbente acústica para minimizar los ecos tardíos.
    - Opción 2. Se dispondrá un material absorbente acústico en el techo, pero sólo se cubrirá la parte trasera del techo, dejando una banda de 3 m de ancho de material reflectante en la parte delantera del techo. La pared frontal será reflectante y en la pared trasera se dispondrá un material absorbente acústico de coeficiente de absorción acústica similar al del techo.



Opción 1 Opción 2

Figura 2.2.3. Vista en planta de las opciones 1 y 2

2.3 Ruido y vibraciones de las instalaciones



Las instalaciones de un edificio constituyen un conjunto heterogéneo de dispositivos que pueden influir en el confort acústico, ya sea porque deterioran los elementos constructivos a los que se anclan o porque generan ruidos y vibraciones que se transmiten a los recintos del edificio. En este sentido, el objetivo del DB HR es:

- Limitar los niveles de ruido y vibraciones de los equipos, como emisores.
- Limitar el ruido y vibraciones transmitido a través de las **sujeciones** o **puntos de contacto** de aquellas con los elementos constructivos.

Es por ello, que el DB HR trata el ruido y las vibraciones de las instalaciones desde dos vertientes:

- **Desde la construcción,** especificando la forma de montaje de las instalaciones, incidiendo especialmente en los puntos de anclaje y sujeciones de los equipos y conductos al edificio

- **Desde la elección de equipos y el diseño de las instalaciones**. Se trata de limitar la potencia acústica de los equipos, de tal forma que el ruido transmitido a los recintos colindantes no supere los niveles de inmisión establecidos en la Ley 37/2003[1] del Ruido. Los niveles de inmisión deben cumplirse en:
    - en los recintos colindantes a los recintos de instalaciones
    - en el entorno del edificio y en los recintos habitables y protegidos, cuando los equipos estén situados en la cubierta o en las zonas exteriores al edificio

El DB HR da una serie de reglas de montaje generales encaminadas a prevenir la transmisión de ruidos y vibraciones desde las instalaciones al edificio. Estas reglas se dividen en:

1. Condiciones de montaje de los equipos generadores de ruido estacionario, es decir, grupo de presión, calderas, quemadores, maquinaria de ascensores, grupos electrógenos, extractores, etc.

2. Condiciones de las conducciones y equipamiento:
    a. Redes hidráulicas
    b. Aire acondicionado
    c. Ventilación
    d. Eliminación de residuos
    e. Ascensores y montacargas

Estos aspectos se desarrollan con mayor extensión en una serie de fichas del aparatado **3.2 de esta Guía.**

[1] En concreto el RD 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas

3 Herramientas complementarias

Como complemento al capítulo 2 de esta Guía, el capítulo 3 Herramientas complementarias del DB HR desarrolla aspectos constructivos, tales como el diseño de encuentros, la ejecución y el control en obra de los elementos constructivos, el montaje de las instalaciones, etc., aspectos que son fundamentales en el cumplimiento de las exigencias de aislamiento acústico, pero que están recogidos de forma muy general en el DB HR.

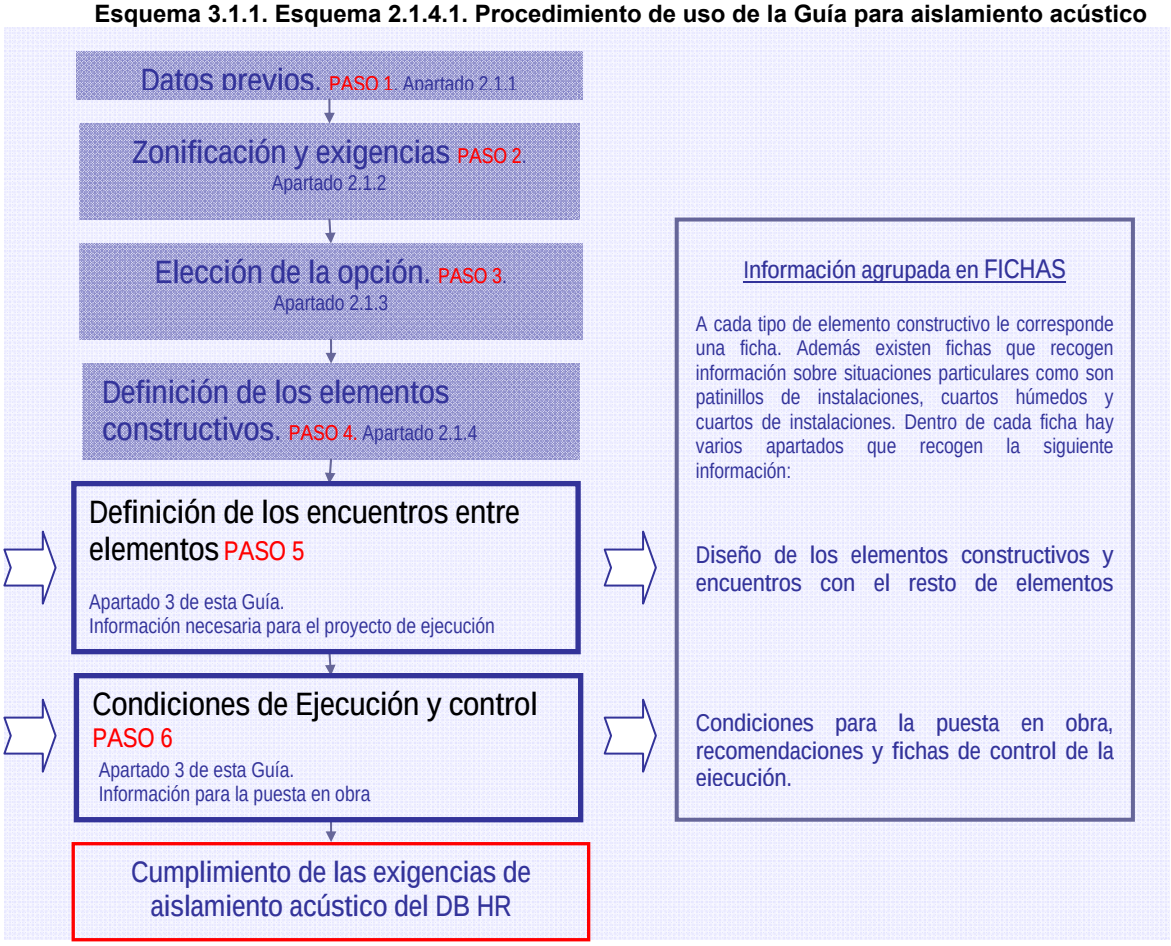
Es importante destacar que este apartado se centra en los aspectos **constructivos y de diseño relacionados con el aislamiento acústico** y **la prevención de la transmisión de ruido y vibraciones.** Existen otras consideraciones, tales como el aislamiento térmico o la prevención de las humedades entre otros, que afectan a los demás requisitos del CTE y que no se han recogido en este apartado. Los detalles constructivos se han representado de forma esquemática, intentando ser generalistas y sin especificar sistemas constructivos concretos. Los detalles destacan solamente aquellos aspectos importantes desde el punto de vista acústico, pudiendo faltar capas o componentes necesarios para la completa definición de los encuentros constructivos.

En cuanto a las condiciones de las instalaciones, el problema se ha abordado desde el punto de vista del montaje de las instalaciones y de la prevención del ruido de las mismas.

3.1 PASOS 5 y 6. Fichas sobre aislamiento acústico: Elementos constructivos y elementos singulares

Para una mayor claridad expositiva, los pasos 5 y 6 se han agrupado en el capítulo 3 de esta Guía. La información se agrupa en una serie de fichas ordenadas por cada tipo de elemento constructivo. Tales fichas contienen aquellos detalles constructivos relevantes desde el punto de vista del aislamiento acústico que son necesarios para elaborar un proyecto de ejecución, además de indicaciones necesarias para su puesta en obra. (Véase esquema 3.1.1)

Esquema 3.1.1. Esquema 2.1.4.1. Procedimiento de uso de la Guía para aislamiento acústico



En este apartado, la información se estructura en dos tipos de fichas:

1. **Fichas sobre elementos constructivos**: Cada ficha se estructura en una serie de apartados:
   - **Diseño**. Contiene información general sobre el elemento constructivo, características de sus componentes y algunas especificaciones, que conjuntamente con el Catálogo de Elementos Constructivos, sirven para definir la solución constructiva.
   - **Encuentros**. Recoge información sobre los encuentros entre elementos constructivos, siempre desde el punto de vista del aislamiento acústico y la prevención de la transmisión de ruido y vibraciones entre elementos.
   - **Ejecución**. Recoge la secuencia de ejecución de un tipo de elemento constructivo y hace hincapié en los aspectos que deben tenerse en cuenta desde el punto de vista del aislamiento acústico.
   - **Control de ejecución**. Recoge una lista de chequeo para verificar la secuencia de montaje.

El esquema 3.1.2 muestra la organización de las fichas. Hay que precisar, que en el caso de algunos elementos constructivos, no todas las fichas tienen los 4 apartados. Véase apartado 3.1.1

Esquema 3.1.2. Esquema organizativo de las fichas de elementos constructivos

2. **Fichas sobre elementos singulares,** referentes a los patinillos de instalaciones, cuartos de instalaciones y cuartos húmedos. Véase apartado 3.1.2.

3.1.1 Fichas de elementos constructivos

La tabla 3.1.1.1 contiene el número de fichas de elementos constructivos que se incluyen en la Guía, con indicación de su nombre y sus contenidos.

Tabla 3.1.1.1Fichas de elementos constructivos. Nombre y contenidos de las mismas

Elemento		Nombre de las fichas	Apartados de las fichas			
Tipo	Subtipo		Diseño	Encuentros[1]	Ejecución	Control de la ejecución
Elementos de separación verticales	Tipo 1 Fábrica con trasdosados	**ESV-01**	ESV-01.a Diseño	ESV-01 Encuentros	ESV-01.a Ejecución	ESV-01.b Control
			ESV-01.b Diseño		ESV-01.b Ejecución	ESV-01.b Control
	Tipo 2 Fábrica con bandas elásticas	**ESV-02.a**	ESV-02.a Diseño	ESV-02.a Encuentros	ESV-02.a Ejecución	ESV-02.a Control
		ESV-02.b	ESV-02.b Diseño	ESV-02.b	ESV-02.b Ejecución	ESV-02.b Control
	Tipo 3 Entramado	**ESV-03**	ESV-03.a Diseño	ESV-03 Encuentros	ESV-03.a Ejecución	ESV-03.a Control
			ESV-03.b Diseño		ESV-03.b Ejecución	ESV-03.b Control
Tabiquería	De fábrica	**T-01**			T-01 Ejecución	T-01 Control
	De fábrica con bandas elásticas	**T-02**	T-02 Diseño	T-02 Encuentros	T-02 Ejecución	T-02 Control
	De entramado	**T-03**			T-03 Ejecución	T-03 Control
Suelos flotantes	De mortero con paneles de: LM, EEPS, multicapas	**SF-01**	SF-01 Diseño	SF-01 Encuentros	SF-01.a Ejecución	SF-01.a Control
	Con láminas de PE				SF-01.b Ejecución	SF-01.b Control
	solera seca	**SF-02**	SF-02 Diseño	SF-02 Encuentros	SF-02 Ejecución	SF-02 Control
Techos suspendidos continuos	De placas de yeso	**T-01**	T-01 Diseño	T-01 Encuentros	T-01 Ejecución	T-01 Control
Ventanas y capialzados	Instalados por el interior	**VC-01**			VC-01 Ejecución	VC-01 Control
Puertas[2]		**PUE-01**				PUE-01 Control

[1] Los encuentros de la tabiquería o las fachadas con los elementos de separación verticales están recogidos en las correspondientes fichas de los elementos de separación verticales.

[2] Esta ficha se refiere a las puertas de separación entre:

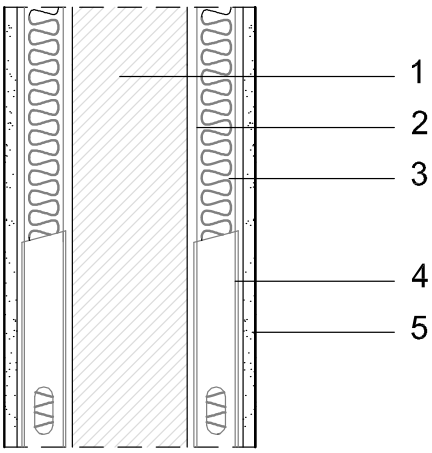
- Unidades de uso y otros recintos del edificio
- Recintos habitables y recintos de instalaciones o de actividad

Véanse apartados: 2.1.2.3.1 y 2.1.4.2 para determinar el valor del índice de reducción acústica ponderado A, R_A, exigido en cada caso

Ficha ESV-01. DISEÑO

ELEMENTOS DE TIPO 1: **De fábrica con trasdosados por ambas caras**

ESV-01.a. Fábrica con trasdosado autoportante



Componentes:

1. Hoja de fábrica o de hormigón.
   Masa y R_A dependen de las tablas de soluciones de aislamiento. Apartado 2.1.4 de esta Guía. En función de lo especificado, podrá ser vista o contar con algún revestimiento, como un enyesado, enfoscado…etc.

2. Espacio de separación con la hoja de fábrica ≥ 1cm

3. Material absorbente acústico con una resistividad al flujo del aire, r ≥ 5kPa.s/m^2.
   Espesor acorde con el ancho de la perfilería, mínimo 4 cm.
   Por ejemplo:
   Lana mineral, de resistividad al flujo del aire, r ≥ 5kPa.s/m^2
   Densidad recomendada: de 10 a 70 kg/m^3.

4. Perfilería. Canales y montantes.
   Espesor mínimo canales: 48 mm
   Debe utilizarse bandas de estanquidad en el apoyo de los canales a los forjados y de los montantes a las particiones de fábrica, hormigón o pilares…etc.

5. Placas de yeso laminado.
   Espesor mínimo 1 placa: 15 mm
   Espesor mínimo 2 o más placas: 2x12,5 mm

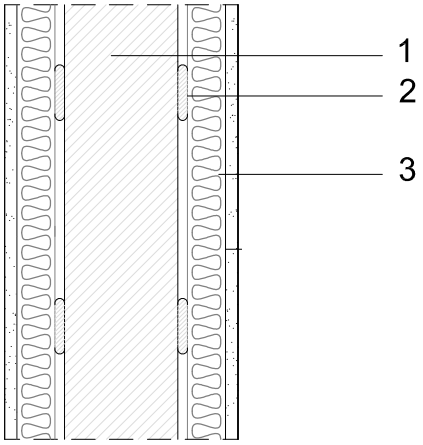
Observaciones:

- La altura máxima de los trasdosados autoportantes depende del ancho de la perfilería metálica utilizada, la modulación a ejes de los elementos verticales y el número de placas de yeso laminado. Si fuera necesario se arriostrarán de forma puntual al muro de fábrica[1].
- Las tuberías de instalaciones se pasarán entre los perfiles, procurando que queden lo más rectas posibles y que no sean un contacto rígido entre las placas y la hoja interior de fábrica.
- Se emplearán cajas especiales adaptadas a las placas de yeso laminado para cajas de derivación y mecanismos eléctricos, tales como enchufes o interruptores.

Lana mineral o cualquier material absorbente acústico o amortiguador de vibraciones con una resistividad al flujo del aire, r ≥ 5 kPa.s/m2

[1] Véanse las especificaciones de cada fabricante para el anclaje de placas de yeso laminado. En su defecto, pueden utilizarse las especificaciones de la UNE 102041 IN sobre los montajes de sistemas de trasdosados con placas de yeso laminado.

ESV-01.b. Fábrica con trasdosado directo: Pegado o anclado al elemento de fábrica



Componentes:

1. Hoja de fábrica o de hormigón
   Masa y R_A dependen de las tablas de soluciones de aislamiento. Apartado 2.1.4. En función de lo especificado, podrá ser vista o contar con algún revestimiento, como un enyesado, enfoscado…etc.

2. Pasta de agarre de yeso. Según la irregularidades de la superficie podrá aplicarse:
   - A más ganar: Con pelladas de pasta de yeso o la llana dentada, si las irregularidades de la fábrica son menores o iguales a 10 mm.
   - Estándar: Con pelladas de yeso si las irregularidades de la fábrica son menores o iguales a 20mm
   - Con tientos: Con tiras de yeso y pelladas si las irregularidades de la fábrica son mayores de 20mm.

3. Panel prefabricado compuesto de[1]:
   - Placa de yeso laminado de espesor mínimo 12,5 mm
   - Material absorbente acústico[2], por ejemplo, lana mineral, de espesor mínimo 3 cm.

Observaciones:

- Las tuberías de instalaciones suelen llevarse mediante rozas por el interior del elemento de fábrica. Las rozas deben retacarse con mortero para no disminuir el aislamiento acústico del elemento base de fábrica. Las cámaras de menos de 20 mm de espesor no deben aprovecharse para el paso de instalaciones.

- Si por el elemento de separación vertical discurriesen una gran cantidad de conductos de instalaciones, se recomienda sustituir los trasdosados directos por un trasdosado autoportante, de tipo ESV-01.

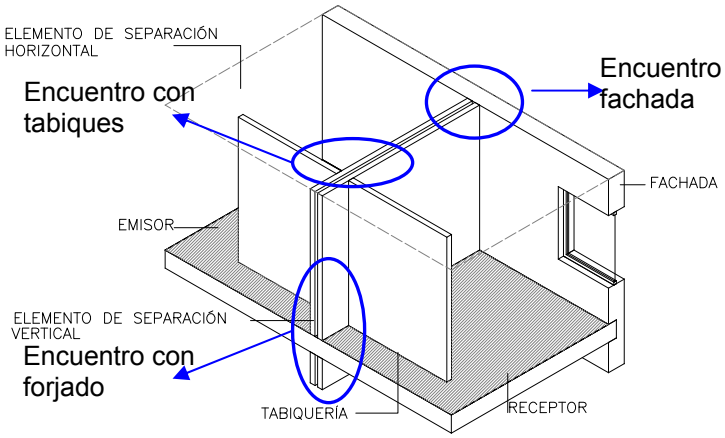
- Se considera también trasdosado directo aquellos trasdosados anclados a la hoja de fábrica mediante una perfilería auxiliar tipo omega.

- Se emplearán cajas especiales adaptadas a las placas de yeso laminado para cajas de derivación y mecanismos eléctricos, tales como enchufes o interruptores.

[1] Se recomienda el uso de trasdosados autoportantes, ya que los valores de la mejoras del índice global de reducción acústica, ΔR_A, de los trasdosados directos son inferiores a los obtenidos con los trasdosados autoportantes ESV-01-a.
[2] Para obtener las mejoras del Catálogo, debe trasdosarse con lana mineral o un material absorbente acústico.

Ficha ESV-01. ENCUENTROS

ELEMENTOS DE TIPO 1: **De fábrica con trasdosados por ambas caras**



ENCUENTROS:

Con forjados:
- ESV-01-Fo1
- ESV-01-Fo2
- ESV-01-Fo3

Con fachadas
- ESV-01-Fc1
- ESV-01-Fc2
- ESV-01-Fc3

Con la tabiquería interior
- ESV-01-Tb1
- ESV-01-Tb2

Con pilares
- ESV-01-Pi1
- ESV-01-Pi2

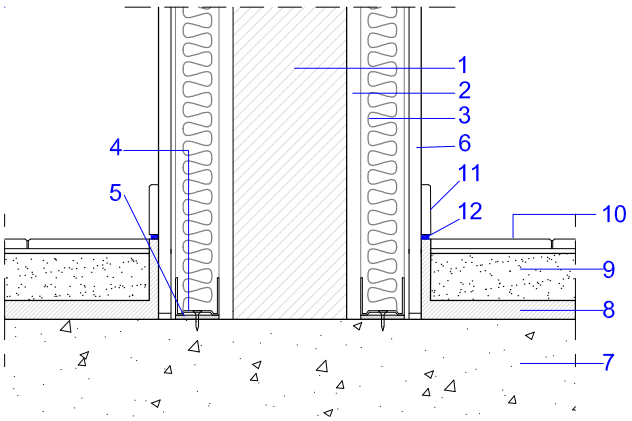
Con conductos de ventilación e instalaciones
- ESV-01-Ci1

Los encuentros dibujados corresponden al trasdosado con perfilería autoportante (ESV-01). Se aplican igualmente al trasdosado directo (ESV-02).

ESV 01-Fo. ENCUENTRO CON EL FORJADO.

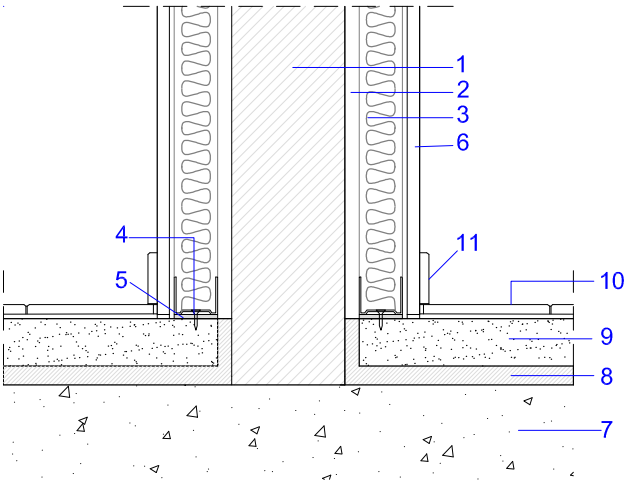
ESV-01-Fo1

SECCIÓN



ESV-01-Fo2

SECCIÓN

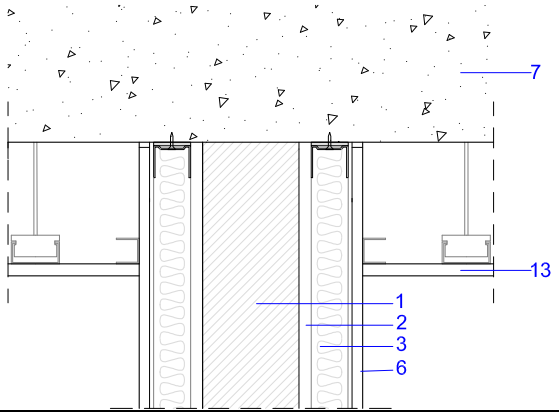


OBSERVACIONES:

- Los trasdosados podrán montarse apoyados en el forjado (detalle ESV-01-Fo1) o apoyados en el suelo flotante (detalle ESV-01-Fo2).
- El suelo flotante no debe entrar en contacto con las particiones o pilares. Entre el suelo y los paramentos debe interponerse una capa de material aislante a ruido de impactos.
- En el caso del detalle ESV-02-Fo1, Si el solado se ejecuta después del trasdosado, se interpondrá un film protector entre el solado y las placas de yeso laminado, de tal forma que se evite que la humedad entre en contacto con las placas de yeso.
- En el caso del detalle ESV-01-Fo2, el rodapié no debe conectar simultáneamente el suelo y la partición, para ello, debe colocarse una junta elástica en la base del rodapié, por ejemplo: Un cordón de silicona.
- Las tuberías que discurran por el suelo y lleguen a la partición estarán revestidas con coquillas un material elástico. Por ejemplo, coquillas de espuma PE o espuma elastomérica.
- Los detalles ESV-01-Fo1 y ESV-Fo2 corresponden a suelos de mortero, tipo SF01. Los mismos detalles serían válidos para la solera seca o la tarima flotante.
- Los detalles relativos a los suelos flotantes y sus especificaciones de montaje están recogidas en los apartados SF01, así como los detalles relativos a las instalaciones empotradas en el suelo.

ESV-01-Fo3

SECCIÓN



- Se recomienda que se ejecute primero el trasdosado y después el techo. (Para el caso de recintos de instalaciones se consultará la ficha R-INST-01)
- Si en la cámara del techo se ha introducido un material absorbente acústico, por ejemplo, una lana mineral, se recomienda que al material de la cámara suba hasta el forjado por todos los lados del plenum. Los detalles sobre este aspecto y otros de los techos se muestran en la ficha T-01.

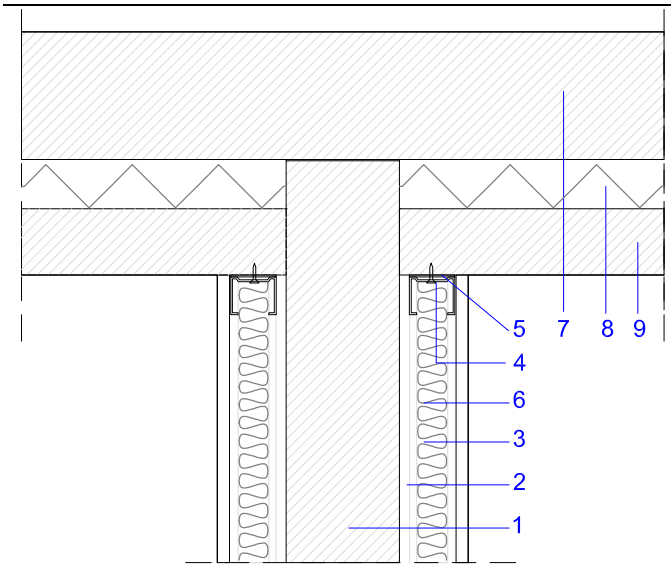
1. Hoja de fábrica o de hormigón
2. Espacio de separación con la hoja de fábrica ≥ 1cm
3. Material absorbente acústico
4. Perfilería metálica
5. Bandas de estanquidad
6. Placa de yeso laminado
7. Forjado
8. Material aislante a ruido de impactos (Ficha SF01)
9. Capa de mortero
10. Acabado suelo
11. Rodapié
12. Junta elástica en la base del rodapié, por ejemplo: Un

cordón de silicona
13. Falso techo. Placas de yeso laminado **(Ficha T-01)**

ESV 01-Fc. ENCUENTRO CON LA FACHADA

ESV-01-Fc1. Encuentro con fachada no ventilada, de dos hojas de fábrica

PLANTA

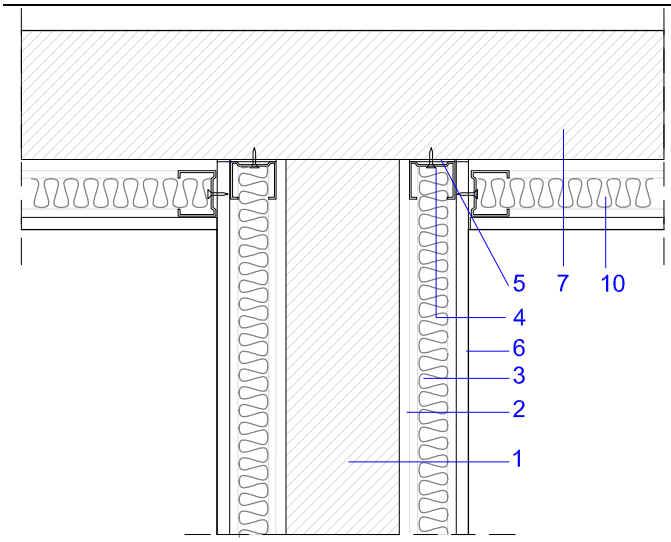


OBSERVACIONES:

- La cámara de la fachada puede estar rellena con cualquier material aislante. Entre las hojas puede existir una cámara no ventilada.
- La cámara se interrumpirá entre las dos unidades de uso. La hoja interior de la fachada no será continua y no conectará las dos unidades de uso.
- En los detalles no se han marcado los revestimientos, como enlucidos, enfoscados…etc. de las hojas de fábrica Es necesario recordar que la unión entre el elemento base y la hoja exterior de fachada se realizará con mortero hidrófugo.

ESV-01-Fc2. Encuentro con fachada no ventilada, hoja exterior de fábrica y hoja interior de entramado

PLANTA



OBSERVACIONES:

- La cámara se interrumpirá entre las dos unidades de uso. La hoja interior de la fachada no será continua y no conectará las dos unidades de uso.

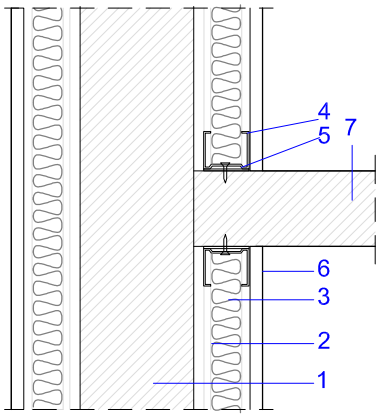
1. Hoja de fábrica o de hormigón
2. Espacio de separación con la hoja de fábrica ≥ 1cm
3. Material absorbente acústico
4. Perfilería metálica
5. Banda de estanquidad
6. Placa de yeso laminado
7. Hoja exterior de la fachada de fábrica o de hormigón
8. Cámara de la fachada. Puede estar rellena de cualquier material aislante. Entre las hojas puede existir una cámara no ventilada
9. Hoja interior de fábrica
10. Hoja interior de la fachada de entramado

En los detalles no se han marcado los revestimientos, como enlucidos, enfoscados, etc. de las hojas de fábrica

ESV 01-Tb. ENCUENTRO CON LA TABIQUERÍA INTERIOR

ESV-01-Tb1. Encuentro con tabiquería de fábrica

PLANTA

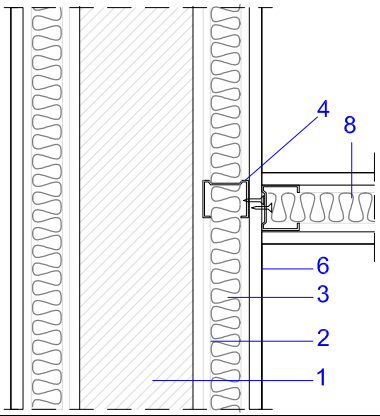


OBSERVACIONES:

- Entre dos unidades de uso, el elemento de separación vertical debe ser continuo. La tabiquería de fábrica se unirá a la hoja de fábrica, a tope o trabada.
- Se utilizarán bandas de estanquidad en los montantes que se anclen a la hoja de fábrica
- La tabiquería puede montarse apoyada en el forjado o en el suelo flotante, según el apartado 2.1.4.3.2 de esta Guía.

ESV-01-Tb2. Encuentro con tabiquería de entramado

PLANTA



OBSERVACIONES:

- Entre dos unidades de uso, el elemento de separación vertical debe ser continuo. La tabiquería de entramado podrá anclarse a las placas de yeso laminado del trasdosado (Véase detalle ESV-01-Fb2) o también podrá anclarse a la hoja de fábrica.
- La tabiquería puede montarse apoyada en el forjado o en el suelo flotante, según el apartado 2.1.4.3.2 de esta Guía.

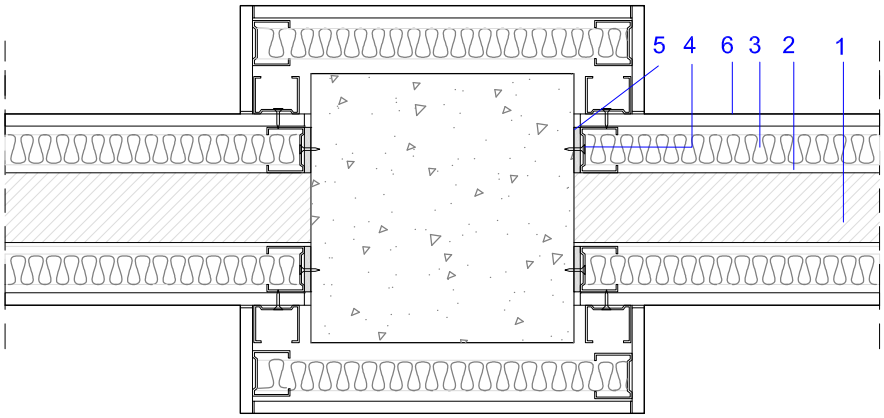
1. Hoja de fábrica o de hormigón
2. Espacio de separación con la hoja de fábrica ≥ 1cm
3. Material absorbente acústico
4. Perfilería metálica
5. Banda de estanquidad
6. Placa de yeso laminad
7. Tabiquería de fábrica
8. Tabiquería de entramado

En los detalles no se han marcado los revestimientos, como enlucidos, enfoscados…etc. de las hojas de fábrica.

ESV 01-Pi. ENCUENTRO CON PILARES

ESV-01-Pi1

PLANTA

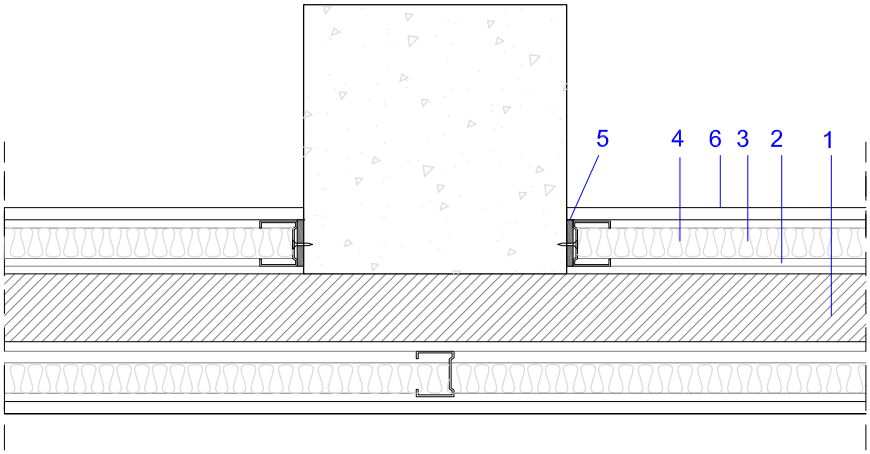


OBSERVACIONES:

– Cuando un pilar se adose al elemento de separación vertical de tipo 1, se trasdosarán ambas caras del pilar o se adoptará una disposición similar a la recogida en el detalle ESV-01-Pi2, de forma que el aislamiento acústico en el pilar sea equivalente al aislamiento acústico de la

ESV-01-Pi2

PLANTA

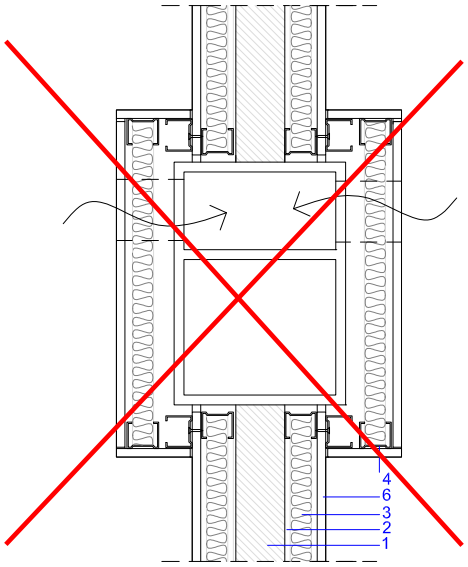


1. Hoja de fábrica o de hormigón
2. Espacio de separación con la hoja de fábrica ≥ 1cm
3. Material absorbente acústico
4. Perfilería metálica
5. Banda de estanquidad
6. Placa de yeso laminado

ESV 01-C. ENCUENTRO CON CONDUCTOS DE INSTALACIONES

ESV-01-Ci1

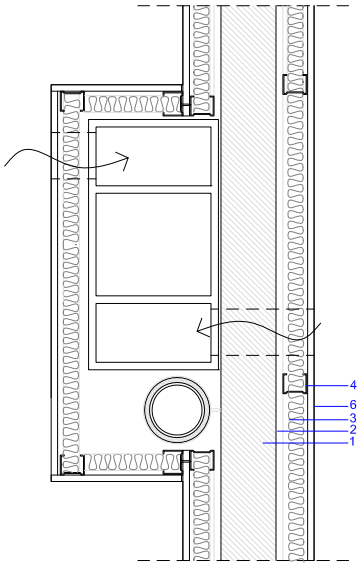
PLANTA



INCORRECTO

ESV-01-Ci2

PLANTA



CORRECTO

OBSERVACIONES:

- Cuando un conducto de ventilación se adose a un elemento de separación vertical, la hoja de fábrica debe ser continua y se trasdosará el conducto, de tal forma que se garantice la continuidad de la solución constructiva.
- Los patinillos deben contar con un trasdosado similar al empleado en los elementos de separación verticales.
- En el caso de que dos unidades de uso, compartieran el mismo conducto de extracción, las bocas de extracción no estarán conectadas al mismo conducto, para evitar la transmisión aérea directa, como en el detalle ESV-01-Ci1. Puede adoptarse un esquema análogo al que se indica en el detalle ESV-01-Ci2.
- Los detalles de anclaje de bajantes y sus revestimientos, pueden verse en la ficha de instalaciones.

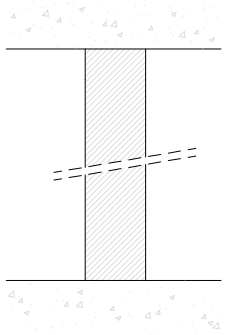
1. Hoja de fábrica o de hormigón
2. Espacio de separación con la hoja de fábrica ≥ 1cm
3. Material absorbente acústico
4. Perfilería metálica

6 Placa de yeso laminado

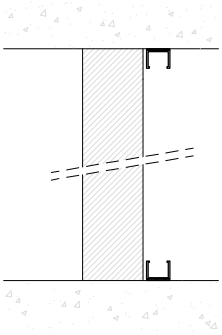
CORRECTO

Ficha ESV-01.a. EJECUCIÓN

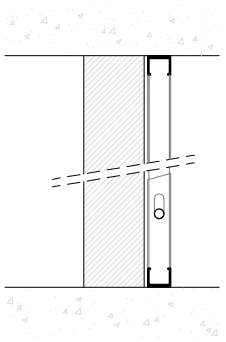
ELEMENTOS DE TIPO 1: **De fábrica con trasdosado autoportante por ambas caras**



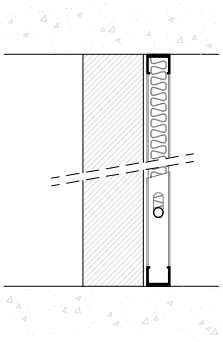
1



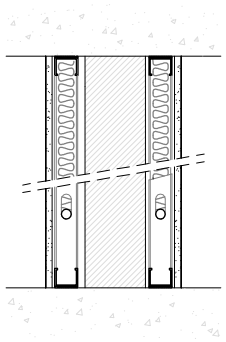
2



3



4



5 a 7

El trasdosado se ejecutará por ambas caras del elemento base, si así se especifica en el proyecto.

Fases de la ejecución:

1. Se ejecutará la hoja de fábrica. Según lo especificado en el proyecto, la hoja de fábrica puede tener algún revestimiento, como un enlucido, enfoscado…etc. Si no cuenta con ningún revestimiento, se limpiarán las rebabas de mortero o pasta que queden en la hoja de fábrica, a fin de evitar contactos rígidos entre el trasdosado y la hoja de fábrica.

2. Replanteo en suelo y techo de los trasdosados. La distancia entre la fábrica y el trasdosado ha de ser de al menos 1 cm.
   Cada trasdosado sigue el mismo proceso de ejecución.
   Los trasdosados podrán anclarse al forjado o al suelo flotante, según se indique en el proyecto. Los encuentros con el suelo se resolverán según lo especificado en la fichas SF-01 y SF-02.
   Se colocarán las bandas de estanquidad en suelo y techo, previamente a la colocación de los canales. También se colocarán bandas de estanquidad en los montantes que arranquen de los pilares o de los cerramientos de fábrica, hormigón.

3. Colocación del resto de montantes en los canales tanto superior como inferior por simple giro.
   En general, los montantes pueden arriostarse a la hoja de fábrica lo que debe indicarse en el proyecto o en la información técnica del sistema constructivo.

   Se colocarán las tuberías de instalaciones que pasarán entre los montantes, procurando que queden lo más rectas posibles y que no forman un contacto entre la hoja de fábrica y las placas de yeso laminado.

4. Se colocarán los paneles de lana mineral entre los perfiles. El ancho de los paneles debe ser acorde con el ancho de la perfilería utilizada. El material no puede romperse en su instalación y debe cubrir toda la superficie de trasdosado, de suelo a techo.

5. Se atornillarán las placas de yeso laminado a los montantes. Los tornillos quedarán suficientemente rehundidos, de tal manera que se permita su plastecido posterior.

6. Se procederá al tratamiento de juntas entre placas y al plastecido de tornillos, de tal forma que se garantice la estanquidad de la solución. El tratamiento de las juntas se realizará:
   - Interponiendo pasta de juntas de yeso, para asentar cinta de papel microperforado. Tras el secado de la junta, se aplicarán las manos de pasta necesarias según la decoración posterior del paramento.
   - Pegando una cinta de malla autoadhesiva en las juntas y posteriormente aplicando las manos de pasta de juntas necesarias según la decoración posterior.

7. De forma análoga, se procederá al tratamiento con pasta de yeso y cinta de juntas en las juntas perimetrales del

	trasdosado con el forjado y otras particiones o podrá utilizarse silicona elástica.

Observaciones:
Si se hubieran proyectado 2 o más placas de yeso laminado por cada lado, cada una de las placas se colocará contrapeada respecto a las placas de la fase anterior y se procederá al tratamiento de juntas y plastecido de tornillos de cada fase, tal y como se expresa en el punto 6 anterior.

Recomendaciones: ESV-01.a

- Se recomienda **ejecutar primero el elemento de separación entre unidades de uso diferentes, para después ejecutar el suelo flotante**. De esta forma, puede asegurarse que el suelo flotante es independiente entre unidades de uso. La tabiquería puede ejecutarse indistintamente sobre el suelo flotante o sobre el forjado.

- Colocar las instalaciones después del absorbente acústico.

- Emplear absorbentes acústicos de densidad baja o media (de 10 a 70 kg/m^3) que permitan el amoldamiento de los conductos sin deteriorarse.

- Contrapear las distintas fases de las placas, en caso de que haya más de una PYL en el trasdosado. (Véase detalle R1).

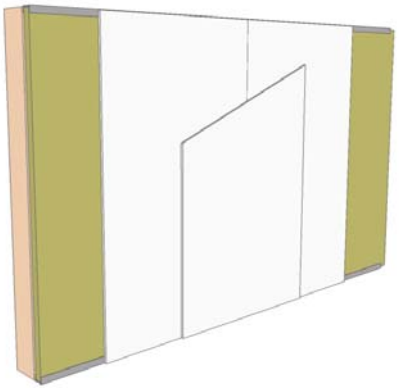
- Empleo de cajas especiales adaptadas a las placas de yeso laminado para cajas de derivación y mecanismos eléctricos, (enchufes, interruptores, etc.)

- La distribución de conductos en el interior de la cámara se realizará mediante piezas específicas para ello. (Véase detalle R2)

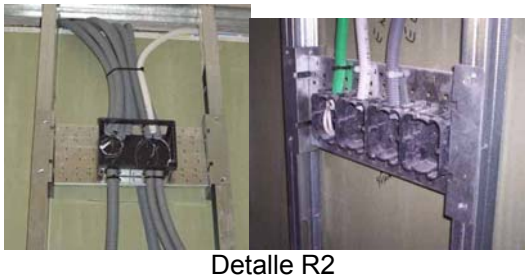
- Aumentar el espesor de la perfilería, por ejemplo,de 48 mm a 70 mm, si el número de conductos de instalaciones que discurre por la cámara del trasdosado fuese elevado, de tal forma que se permita el paso de las mismas y se pueda incluir además, una lana mineral de 40 mm de espesor.

- Utilizar envolventes elásticas (pasamuros), para evitar el paso de vibraciones a los elementos constructivos, siempre que estas atraviesen un elemento de separación.
Por ejemplo: Pueden utilizarse como pasamuros las coquillas de espuma PE o espuma elastomérica.

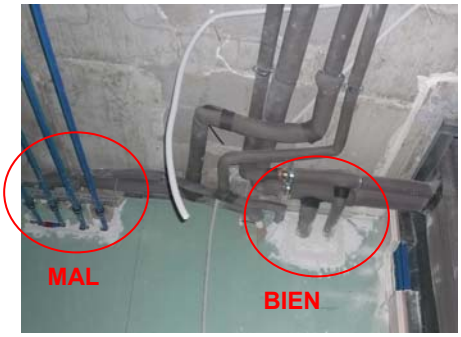
Deben sellarse las holguras entre los pasamuros y los elementos de separación. (Véase detalle R3)



Detalle R1



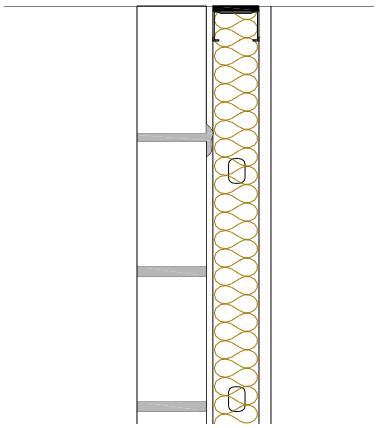
Detalle R2



Detalle R3

A evitar: **ESV-01.a**

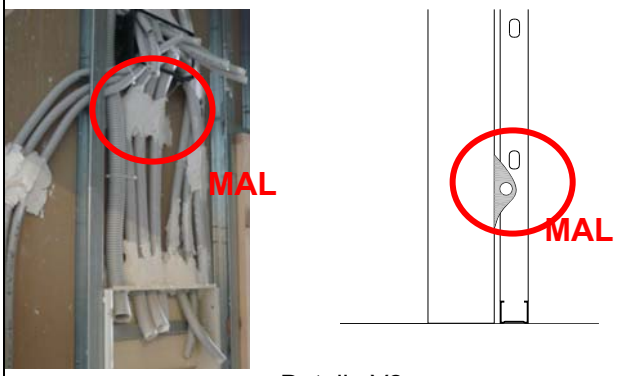
- Contactos rígidos entre el cerramiento de fábrica y el trasdosado autoportante, en los casos no contemplados en proyecto (por rebabas, etc…). (Véase detalle V1).



Detalle V1

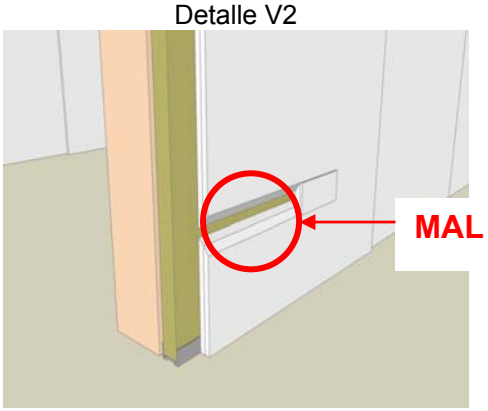
- Contactos rígidos entre las instalaciones y cajas de mecanismos y registro con la hoja de fábrica (Véase detalle V2).

- En el caso de existir instalaciones dispuestas en rozas dentro del elemento base, deben retacarse con mortero todas las rozas realizadas e intentar que las instalaciones discurran entre las perfilería.

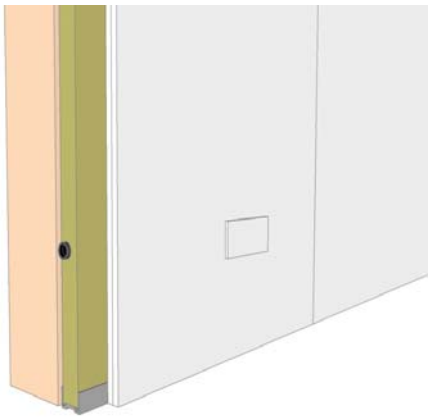


Detalle V2

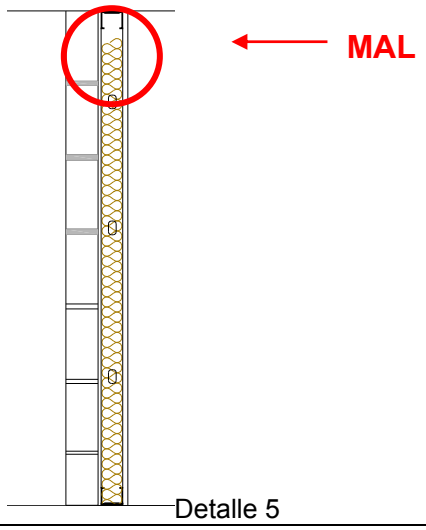
- Realizar rozas en las placas (Véase detalle V3). Las placas sólo deben perforarse en los puntos en la salida de instalaciones que discurran por la cámara o en aquellos puntos donde se instalarán cajas para mecanismos eléctricos (Véase detalle V4).



Detalle V3



Detalle V4

A evitar:	**ESV-01.a**
- Discontinuidad, rotura o falta de relleno del absorbente acústico de la cámara de la estructura autoportante (Véase detalle 5).	

Ficha ESV-01.a.
CONTROL DE EJECUCIÓN

Fábrica con trasdosado autoportante por ambas caras

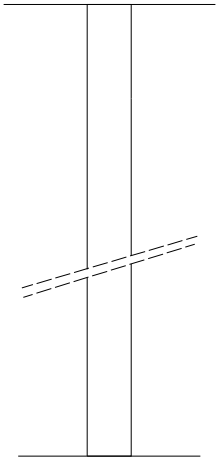
Obra	Fecha:

Condiciones	SI	NO	Observaciones
Durante la ejecución			
El acabado de la hoja de fábrica es el que se especifica en el proyecto: Enyesado, enfoscado, visto…etc.			
En caso de que no se haya revestido el cerramiento portador, se ha comprobado que no existan rebabas o pegotes en su superficie, que interfieran con los montantes del trasdosado.			
Se han colocado las bandas de estanquidad en suelo y techo			
Se han colocado las bandas de estanquidad en los encuentros laterales con elementos de fábrica y pilares			
Se ha colocado la perfilería separada al menos 10 mm de separación de la hoja de fábrica, y en su caso, se ha arriostrado adecuadamente.			
La distancia entre montantes es la indicada en el proyecto			
El absorbente acústico es de un ancho adecuado a los montantes utilizados.			
El absorbente acústico cubre toda la superficie de la cámara y no ha sufrido roturas			
Se han tratado las juntas entre las placas de yeso con pasta de juntas y cintas de papel o malla.			
Se han tratado con pasta de yeso y cinta de juntas los encuentros entre las placas de yeso y el forjado o las particiones a las que éstas acometen			
En caso de colocarse dos o más fases de placas de yeso, la segunda fase se ha anclado de forma contrapeada con respecto a la fase anterior			
En caso de colocarse dos o más fases de placas de yeso, se han tratado las de juntas y plastecido de tornillos de cada fase			
Si se contempla en proyecto, el trasdosado se realiza por ambas caras del cerramiento			

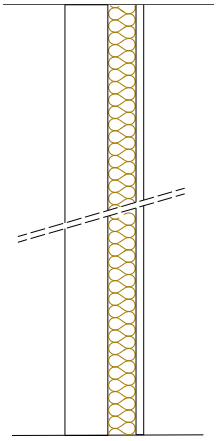
Después de la ejecución			
Las placas de acabado están debidamente selladas y no existen rozas o roturas en ellas.			
Las cajas de derivación y las de los mecanismos eléctricos (enchufes, interruptores…etc.) son apropiadas para las placas de yeso laminado			
Otros:			

Ficha ESV-01.b. EJECUCIÓN

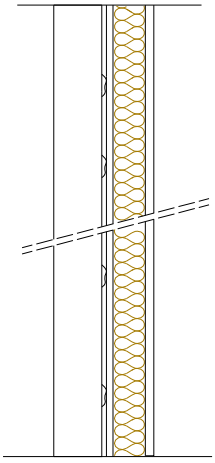
ELEMENTOS DE TIPO 1: **De fábrica con trasdosado directo por ambas caras**



1-2



3 **a**-4-5-6



7

El trasdosado se ejecutará por ambas caras del elemento base, si así se especifica en el proyecto.

Fases de la ejecución:

1. Se ejecutará la hoja de fábrica. Según lo especificado en el proyecto, la hoja de fábrica puede revestirse con un enyesado, enfoscado…etc. o no. Si no está revestida, se limpiarán las rebabas de mortero o pasta que queden en la hoja de fábrica.

2. Ejecución y retacado de las rozas en el elemento base de fábrica.

3. Replanteo en suelo y techo de los trasdosados. Los trasdosados podrán montarse sobre el forjado o sobre el suelo flotante, según se indique en el proyecto. Los encuentros con el suelo se resolverán según lo especificado en las fichas SF-01 y SF-02.

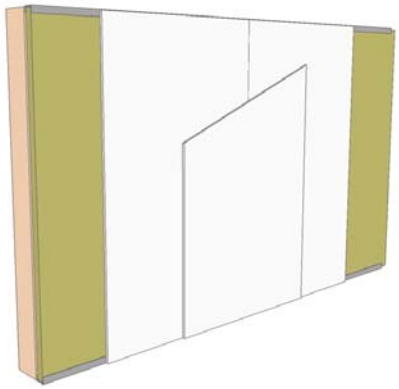
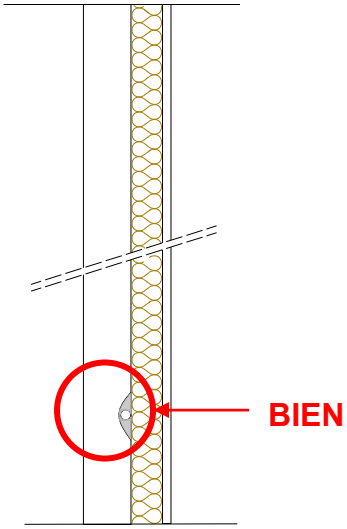
4. Según las irregularidades de la hoja de fábrica, debe localizarse el punto o zona más saliente para determinar qué tipo de trasdosado a ejecutar:
   - A más ganar si las irregularidades de la hoja de fábrica son menores a 10 mm.
   - Con pelladas de pasta de agarre, si las irregularidades de la fábrica son menores o iguales a 20mm
   - Con tientos o tiras de yeso si las irregularidades de la fábrica son mayores de 20mm. Los tientos consisten en tiras de placas de 20 cm de ancho de suelo a techo. Se colocarán éstos con pelladas a la hoja de fábrica y se esperará al menos 24 horas para la fijación de los paneles.

5. En el primero de los casos, se imprimará la superficie del panel con un adhesivo adecuado, o en el segundo, se ejecutarán las pelladas de pasta de agarre en el mismo, previa a la instalación de los paneles. Dichos paneles deben estar compuestos por un material absorbente acústico y una placa de yeso laminado.

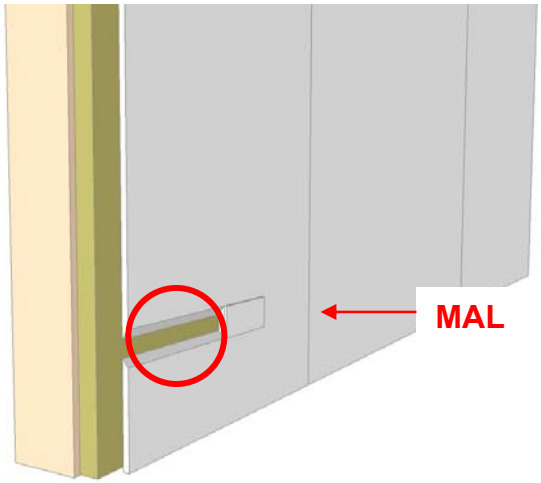
6. Se procederá al tratamiento de juntas entre placas, de tal forma que se garantice la estanquidad de la solución. El tratamiento de las juntas se realizará:
   - Interponiendo pasta de juntas de yeso, para asentar cinta de papel microperforado. Tras el secado de la junta, se aplicarán las manos de pasta necesarias según la decoración posterior del paramento.
   - Pegando una cinta de malla autoadhesiva en las juntas y posteriormente aplicando las manos de pasta de juntas necesarias según la decoración posterior.

7. De forma análoga, se procederá al tratamiento con pasta de yeso y cinta de juntas en las juntas perimetrales del trasdosado con el forjado y otras particiones.

Observaciones:
Si se hubieran proyectado 2 o más placas de yeso laminado por cada lado, cada una de las placas se colocará contrapeada respecto a las placas de la fase anterior y se procederá al tratamiento de juntas y plastecido de tornillos de cada fase, tal y como se expresa en el punto 6 anterior.

Recomendaciones:	**ESV-01.b**
- Contrapear las distintas fases de las placas, en caso de que haya más de una PYL en el trasdosado. (Véase detalle R1).	 Detalle R1
- Llevar los conductos de instalaciones[1] mediante rozas por el elemento base de fábrica, antes de colocar el trasdosado, de esta manera se evitan rozas en el panel de trasdosado. - Las rozas a ejecutar en el cerramiento portador deberán estar debidamente retacadas (Véase detalle R2). Nota: Si el trasdosado se ha ejecutado con tientos y el espesor de éstos lo permite, los conductos podrán colocarse superficialmente sobre el cerramiento portador y aprovechar la cámara entre el trasdosado y el elemento de fábrica. El material absorbente acústico no debe romperse en ningún momento para permitir la colocación de instalaciones (salvo en los puntos de salida (cajas para mecanismos eléctricos, cajas de derivación …etc.)	 Detalle R2
- Empleo de cajas especiales adaptadas a las placas de yeso laminado para cajas de derivación y mecanismos eléctricos, tales como enchufes o interruptores	Detalle R3

[1] Si por el elemento de separación vertical discurriesen una gran cantidad de conductos de instalaciones, se recomienda sustituir los trasdosados directos por trasdosados autoportantes, de tipo ESV-01.

A evitar:	**ESV-01.b**
- Realizar rozas en las placas (Véase detalle V1). Las placas sólo deben perforarse en los puntos en la salida de instalaciones que discurran por la partición o en aquellos puntos donde se instalarán cajas para mecanismos eléctricos. - Discontinuidades, roturas o faltas de relleno del absorbente acústico del trasdosado directo.	 Detalle V1

Ficha ESV-01.b
CONTROL DE EJECUCIÓN.
Fábrica con trasdosado directo por ambas caras

Obra	Fecha:

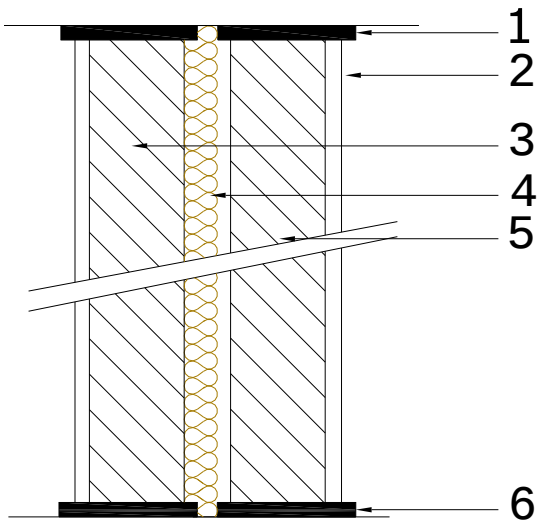
Condiciones	SI	NO	Observaciones
Durante la ejecución			
El acabado de la hoja de fábrica es el que se especifica en el proyecto: Enyesado, enfocado, visto…etc.			
El trasdosado directo se realiza según se ha indicado en el proyecto (pegado directo, pelladas, …)			
El material absorbente acústico del trasdosado cubre toda la superficie del divisorio			
Se han tratado las juntas entre las placas de yeso con pasta de juntas y cintas de papel o malla.			
Se han tratado con pasta de yeso y cinta de juntas los encuentros entre las placas de yeso y el forjado o las particiones a las que estas acometen			
Si se contempla en proyecto, el trasdosado se realiza por ambas caras del cerramiento			
Después de la ejecución			
Las placas de acabado están debidamente selladas y no existen rozas o roturas en ellas.			

Otros

Ficha ESV-02.a. DISEÑO

ELEMENTOS DE TIPO 2: **De doble hoja de fábrica o paneles prefabricados pesados con bandas elásticas perimetrales en ambas hojas.**

ESV-02.a. Doble Fábrica con bandas elásticas en ambas hojas



Componentes:

1 y 6. Bandas elásticas colocadas en el perímetro de la partición (encuentros con forjados, suelos, techos, pilares y fachadas).
Espesor mínimo: 10 mm. Rigidez dinámica, s': < 100 MN/m^3

2. **Revestimiento de las hojas** (guarnecido de yeso, enfoscado, …)

3. **Primera hoja de fábrica** o de panel prefabricado pesado.
Masa de cada hoja apoyada sobre bandas elásticas: m ≤ 150 kg/m^2

En función de lo especificado, podrá tener algún tipo de revestimiento (guarnecido de yeso, enfoscado,…) en la cara interior.

4. **Material absorbente acústico.** Espesor acorde con el ancho de la cámara que se forme entre las dos hojas
Por ejemplo:
Lana mineral, de resistividad al flujo del aire, r ≥ 5kPa.s/m^2
Densidad aproximada: de 10 a 70 kg/m^3.
Espesor recomendado ≥ 4 cm

5. **Segunda hoja de fábrica** o de panel prefabricado pesado.
Masa de cada hoja apoyada sobre bandas elásticas: m ≤ 150 kg/m^2

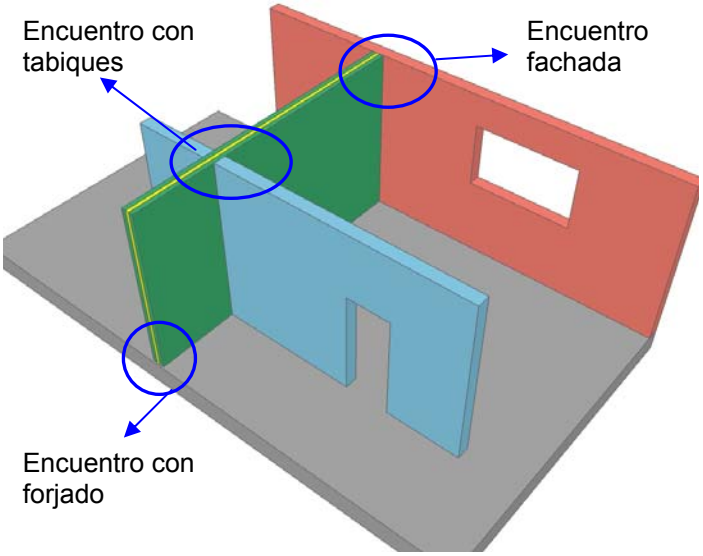
Masa y R_A del conjunto de las dos hojas dependen de las tablas de soluciones de aislamiento. Apartado 2.1.4 de esta Guía.

Observaciones:

- La altura y longitud máxima de las hojas sin arriostrar dependen del ancho de las fábricas empleadas.
- Las bandas elásticas evitan la transmisión de vibraciones entre el cerramiento y los forjados, fachadas, etc., para ello, las bandas elásticas deben colocarse en todo el perímetro del cerramiento. Véase ESV-02.a encuentros.
- Las tuberías de instalaciones y cajas de mecanismos se ubicarán en las rozas que se ejecuten para ello en las hojas de fábrica, teniendo en cuenta las recomendaciones que se indican en el apartado de ejecución.
- En el caso de existir sistemas de instalaciones centralizadas, una vez definida su distribución, se recomienda comprobar que los conductos y tuberías que en su caso atraviesen la separadora estén provistos de las medidas oportunas para evitar las transmisiones directas e indirectas: interposición de elementos elásticos (coquillas, pasamuros estancos), y sellado acústicamente hermético del paso realizado

Ficha ESV-02.a. ENCUENTROS

ELEMENTOS DE TIPO 2. **ESV-02.a.**: **De doble hoja de fábrica o paneles prefabricados pesados con bandas elásticas perimetrales en ambas hojas.**



ENCUENTROS:

Con forjados:
- ESV-02.a-Fo1
- ESV-02.a-Fo2
- ESV-02.a-Fo3
- ESV-02.a-Fo4

Con fachadas
- ESV-02.a-Fc1
- ESV-02.a-Fc2
- ESV-02.a-Fc3
- ESV-02.a-Fc4

Con la tabiquería interior
- ESV-02.a-Tb1

Con pilares
- ESV-02.a-Pi1
- ESV-02.a-Pi1
- ESV-02.a-Pi2
- ESV-02.a-Pi3

Con conductos de ventilación e instalaciones
- ESV-02.a-Ci1
- ESV-02.a-Ci2
- ESV-02.a-Ci3
- ESV-02.a-Ci4

Sobre la disposición de las bandas elásticas, éstas deben colocarse en:

1. En el encuentro de cada una de las hojas que forman el elemento de separación vertical ESV-02.a con los forjados.

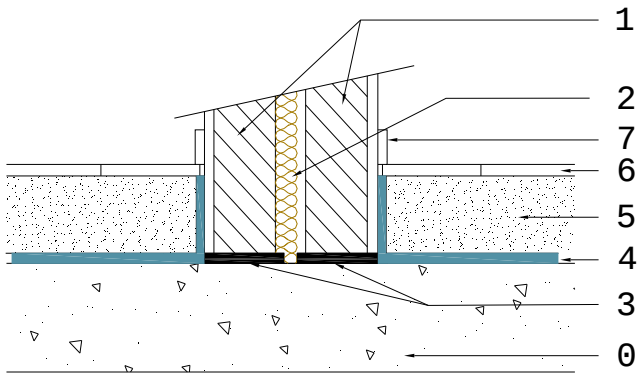
2. En el caso de fachadas:
   a. Para fachadas de una sola hoja de fábrica o de hormigón, en el encuentro con la hoja exterior.
   b. Para fachadas pesadas de dos hojas, no ventiladas, en el encuentro con la hoja exterior de fábrica.
   c. Para fachadas ventiladas, en el encuentro con la hoja interior de fábrica.

3. En los encuentros con pilares.

ESV 02.a-Fo. ENCUENTRO CON EL FORJADO.

ESV-02.a-Fo1

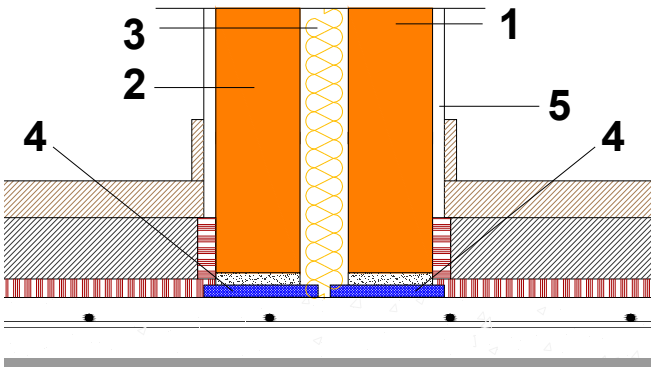
SECCIÓN



1. Forjado o losa.
2. Hojas de fábrica.
3. Material absorbente.
4. Bandas elásticas perimetrales.
5. Material aislante al ruido de impactos.
6. Capa de mortero.
7. Acabado de suelo.
8. Rodapié.

ESV-02.a-Fo1

SECCIÓN



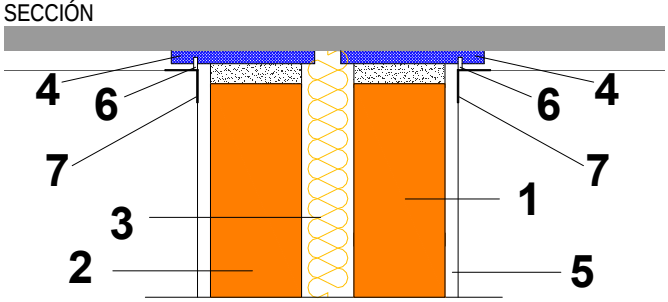
1. Hoja de fábrica
2. Hoja de fábrica
3. Material absorbente acústico
4. Bandas elásticas
5. Revestimiento de las hojas de fábrica

OBSERVACIONES:

- Las dos hojas deberán tener interpuesta una banda elástica en sus apoyos con el forjado.
- Se recomienda que el ancho de la banda elástica sea mayor que el de las hojas de fábrica. Los revestimientos de dicho tabique pueden acometer a dicha banda elástica, por lo que su espesor será como mínimo el del ancho del tabique más el del revestimiento. (Véase detalle ESV-02.a-Fo1).
- El suelo flotante no debe entrar en contacto con las hojas o pilares. Entre el suelo flotante y dichos paramentos debe interponerse una capa de material aislante a ruido de impactos. (Véanse detalles ESV-02.a-Fo1 y ESV-02.a-Fo2)
- El rodapié no debe conectar simultáneamente el suelo y la partición, para ello, debe colocarse una junta elástica en la base del rodapié, por ejemplo: Un cordón de silicona.
- Las tuberías que discurran por el suelo y lleguen a la partición estarán revestidas con coquillas un material elástico. Por ejemplo, coquillas de espuma PE o espuma elastomérica.
- Los detalles ESV-02.a-Fo-1 y ESV-02.a-Fo-2 corresponden a suelos de mortero, tipo SF01. Los mismos detalles serían válidos para soleras secas. (Véase SF-02)
- Los detalles relativos a los suelos flotantes y sus especificaciones de montaje están recogidas en los apartados SF-01 y SF-02

ESV-02.a-Fo3

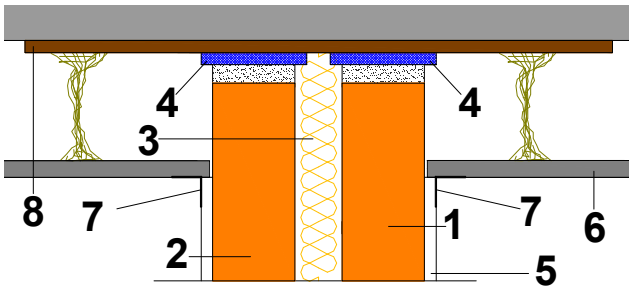
SECCIÓN



1. Hoja de fábrica
2. Hoja de fábrica
3. Material absorbente acústico.
4. Bandas elásticas en apoyo y remate superior
5. Enlucido en yeso
6. Separación del yeso
7. Banda de papel para remate de acabado

ESV-02.a-Fo4

SECCIÓN



1. Hoja de fábrica
2. Hoja de fábrica
3. Material absorbente acústico.
4. Bandas elásticas en remate superior
5. Enlucido en yeso. No es necesaria la separación
6. Falso techo
7. Banda de papel para remate de acabado
8. Elemento para sellar la cara inferior del forjado en el encuentro de la separadora. Por ejemplo: enlucido, guarnecido, enfoscado, etc.

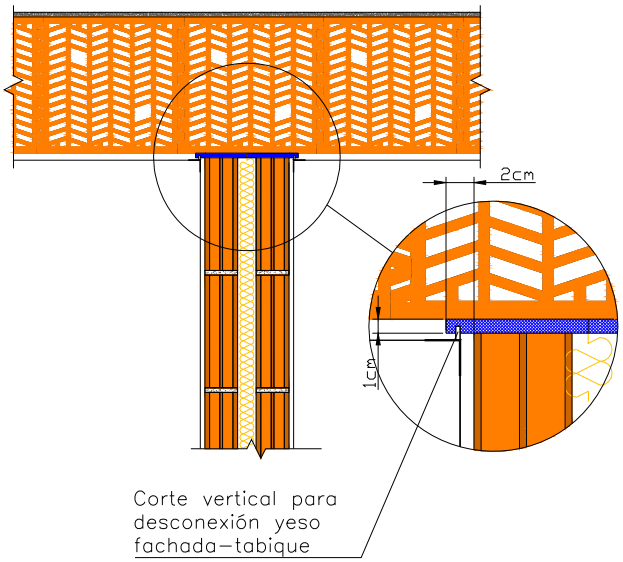
OBSERVACIONES:

- En los encuentros con el forjado superior, debe interponerse una banda elástica en ambas hojas.
- El ancho de la banda elástica será mayor que el de las hojas de fábrica, especialmente cuando el acabado del techo sea un enlucido. Los revestimientos de dicho tabique pueden acometer a dicha banda elástica, por lo que su espesor será como mínimo el del ancho del tabique más el del revestimiento. (Véanse detalles ESV-02.a-Fo3 y ESV-02.a-Fo4).
- Cuando el acabado del techo sea un enlucido, este enlucido no debe entrar en contacto con el enlucido de las hojas de fábrica. Para ello debe efectuarse un corte en el mismo como se indica en las observaciones del apartado ESV-02.a ejecución.
- Debe ejecutarse primero el elemento de separación vertical y después el falso techo. (Véase detalle ESV-02.a-Fo4).
- Los detalles relativos a los falsos techos y sus especificaciones de montaje están recogidos en el apartado T-01.

ESV 02.a-Fc. ENCUENTRO CON LA FACHADA

ESV-02.a-Fc1. Encuentro con fachada de una hoja

PLANTA



OBSERVACIONES:

- La masa superficial del elemento de tipo ESV-02.a que acometa a la hoja principal de la fachada no será menor de 170 Kg/m^2. Si es menor, este tipo de solución constructiva no podrá ser empleada con este tipo de fachadas. Véase apartado 2.1.4.3.1.

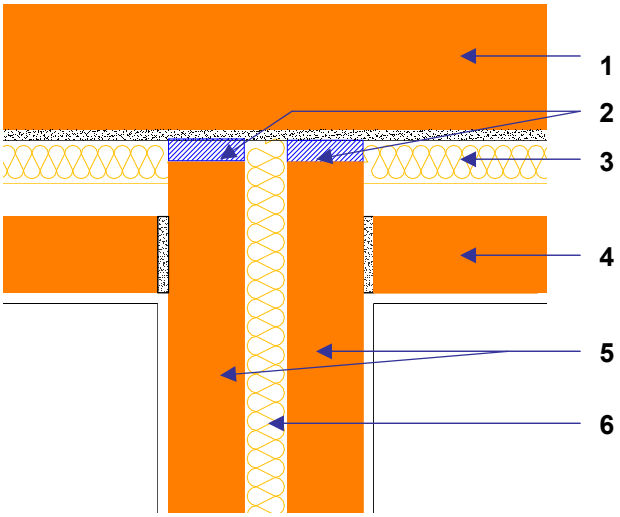
- En el caso de que la masa superficial del sistema tipo ESV-02.a. sea superior a 170 Kg/m^2, esta solución sólo será válida si la hoja principal de la fachada ventilada a la que acomete el cerramiento tiene una masa superficial de al menos 225 Kg/m^2 y un índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A, de al menos 50 dBA. Véase apartado 2.1.4. 3.1

- El ancho de la banda elástica será mayor que el de las hojas de fábrica, especialmente cuando el acabado de la fachada sea un enlucido.

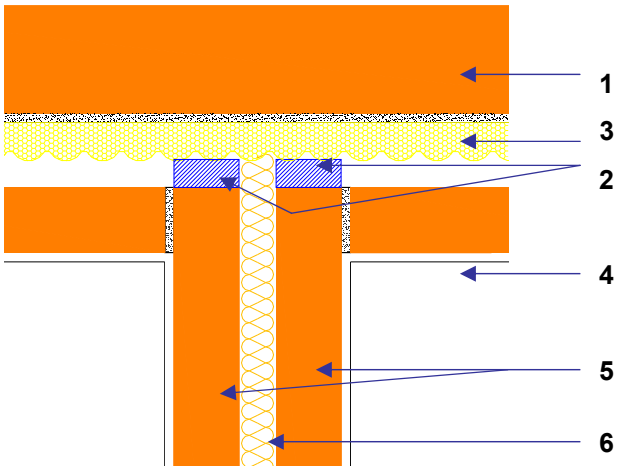
- Deberá interponerse una banda elástica en los encuentros entre las hojas del cerramiento ESV-02.a y la hoja de la fachada. El enlucido de la fachada no debe entrar en contacto con el enlucido de la partición, para ello puede ejecutarse un corte en los yesos como se especifica en el apartado ESV-02.a Ejecución.

Encuentro con fachada de dos hojas de fábrica, no ventilada

ESV-02.a-Fc-2
con aislamiento de paneles lana en la cámara
PLANTA



ESV-02.a-Fc3.
Con aislamiento de poliuretano proyectado, XPS o EPS en la cámara de la fachada
PLANTA



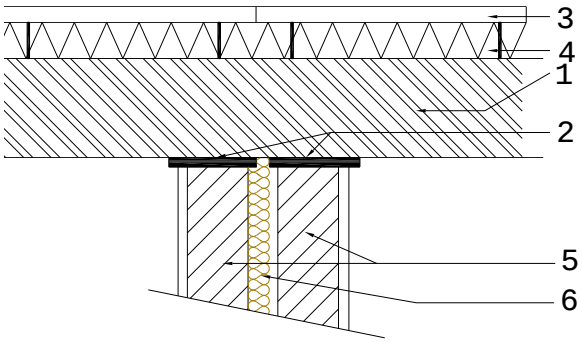
OBSERVACIONES:

- La cámara de la fachada puede estar rellena con cualquier material aislante. Entre las hojas de la fachada puede existir una cámara no ventilada.
- Debe interponerse una banda elástica en los encuentros entre las hojas del elemento ESV-02.a y la hoja exterior de la fachada con independencia de los otros materiales aislantes o impermeabilizantes. Véase encuentro ESV.02.a-Fc-2 y ESV.02.a-Fc-3.
- La cámara se interrumpirá entre las dos unidades de uso. La hoja interior de la fachada no será continua y no conectará las dos unidades de uso.
- En el detalle no se han marcado los revestimientos, como enlucidos, enfoscados, etc. de las hojas de fábrica Es necesario recordar que la unión entre el elemento base y la hoja exterior de fachada se realizará con mortero hidrófugo.

1. Hoja exterior de la fachada.
2. Bandas elásticas.
3. Material aislante de la fachada. En el caso del detalle ESV-02.a-Fc-2, el aislante es poliuretano proyectado, XPS o EPS.
4. Hoja interior de fábrica de la fachada.
5. Hojas de fábrica del divisorio.
6. Material absorbente acústico.

ESV-02.a-Fc4. Encuentro con fachada ventilada con hoja interior de fábrica

PLANTA



OBSERVACIONES:

- La masa superficial del elemento de tipo ESV-02.a que acometa a la hoja principal de la fachada no será menor de 170 Kg/m^2. Si es menor, este tipo de solución constructiva no podrá ser empleada con este tipo de fachadas. Véase apartado 2.1.4. 3.1.

- En el caso de que la masa superficial del sistema tipo ESV-02.a. sea superior a 170 Kg/m^2, esta solución sólo será válida si la hoja principal de la fachada ventilada a la que acomete el cerramiento tiene una masa superficial de al menos 225 Kg/m^2 y un índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A, de al menos 50 dBA. Véase apartado 2.1.4. 3.1

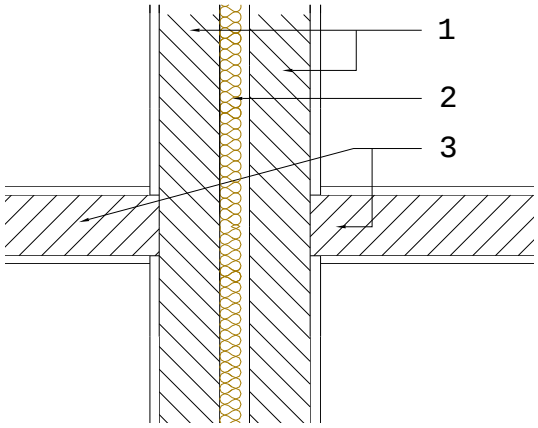
- El ancho de la banda elástica será mayor que el de las hojas de fábrica, especialmente cuando el acabado de la fachada sea un enlucido.

- Deberá interponerse una banda elástica en los encuentros entre las hojas del cerramiento ESV-02.a y la hoja principal de la fachada ventilada. En el detalle ESV-02.a-Fc4 no se ha especificado el acabado interior de la fachada. Si éste fuera un enlucido, el enlucido de la fachada no debe entrar en contacto con el enlucido de la partición, para ello puede ejecutarse un corte en los yesos como se especifica en el apartado ESV-02.a Ejecución.

1. Hoja interior de la fachada.
2. Bandas elásticas.
3. Revestimiento exterior.
4. Material aislante.
5. Hojas de fábrica del divisorio.
6. Material absorbente acústico.

ESV 02.a-Tb. ENCUENTRO CON LA TABIQUERÍA INTERIOR

ESV-02.a-Tb1. Encuentro con tabiquería de fábrica
PLANTA



OBSERVACIONES:

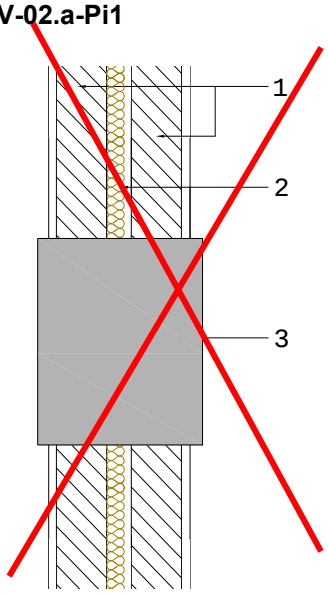
- Entre dos unidades de uso, el elemento de separación vertical debe ser continuo.
- Debe evitarse la formación de puentes acústicos entre las dos hojas. Los tabiques que acometan al elemento de separación pueden trabarse a una de las hojas del elemento de separación, pero no deben atravesar la cámara.

1. Hojas de fábrica del divisorio.
2. Absorbente acústico
3. Tabiquería de fábrica.

ESV 02.a-Pi. ENCUENTRO CON PILARES

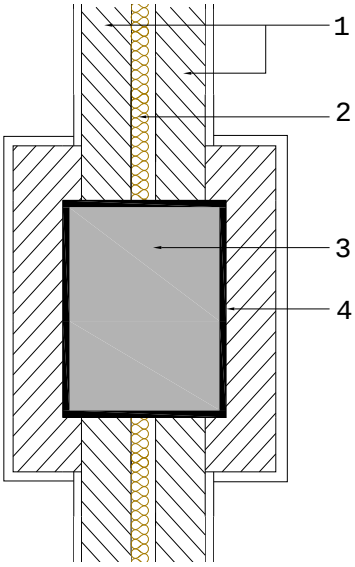
PLANTA

ESV-02.a-Pi1



INCORRECTO

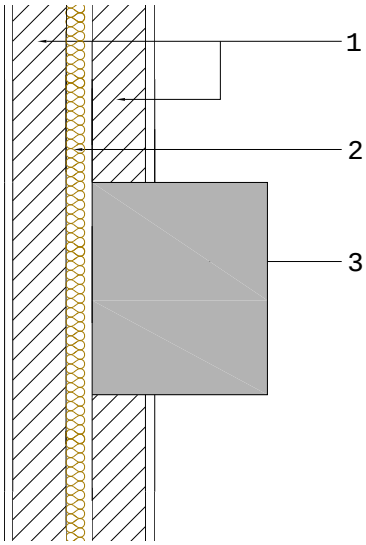
ESV-02.a-Pi2



CORRECTO

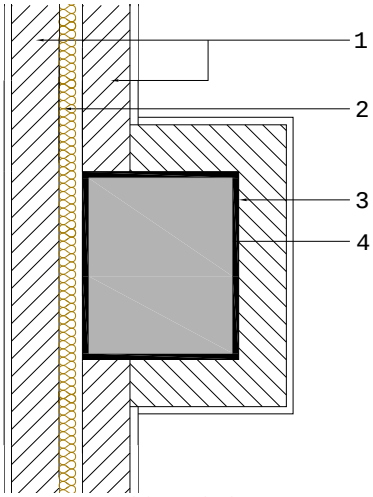
PLANTA

ESV-02.a-Pi3



CORRECTO

ESV-02.a-Pi4



CORRECTO

OBSERVACIONES:

- Cuando los pilares se adosen al elemento de tipo ESV-02.a, deben interponerse bandas elásticas en los encuentros entre los elementos de tipo ESV-02.a y los pilares. (Véanse detalles ESV-02.a- Pi1, ESV-02.a- Pi2, y ESV-02.a- Pi4).
- Cuando los pilares se adosen al elemento de tipo ESV-02.a, pueden trasdosarse. Véanse detalles ESV-02.a-Pi2 y ESV-02.a-Pi4). En este caso, el trasdosado llevará bandas elásticas en la base y en la cima.

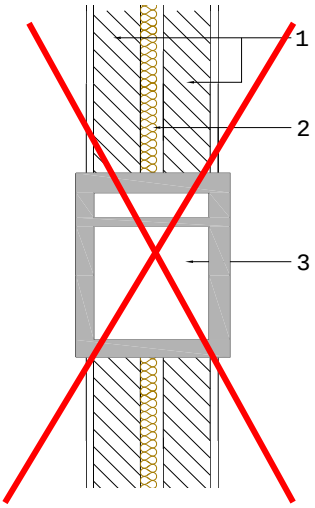
1. Hojas de fábrica del divisorio
2. Absorbente acústico
3. Pilar
4. Bandas elásticas

Ejemplo encuentros con pilares

ESV 02.a.-Ci. ENCUENTRO CON CONDUCTOS DE INSTALACIONES

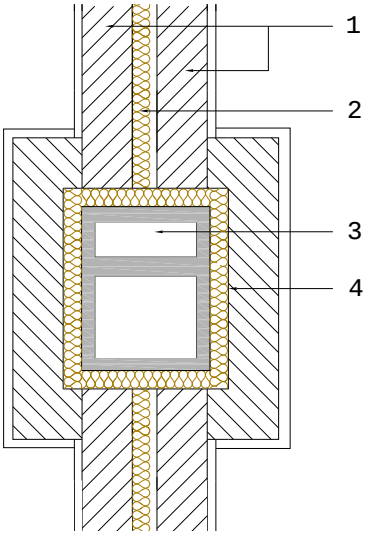
PLANTA

ESV-02.a-Ci1



INCORRECTO

ESV-02.a-Ci2

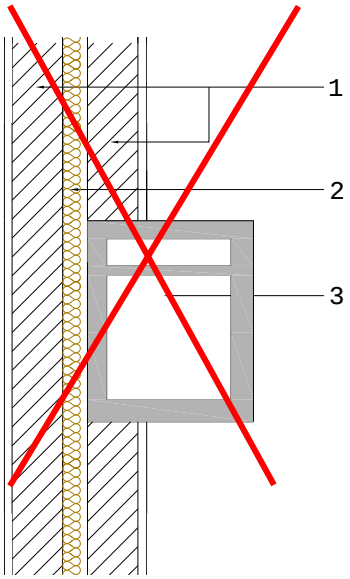


CORRECTO

OBSERVACIONES:

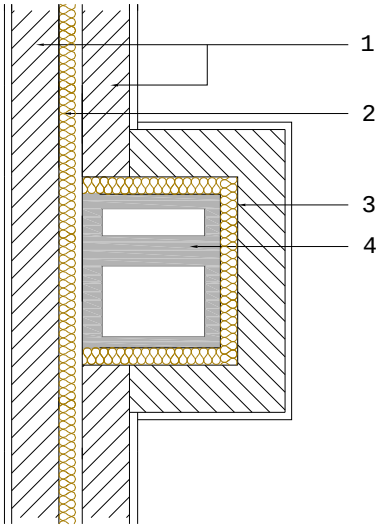
- Cuando un conducto de ventilación o instalaciones se adose a un cerramiento tipo ESV 02.a., éste debe mantener una hoja continua, y la otra trasdosará el conducto, (Véase detalle ESV-02.a-Ci4) o bien ambas hojas trasdosarán el conducto (Véase detalle ESV-02.a-Ci2).
- Los conductos deberán estar forrados de un material absorbente acústico.
- En el caso de que dos unidades de uso, compartieran el mismo conducto de extracción, las bocas de extracción no estarán conectadas al mismo conducto, para evitar la transmisión aérea directa. Puede adoptarse un esquema análogo al que se indica en el detalle ESV-01-Ci.

ESV-02.a-Ci3



INCORRECTO

ESV-02.a-Ci4

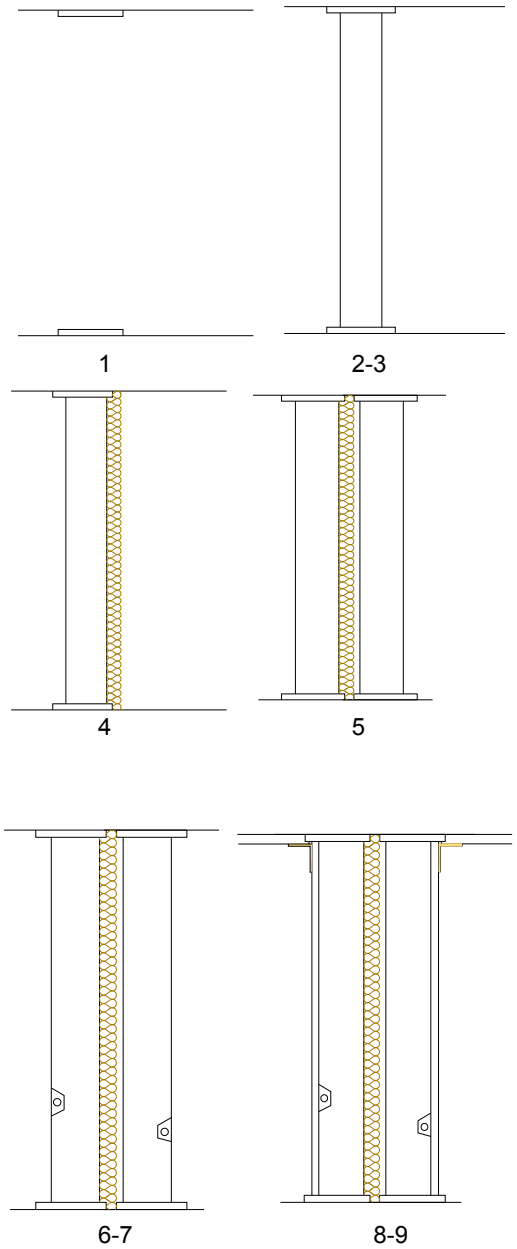


CORRECTO

1. Hojas de fábrica del divisorio.
2. Absorbente acústico.
3. Absorbente acústico.
4. Conductos de instalaciones.

Ficha ESV-02.a. EJECUCIÓN

ELEMENTOS DE TIPO 2: **De dos hojas de fábrica con bandas elásticas perimetrales en ambas hojas**



Fases de la ejecución:

1. Replanteo en forjados (de suelo y de techo) del elemento de tipo ESV-02.a, con colocación de las bandas elásticas en apoyo y laterales de la primera hoja de fábrica.
   Las superficies de colocación de las bandas elásticas deben limpiarse previamente. La fijación de dichas bandas elásticas se realizará según se indique en proyecto o en las recomendaciones del fabricante.

2. Se colocarán las bandas elásticas en la base y laterales de la primera hoja de fábrica[1].

3. Se ejecutará la primera hoja de fábrica, recibiéndola en su base, sobre la banda elástica, con yeso o pasta de agarre.
   Deben rellenarse las llagas y los tendeles con el material agarre indicado para el tipo de piezas, indicado en el proyecto.[2]
   Colocación de la banda en el remate superior y retacado.
   En la parte superior del tabique, se retacará de yeso o pasta la apertura existente entre la fila superior de las piezas de fábrica y la banda elástica, evitando que el yeso o pasta contacte con el forjado superior.
   Según lo especificado en el proyecto, dicha hoja de fábrica podrá revestirse con un enyesado, enfoscado…etc. en una o en las dos caras.
   Si la hoja de fábrica sólo se reviste por la cara exterior, se limpiarán las rebabas de mortero o pasta que queden por la cara del cerramiento que delimitará la cámara del doble tabique.

4. Se colocará el absorbente acústico fijado, según se indique en proyecto, a la cara interior de la primera hoja de fábrica, evitando que se rompa en su instalación. El material debe ocupar toda la superficie de la hoja de fábrica, de suelo a techo.

5. Se realizará el replanteo necesario y se ejecutará la segunda hoja siguiendo los pasos de 1 a 3 de la presente ficha.

6. Se realizarán las rozas necesarias para paso de instalaciones, haciendo que no coincidan a la misma altura en ambos tabiques, teniendo especial cuidado en no hacer coincidir las cajas de registro, enchufes y mecanismos a ambos lados de las hojas.

[1] Para bandas de EEPS, se recomienda usar mortero de yeso, pegamento de base escayola o cualquier material que garantice la buena adherencia..

[2] Los materiales de agarre suelen ser morteros, empleados en la albañilería tradicional, o pastas adhesivas especiales empleadas para las fábricas formadas con piezas, cerámicos o de hormigón, en los que las llagas verticales u horizontales están machihembradas.

7. Se retacarán las rozas adecuadamente de forma que queden rellenas de yeso, pasta o mortero todas ellas antes de aplicar los revestimientos.
8. Se aplicarán los revestimientos exteriores de las hojas, enlucidos, guarnecidos., etc.) sin que entren en contacto con los revestimientos del techo.: El enlucido del cerramiento de tipo ESV-02.a no debe entrar en contacto con el enlucido del techo o el enlucido de la hoja interior de la fachada de una hoja o ventilada, para ello, puede optarse por cualquiera de los siguientes procedimientos (Véanse observaciones):
   - Debe efectuarse un corte en los enlucidos.
   - El ancho de la banda elástica debe ser mayor que el ancho de las hojas de fábrica y evitar la conexión entre los enlucidos.

   Los revestimientos pueden ejecutarse antes o después de ejecutarse el suelo flotante.
9. Se rematará la junta entre el revestimiento de las hojas de fábrica y el revestimiento de los techos, interponiendo una cinta de celulosa microperforada o similar.

Observaciones:

Detalle del replanteo y ejecución de particiones con bandas

Para evitar la conexión entre el enlucido de las hojas de fábrica del elemento de tipo ESV-02.a y el enlucido del techo o de la hoja interior de fábrica de una fachada ventilada, puede procederse de cualquiera de las dos formas siguientes:

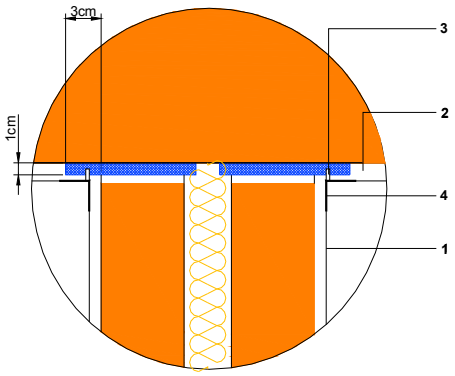
1. Realizando un **corte con llana en el enlucido del techo**. Una vez aplicado el yeso a la pared y al techo, pegando la llana contra la pared, se corta verticalmente el yeso hasta alcanzar la banda elástica.
   La junta se remata con una tira de papel para tapar la junta.

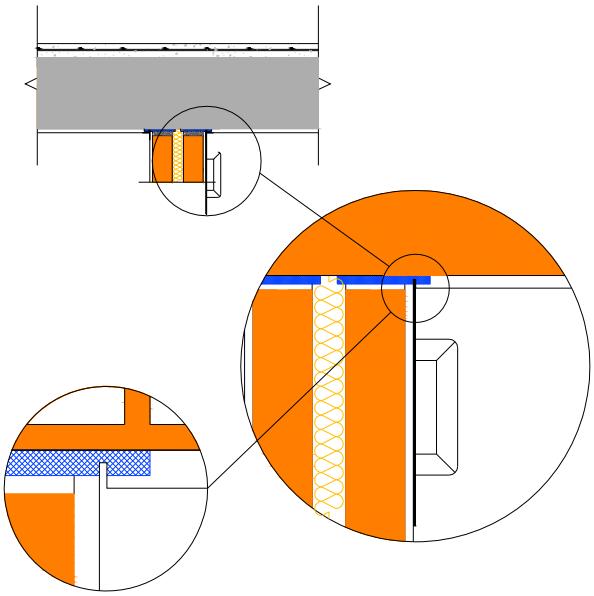
Aplicación del yeso de la pared separadora contra la banda elástica.

Aplicación del yeso del techo contra el yeso de la pared separadora.

Corte vertical del yeso del techo hasta alcanzar la banda elástica.

Colocación de la banda de papel tapando la junta.

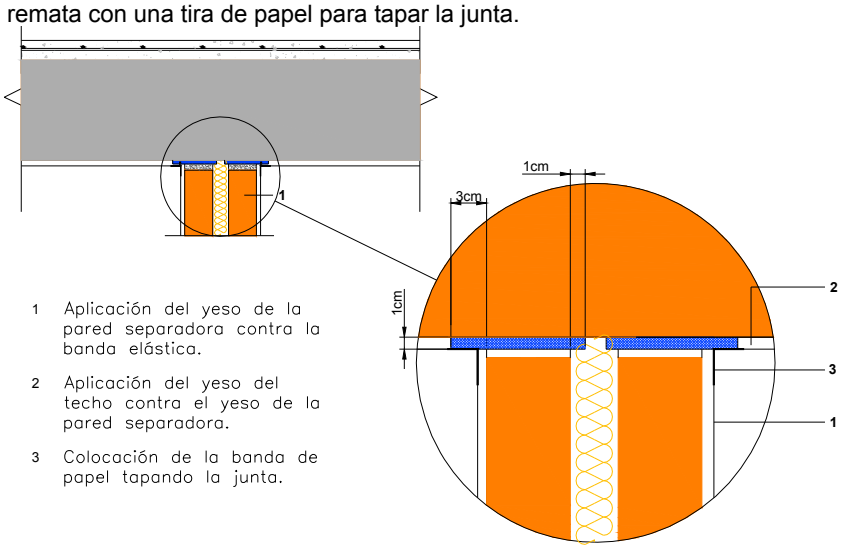




Secuencia de corte de la banda elástica

Remate de la junta

2. La segunda forma de proceder **consiste en mantener la desconexión de los enlucidos por medio de la banda elástica**. Se ejecuta el enlucido del techo y se la pared procurando que ambos estén separados por la banda elástica.
   La junta se remata con una tira de papel para tapar la junta.



Recomendaciones: **ESV-02.a**

- Colocar bandas elásticas que tengan un ancho de al menos 4 cm. superior al espesor de la hoja de fábrica. Colocar la hoja de fábrica centrada de forma que la banda elástica sobresalga por cada lado al menos 1 cm. del espesor del revestimiento que se vaya a hacer a la hoja. (Ver detalle R1).
Si las bandas elásticas tiene un ancho inferior se deberá tener especial cuidado en no conectar la partición con el forjado.

- Colocar la banda elástica de la cima en el momento en que vaya a finalizarse la construcción de la hoja para garantizar que la hoja de fábrica acomete a la banda elástica.

- No realiza las rozas pasantes. Las rozas deben retacarse adecuadamente de forma que queden rellenas de yeso, pasta o mortero, de tal forma que el aislamiento acústico de la partición no disminuya por las mismas.

- Si el absorbente acústico no rellena el plenum, deberá fijarse a la primera hoja mediante algún material de sellado o pieza mecánica, evitando en este último caso que dichas piezas comuniquen las dos hojas.

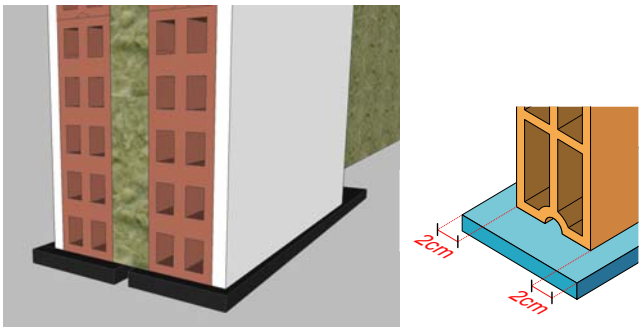
- En caso de que se coloque una moldura, ésta sólo debe fijarse al techo, evitando colocarla en el ángulo formado por el ESV-02.a y el techo. Veáse detalle R2.

- Los enchufes, interruptores y cajas de registro de instalaciones contenidas en los elementos de separación verticales no serán pasantes y no conectarán las hojas de la partición.

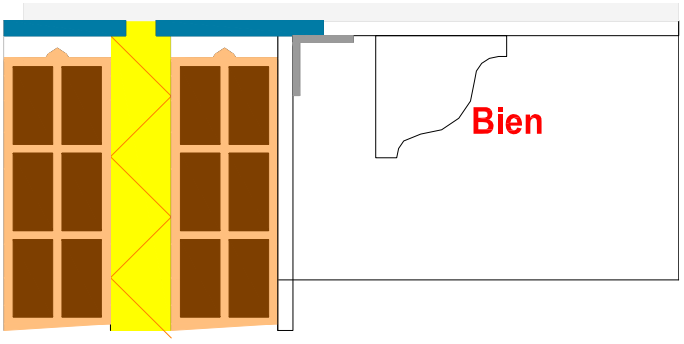
- Cuando se dispongan por las dos caras de un elemento de separación vertical, no serán coincidentes, a menos que se adopte una disposición similar a la del detalle R4.

Si las cajas perforan alguna de las hojas, se recomienda que estén desplazadas al menos 20 cm. de tal forma que se de tal manera que no se disminuya el aislamiento acústico inicialmente previsto Véase detalle R3.

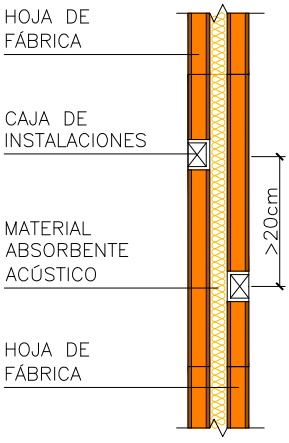
- Las juntas entre el elemento de separación vertical y las cajas para mecanismos eléctricos



Detalle R1



Detalle R2

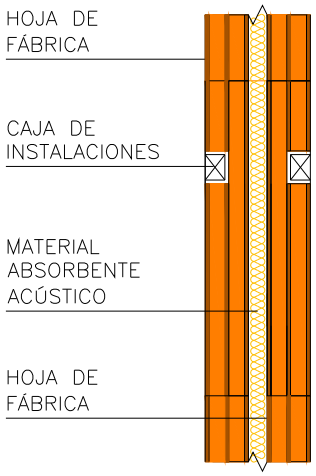


Detalle R3

Recomendaciones: **ESV-02.a**

deben ser estancas, para ello se sellarán con material de agarre o de revestimiento

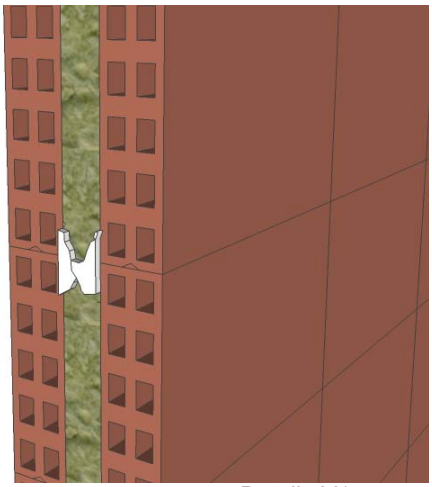
- Empleo de bandas elásticas con una rigidez dinámica, s', menor que 100 MN/m^3.



Detalle R4

A evitar: : **ESV-02.a**

- Comunicación directa entre las hojas (Véase detalle V1). En la ejecución de la primera de las hojas, debe asegurarse que la superficie interior de las mismas no presenta rebabas ni desperfectos que puedan conectar ambas hojas o que dificulten la colocación del material absorbente dispuesto en la cámara.
Debe evitase que en la cámara queden restos de material que puedan conectar las dos hojas.

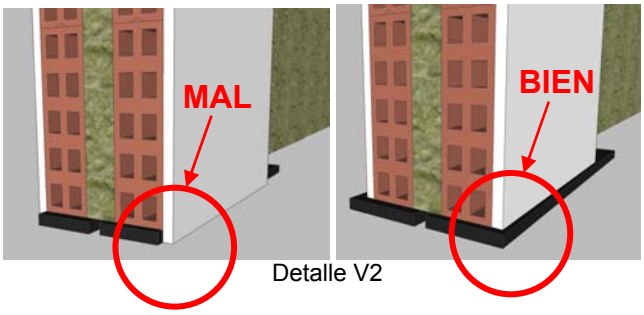


Detalle V1

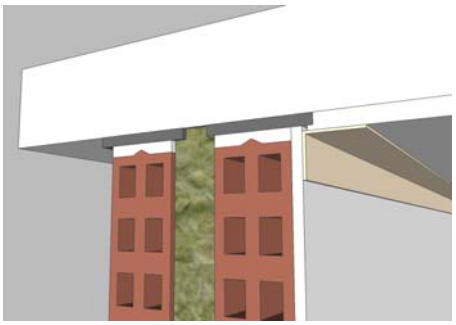
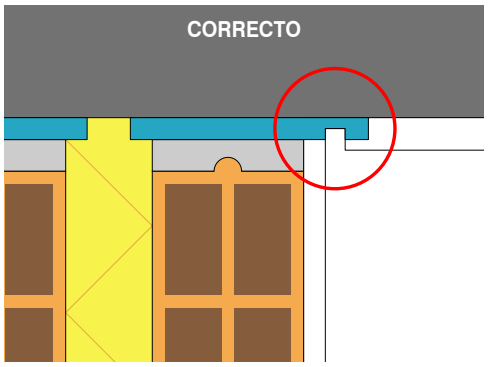
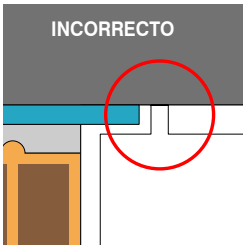
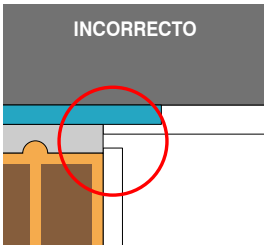
- Contacto directo entre las hojas y sus revestimientos. (Véanse detalles V2, V3 y V4), de los enlucidos del techo y de la hoja interior de fachadas ventiladas o de una hoja.

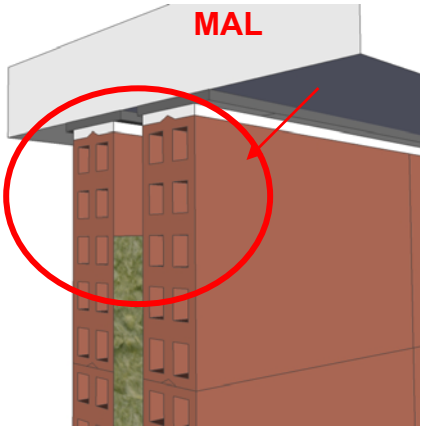
Los enlucidos deben quedar desconectados. Para ello se operará como se ha especificado en el apartado de observaciones de la ficha ESV-02.a ejecución.
Esta medida no es necesaria si el acabado del forjado superior es un falso techo.

La junta entre los enlucidos debe rematarse con cintas de celulosa microperforada, papel o de materiales



Detalle V2

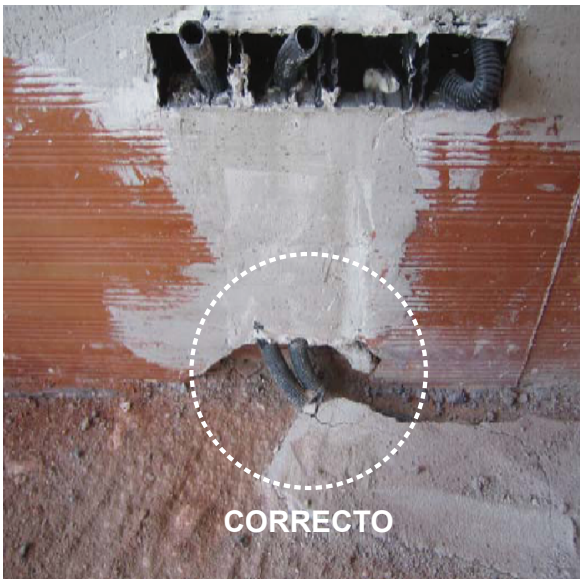
A evitar: :	ESV-02.a
similares.	 MAL  BIEN Detalle V3
	   Detalle V4

A evitar: :	ESV-02.a
- Que el absorbente acústico no cubra toda la superficie de la cámara (Véase detalle V5).	 Detalle V5
- Deterioros en el material absorbente acústico durante la ejecución de las rozas. (Véase detalle V6 y V7). Asimismo, deben retacarse las rozas, de tal manera que el aislamiento acústico de la partición no quede debilitado por las mismas	**MAL** Detalle V6 **BIEN** Detalle V7

A evitar: : **ESV-02.a**

- Puentes acústicos por los macizados y recubrimientos de las instalaciones que discurren por el suelo flotante o techo y las hojas del cerramiento. Deben evitarse estos contactos directos entre el mortero de protección de las instalaciones y las hojas de fábrica. Véanse detalles V8, V9 y V10.

Detalle V8



Detalle V9

Detalle V10

Ficha ESV-02.a
CONTROL DE EJECUCIÓN

ESV. De dos hojas de fábrica con bandas elásticas en ambas hojas

Obra: Recintos:	Fecha:

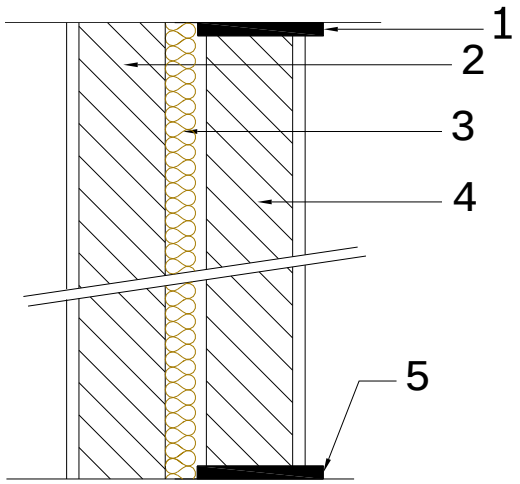
Condiciones	SI	NO	Observaciones
Antes de la ejecución			
Los materiales que componen el cerramiento se encuentran en perfecto estado			
Las superficies donde se colocan las bandas elásticas están limpias y sin imperfecciones significativas.			
Durante la ejecución			
Se han colocado las bandas elásticas en el suelo y cerramientos laterales, mediante la aplicación de pastas o morteros adecuados.			
Las bandas elásticas son de un ancho de al menos 4 cm mayor que el ancho de la hoja de fábrica.			
Las bandas elásticas sobresalen al menos 1 cm respecto a la capa de revestimiento que vayan a tener hacia el recinto.			
Las llagas y los tendeles de la primera hoja se han realizado correctamente (no pasa la luz)			
Se han limpiado las rebabas asegurándose que no se forman conexiones entre las dos hojas.			
El acabado de las hojas de fábrica es el que se especifica en el proyecto: Enlucido, enfoscado, etc.			
El material absorbente acústico cubre toda la superficie de la primera hoja y no ha sufrido roturas, ni desperfectos			
Las llagas y los tendeles de la segunda hoja se han realizado correctamente			
Las rozas realizadas no son pasantes a ambos lados del elemento de separación			
Las rozas no coinciden a ambos lados del elemento de separación			
Las rozas se han retacado con mortero			
En caso de que el acabado del forjado superior sea un enlucido de yeso. No existe contacto directo entre los enlucidos de los techos y los revestimientos de las hojas de fábrica, para ello: – Se ha efectuado un corte con llana en los enlucidos **o** – Se ha prolongado la banda elástica, de tal forma que no existen contactos entre los enlucidos (Si el forjado superior tiene un falso techo, esta medida no es necesaria)			

En caso de que el elemento de separación vertical acometa a una fachada de una hoja de fábrica o ventilada. No existe contacto directo entre los enlucidos de la fachada y los revestimientos de las hojas de fábrica: – Se ha efectuado un corte con llana en los enlucidos **o** – Se ha prolongado la banda elástica, de tal forma que no existen contactos entre los enlucidos (Si se trata de una fachada pesada de dos hojas, esta medida no es necesaria)			
El material de agarre empleado para el macizado de las instalaciones no crea una unión entre las hojas de fábrica y los forjados superior e inferior que pueda crear transmisiones entre estos elementos			
Las cajas de mecanismos eléctricos no son pasantes a ambos lados de la partición			
Después de la ejecución			
Se ha rematado la junta entre los enlucidos con cinta de papel microperforada o algún material similar.			
Las molduras (si las hubiese) se han fijado solamente al forjado o solamente a la partición vertical.			
Otros			

Ficha ESV-02.b. DISEÑO

ELEMENTOS DE TIPO 2: **De doble hoja de fábrica o paneles prefabricados pesados con bandas elásticas perimetrales en una de las hojas.**

ESV-02.a. Doble Fábrica con bandas elásticas en una de las hojas



Componentes:

1 y 5. Bandas elásticas colocadas en el perímetro de una de las hojas (encuentros con forjados, suelos, techos, pilares y fachadas).
Espesor mínimo: 10 mm. Rigidez dinámica, s': < 100 MN/m^3

6. Primera hoja de fábrica o de panel prefabricado pesado (**sin bandas elásticas**).
índice R_A mínimo de la hoja no apoyada sobre bandas: $R_A \geq 42$ dBA

En función de lo especificado, podrá tener algún tipo de revestimiento (guarnecido de yeso, enfoscado, etc.) en la cara interior del sistema.

7. Material absorbente acústico. Espesor acorde con el ancho de la cámara entre las dos hojas
Por ejemplo:
Lana mineral, de resistividad al flujo del aire, r ≥ 5kPa.s/m^2
Densidad aproximada: de 10 a 70 kg/m^3.
Espesor recomendado ≥ 4 cm

8. Segunda hoja de fábrica o de panel prefabricado pesado con bandas elásticas en su perímetro.
Masa de cada hoja apoyada sobre bandas elásticas: m ≤ 150 kg/m^2
A efectos acústicos, esta hoja puede considerarse un trasdosado cerámico, tipo TR03 según apartado 2.1.4.3.3.1.

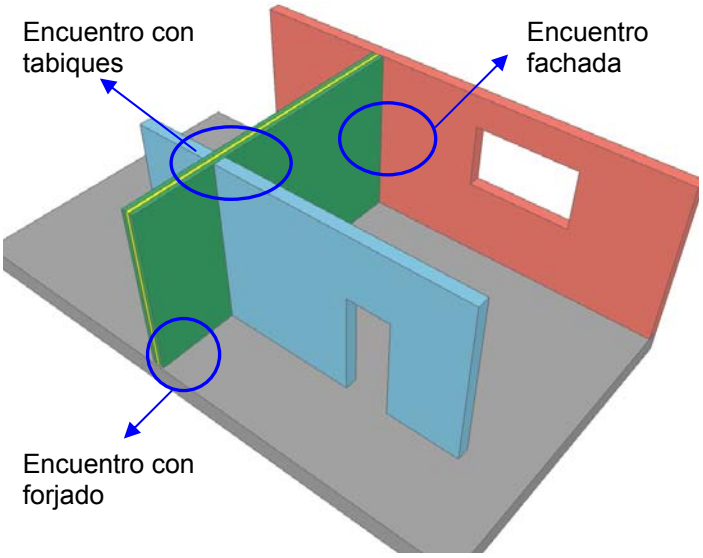
Masa y R_A del conjunto de las dos hojas dependen de las tablas de soluciones de aislamiento. Apartado 2.1.4 de esta Guía.

Observaciones:

- La altura y longitud máxima de las hojas con bandas elásticas sin arriostrar dependen del ancho de las fábricas empleadas.
- Las bandas elásticas evitan la transmisión de vibraciones entre el cerramiento y los forjados, fachadas, etc., para ello, las bandas elásticas deben colocarse en todo el perímetro de la hoja con bandas elásticas. Véase ESV-02.b encuentros.
- Las tuberías de instalaciones y cajas de mecanismos se ubicarán en las rozas que se ejecuten para ello en las hojas de fábrica, teniendo en cuenta las recomendaciones que se indican en el apartado de ejecución.
- En el caso de existir sistemas de instalaciones centralizadas, una vez definida su distribución, se recomienda comprobar que los conductos y tuberías que en su caso atraviesen la separadora estén provistos de las medidas oportunas para evitar las transmisiones directas e indirectas: interposición de elementos elásticos (coquillas, pasamuros estancos), y sellado acústicamente hermético del paso realizado

Ficha ESV-02.b. ENCUENTROS

ELEMENTOS DE TIPO 2. **ESV-02.b**: **De doble hoja de fábrica o paneles prefabricados pesados con bandas elásticas en una de las hojas.**



ENCUENTROS:

Con forjados:
- ESV-02.b-Fo1
- ESV-02.b-Fo2
- ESV-02.b-Fo3
- ESV-02.b-Fo4

Con fachadas
- ESV-02.b-Fc1
- ESV-02.b-Fc2
- ESV-02.b-Fc3
- ESV-02.b-Fc4

Con la tabiquería interior
- ESV-02.b-Tb

Con pilares
- ESV-02.b-Pi1
- ESV-02.b-Pi2
- ESV-02.b-Pi3
- ESV-02.b-Pi4

Con conductos de ventilación e instalaciones
- ESV-02.b-Ci1
- ESV-02.b-Ci2
- ESV-02.b-Ci3
- ESV-02.b-Ci4

La hoja que lleva bandas elásticas en su perímetro es la más ligera, debe cumplir con: m≤ 150kg/m^2:

Sobre la disposición de las bandas elásticas, éstas deben colocarse en una sola de las hojas en:

- En el encuentro de una de las hojas que forman el elemento de separación vertical ESV-02.b con los forjados.

- En el caso de fachadas:

  a. Para fachadas de una sola hoja de fábrica o de hormigón, en el encuentro con la hoja exterior de la fachada.

  b. Para fachadas pesadas de dos hojas, no ventiladas, en el encuentro con la hoja exterior de fábrica.

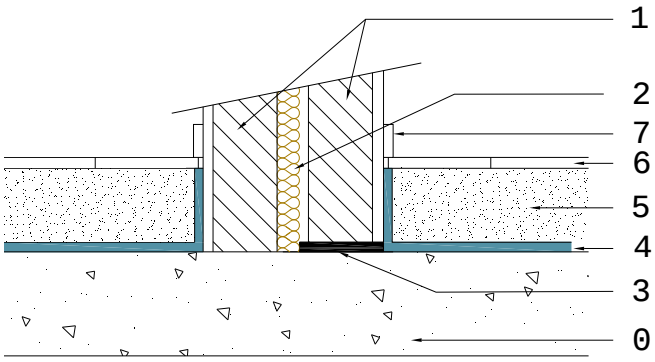
  c. Para fachadas ventiladas, en el encuentro con la hoja interior de fábrica.

  d. En los encuentros con pilares.

ESV 02.b-Fo. ENCUENTRO CON EL FORJADO.

ESV-02.b-Fo 1

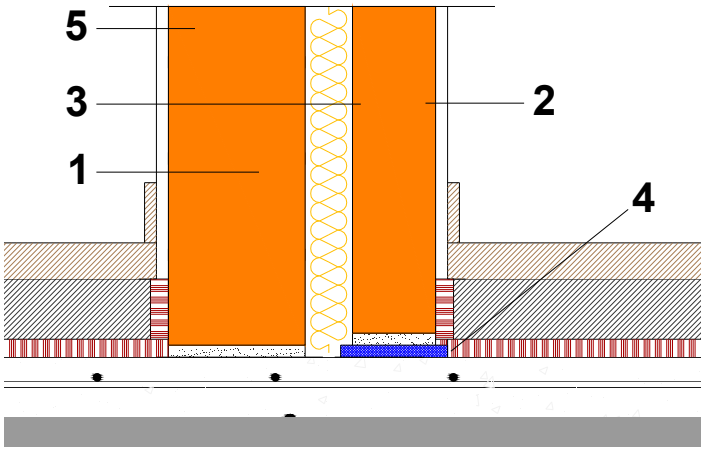
SECCIÓN



1. Forjado original.
2. Hojas de fábrica.
3. Material absorbente.
4. Bandas elásticas perimetrales.
5. Material aislante al ruido de impactos.
6. Capa de mortero.
7. Acabado de suelo.
8. Rodapié.

ESV-02.b-Fo 2

SECCIÓN

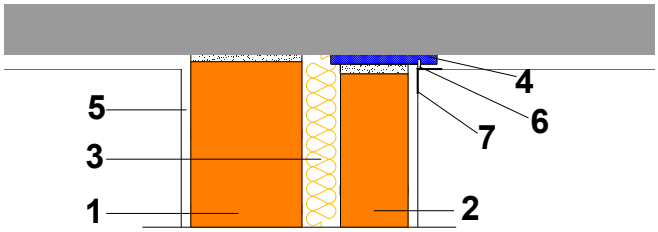


1. Hoja de fábrica.
2. Hoja de fábrica
3. Material absorbente acústico.
4. Bandas elásticas en apoyo
5. Enlucido en yeso

OBSERVACIONES:

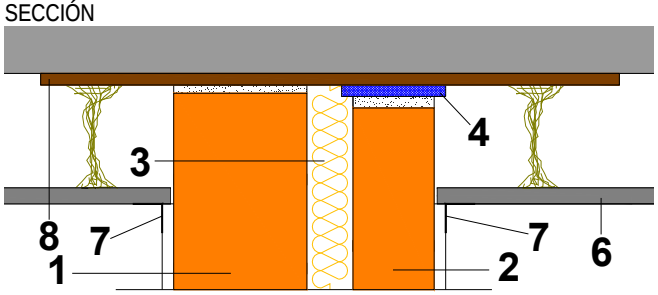
- La hoja que lleva bandas elásticas es la más ligera, debe tener una masa m ≤ 150 kg/m^2
- Se recomienda que el ancho de la banda elástica sea mayor que el la hoja de fábrica que apoya en ella. Los revestimientos de dicho tabique pueden acometer a dicha banda elástica, por lo que su espesor será como mínimo el del ancho del tabique más el del revestimiento. (Véase detalle ESV-02.b-Fo1).
- El suelo flotante no debe entrar en contacto con las hojas o pilares. Entre el suelo flotante y dichos paramentos debe interponerse una capa de material aislante a ruido de impactos. (Véanse detalles ESV-02.b-Fo1 y ESV-02.b-Fo2)
- El rodapié no debe conectar simultáneamente el suelo y la partición, para ello, debe colocarse una junta elástica en la base del rodapié, por ejemplo: Un cordón de silicona.
- Las tuberías que discurran por el suelo y lleguen a la partición estarán revestidas con coquillas un material elástico. Por ejemplo, coquillas de espuma PE o espuma elastomérica.
- Los detalles ESV-02.b-Fo-1 y ESV-02.b-Fo-2 corresponden a suelos de mortero, tipo SF01. Los mismos detalles serían válidos para soleras secas. Véase detalle SF-02.
- Los detalles relativos a los suelos flotantes y sus especificaciones de montaje están recogidas en los apartados SF-01 y SF-02

ESV-02.a-Fo3
SECCIÓN



1. Hoja de fábrica
2. Hoja de fábrica
3. Material absorbente acústico.
4. Bandas elásticas en remate superior
5. Enlucido en yeso
6. Separación del yeso
7. Banda de papel para remate de acabado

ESV-02.a-Fo4
SECCIÓN



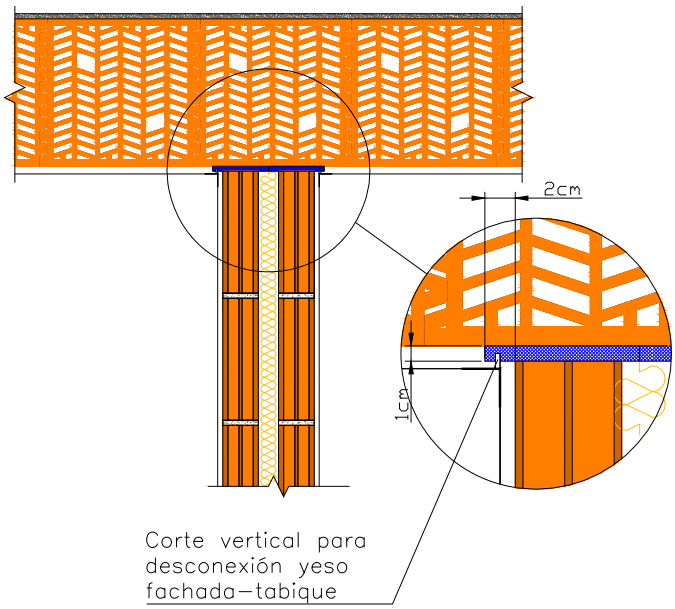
1. Hoja de fábrica
2. Hoja de fábrica
3. Material absorbente acústico.
4. Bandas elásticas en remate superior
5. Enlucido en yeso. No es necesaria la separación
6. Falso techo
7. Banda de papel para remate de acabado
8. Elemento para sellar la cara inferior del forjado en el encuentro de la separadora

OBSERVACIONES:

- En los encuentros con el forjado superior, debe interponerse una banda elástica es la hoja más ligera[1], de m ≤ 150 kg/m^2.
- El ancho de la banda elástica será mayor que el de la hoja de fábrica, especialmente cuando el acabado del techo sea un enlucido. Los revestimientos de dicho tabique pueden acometer a dicha banda elástica, por lo que su espesor será como mínimo el del ancho del tabique más el del revestimiento. (Véase detalle ESV-02.a-Fo3).
- Cuando el acabado del techo sea un enlucido, este enlucido no debe entrar en contacto con el enlucido de las hojas de fábrica. Para ello debe efectuarse un corte en el mismo como se indica en las observaciones del apartado ESV-02.b ejecución.
- Debe ejecutarse primero el elemento de separación vertical y después el falso techo. (Véase detalle ESV-02.a-Fo4).
- Los detalles relativos a los falsos techos y sus especificaciones de montaje están recogidos en el apartado T-01.

[1] La hoja que lleva bandas puede considerarse a efectos de aislamiento acústico como un trasdosado cerámico del tipo TR03 según el apartado 2.1.4.3.3.1.

ESV 02.b-Fc. ENCUENTRO CON LA FACHADA
ESV-02.b-Fc1. Encuentro con fachada de una hoja
PLANTA



OBSERVACIONES:

- La masa superficial del elemento de tipo ESV-02.b que acometa a la hoja principal de la fachada no será menor de 170 Kg/m^2. Si es menor, este tipo de solución constructiva no podrá ser empleada con este tipo de fachadas. Véase apartado 2.1.4.3.1.

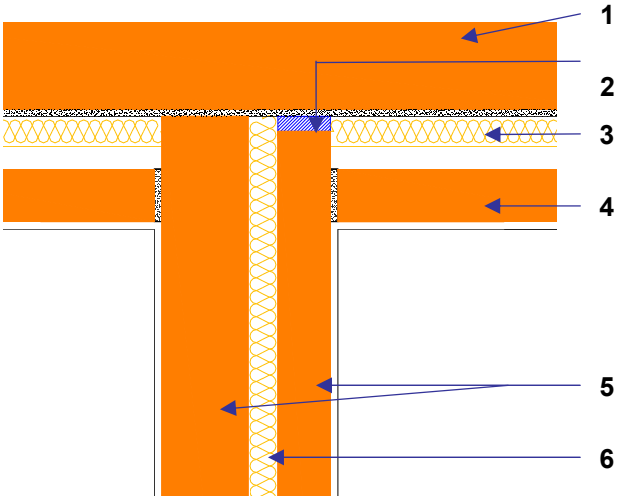
- En el caso de que la masa superficial del sistema tipo ESV-02.a. sea superior a 170 Kg/m^2, esta solución sólo será válida si la hoja principal de la fachada ventilada a la que acomete el cerramiento tiene una masa superficial de al menos 225 Kg/m^2 y un índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A, de al menos 50 dBA. Véase apartado 2.1.4. 3.1

- El ancho de la banda elástica será mayor que el la hoja de fábrica, especialmente cuando el acabado de la fachada sea un enlucido.

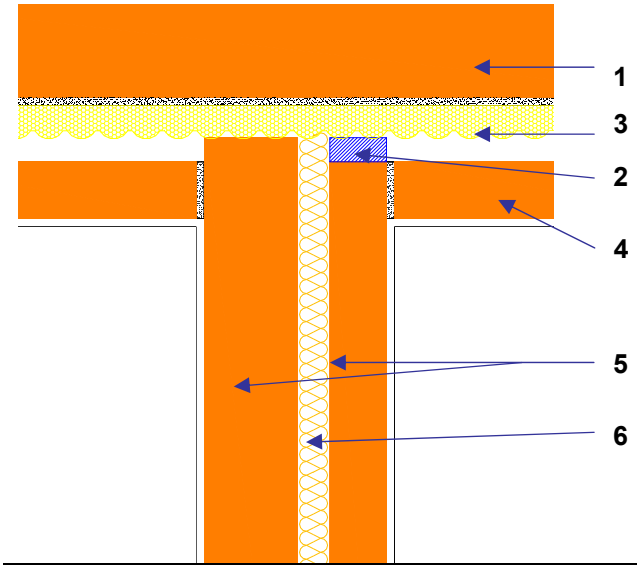
- Deberá interponerse una banda elástica en los encuentros entre las hojas del cerramiento ESV-02.b y la hoja de la fachada. El enlucido de la fachada no debe entrar en contacto con el enlucido de la partición, para ello puede ejecutarse un corte en los yesos como se especifica en el apartado ESV-02.b Ejecución.

Encuentro con fachada de dos hojas de fábrica, no ventilada

ESV-02.b-Fc-2
con aislamiento de paneles lana en la cámara
PLANTA



ESV-02.b-Fc3.
Con aislamiento de poliuretano proyectado, XPS o EPS en la cámara de la fachada
PLANTA



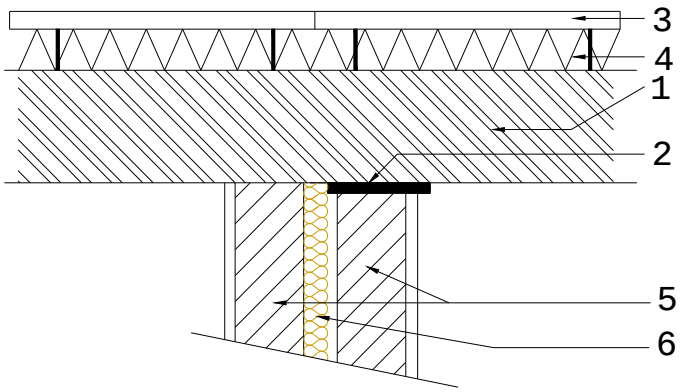
OBSERVACIONES:

- La cámara de la fachada puede estar rellena con cualquier material aislante. Entre las hojas de la fachada puede existir una cámara no ventilada.
- Debe interponerse una banda elástica en el encuentro entre la hoja más ligera del elemento ESV-02.b y la hoja exterior de la fachada con independencia de los otros materiales aislantes o impermeabilizantes. Véase encuentro ESV.02.b-Fc-2 y ESV.02.b-Fc-3.
- La cámara se interrumpirá entre las dos unidades de uso. La hoja interior de la fachada no será continua y no conectará las dos unidades de uso.
- En el detalle no se han marcado los revestimientos, como enlucidos, enfoscados…etc. de las hojas de fábrica Es necesario recordar que la unión entre el elemento base y la hoja exterior de fachada se realizará con mortero hidrófugo.

1. Hoja exterior de la fachada.
2. Bandas elásticas.
3. Material aislante de la fachada. En el caso del detalle ESV-02.a-Fc-2, el aislante es poliuretano proyectado, XPS o EPS.
4. Hoja interior de fábrica de la fachada.
5. Hojas de fábrica del divisorio.
6. Material absorbente acústico.

ESV-02.a-Fc4. Encuentro con fachada ventilada con hoja interior de fábrica

PLANTA



OBSERVACIONES:

- La masa superficial del elemento de tipo ESV-02.b que acometa a la hoja principal de la fachada no será menor de 170 Kg/m^2. Si es menor, este tipo de solución constructiva no podrá ser empleada con este tipo de fachadas. Véase apartado 2.1.4. 3.1.

- En el caso de que la masa superficial del sistema tipo ESV-02.b. sea superior a 170 Kg/m^2, esta solución sólo será válida si la hoja principal de la fachada ventilada a la que acomete el cerramiento tiene una masa superficial de al menos 225 Kg/m^2 y un índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A, de al menos 50 dBA. Véase apartado 2.1.4. 3.1

- El ancho de la banda elástica será mayor que el de las hojas de fábrica, especialmente cuando el acabado de la fachada sea un enlucido.

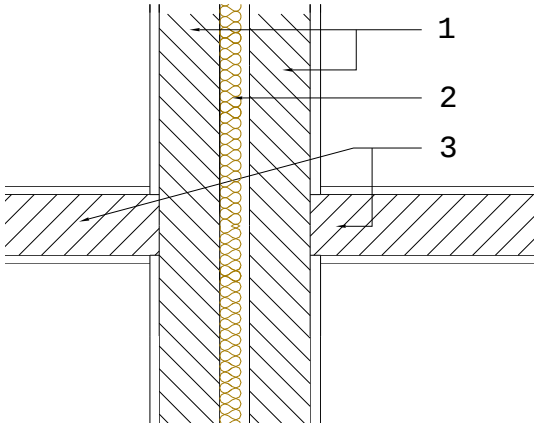
- Deberá interponerse una banda elástica en el encuentro entre la hoja más ligera del cerramiento ESV-02.b y la hoja principal de la fachada ventilada. En el detalle ESV-02.b-Fc4 no se ha especificado el acabado interior de la fachada. Si éste fuera un enlucido, el enlucido de la fachada no debe entrar en contacto con el enlucido de la partición, para ello puede ejecutarse un corte en los yesos como se especifica en el apartado ESV-02.b Ejecución.

1. Hoja interior de la fachada.
2. Bandas elásticas.
3. Revestimiento exterior.
4. Material aislante.
5. Hojas de fábrica del divisorio.
6. Material absorbente acústico.

ESV 02.a-Tb. ENCUENTRO CON LA TABIQUERÍA INTERIOR

ESV-02.a-Tb1. Encuentro con tabiquería de fábrica

PLANTA



OBSERVACIONES:

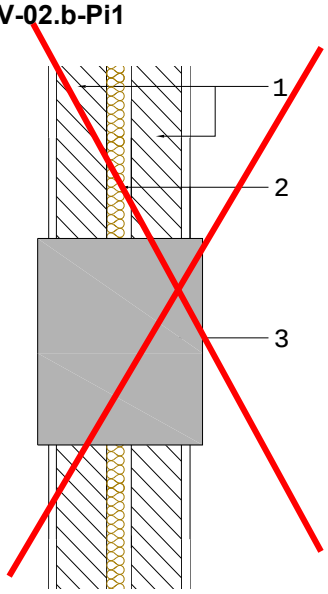
- Entre dos unidades de uso, el elemento de separación vertical debe ser continuo.
- Debe evitarse la formación de puentes acústicos entre las dos hojas. Los tabiques que acometan al elemento de separación pueden trabarse a una de las hojas del elemento de separación, pero no deben atravesar la cámara.

1. Hojas de fábrica del divisorio.
2. Absorbente acústico
3. Tabiquería de fábrica.

ESV 02.b-Pi. ENCUENTRO CON PILARES

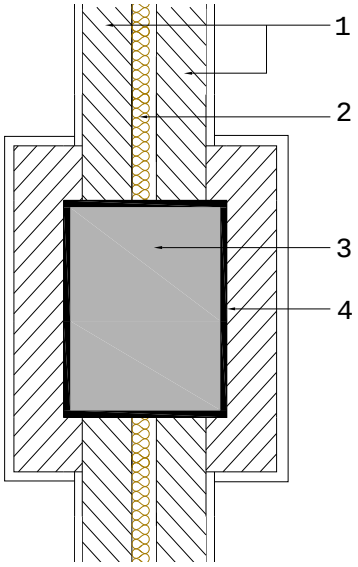
PLANTA

ESV-02.b-Pi1



INCORRECTO

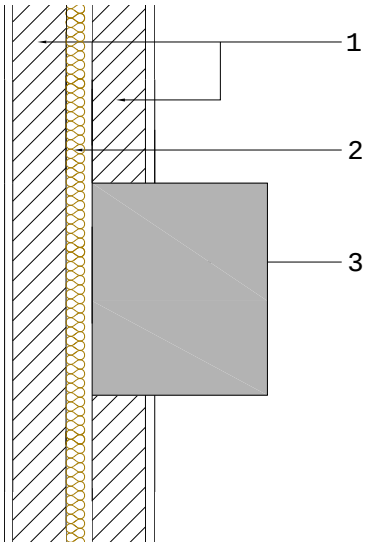
ESV-02.b-Pi2



CORRECTO

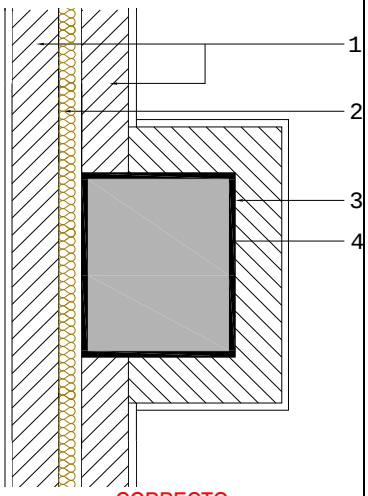
PLANTA

ESV-02.b-Pi3



CORRECTO

ESV-02.b-Pi4



CORRECTO

OBSERVACIONES:

- Cuando los pilares se adosen al elemento de tipo ESV-02.b, deben interponerse bandas elásticas en los encuentros entre los elementos de tipo ESV-02.b y los pilares. (Véanse detalles ESV-02.b- Pi1, ESV-02.b- Pi2, y ESV-02.b- Pi4).
- Cuando los pilares se adosen al elemento de tipo ESV-02.b, pueden trasdosarse. Véanse detalles ESV-02.b-Pi2 y ESV-02.b-Pi4). En este caso, el trasdosado llevará bandas elásticas en la base y en la cima.

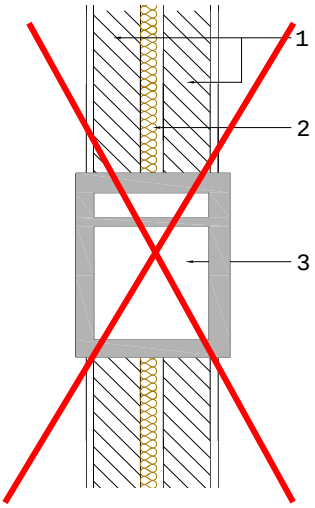
1. Hojas de fábrica del divisorio
2. Absorbente acústico
3. Pilar
4. Bandas elásticas

Ejemplo encuentros con pilares

ESV 02.b.-Ci. ENCUENTRO CON CONDUCTOS DE INSTALACIONES

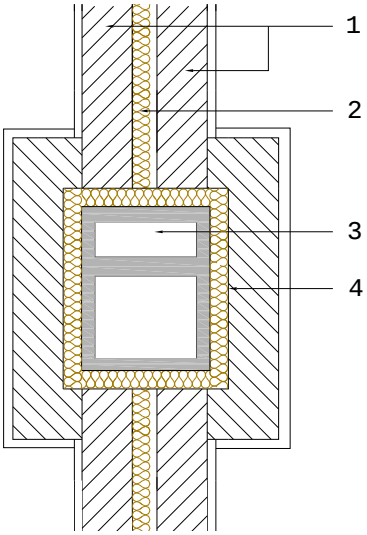
PLANTA

ESV-02.b-Ci1



INCORRECTO

ESV-02.b-Ci2

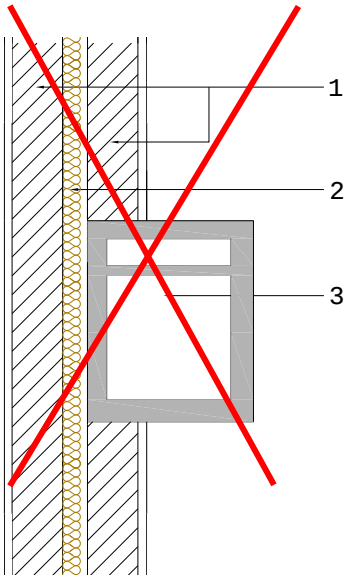


CORRECTO

OBSERVACIONES:

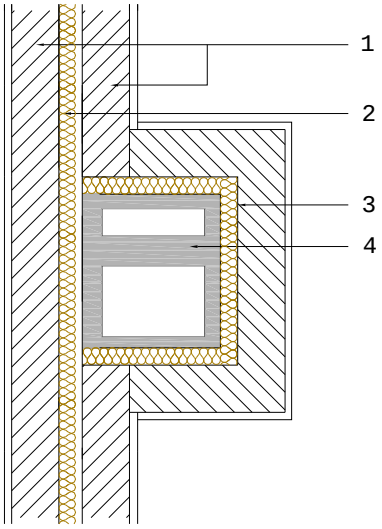
- Cuando un conducto de ventilación o instalaciones se adose a un cerramiento tipo ESV 02.b., éste debe mantener una hoja continua, y la otra trasdosará el conducto (véase detalle ESV-02.b-Ci4), o bien ambas hojas trasdosarán el conducto. (Véase detalle ESV-02.b-Ci2).
- Los conductos deberán estar forrados de un material absorbente acústico.
- En el caso de que dos unidades de uso, compartan el mismo conducto de extracción, las bocas de extracción no estarán conectadas al mismo conducto, para evitar la transmisión aérea directa. Puede adoptarse un esquema análogo al que se indica en el detalle ESV-01-Ci.

ESV-02.b-Ci3



INCORRECTO

ESV-02.b-Ci4

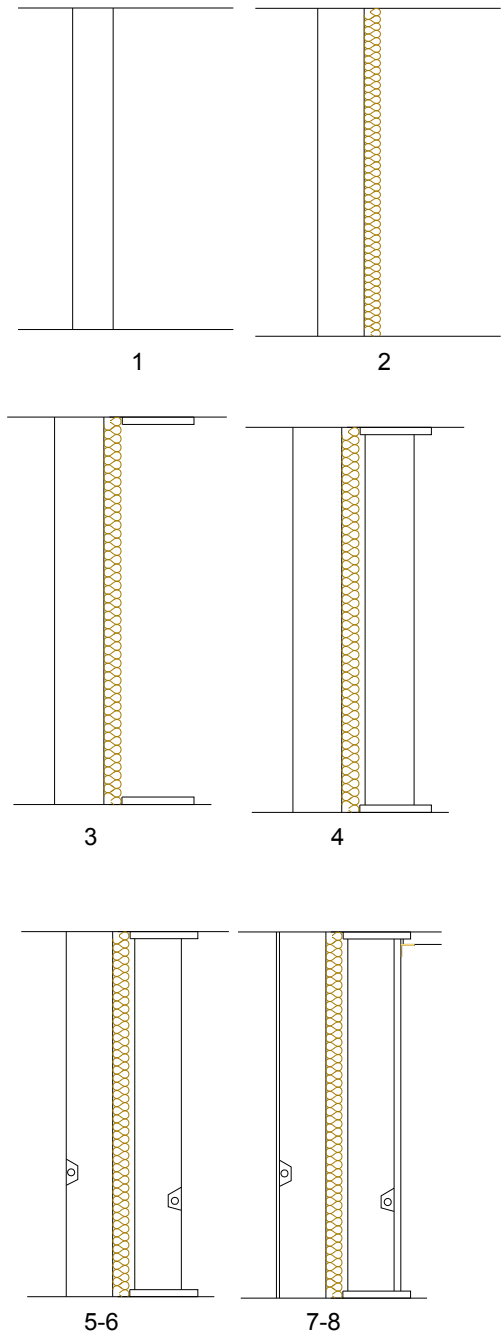


CORRECTO

1. Hojas de fábrica del divisorio.
2. Absorbente acústico.
3. Absorbente acústico.
4. Conductos de instalaciones.

Ficha ESV-02.b. EJECUCIÓN

ELEMENTOS DE TIPO 2: **De dos hojas de fábrica con bandas elásticas perimetrales en una hoja**



Fases de la ejecución:

1. Replanteo y ejecución de la hoja que no lleva bandas elásticas, de tal forma que las llagas y los tendeles queden rellenos con el material agarre indicado para el tipo de piezas, indicado en el proyecto.[1]
   La hoja de fábrica puede tener algún revestimiento, como un enlucido, enfoscado, etc. en una o en las dos caras. Si no cuenta con ningún revestimiento en la cara de la cámara, se limpiarán las rebabas de mortero o pasta que queden en la hoja construida, para evitar que imperfecciones o las rebabas deterioren el material absorbente acústico que se disponga en la cámara.

2. Se colocará el absorbente acústico fijado, según se indique en proyecto, a la cara interior de la primera hoja de fábrica, evitando que se rompa en su instalación. El material debe ocupar toda la superficie de la hoja de fábrica, de suelo a techo.

3. Replanteo en forjado de suelo y de techo de la segunda hoja de fábrica, que lleva bandas elásticas. Colocación de las bandas elásticas de apoyo.
   Las superficies de colocación de las bandas elásticas deben limpiarse previamente. La fijación de dichas bandas elásticas se realizará según se indique en proyecto o en las recomendaciones del fabricante.

4. Se ejecutará la segunda hoja de fábrica, recibiéndola en su base, sobre la banda elástica, con yeso o pasta de agarre. Deben rellenarse las llagas y los tendeles con el material agarre indicado para el tipo de piezas indicado.
   Colocación de la banda elástica en el remate superior y retacado.
   En la parte superior del tabique, se retacará de yeso o pasta la apertura existente entre la fila superior de las piezas de fábrica y la banda elástica, evitando que el yeso o pasta contacte con el forjado superior.

5. Se realizarán las rozas necesarias para paso de instalaciones, haciendo que no coincidan a la misma altura en ambos tabiques, teniendo especial cuidado en no hacer coincidir las cajas de registro, enchufes y mecanismos a ambos lados de las hojas.

6. Se retacarán las rozas adecuadamente de forma que queden rellenas de yeso, pasta o mortero todas ellas antes de aplicar los revestimientos.

7. Se aplicarán los revestimientos exteriores de las hojas, enlucidos, guarnecidos., etc.).
   En el caso del revestimiento de la hoja con bandas elásticas, dicho revestimiento (enlucido, guarnecido, etc.) de la misma no puede entrar en contacto con el revestimiento del techo. de la hoja interior de la fachada de una hoja o ventilada. para ello (Véanse

[1] Los materiales de agarre suelen ser morteros, empleados en la albañilería tradicional, o pastas adhesivas especiales empleadas para las fábricas formadas con piezas, cerámicos o de hormigón, en los que las llagas verticales u horizontales están machihembradas.

observaciones), puede optarse por cualquiera de los siguientes procedimientos::

- Debe efectuarse un corte con la llana en los enlucidos.
- El ancho de la banda elástica debe ser mayor que el ancho de las hojas de fábrica y evitar la conexión entre los enlucidos.

Esta medida no es necesaria para el caso de la hoja de fábrica sin bandas elásticas.
Los revestimientos pueden ejecutarse antes o después de ejecutarse el suelo flotante.

8. Se rematará la junta entre el revestimiento de la hoja de fábrica con bandas elásticas y el revestimiento de los techos, interponiendo una cinta de celulosa microperforada o similar.

Observaciones:

Detalle del replanteo y ejecución de particiones con bandas elásticas

Para evitar la conexión entre el enlucido de la hoja de fábrica con bandas elásticas y el enlucido del techo o de la hoja interior de fábrica de una fachada ventilada, puede procederse de cualquiera de las dos formas siguientes:

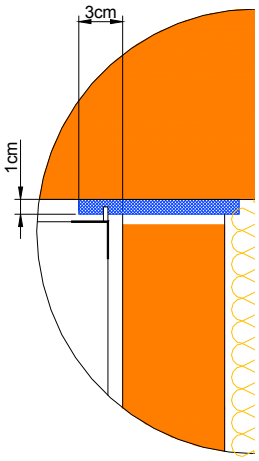
- Realizando un **corte con llana en el enlucido del techo**. Una vez aplicado el yeso a la pared y al techo, pegando la llana contra la pared, se corta verticalmente el yeso hasta alcanzar la banda elástica.
  La junta se remata con una tira de papel para tapar la junta.

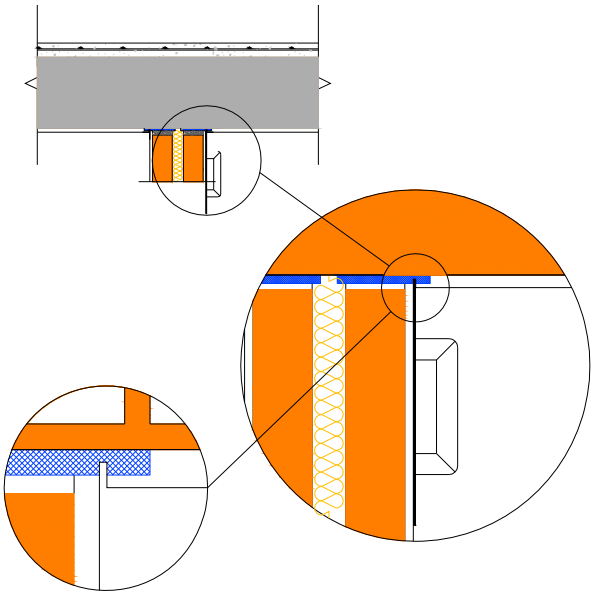
Aplicación del yeso de la pared separadora contra la banda elástica.

Aplicación del yeso del techo contra el yeso de la pared separadora.

Corte vertical del yeso del techo hasta alcanzar la banda elástica.

Colocación de la banda de papel tapando la junta.

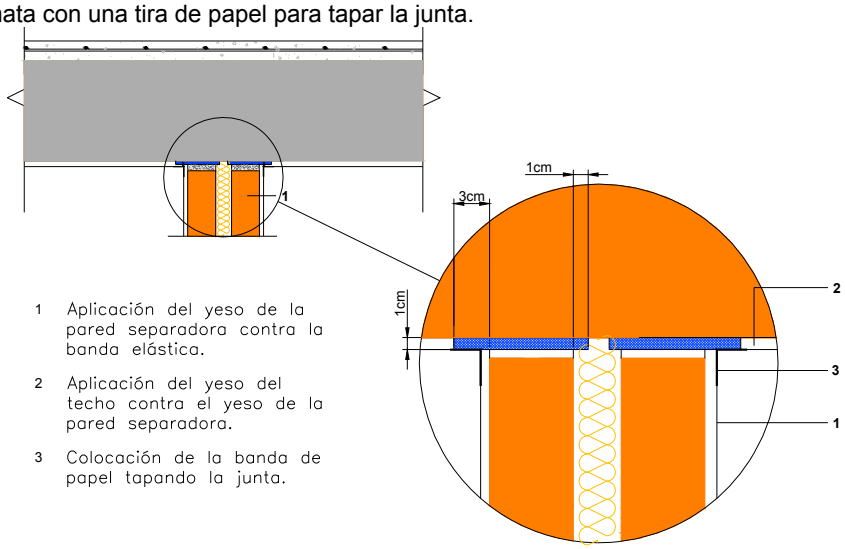




Secuencia de corte de la banda elástica

Remate de la junta

– La segunda forma de proceder **consiste en mantener la desconexión de los enlucidos por medio de la banda elástica**. Se ejecuta el enlucido del techo y se la pared procurando que ambos estén separados por la banda elástica.
La junta se remata con una tira de papel para tapar la junta.

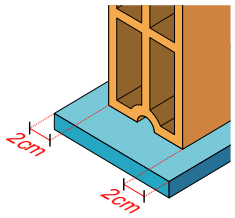


Los dibujos de este apartado corresponden a la solución de dos hojas de fábrica con bandas elásticas, tipo ESV-02.a. Son igualmente válidos para la solución ESV-02.b.

Recomendaciones: **ESV-02.b**

- Colocar bandas elásticas que tengan un ancho de al menos 4 cm. superior al espesor de la hoja de fábrica. Colocar la hoja de fábrica centrada de forma que la banda elástica sobresalga por cada lado al menos 1 cm. del espesor del revestimiento que se vaya a hacer a la hoja. (Ver detalle R1).

- Colocar la banda elástica de la cima en el momento en que vaya a finalizarse la construcción de la hoja para garantizar que la hoja de fábrica acomete a la banda elástica.

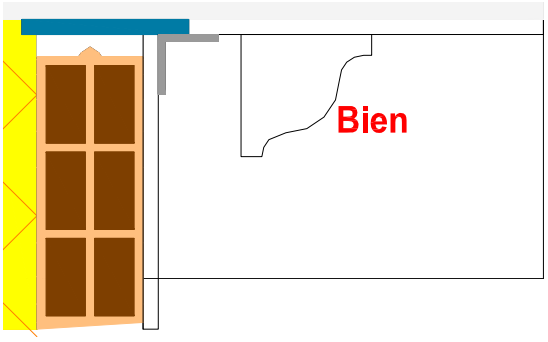


Detalle R1

- No realiza las rozas pasantes. Las rozas deben retacarse adecuadamente de forma que queden rellenas de yeso, pasta o mortero, de tal forma que el aislamiento acústico de la partición no disminuya por las mismas.

- Si el absorbente acústico no rellena el plenum, deberá fijarse a la primera hoja mediante algún material de sellado o pieza mecánica, evitando en este último caso que dichas piezas comuniquen las dos hojas.

- En caso de que se coloque una moldura, ésta sólo debe fijarse al techo, evitando colocarla en el ángulo formado por la hoja que lleva bandas elásticas y el techo. (Véase detalle R2). Esta medida no es necesaria en el caso de la hoja sin bandas elásticas.



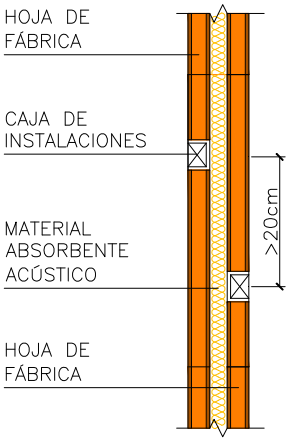
Detalle R2

- Los enchufes, interruptores y cajas de registro de instalaciones contenidas en los elementos de separación verticales no serán pasantes y no conectarán las hojas de la partición.

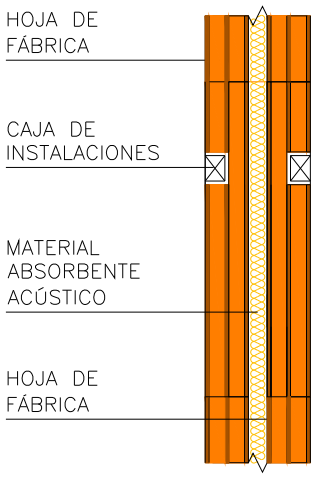
- Cuando se dispongan por las dos caras de un elemento de separación vertical, no serán coincidentes, a menos que se adopte una disposición similar a la del detalle R4.

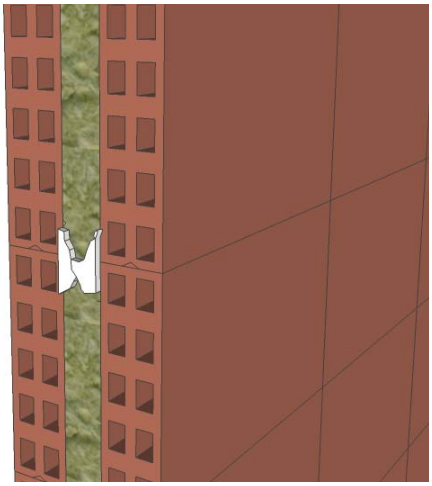
Si las cajas perforan alguna de las hojas, se recomienda que estén desplazadas al menos 20 cm. de tal forma que se de tal manera que no se disminuya el aislamiento acústico inicialmente previsto Véase detalle R3.

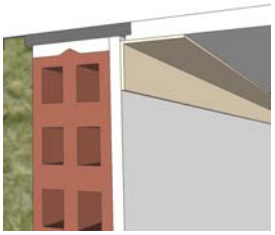
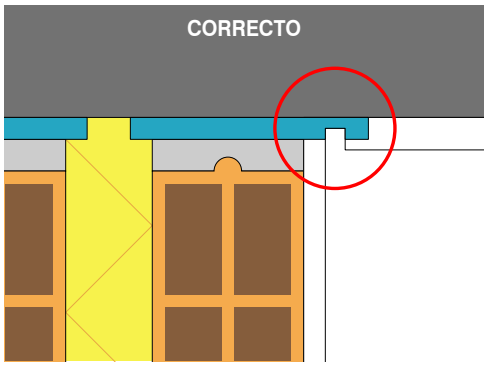
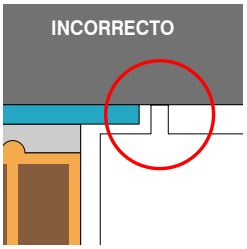
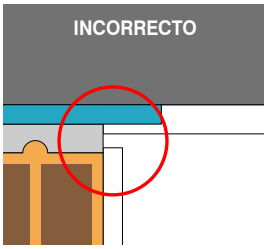
- Las juntas entre el elemento de separación vertical y las cajas para mecanismos eléctricos

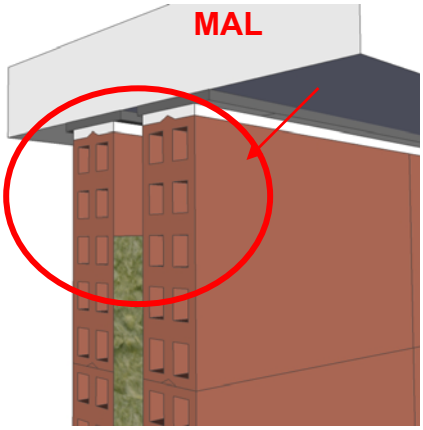
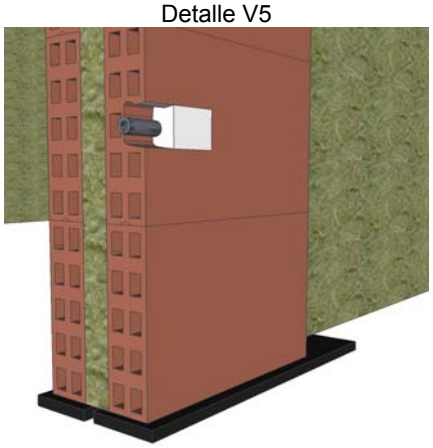


Detalle R3

Recomendaciones:	**ESV-02.b**
deben ser estancas, para ello se sellarán con material de agarre o de revestimiento - Empleo de bandas elásticas con una rigidez dinámica, s', menor que 100 MN/m^3.	 Detalle R4

A evitar: :	**ESV-02.b**
Los detalles expuestos a continuación pertenecen a la solución de tipo ESV-02.a. Son válidos para la solución ESV-02.b. - Comunicación directa entre las hojas (Véase detalle V1). En la ejecución de la primera de las hojas, debe asegurarse que la superficie interior de las mismas no presenta rebabas ni desperfectos que puedan conectar ambas hojas o que dificulten la colocación del material absorbente dispuesto en la cámara. Debe evitase que en la cámara queden restos de material que puedan conectar las dos hojas.	 Detalle V1

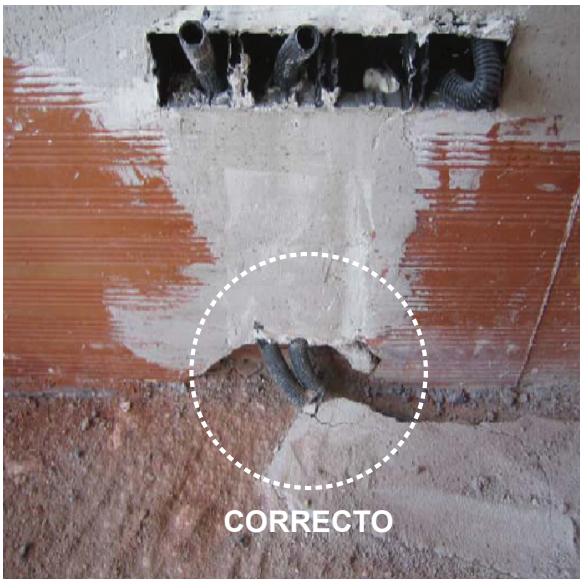
A evitar: :	ESV-02.b
- Contacto directo entre las hojas y sus revestimientos. (Véanse detalles V2 y V3), de los enlucidos del techo y de la hoja interior de fachadas ventiladas o de una hoja. Los enlucidos deben quedar desconectados. Para ello se operará como se ha especificado en el apartado de observaciones de la ficha ESV-02.b ejecución. Esta medida no es necesaria si el acabado del forjado superior es un falso techo. La junta entre los enlucidos debe rematarse con cintas de celulosa microperforada, papel o de materiales similares.	 MAL  BIEN Detalle V2
	   Detalle V3

A evitar: :	ESV-02.b
- Que el absorbente acústico no cubra toda la superficie de la cámara (Véase detalle V4).	 Detalle V4
- Deterioros en el material absorbente acústico durante la ejecución de las rozas. (Véase detalle V5 y V6). Asimismo, deben retacarse las rozas, de tal manera que el aislamiento acústico de la partición no quede debilitado por las mismas	**MAL** Detalle V5  **BIEN** Detalle V6

A evitar: : **ESV-02.b**

- Puentes acústicos por los macizados y recubrimientos de las instalaciones que discurren por el suelo flotante o techo y las hoja del cerramiento que lleva bandas elásticas. Deben evitarse estos contactos directos entre el mortero de protección de las instalaciones y las hojas de fábrica. Véanse detalles V7, V8 y V9.

Detalle V7



Detalle V8

Detalle V9

Ficha ESV-02.b
CONTROL DE EJECUCIÓN

ESV. De dos hojas de fábrica con bandas elásticas en una hoja

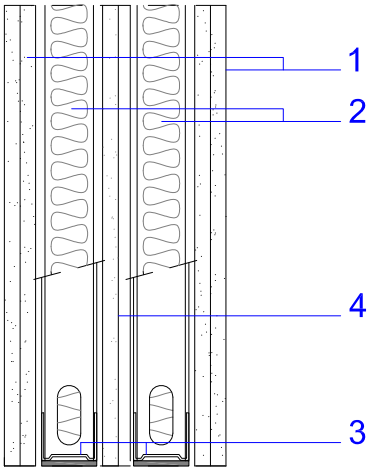
Obra: Recintos:			Fecha:
Condiciones	**SI**	**NO**	**Observaciones**
Antes de la ejecución			
Los materiales que componen el cerramiento se encuentran en perfecto estado			
Las superficies donde se colocan las bandas elásticas están limpias y sin imperfecciones significativas.			
Durante la ejecución			
Las llagas y los tendeles de la primera hoja se han realizado correctamente. (No pasa la luz).			
Se han limpiado las rebabas asegurándose que no se forman conexiones entre las dos hojas.			
El material absorbente acústico cubre toda la superficie de la primera hoja y no ha sufrido roturas, ni desperfectos			
Las bandas elásticas son de un ancho de al menos 4 cm mayor que el ancho de la hoja de fábrica.			
Se han colocado las bandas elásticas en el suelo y en los cerramientos laterales (fachada, pilares, etc.), mediante la aplicación de pastas o morteros adecuados.			
La banda elástica sobresale al menos 1 cm hacia el recinto respecto a la capa de revestimiento que vayan a tener la hoja con hacia el recinto.			
Las llagas y los tendeles de la segunda hoja se han realizado correctamente			
Las rozas realizadas no son pasantes a ambos lados del elemento de separación			
Las rozas se han retacado con mortero			
En caso de que el acabado del forjado superior sea un enlucido de yeso. No existe contacto directo entre el enlucidos del techo y el revestimiento de la hojas de fábrica que lleva bandas elásticas, para ello: – Se ha efectuado un corte con llana en los enlucidos **o** – Se ha prolongado la banda elástica, de tal forma que no existen contactos entre los enlucidos (Si el forjado superior tiene un falso techo, esta medida no es necesaria)			
En caso de que el elemento de separación vertical acometa a una fachada de una hoja de fábrica o ventilada. No existe contacto directo entre el enlucido de la fachada y el revestimiento de la hoja de fábrica con bandas elásticas,			

para ello: – Se ha efectuado un corte con llana en los enlucidos **o** – Se ha prolongado la banda elástica, de tal forma que no existen contactos entre los enlucidos (Si se trata de una fachada pesada de dos hojas, esta medida no es necesaria)			
El material de agarre empleado para el macizado de las instalaciones no crea una unión entre la hoja de fábrica que lleva bandas elásticas y los forjados superior e inferior que pueda crear transmisiones entre estos elementos			
Las cajas de mecanismos eléctricos no son pasantes a ambos lados de la partición			
Después de la ejecución			
Se ha rematado la junta entre los enlucidos con cinta de papel microperforada o algún material similar.			
Las molduras (si las hubiese) se han fijado solamente al forjado o solamente a la pared (al menos en el lado de la hoja de fábrica con bandas elásticas)			
Otros			

Ficha ESV-03. DISEÑO

ELEMENTOS DE TIPO 1: **De entramado metálico**

ESV-03.a. Doble perfilería de entramado metálico. Con placa intermedia.



Componentes:
(R_A depende de las tablas de soluciones de aislamiento, apartado 2.1.4 de esta Guía.)

1. Placas de yeso laminado
   Espesor mínimo 2 o más placas: 2x12,5 mm

2. Material absorbente acústico.
   Espesor acorde con el ancho de la perfilería, mínimo 4 cm.
   Por ejemplo:
   Lana mineral, de resistividad al flujo del aire, r ≥ 5kPa.s/m^2
   Densidad recomendada: de 10 a 70 kg/m^3.

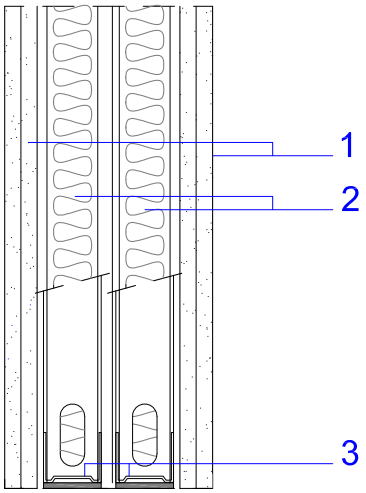
3. Perfilería. Canales y montantes.
   Espesor mínimo canales: 48 mm
   Debe utilizarse bandas de estanquidad en el apoyo de los canales a los forjados y de los montantes a las particiones de fábrica, hormigón o pilares, etc.

4. Placa de yeso laminado intermedia.
   Espesor mínimo: 12,5 mm
   Se atornillará a una de las perfilerías.
   Esta placa puede ser sustituida por una chapa metálica de 0,6mm.

Observaciones:

- La altura máxima de los elementos de entramado con estructura metálica autoportante depende del ancho de la perfilería metálica utilizada, la modulación a ejes de los elementos verticales y el número de placas de yeso laminado. Si fuera necesario se arriostrarán los montantes con cartelas según especificaciones del fabricante o en su defecto, pueden utilizarse las especificaciones de la UNE 102040 IN sobre los montajes de sistemas de tabiquería de placas de yeso laminado con estructura metálica. Debe tenerse en cuenta que el arriostramiento entre los montantes ocasiona reducciones de aislamiento de aproximadamente 6 dBA según ensayo.
- Se recomienda emplear la solución ESV-03.a con placa intermedia, ya que la placa intermedia asegura la estanquidad de la solución, especialmente cuando se colocan cajas para mecanismos eléctricos y otro tipo de instalaciones.
- Las tuberías de instalaciones se pasarán entre los perfiles, procurando que queden lo más rectas posibles y que no sean un contacto rígido entre las placas y la hoja interior de fábrica.
- Se emplearán cajas especiales adaptadas a las placas de yeso laminado para cajas de derivación y mecanismos eléctricos, tales como enchufes o interruptores.

ESV-03.b. Doble perfilería de entramado metálico. Sin placa intermedia



Componentes:

Componentes:

(R_A depende de las tablas de soluciones de aislamiento, apartado 2.1.4 de esta Guía.)

1. Placas de yeso laminado
   Espesor mínimo 2 o más placas: 2x12,5 mm

2. Material absorbente acústico.
   Espesor acorde con el ancho de la perfilería, mínimo 4 cm.
   Por ejemplo:
   Lana mineral, de resistividad al flujo del aire, r ≥ 5kPa.s/m^2
   Densidad recomendada: de 10 a 70 kg/m^3.

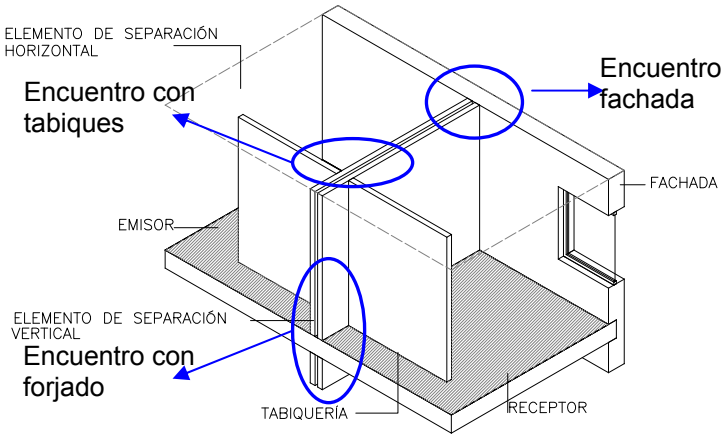
3. Perfilería. Canales y montantes.
   Espesor mínimo canales: 48 mm.
   Debe utilizarse bandas de estanquidad en el apoyo de los canales a los forjados y de los montantes a las particiones de fábrica, hormigón o pilares, etc.

Observaciones:

- La altura máxima de los elementos de entramado con estructura metálica autoportante depende del ancho de la perfilería metálica utilizada, la modulación a ejes de los elementos verticales y el número de placas de yeso laminado. Si fuera necesario se arriostrarán los montantes con cartelas según especificaciones del fabricante o en su defecto, pueden utilizarse las especificaciones de la UNE 102040 IN sobre los montajes de sistemas de tabiquería de placas de yeso laminado con estructura metálica. Debe tenerse en cuenta que el arriostramiento entre los montantes ocasiona reducciones de aislamiento de aproximadamente 6 dBA según ensayo.
- Se recomienda emplear la solución ESV-03.a con placa intermedia, ya que la placa intermedia asegura la estanquidad de la solución, especialmente cuando se colocan cajas para mecanismos eléctricos y otro tipo de instalaciones.
- Las tuberías de instalaciones se pasarán entre los perfiles, procurando que queden lo más rectas posibles y que no sean un contacto rígido entre las placas y la hoja interior de fábrica.
- Se emplearán cajas especiales adaptadas a las placas de yeso laminado para cajas de derivación y mecanismos eléctricos, tales como enchufes o interruptores.

Ficha ESV-03. ENCUENTROS

ELEMENTOS DE TIPO 3: **De entramado metálico**



ENCUENTROS:

Con forjados:
- ESV-03-Fo1
- ESV-03-Fo2

Con fachadas
- ESV-03-Fc1

Con la tabiquería interior
- ESV-03-Tb1

Con pilares
- ESV-03-Pi1

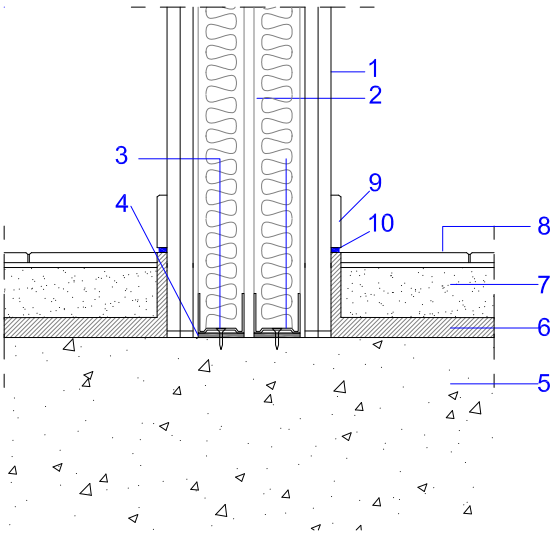
Con conductos de ventilación e instalaciones
- ESV-03-Ci1
- ESV-03-Ci2

Los encuentros dibujados corresponden indistintamente a las soluciones ESV-03.b y ESV.a. Se aplican indistintamente a ambas soluciones.

ESV-03-Fo. ENCUENTRO CON EL FORJADO.

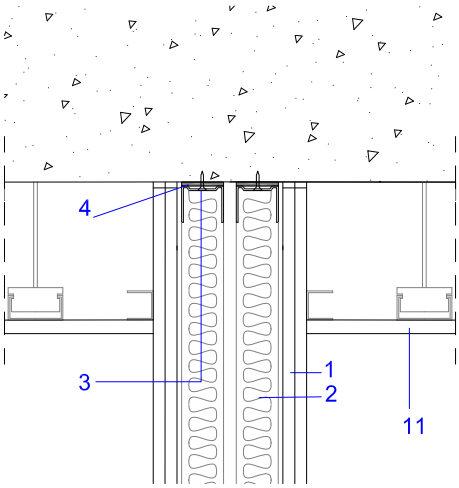
ESV-03-Fo1

SECCIÓN



ESV-03-Fo2

SECCIÓN



OBSERVACIONES:

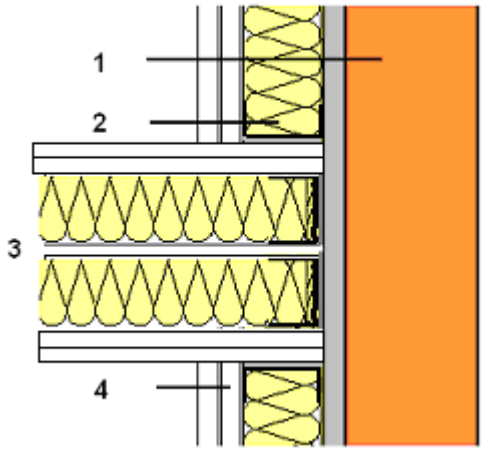
- Los elementos de entramado ESV-03.a y ESV-03.b se montarán preferiblemente apoyados en el forjado (detalle ESV-03-Fo1).
- El suelo flotante no debe entrar en contacto con las particiones o pilares. Entre el suelo y los paramentos debe interponerse una capa de material aislante a ruido de impactos.
- Si el material aislante a ruido de impactos no es impermeable, debe interponerse una lámina impermeable entre el mortero y dicho material, a fin de que el mortero no entre en contacto con las placas de yeso laminado. Véanse Fichas SF-01 y SF-02, donde se tratan los encuentros y especificaciones de montaje de suelos flotantes, así como así como los detalles relativos a las instalaciones empotradas en el suelo.
- Si el solado se ejecuta después de la partición, se interpondrá un film protector entre el solado y las placas de yeso laminado, de tal forma que se evite que la humedad entre en contacto con las placas de yeso.
- El rodapié no debe conectar simultáneamente el suelo y la partición, para ello, debe colocarse una junta elástica en la base del rodapié, por ejemplo: Un cordón de silicona.
- Las tuberías que discurran por el suelo y lleguen a la partición estarán revestidas con coquillas un material elástico. Por ejemplo, coquillas de espuma PE o espuma elastomérica.
- El detalle ESV-03-Fo1 corresponde a suelos de mortero, tipo SF01. Los mismos detalles serían válidos para la solera seca o la tarima flotante.
- Debe ejecutarse primero el elemento de separación vertical y después el falso techo. Véase detalle ESV-03-Fo2
- Si en la cámara del techo se ha introducido un material absorbente acústico, por ejemplo, una lana mineral, se recomienda que al material de la cámara suba hasta el forjado por todos los lados del plenum. Los detalles sobre este aspecto y otros de los techos se muestran en la ficha T01.

1. Placas de yeso laminado
2. Material absorbente acústico
3. Perfilería metálica
4. Bandas de estanquidad
5. Forjado
6. Material aislante a ruido de impactos **(Ficha SF01 y SF02)**
7. Capa de mortero
8. Acabado suelo
9. Rodapié
10. Junta elástica en la base del rodapié, por ejemplo: Un cordón de silicona
11. Falso techo. Placas de yeso laminado **(Ficha T01)**

ESV 01-Fc. ENCUENTRO CON LA FACHADA

ESV-03-Fc1. Encuentro con fachada no ventilada, de dos hojas. Hoja exterior de fábrica y hoja interior de entramado

PLANTA



OBSERVACIONES:

- Entre las hojas de la fachada puede existir una cámara no ventilada.
- La cámara de la fachada se interrumpirá entre las dos unidades de uso. La hoja interior de la fachada no será continua y no conectará las dos unidades de uso.
- Es necesario el empleo de bandas de estanquidad en el encuentro entre los montantes y la hoja exterior de fábrica.
- En los detalles no se han marcado los revestimientos, como enlucidos, enfoscados, etc. de las hojas de fábrica
-

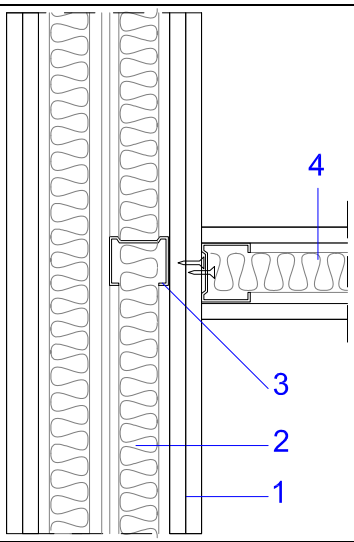
1. Hoja exterior de fachada: De fábrica
2. Material absorbente acústico. Espesor acorde con el ancho de la perfilaría. Por ejemplo: Lana mineral. r≥5kPa/m^2 y densidad aproximada: de 10 a 70 kg/m^3
3. Elemento de separación ESV-3, entre unidades de uso diferentes.
4. Placas de yeso laminado atornilladas sobre la perfilería del trasdosado autoportante.

En los detalles no se han marcado los revestimientos, como enlucidos, enfoscados…etc. de las hojas de fábrica

ESV 01-Tb. ENCUENTRO CON LA TABIQUERÍA INTERIOR

ESV-03-Tb1. Encuentro con tabiquería de entramado

PLANTA



OBSERVACIONES:

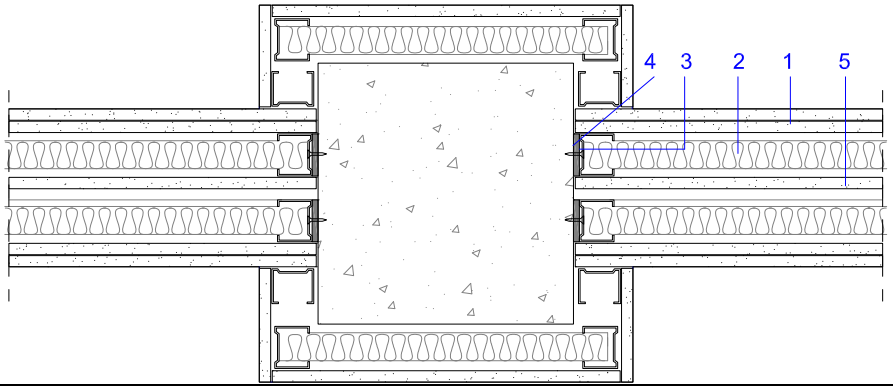
- Entre dos unidades de uso, el elemento de separación vertical debe ser continuo. La tabiquería de entramado se anclará a las placas de yeso laminado (Véase detalle ESV-03-Tb1).
- La tabiquería puede montarse apoyada en el forjado o en el suelo flotante, según el apartado 4.1.2 de esta Guía

1. Placa de yeso laminado
2. Material absorbente acústico
3. Perfilería metálica
4. Tabiquería de entramado. Véase ficha TAB-03

ESV 03-Pi. ENCUENTRO CON PILARES

ESV-03-Pi1

PLANTA



OBSERVACIONES:

- Cuando un pilar se adose al elemento de separación vertical de tipo 3, se trasdosarán ambas caras del pilar, de forma que el aislamiento acústico en el pilar sea equivalente al aislamiento acústico de la partición de tipo 3.

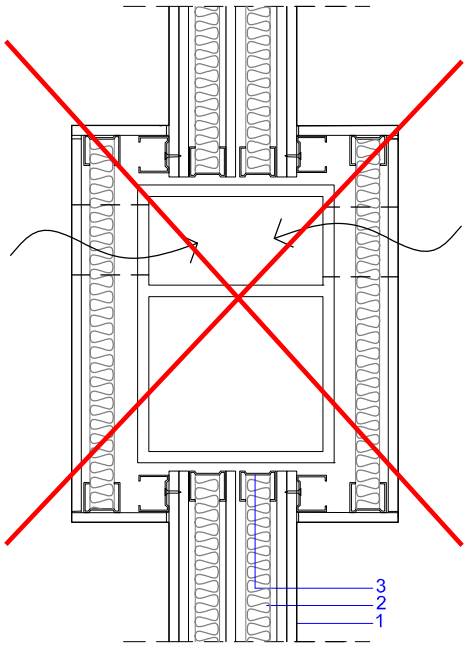
1. Placa de yeso laminado
2. Material absorbente acústico
3. Perfilería metálica
4. Bandas de estanquidad
5. Placa de yeso laminado intermedia. (Esta placa puede ser sustituida por una chapa metálica de 0,6mm)

Este detalle es igualmente válido para elementos de entramado sin placa intermedia

ESV 03-C. ENCUENTRO CON CONDUCTOS DE INSTALACIONES

ESV-03-Ci1

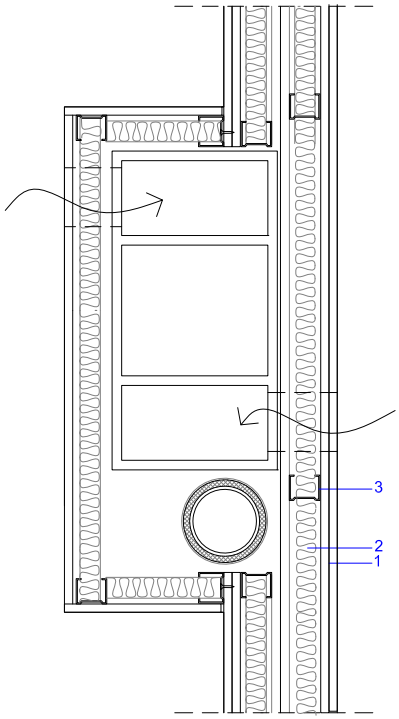
PLANTA



INCORRECTO

ESV-03-Ci2

PLANTA



CORRECTO

OBSERVACIONES:

- Cuando un conducto de ventilación se adose a un elemento de separación vertical, se trasdosará por los dos lados, de tal forma que se garantice la continuidad de la solución constructiva.

- En el caso de que dos unidades de uso, compartieran el mismo conducto de extracción, las bocas de extracción no estarán conectadas al mismo conducto, para evitar la transmisión aérea directa. Puede adoptarse un esquema análogo al que se indica en el detalle ESV-01-Ci2.

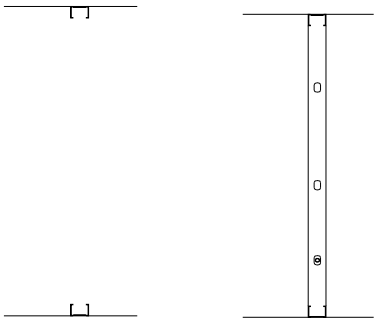
- Los detalles de anclaje de bajantes y sus revestimientos, pueden verse en la **ficha** de instalaciones.

1. Placa de yeso laminado
2. Material absorbente acústico
3. Perfilería metálica

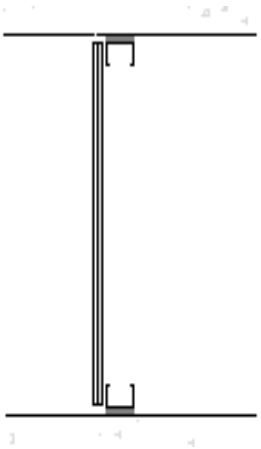
CORRECTO

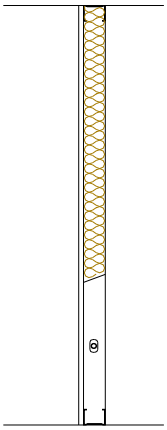
Ficha ESV-03.a. EJECUCIÓN

ELEMENTOS DE TIPO 3: **De doble perfilería autoportante CON placa intermedia**

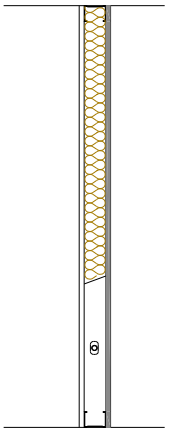


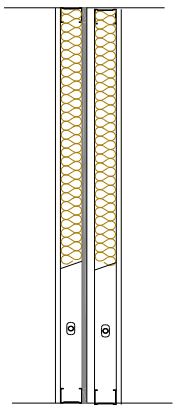
1 2





3 4





5 6-7-8

Fases de la ejecución:

1. Replanteo en suelo y techo de los canales de la primera de las perfilerías.

2. Se colocarán las bandas de estanquidad para los encuentros canal-suelo y canal-techo, previamente a la colocación de los canales. También se colocarán bandas de estanquidad en los montantes que arranquen de los pilares o de los cerramientos de fábrica, hormigón. El resto de montantes se encajarán en los canales tanto superior como inferior por simple giro.

   La perfilería se anclará preferiblemente al forjado. Los encuentros con el suelo se resolverán según lo especificado en la ficha SF – 01 y SF-02.

3. Se colocarán, mediante atornillado, las placas de yeso laminado de una de las caras.
   Se colocarán las tuberías de instalaciones que pasarán entre los montantes, procurando que queden lo más recto posible.

4. Se colocará el material absorbente acústico entre los perfiles. El ancho de este material debe ser acorde con el ancho de la perfilería utilizada. No deberá romperse en su instalación y deberán cubrir toda la superficie del primer cerramiento, de suelo a techo.

5. Se atornillará por el lado interior del sistema, el elemento intermedio (PYL, una chapa metálica, etc.) según se indique en proyecto.

6. Se procederá a la colocación de la segunda perfilería, repitiendo los pasos de 2 y 4 mencionados anteriormente.

7. Se atornillan las placas de yeso laminado a los montantes por la cara exterior del cerramiento. Los tornillos quedarán suficientemente rehundidos, de tal manera que se permita su plastecido posterior. De cada fase, cada una de las placas se colocará contrapeada respecto a las placas de la fase anterior y se procederá al plastecido de tornillos de cada una de las fases.

8. Se procederá al tratamiento de juntas entre placas y al plastecido de tornillos, de tal forma que se garantice la estanquidad de la solución. El tratamiento de las juntas se realizará:
   - Interponiendo pasta de juntas de yeso, para asentar cinta de papel microperforado. Tras el secado de la junta, se aplicarán las manos de pasta necesarias según la decoración posterior del paramento.
   - Pegando una cinta de malla autoadhesiva en las juntas y posteriormente aplicando las manos de pasta de juntas necesarias según la decoración posterior.

9. De forma análoga, se procederá al tratamiento con pasta de yeso y cinta de juntas o con pasta selladora elástica en las juntas perimetrales con el forjado y otras particiones.

Observaciones:
1. El absorbente acústico también debe instalarse en esta segunda perfilería.

- Si fuera necesario se arriostrarán los montantes con cartelas según especificaciones del fabricante o en su defecto, pueden utilizarse las especificaciones de la UNE 102040 IN sobre los montajes de sistemas de tabiquería de placas de yeso laminado con estructura metálica.

- Las aperturas en las placas para cajas de registros, enchufes, mecanismos, se realizarán puntualmente en el lugar donde deben ubicarse dichas cajas y se utilizarán las piezas adaptadas a este tipo de tabiquería.

- Se recomienda **ejecutar primero el elemento de separación entre unidades de uso diferentes, para después ejecutar el suelo flotante**. De esta forma, puede asegurarse que el suelo flotante es independiente entre unidades de uso. La tabiquería puede ejecutarse indistintamente sobre el suelo flotante o sobre el forjado.

Recomendaciones: **ESV-03.a**

- Contrapear las distintas fases de las placas, en caso de que haya más de una PYL en el trasdosado. (Véase detalle R1)

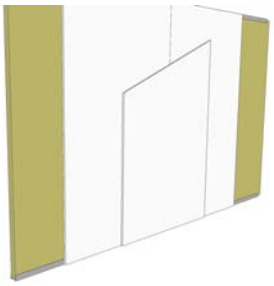
- Colocar las instalaciones después de colocar el absorbente acústico y por el lado donde vayan a hacerse las aberturas para cajas de mecanismos y registros.

- Emplear absorbentes acústicos de densidad baja o media (de 10 a 70 kg/m^3) que permitan el amoldamiento de los conductos sin deteriorarse.

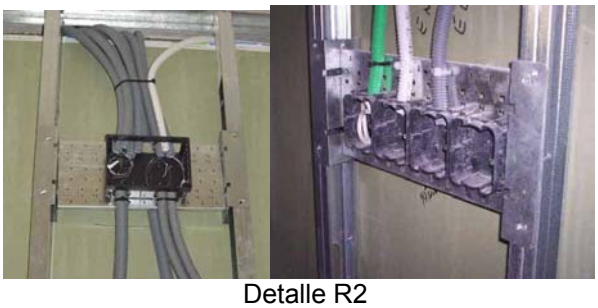
- Empleo de cajas especiales adaptadas a las placas de yeso laminado para cajas de derivación y mecanismos eléctricos, (enchufes, interruptores, etc.)

- La distribución de conductos en el interior de la cámara se realizará mediante piezas específicas para ello. (Véase detalle R2)

- Aumentar el espesor de la perfilería, por ejemplo, de 48 mm a 70 mm, si el número de conductos de instalaciones que discurre por la cámara del trasdosado fuese elevado, de tal forma que se permita el paso de las mismas y se pueda incluir además, una lana mineral de 40 mm de espesor.



Detalle R1



Detalle R2

A evitar: **ESV-03.a**

- Evitar los contactos rígidos entre los montantes, a menos que se haya especificado en el proyecto que deban arriostrarse (Véase detalle 1).
  En caso de que fuese necesario arriostrarlos, (excesiva altura o longitud), existen elementos auxiliares que permiten su unión sin arriostramiento rígido (uniones de elementos o piezas de chapas con amortiguador intermedio de caucho).

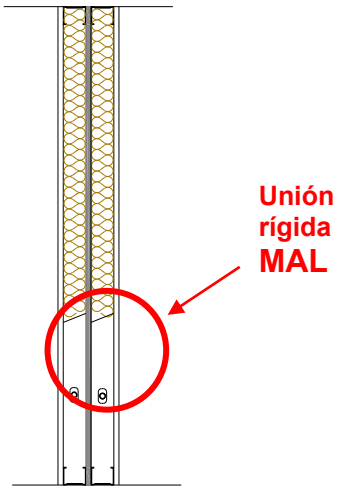
- Que el absorbente acústico no se instale en ambas estructuras y/o no cubra toda la superficie de suelo a techo. (Véase detalle 2).

- Rotura del absorbente acústico de las estructuras

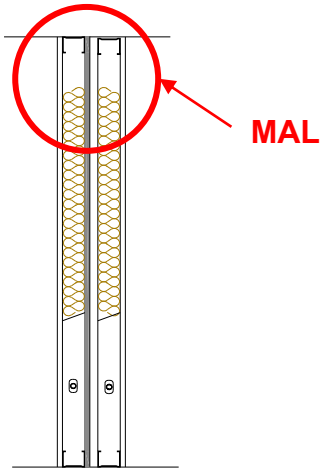
- Colocar las bandas de estanquidad y los canales sobre una superficie con imperfecciones significativas.

- Cajas de mecanismos pasantes en el elemento. Pueden quedar enfrentados, aunque no es recomendable, cuando se coloca una placa intermedia. Es preferible desplazarlos de dos a tres veces el ancho del tabique.

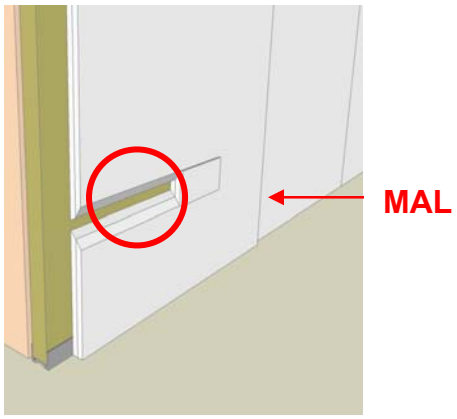
- Rozas en las placas de yeso laminado. (Véase detalle R3).



Detalle V1



Detalle V2



Detalle V3

Ficha ESV-03.a.
CONTROL DE EJECUCIÓN

DE TIPO 3: De doble perfilería autoportante CON placa intermedia

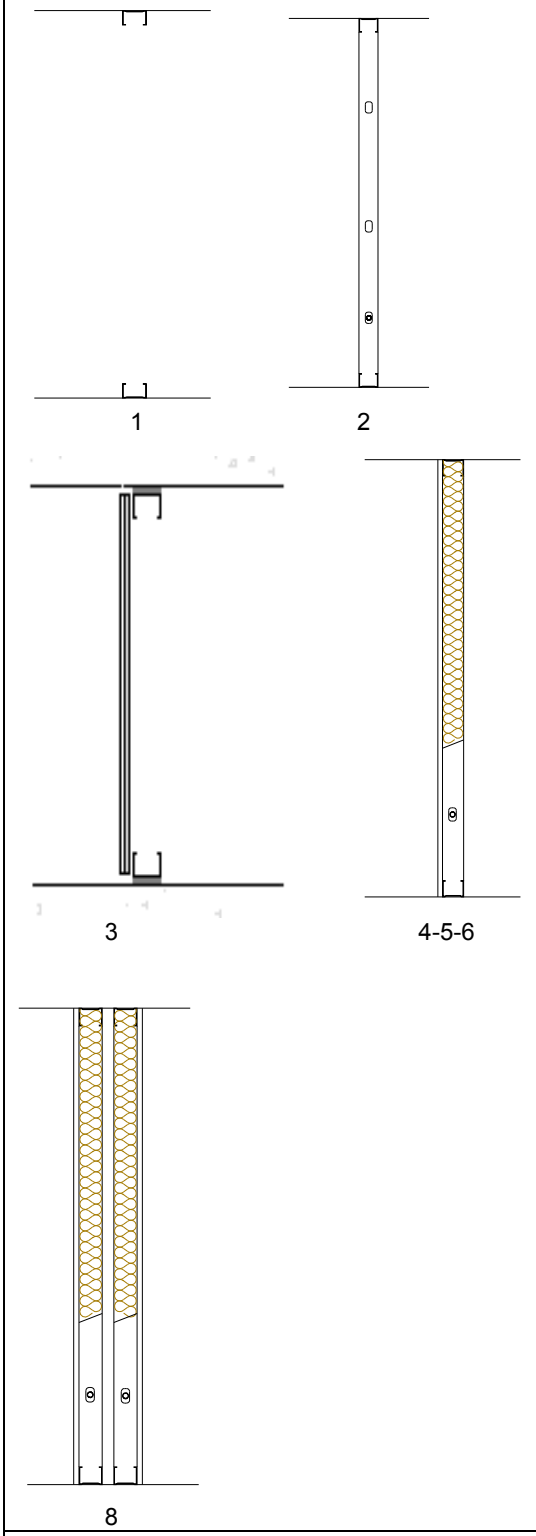
Obra: Recintos:	Fecha:

Condiciones	SI	NO	Observaciones
Antes de la ejecución			
Los materiales que componen el cerramiento se encuentran en perfecto estado			
La superficie donde apoyará la perfilería está limpia y sin imperfecciones significativas			
Durante la ejecución			
Se han colocado las bandas de estanquidad en suelo y techo, previamente a la colocación de los canales.			
Se han colocado las bandas de estanquidad en los encuentros con paredes laterales y pilares, previamente a la colocación de los montantes de arranque.			
Las instalaciones se llevan por dentro de la perfilería, y se emplean piezas específicas para el tendido de las mismas.			
El absorbente acústico es de un ancho adecuado a los montantes utilizados.			
El material absorbente cubre toda la superficie del tabique, no existiendo roturas ni deterioros.			
El elemento intermedio, ya sea una placa de yeso laminado o una lámina metálica, se instala según se indica en proyecto			
La segunda fase de placas de yeso laminado se ha anclado de forma contrapeada con respecto a la fase anterior			
Se han tratado las de juntas y se han plastecido los tornillos de cada fase			
Se han tratado con pasta de yeso y cinta de juntas los encuentros entre las placas de yeso y el forjado o las particiones a las que éstas acometen			
Después de la ejecución			
Las cajas de derivación y las de los mecanismos eléctricos (enchufes, interruptores…etc.) son apropiadas para las placas de yeso laminado			

Otros

Ficha ESV-03.b. EJECUCIÓN

ELEMENTOS DE TIPO 3: **De doble perfilería autoportante SIN placa intermedia**



Fases de la ejecución:

1. Replanteo en suelo y techo de los canales de la primera de las perfilerías.

2. Se colocarán las bandas de estanquidad para los encuentros canal-suelo y canal-techo, previamente a la colocación de los canales. También se colocarán bandas de estanquidad en los montantes que arranquen de los pilares o de los cerramientos de fábrica, hormigón. El resto de montantes se encajarán en los canales tanto superior como inferior por simple giro.

   La perfilería se anclará preferiblemente al forjado. Los encuentros con el suelo se resolverán según lo especificado en la ficha SF – 01 y SF-02.

3. Se colocarán, mediante atornillado, las placas de yeso laminado de una de las caras.
   Se colocarán las tuberías de instalaciones que pasarán entre los montantes, procurando que queden lo más recto posible.

4. Se colocará el material absorbente acústico entre los perfiles. El ancho de este material debe ser acorde con el ancho de la perfilería utilizada. No deberá romperse en su instalación y deberán cubrir toda la superficie del primer cerramiento, de suelo a techo.

5. Se procederá a la colocación de la segunda perfilería, repitiendo los pasos de 2 y 4 mencionados anteriormente.

6. Se atornillan las placas de yeso laminado a los montantes por la cara exterior del cerramiento. Los tornillos quedarán suficientemente rehundidos, de tal manera que se permita su plastecido posterior. De cada fase, cada una de las placas se colocará contrapeada respecto a las placas de la fase anterior y se procederá al plastecido de tornillos de cada una de las fases.

7. Se procederá al tratamiento de juntas entre placas y al plastecido de tornillos, de tal forma que se garantice la estanquidad de la solución. El tratamiento de las juntas se realizará:
   - Interponiendo pasta de juntas de yeso, para asentar cinta de papel microperforado. Tras el secado de la junta, se aplicarán las manos de pasta necesarias según la decoración posterior del paramento.
   - Pegando una cinta de malla autoadhesiva en las juntas y posteriormente aplicando las manos de pasta de juntas necesarias según la decoración posterior.

8. De forma análoga, se procederá al tratamiento con pasta de yeso y cinta de juntas o con pasta selladora elástica en las juntas perimetrales con el forjado y otras particiones.

Observaciones:
- El absorbente acústico también debe instalarse en esta segunda perfilería.
- Si fuera necesario se arriostrarán los montantes con cartelas según especificaciones del fabricante o en su defecto, pueden utilizarse las especificaciones de la UNE 102040 IN sobre los montajes de sistemas de tabiquería de placas de yeso laminado con estructura metálica.

- Las aperturas en las placas para cajas de registros, enchufes, mecanismos, se realizarán puntualmente en el lugar donde deben ubicarse dichas cajas y se utilizarán las piezas adaptadas a este tipo de tabiquería.

- Se recomienda **ejecutar primero el elemento de separación entre unidades de uso diferentes, para después ejecutar el suelo flotante**. De esta forma, puede asegurarse que el suelo flotante es independiente entre unidades de uso. La tabiquería puede ejecutarse indistintamente sobre el suelo flotante o sobre el forjado.

Recomendaciones: **ESV-03.b**

- Contrapear las distintas fases de las placas, en caso de que haya más de una PYL en el trasdosado. (Véase detalle R1)

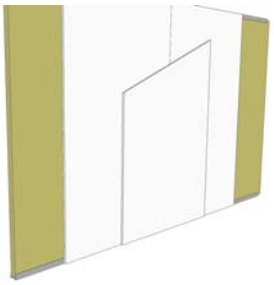
- Colocar las instalaciones después de colocar el absorbente acústico y por el lado donde vayan a hacerse las aberturas para cajas de mecanismos y registros.

- Emplear absorbentes acústicos de densidad baja o media (de 10 a 70 kg/m^3) que permitan el amoldamiento de los conductos sin deteriorarse.

- Empleo de cajas especiales adaptadas a las placas de yeso laminado para cajas de derivación y mecanismos eléctricos, (enchufes, interruptores, etc.)

- La distribución de conductos en el interior de la cámara se realizará mediante piezas específicas para ello. (Véase detalle R2)

- Aumentar el espesor de la perfilería, por ejemplo, de 48 mm a 70 mm, si el número de conductos de instalaciones que discurre por la cámara del trasdosado fuese elevado, de tal forma que se permita el paso de las mismas y se pueda incluir además, una lana mineral de 40 mm de espesor.



Detalle R1

Detalle R2

A evitar: **ESV-03.b**

- Evitar los contactos rígidos entre los montantes, a menos que se haya especificado en el proyecto que deban arriostrarse (Véase detalle 1).
  En caso de que fuese necesario arriostrarlos, (excesiva altura o longitud), existen elementos auxiliares que permiten su unión sin arriostramiento rígido (uniones de elementos o piezas de chapas con amortiguador intermedio de caucho).

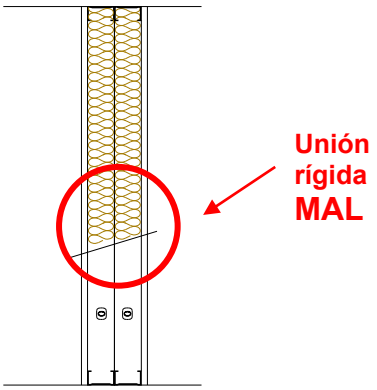
- Que el absorbente acústico no se instale en ambas estructuras y/o no cubra toda la superficie de suelo a techo. (Véase detalle V2).

- Rotura del absorbente acústico de las estructuras

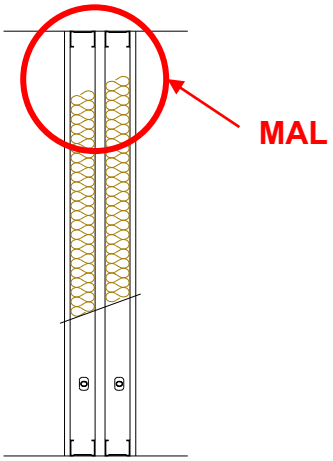
- Colocar las bandas de estanquidad y los canales sobre una superficie con imperfecciones significativas.

- Cajas de mecanismos pasantes en el elemento. No debe existir una comunicación directa entre cajas de registro a ambos lados del elemento de separación.
  Las cajas para mecanismos no pueden quedar enfrentadas, deben desplazarse de dos a tres veces el ancho del tabique.

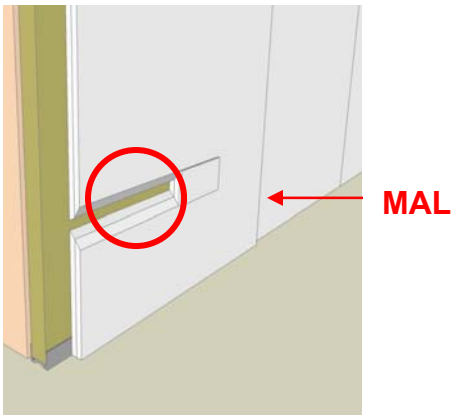
- Rozas en las placas de yeso laminado. (Véase detalle V3).



Detalle V1



Detalle V2



Detalle V3

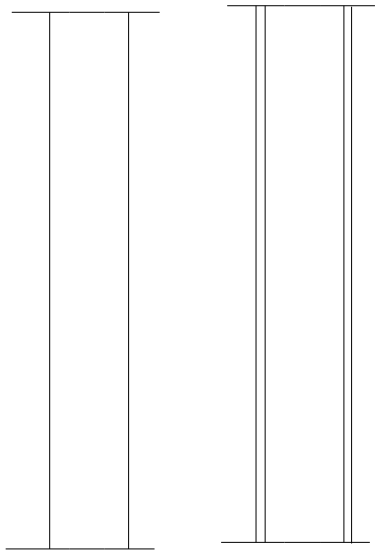
Ficha ESV-03.b.
CONTROL DE EJECUCIÓN

DE TIPO 3: De doble perfilería autoportante SIN placa intermedia

Obra: Recintos:			Fecha:
Condiciones	**SI**	**NO**	**Observaciones**
Antes de la ejecución			
Los materiales que componen el cerramiento se encuentran en perfecto estado			
La superficie donde apoyará la perfilería está limpia y sin imperfecciones significativas			
Durante la ejecución			
Se han colocado las bandas de estanquidad en suelo y techo, previamente a la colocación de los canales.			
Se han colocado las bandas de estanquidad en los encuentros con paredes laterales y pilares, previamente a la colocación de los montantes de arranque.			
Las instalaciones se llevan por dentro de la perfilería, y se emplean piezas específicas para el tendido de las mismas.			
El absorbente acústico es de un ancho adecuado a los montantes utilizados.			
El material absorbente cubre toda la superficie del tabique, no existiendo roturas ni deterioros.			
El elemento intermedio, ya sea una placa de yeso laminado o una lámina metálica, se instala según se indica en proyecto			
La segunda fase de placas de yeso laminado se ha anclado de forma contrapeada con respecto a la fase anterior			
Se han tratado las de juntas y se han plastecido los tornillos de cada fase			
Se han tratado con pasta de yeso y cinta de juntas los encuentros entre las placas de yeso y el forjado o las particiones a las que éstas acometen			
Las cajas de instalaciones, enchufes y mecanismos no se hacen coincidir a ambos lados del cerramiento			
Después de la ejecución			
Las cajas de derivación y las de los mecanismos eléctricos (enchufes, interruptores…etc.) son apropiadas para las placas de yeso laminado y no son coincidentes a ambos lados de la partición			
Otros			

Ficha TAB-01. EJECUCIÓN

TABIQUES DE FÁBRICA O PANELES PREFABRICADOS PESADOS: CON APOYO DIRECTO



Fases de la ejecución:

1. Se ejecutará el tabique de fábrica o paneles prefabricados pesados que se indica en proyecto.

   Se tendrá especial cuidado en que la ejecución cumpla con todos los requisitos indicados en proyecto (tipo de bloques o piezas, masa y dimensiones de piezas, forma de ejecutar la llagas y los tendeles entre piezas, correcto sellado con el perímetro, etc…)

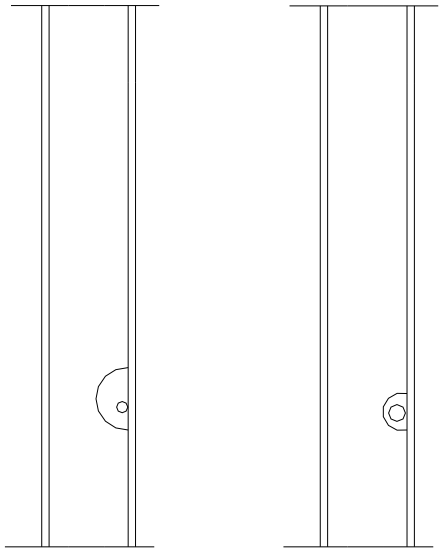
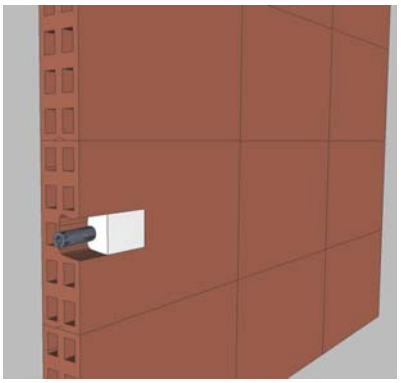
   Deben rellenarse las llagas y los tendeles[1] con material de agarre ajustándose a las especificaciones del fabricante de las piezas de la fábrica.

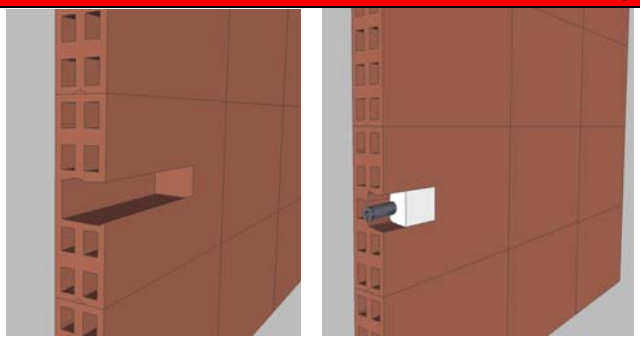
2. Los encuentros con los cerramientos verticales de división con otros recintos de distinta unidad de uso se realizarán según se indique en el proyecto.

   Se retacarán las rozas efectuadas para el paso de instalaciones.

3. Según lo especificado en el proyecto, la hoja de fábrica puede tener algún revestimiento, como un enlucido, enfoscado, etc. Se ejecutará el revestimiento que se haya contemplado en proyecto, controlando adecuadamente el espesor y la composición.

[1] Los materiales de agarre suelen ser morteros, empleados en la albañilería tradicional, o pastas adhesivas especiales empleadas para las fábricas formadas con piezas, cerámicos o de hormigón, en los que las llagas verticales u horizontales están machihembradas.

Recomendaciones[2]:	**TAB-01**
- Hacer las rozas acordes al diámetro del tubo de instalaciones que se vaya a colocar (Véase detalle R1). - Rellenar adecuadamente las llagas y tendeles. - Realizar las rozas de instalaciones y retacar antes de aplicar el revestimiento del tabique (Véase detalle R2).	 MAL BIEN Detalle R1  Detalle R2

A evitar:	**TAB-01**
- Hacer rozas pasantes o que debiliten en exceso al tabique. (Veáse detalle V1). - Colocar cajas para mecanismos eléctricos pasantes	 MAL BIEN Detalle V1

[2] Estas recomendaciones tienen como objetivo no disminuir la calidad acústica de los tabiques dentro de la unidad de uso. A pesar de que el DB HR no las considera obligatorias, se trata de buenas prácticas que garantizan una cierta privacidad dentro de los recintos de una unidad de uso.
Conviene recordar que la tabiquería no tiene exigencias, salvo que se trate de edificios de viviendas, en los que se exige un valor R_A mayor que 33 dBA.

Ficha TAB-01
CONTROL DE EJECUCIÓN

Tabique de fábrica o paneles prefabricados pesados, con apoyo directo

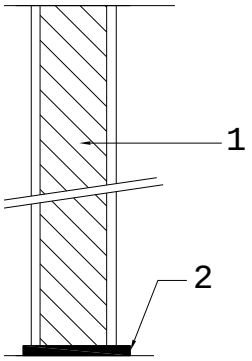
Obra: Recintos:	Fecha:

Condiciones	SI	NO	Observaciones
Antes de la ejecución			
Los materiales que componen el tabique se encuentran en perfecto estado			
Durante la ejecución			
Las llagas y los tendeles del cerramiento se realizan adecuadamente, ajustándose a las especificaciones del fabricante, no debiendo existir holguras o fisuras entre piezas.			
Las rozas para paso de instalaciones no son pasantes			
Las rozas se retacan adecuadamente con mortero o pasta.			
Los encuentros con otros cerramientos de separación con otra unidad de uso se realizan según se indica en proyecto			
El acabado de la hoja de fábrica y su espesor es el que se especifica en el proyecto: Enyesado, enfoscado, etc.			
No existen contactos entre el tabique y el suelo flotante. Se ha interpuesto una banda de material elástico entre el suelo flotante y el tabique.			
Después de la ejecución			
Comprobar que los acabados son correctos.			

Otros

Ficha TAB-02. DISEÑO

TABIQUES. **TAB-02. Tabique de fábrica con bandas.**



Componentes:

1. Tabique de fábrica con sus revestimientos por ambas caras (guarnecido de yeso, enfoscado,…).

Masa y R_A dependen de las tablas de soluciones de aislamiento. Apartado 2.1.4 de esta Guía.

2. Banda elástica para colocar en la base del tabique (encuentro con forjado)

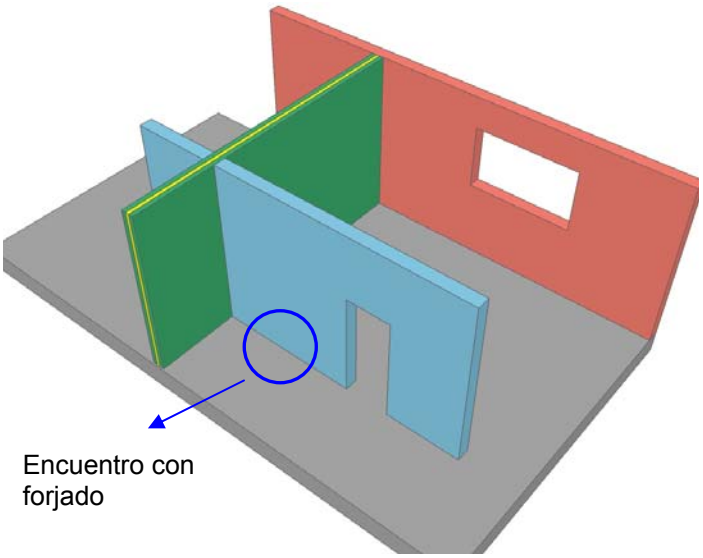
Espesor mínimo: 10 mm
Rigidez dinámica, s': < 100 MN/m^3
Por ejemplo, materiales como EEPS, PE, etc.

Observaciones:

- Las tuberías de instalaciones y cajas de mecanismos se ubicarán en las rozas que se ejecuten para ello en la hoja de fábrica, teniendo en cuenta las recomendaciones que se indican en el apartado de ejecución.
- Se tendrá especial cuidado en evitar rozas pasantes que debiliten el tabique.
- Es recomendable ejecutarlos una vez que ya se han realizado los cerramientos perimetrales de la vivienda
- La altura máxima y longitud máxima sin arriostrar dependen del ancho de las fábricas empleadas.

Ficha TAB-02. ENCUENTROS

TABIQUES. **TAB-02. Tabique de fábrica con bandas.**



ENCUENTROS:

Con forjados:

- TAB-02-Fo1
- TAB-02-Fo2
- TAB-02-Fo3

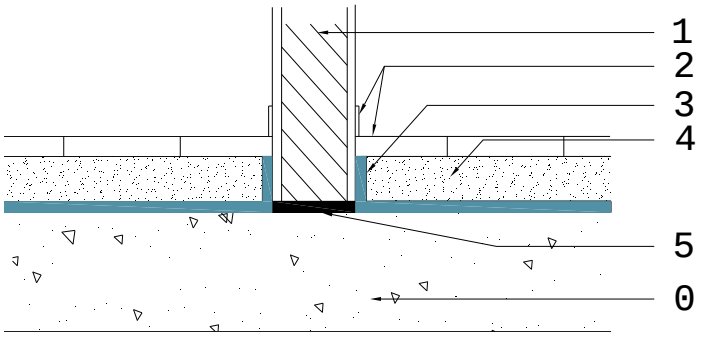
Los encuentros de la tabiquería con cada uno de los tipos de elementos de separación verticales están definidos en las fichas ESV-1, ESV-2 y ESV-3

Ficha TAB-02. ENCUENTROS

TAB-02.Fo. ENCUENTRO CON EL FORJADO.

TAB-02-Fo1

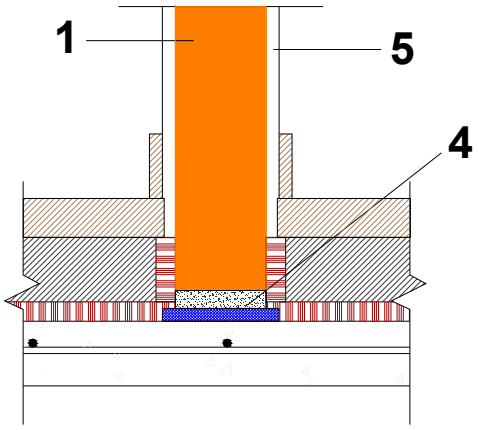
SECCIÓN



2. Forjado o losa
3. Tabique de fábrica
4. Acabado de suelo y rodapié
5. Material aislante al ruido de impactos
6. Capa de mortero
7. Banda elástica en la base del tabique

TAB-02-Fo2

SECCIÓN



1 Tabique de fábrica
4 Banda elástica en la base del tabique
5 Revestimiento del tabique, enlucido, guarnecido, etc.

OBSERVACIONES:

- El tabique de fábrica deberá tener interpuesta una banda elástica en sus apoyos con el forjado (Véanse encuentros TAB-02-Fo1 y TAB-02-Fo2) o con el suelo flotante. (Véase encuentro TAB-02-Fo3.)

- Se recomienda que el ancho de la banda sea mayor que el de la fábrica. Los revestimientos de dicho tabique pueden acometer a dicha banda elástica, por lo que su espesor será como mínimo el del ancho del tabique más el del revestimiento. (Véase detalle TAB-02-01).

- Si el tabique se monta sobre el forjado (TAB-02-Fo1 y TAB-02-Fo2) el suelo flotante no debe entrar en contacto directo con el tabique. Entre el suelo y los paramentos debe interponerse una capa de material aislante a ruido de impactos, que impida el contacto entre el suelo y las particiones. (Véase ficha SF-01 y SF-02).

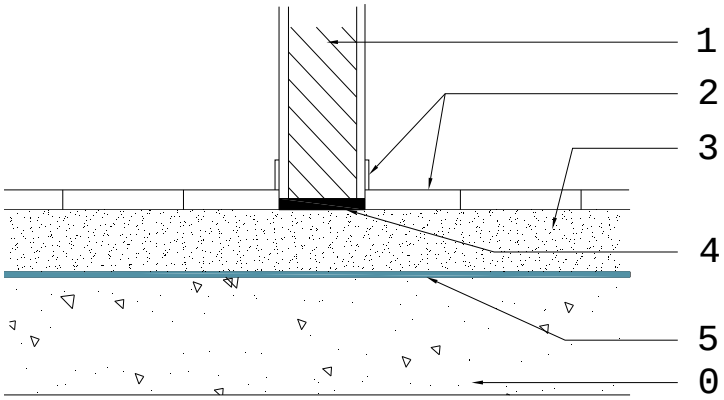
- El revestimiento del suelo y el rodapié no deben conectar simultáneamente el suelo flotante y el tabique, para ello, debe colocarse una junta elástica en la base del rodapié, por ejemplo: Un cordón de silicona.

- Las tuberías que discurran por el suelo y lleguen al tabique estarán revestidas con coquillas un material elástico. Por ejemplo, coquillas de espuma PE o espuma elastomérica.

- Los detalles TAB-02-Fo corresponden a suelos de mortero, tipo SF-01. Los mismos detalles serían válidos para soleras secas, tipo SF-02

- Los detalles relativos a los suelos flotantes y sus especificaciones de montaje están recogidas en los apartados SF01.

TAB-02-Fo3
SECCIÓN

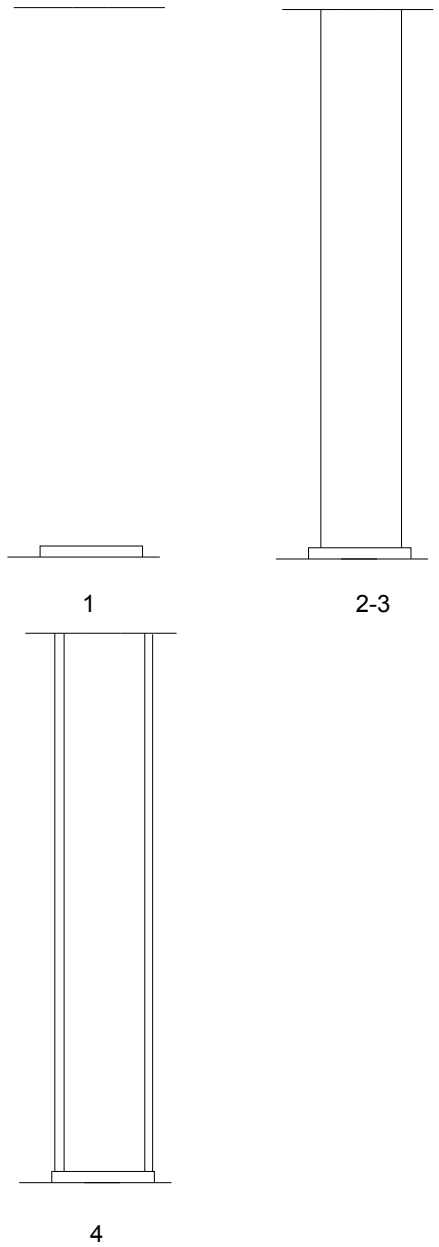


1. Forjado o losa
2. Tabique de fábrica
3. Acabado de suelo y rodapié
4. Material aislante al ruido de impactos
5. Capa de mortero
6. Banda elástica en la base del tabique

Ficha TAB-02. EJECUCIÓN

TABIQUES DE FÁBRICA O PANELES PREFABRICADOS PESADOS:

Tabique de fábrica o paneles prefabricados pesados, con bandas.



Fases de la ejecución:

1. Se colocarán las bandas que se hayan contemplado en el proyecto, limpiando previamente la superficie donde se vayan a colocar. Las bandas deben quedar adheridas al forjado, para ello se utilizarán las pastas y morteros adecuados para cada tipo de material.[1]

2. Se ejecutará la hoja de fábrica o paneles prefabricados pesados, apoyada directamente en las bandas. Se tendrá especial cuidado en que la ejecución cumpla con todos los requisitos indicados en proyecto (tipo de bloques o piezas, masa y dimensiones de piezas, correcto sellado con el perímetro, etc.).

   Deben rellenarse las llagas y los tendeles[2] con material de agarre ajustándose a las especificaciones del fabricante de las piezas de la fábrica.

3. Los encuentros con los cerramientos verticales de división con otros recintos de distinta unidad de uso se realizarán según se indique en el proyecto.

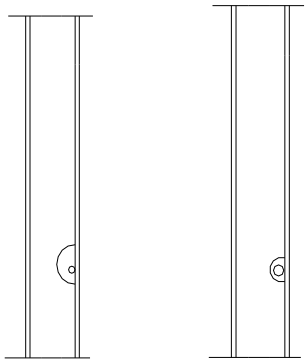
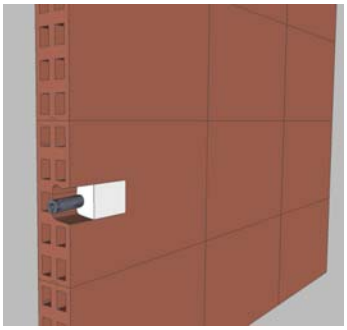
   Se retacarán las rozas efectuadas para el paso de instalaciones.

4. Se le aplicará el revestimiento que se haya contemplado en proyecto, controlando adecuadamente el espesor y la composición.

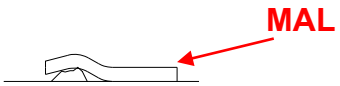
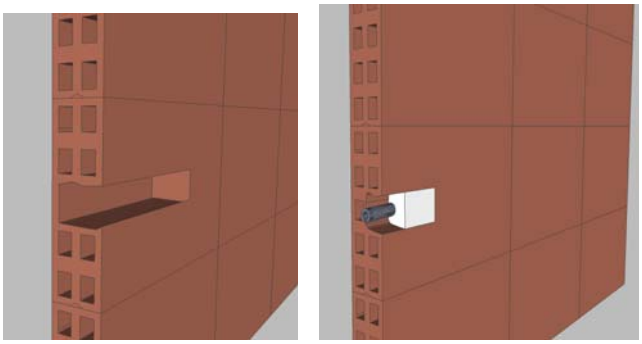
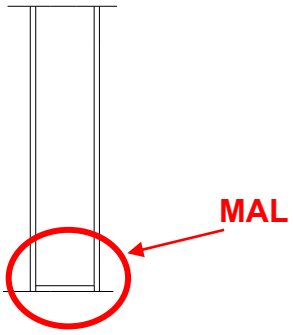
[1] Para bandas de EPS, se recomienda usar mortero de yeso si se trata de ladrillo hueco cerámico de pequeño formato y si se trata de ladrillo de gran formato, se recomienda el uso de pegamento de base escayola.
[2] Los materiales de agarre suelen ser morteros, empleados en la albañilería tradicional, o pastas adhesivas especiales empleadas para las fábricas formadas con piezas, cerámicos o de hormigón, en los que las llagas verticales u horizontales están machihembradas.

Observaciones:

Detalle del replanteo y ejecución de particiones con bandas

Recomendaciones[3]:	**TAB-02**
- Hacer las rozas acordes al diámetro del tubo de instalaciones que se vaya a colocar (Véase detalle R1).	 Detalle R1
- Realizar las rozas de instalaciones y retacar antes de aplicar el revestimiento del tabique (Véase detalle R2).	 Detalle R2
- Emplear bandas elásticas con una rigidez dinámica, s', menor que 100 MN/m^3.	

[3] Estas recomendaciones tienen como objetivo no disminuir la calidad acústica de los tabiques dentro de la unidad de uso. A pesar de que el DB HR no las considera obligatorias, se trata de buenas prácticas que garantizan una cierta privacidad dentro de los recintos de una unidad de uso.
Conviene recordar que la tabiquería no tiene exigencias, salvo que se trate de edificios de viviendas, en los que se exige un valor R_A mayor que 33 dBA.

A evitar:	**TAB-02**
- Colocar la banda elástica sobre una superficie con imperfecciones significativas. (Ver detalle V1)	 Detalle V1
- Hacer rozas pasantes o que debiliten en exceso al tabique. (Véase detalle V2). - Colocar cajas para mecanismos eléctricos pasantes	 MAL BIEN Detalle V2
- Evitar comunicación entre el tabique y el forjado. (Ver detalle V3). Deben utilizarse preferiblemente bandas elásticas de ancho igual al espesor del tabique y sus revestimientos.	 Detalle V3

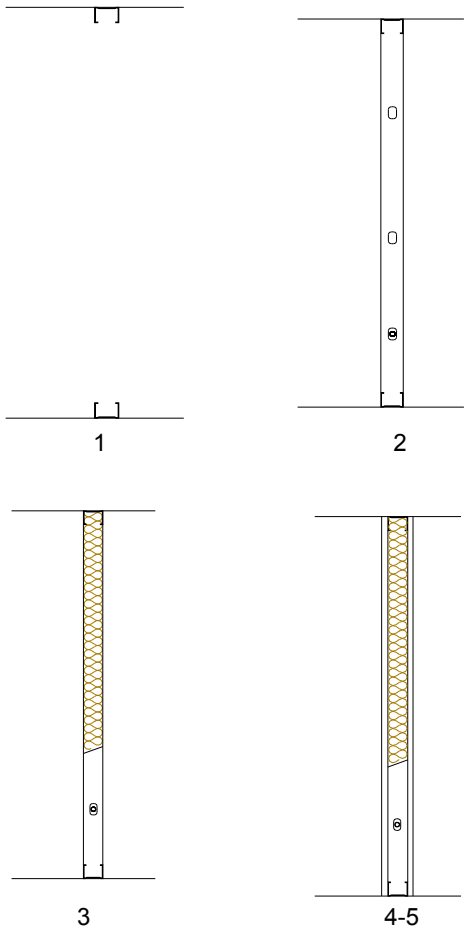
Ficha TAB-02
CONTROL DE EJECUCIÓN.

Tabique de fábrica o paneles prefabricados pesados, con bandas

Obra: Recintos:			Fecha:
Condiciones	**SI**	**NO**	**Observaciones**
Antes de la ejecución			
Los materiales que componen el tabique se encuentran en perfecto estado			
La superficie donde apoyarán las bandas está limpia y sin imperfecciones significativas			
Durante la ejecución			
La banda cubre toda la superficie de apoyo del tabique, no existiendo roturas			
Las llagas y los tendeles del cerramiento se realizan adecuadamente, ajustándose a las especificaciones del fabricante, no debiendo existir holguras o fisuras entre piezas.			
Las rozas para paso de instalaciones no son pasantes. Se han retacado adecuadamente con mortero o pasta.			
Los encuentros con otros cerramientos de separación con otra unidad de uso se realizan según se indica en proyecto			
El acabado de la hoja de fábrica y el espesor es el que se especifica en el proyecto: Enyesado, enfoscado, etc.			
Si el tabique se monta sobre el forjado, no existen contactos entre el tabique y el suelo flotante. Se ha interpuesto una banda de material elástico entre el suelo flotante y el tabique.			
Después de la ejecución			
Comprobar que el tabique no entra en contacto directo con el suelo.			
Comprobar que los acabados son correctos.			
Otros			

Ficha TAB-03.EJECUCIÓN

TABIQUES DE ENTRAMADO AUTOPORTANTE: Perfilería metálica



Fases de la ejecución:

1. Se limpiará previamente la superficie donde se vayan a colocar los canales y montantes. Se colocarán las bandas de estanquidad para los encuentros canal-suelo y canal-techo. También se colocarán bandas de estanquidad en los montantes que arranquen de los pilares o de los cerramientos de fábrica u hormigón.

2. El resto de montantes se encajarán en los canales tanto superior como inferior por simple giro.
   Se colocarán las tuberías de instalaciones que pasarán entre los montantes, procurando que queden lo más rectas posibles.

3. Se colocará el material absorbente acústico entre los perfiles. El ancho de este material debe ser acorde con el ancho de la perfilería utilizada. Este material no deberá romperse en su instalación y deberán cubrir toda la superficie del trasdosado, de suelo a techo.

4. Se atornillarán las placas de yeso laminado a los montantes.
   Si sólo se coloca una placa de yeso laminado por cada lado de la estructura, éstas deben colocarse contrapeadas a ambos lados de la misma.
   Se procederá al tratamiento de juntas entre placas y al plastecido de tornillos, de tal forma que se garantice la estanquidad de la solución. El tratamiento de las juntas se realizará:
   - Interponiendo pasta de juntas de yeso, para asentar cinta de papel microperforado. Tras el secado de la junta, se aplicarán las manos de pasta necesarias según la decoración posterior del paramento.
   - Pegando una cinta de malla autoadhesiva en las juntas y posteriormente aplicando las manos de pasta de juntas necesarias según la decoración posterior.

5. De forma análoga, se procederá al tratamiento con pasta de yeso y cinta de juntas en las juntas perimetrales del trasdosado con el forjado y otras particiones o podrá utilizarse silicona elástica.

Observaciones:

- Si se hubieran proyectado 2 o más placas de yeso laminado por cada lado, cada una de las placas se colocará contrapeada respecto a las placas de la fase anterior y se procederá al tratamiento de juntas y plastecido de tornillos de cada fase, tal y como se expresa en el punto 4 anterior.

- La altura máxima de los elementos de entramado con estructura metálica autoportante depende del ancho de la perfilería metálica utilizada, la modulación a ejes de los elementos verticales y el número de placas de yeso laminado. Si fuera necesario se arriostrarán los montantes con cartelas según especificaciones del fabricante o en su defecto, pueden utilizarse las especificaciones de la UNE 102040 IN sobre los montajes de sistemas de tabiquería de placas de yeso laminado con estructura metálica.

Recomendaciones:	**TAB-03**

- Contrapear las placas a ambos lados de la perfilería metálica, siempre que haya una sola placa de yeso laminado a cada lado.
- Contrapear las distintas fases de las placas, en caso de que haya más de una PYL en el trasdosado.
- Emplear absorbentes acústicos de densidad baja o media (de 10 a 70 kg/m^3) que permitan el amoldamiento de los conductos sin deteriorarse.
- Empleo de cajas especiales adaptadas a las placas de yeso laminado para cajas de derivación y mecanismos eléctricos, (enchufes, interruptores, etc.)
- La distribución de conductos en el interior de la cámara se realizará mediante piezas específicas para ello. (Véase detalle R2 de la ficha ESV-01.a)
- Aumentar el espesor de la perfilería, por ejemplo, de 48 mm a 70 mm, si el número de conductos de instalaciones que discurre por la cámara del trasdosado fuese elevado, de tal forma que se permita el paso de las mismas y se pueda incluir además, una lana mineral de 40 mm de espesor.

A evitar:	**TAB-03**

- Rozas en las placas de yeso laminado.
- Colocar las bandas y los canales sobre una superficie con imperfecciones significativas.
- Cajas de mecanismos coincidentes a ambos lados del tabique

Ficha TAB-03
CONTROL DE EJECUCIÓN

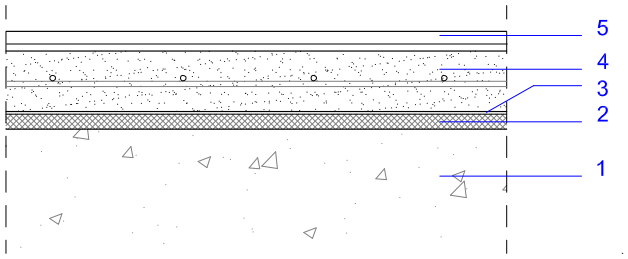
Tabique de entramado autoportante. Perfilería metálica

Obra: Recintos:			Fecha:
Condiciones	**SI**	**NO**	**Observaciones**
Antes de la ejecución			
Los materiales que componen el tabique se encuentran en perfecto estado			
La superficie donde apoyará la perfilería está limpia y sin imperfecciones significativas			
Durante la ejecución			
La banda de estanquidad cubre toda la superficie de apoyo de los canales.			
Se han colocado las bandas de estanquidad en los encuentros laterales con elementos de fábrica y pilares			
Las instalaciones se llevan por dentro de la perfilería			
El material absorbente cubre toda la superficie del tabique, no existiendo roturas ni deterioros.			
Los encuentros con otros cerramientos de separación con otra unidad de uso se realizan según se indica en proyecto			
Si sólo se coloca una placa de yeso laminado por cada lado de la perfilería, éstas se han colocado contrapeadas a ambos lados de la misma.			
Se han tratado las juntas entre las placas de yeso con pasta de juntas y cintas de papel o malla.			
En caso de colocarse dos o más fases de placas de yeso, la segunda fase se ha anclado de forma contrapeada con respecto a la fase anterior			
En caso de colocarse dos o más fases de placas de yeso, se han tratado las de juntas y plastecido de tornillos de cada fase			
Después de la ejecución			
Los acabados de juntas y encuentros perimetrales se han realizado correctamente.			
Las cajas de derivación y las de los mecanismos eléctricos (enchufes, interruptores…etc.) son apropiadas para las placas de yeso laminado			
Otros			

Ficha SF-01. DISEÑO

SUELOS FLOTANTES. **Suelo flotante con solera de mortero**

SF-01



Componentes:

1. **Soporte resistente**: Forjado o losa

2. **Material aislante a ruido de impactos**.
   Puede tratarse de:
   a. Lana mineral, LM:
      Espesor comprendido entre 12 y 30 mm
   b. Polietileno reticulado.
      Espesores 5, 10 mm
   c. Polietileno expandido
      Espesores 3, 5, 10 mm
   d. Poliestireno expandido elastificado, EEPS
      Espesores comprendidos entre 20 y 40 mm
   e. Láminas multicapa[1]

3. **Barrera impermeable**.
   Material plástico impermeable, por ejemplo lámina de PE de 0,2 mm de espesor.
   Necesaria si:
   f. El material aislante a ruido de impactos es poroso, por ejemplo, con los paneles de LM.
   g. Si las juntas entre los paneles no están selladas, por ejemplo, con los paneles EEPS.

4. **Capa de mortero** de al menos 50 mm de espesor.
   Se recomienda incluir un **mallazo de reparto** (por ejemplo, Ø6, 15x15 cm) en la capa de mortero, especialmente cuando sobre él se apoyen cargas lineales, como los tabiques.

   Si no se incluye un mallazo de reparto, se recomienda utilizar una dosificación rica de mortero.

5. **Acabado**
   Pavimento (madera, terrazo, gres…etc.)

Observaciones:

- En el caso de que se proyectara un sistema de calefacción por suelo radiante, algunos fabricantes indican los valores de mejora de aislamiento a ruido aéreo, ΔR_A y de reducción del nivel global de presión de ruido de impactos ΔL_w, de dicho sistema[2]. Si no se disponen de más datos, el suelo radiante puede instalarse por encima del material aislante a ruido de impactos.
- Se recomienda que las tuberías se lleven cámaras registrables, si es posible, como por ejemplo falsos techos. Aún así, los detalles de los encuentros entre el suelo flotante y las tuberías que

[1] Las láminas multicapas están formadas por una combinación de capas de diversos materiales, por ejemplo: PE, caucho, EPDM…etc.

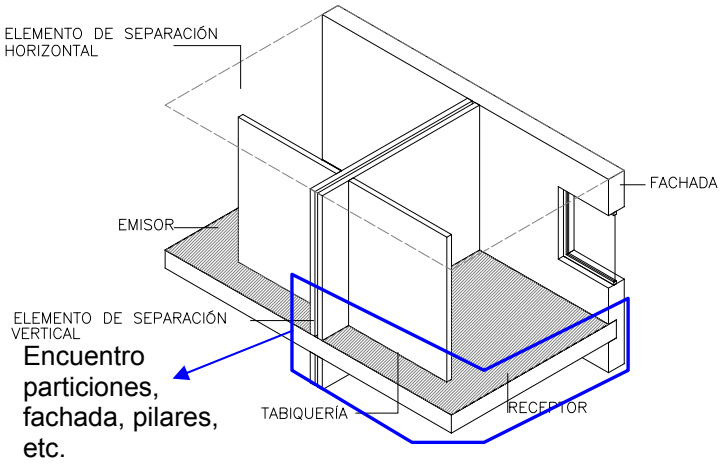
[2] Valores de ensayo acústico sobre una losa de referencia del sistema completo (las tuberías, capa de mortero de cemento y panel aislante portatubos) en laboratorio según las normas:

1. UNE EN ISO 140-8:1998. Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos construcción. Parte 8: Medición en laboratorio de la reducción del ruido de impactos transmitido a través de los revestimientos de suelos sobre un forjado normalizado pesado. (ISO 140-8:1998)
2. UNE EN ISO 140-16: 2007. Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 16: Medición en laboratorio de la mejora del índice de reducción acústica por un revestimiento complementario. (ISO 140-16:2006)

discurran por él se encuentran en la ficha SF-01 Encuentros, detalles SF-01-Ci.

Ficha SF-01. ENCUENTROS

SUELOS FLOTANTES: **De mortero de hormigón**



ENCUENTROS:

Con particiones verticales, tabiquería, fachadas, pilares…etc.:

- SF-01-P

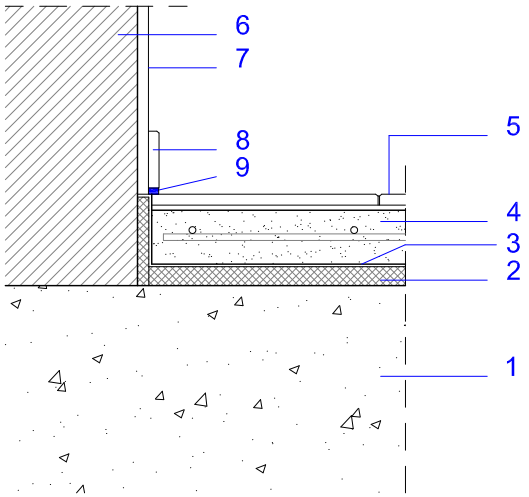
Con conductos de instalaciones

- SF-01-Ci01
- SF-01-Ci02: conductos de instalaciones con las particiones
- SF-02-Ci03: Cruces entre el suelo y las instalaciones …etc.

SF 01-P. ENCUENTRO PARTICIONES VERTICALES, TABIQUERÍA, FACHADAS, PILARES…ETC.

SF-01-P

SECCIÓN



OBSERVACIONES:

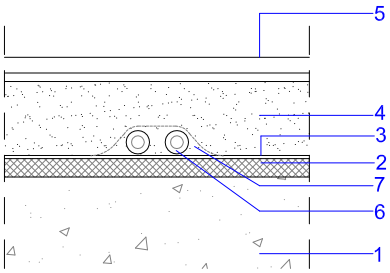
- El suelo flotante no debe entrar en contacto con los elementos verticales: particiones, pilares, fachadas, trasdosados, tabiquería…etc. Entre el suelo y los paramentos debe interponerse una capa de material aislante a ruido de impactos, que impida el contacto entre el suelo y las particiones.
- A menos que la tabiquería o los trasdosados se monten encima del suelo flotante, **el rodapié no debe conectar simultáneamente el suelo y la partición**, para ello, debe colocarse una junta elástica en la base del rodapié, por ejemplo: Un cordón de silicona. (Véase Ficha ESV-01 Encuentros, detalles ESV-01-Fo1 y ESV-01-Fo2)
- Detalle válido cuando la tabiquería apoye en el forjado. La tabiquería, así como los trasdosados, puede montarse encima del suelo flotante o apoyada en el forjado. (Véase Ficha ESV-01 Encuentros, detalles ESV-01-Fo1 y ESV-01-Fo2)

En el detalle ESV-01-P se ha representado un enlucido de yeso como acabado. El detalle sería similar con otros tipos de acabado
El encuentro dibujado corresponde a cualquiera de los materiales aislantes a ruido de impactos citados en el apartado SF-02 Diseño.

1. Soporte resistente: Forjado o losa
2. Material aislante a ruido de impactos
3. Barrera impermeable
4. Capa de mortero
5. Acabado de suelo (madera, terrazo, gres…etc.)
6. Partición, fachada, pilar…etc.
7. Revestimiento, enlucido, guarnecido, etc.
8. Rodapié
9. Junta elástica en la base del rodapié, por ejemplo: Un cordón de silicona, espuma de PU…etc.

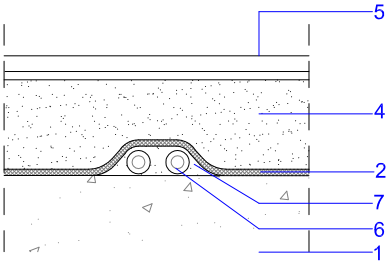
SF 01-C1. ENCUENTRO CON TUBERÍAS DE INSTALACIONES

SF-01-Ci1
SECCIÓN

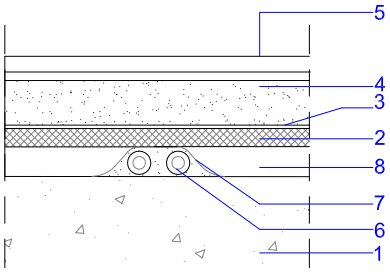


SF-01-Ci2
SECCIÓN

SF-01-Ci3
SECCIÓN



SF-01-Ci4
SECCIÓN



OBSERVACIONES:

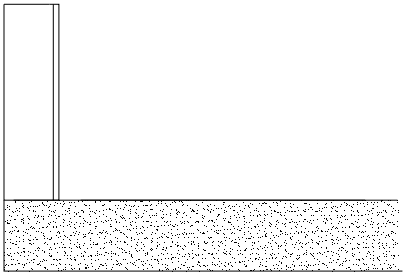
- Las tuberías pueden llevarse sobre la lámina/paneles del material aislante a ruido de impactos o bajo los mismos.
- Preferiblemente se llevarán por encima del material aislante a ruido de impactos, aunque, independientemente del montaje efectuado, **las tuberías que discurran por el suelo flotante no pueden conectar el forjado con la capa mortero.**
- Las tuberías que discurran por el suelo estarán protegidas preferiblemente con coquillas de un material elástico. Por ejemplo, coquillas de espuma PE, espuma elastomérica…etc.
- En el caso de que se opte por llevarlas por encima del suelo flotante, debe utilizarse una disposición similar a la del detalle SF-01-Ci1.
- Si se ha proyectado un sistema de calefacción por suelo radiante, puede instalarse éste por encima del material aislante a ruido de impactos. (Véase apartado SF-01-Diseño)
- Si se llevan por debajo de la lámina/panel aislante a ruido de impactos debe tenerse en cuenta si el panel aislante a ruido de impactos es suficientemente flexible para doblarse sin deteriorarse y salvar el desnivel producido por las tuberías. Como en el detalle SF- 01-Ci 3, donde se ha representado un suelo flotante de PE.
- Si los paneles no permiten esta configuración, tal es el caso de los paneles de EEPS o LM, las tuberías que se coloquen por debajo del suelo flotante deben llevar una capa niveladora de relleno, por ejemplo, de arena, para evitar que el vertido del mortero deteriore el material aislante a ruido de impactos. (Véase detalle SF-01-Ci4)

Los detalles representados son válidos para particiones de fábrica o de entramado.

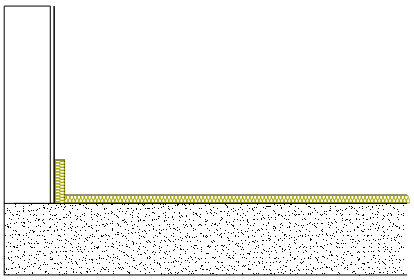
1. Soporte resistente: Forjado o losa
2. Material aislante a ruido de impactos
3. Barrera impermeable (sólo si es necesaria. Véase apartado SF-01 Diseño)
4. Capa de mortero
5. Acabado de suelo (madera, terrazo, gres…etc.)
6. Tuberías de instalaciones con tubo de protección de material elástico
7. Mortero/pasta de protección de los tubos previa al vertido del mortero de cemento. (opcional) Puede emplearse cualquier otro sistema de fijación, que evite el desplazamiento de las tuberías cuando se vierta el mortero de cemento.
8. Capa niveladora Por ejemplo: arena, mortero pobre …etc.

Ficha SF-01.a. EJECUCIÓN

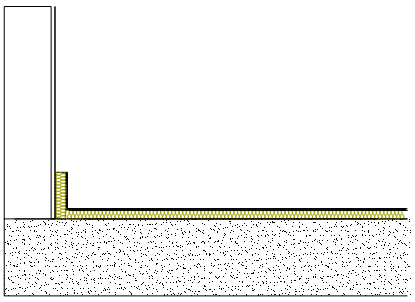
SUELOS FLOTANTES:
De mortero de cemento
Material aislante a ruido de impactos:
Lana mineral (LM), poliestireno elastificado, EEPS y láminas multicapa.



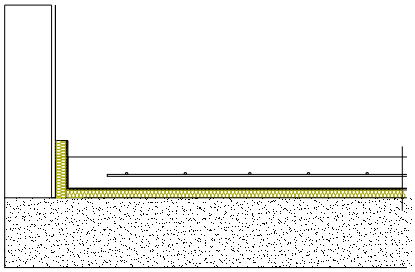
1-2



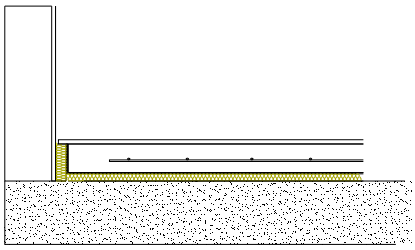
3-4



5



6



7-8

Fases de la ejecución:

1. Los suelos flotantes se ejecutarán una vez que se haya llevado a cabo la ejecución de los cerramientos verticales de separación entre unidades de uso diferentes.

2. La superficie del forjado[3] debe encontrarse lisa y seca.
   Se barrerá el forjado de forma que no haya restos de obra ni imperfecciones significativas sobre él, que puedan deteriorar el material aislante a ruido de impactos en el momento del vertido del mortero.
   Si existen huecos en el forjado, estos deben rellenarse con mortero pobre o con arena, con el fin de que la superficie del forjado quede lisa.
   Si en el proyecto estuviera previsto que las instalaciones discurrieran bajo el material aislante a ruido de impactos, se colocarán las tuberías de instalaciones y se colocará una capa niveladora, por ejemplo de arena o mortero pobre. Véase detalle SF-01-Ci4.

3. Se colocará un zócalo de material aislante en todo el perímetro del recinto hasta una altura 5 cm. superior a la altura de la solera que esté prevista instalar. También se instalará ese zócalo en los pilares y tuberías que atraviesen el suelo flotante.

4. Se colocará el material aislante a ruido de impactos cubriendo toda la superficie del recinto. Acometiendo al zócalo perimetral. Los paneles se colocaran a tope y si fuera preciso se sellarán conforme a las especificaciones del fabricante del material aislante a ruido de impactos.

5. Se colocará un film impermeable a matajuntas sobre el material aislante a ruido de impactos de forma que se evite el contacto directo entre el mortero y el suelo. Este film es necesario si el material aislante a ruido de impactos es poroso o sus juntas no están selladas. Se efectuará un solape de 5 cm. entre distintos paños del film. Dicho film también cubrirá el zócalo vertical perimetral.

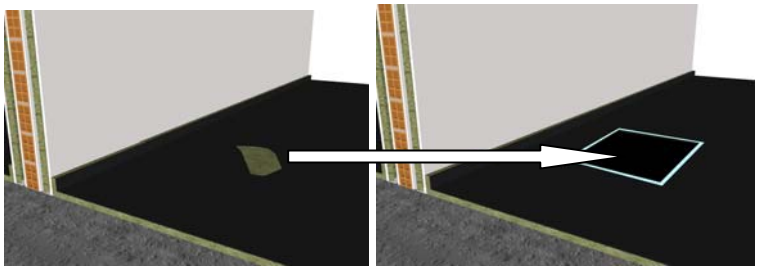
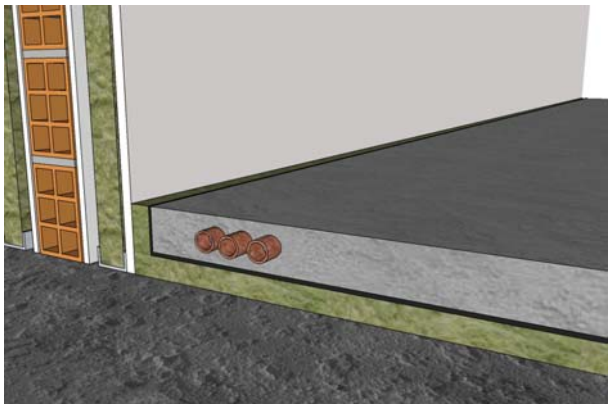
6. Se colocarán el mallazo de reparto y si así estuviera previsto, los conductos de instalaciones. Se verterá el mortero encima del film plástico sin que llegue a entrar en contacto con los cerramientos verticales perimetrales del recinto.
   Los conductos que vayan sobre el suelo se revestirán de un material elástico y no estarán en contacto directo con el forjado.

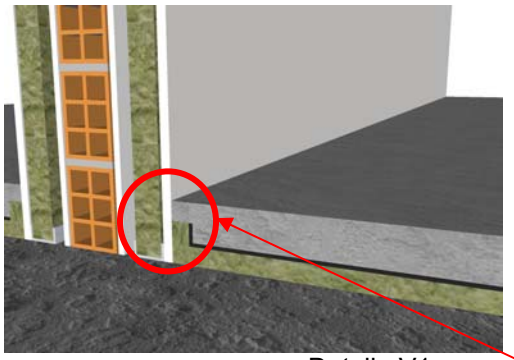
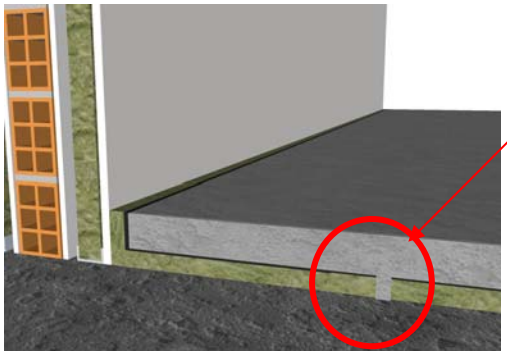
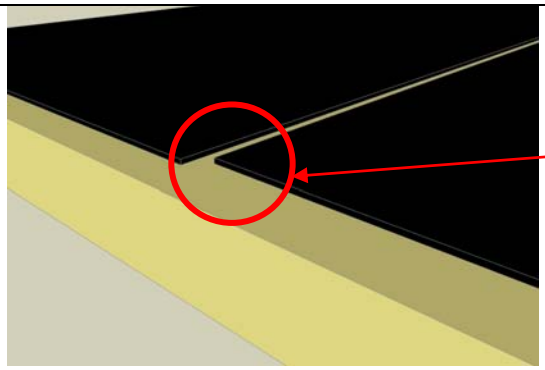
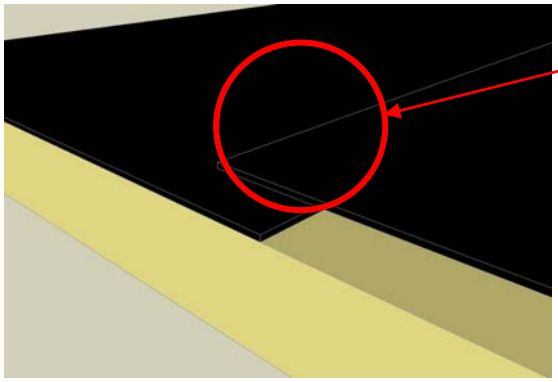
7. Una vez seca la solera, se cortará a ras el zócalo vertical del material aislante a ruido de impactos y del film plástico.

8. Se cubrirá toda la superficie con el acabado final sin que éste llegue a tocar directamente a los cerramientos verticales. El rodapié no puede conectar el suelo y la partición, para ello se colocará en su base un sellado de un material elástico, como por ejemplo, un cordón de silicona. (Véase detalle SF-01-P)

[3] O losa

Observaciones:
Si en el proyecto estuviera previsto que los tabiques apoyaran en el forjado o sobre bandas elásticas, los suelos flotantes se ejecutarán una vez se hayan ejecutado todas los cerramientos verticales del edificio (elementos de separación verticales, tabiquería, fachadas…etc.)

Recomendaciones:	SF-01.a
- Si se produce una rotura o desgarro del material aislante a ruido de impactos (LM, EEPS o multicapa) o del film plástico, se deberá cubrir con el mismo producto de forma que se evite la comunicación directa entre el suelo flotante y el forjado original (Ver detalle R1).	 Detalle R1
- Si existen instalaciones por el suelo, se recomienda que estas vayan por encima de la lana mineral o el multicapa (Ver detalle R2). En caso de imposibilidad, dichas instalaciones deberán estar revestidas de un material elástico que evite su contacto directo con el forjado y con la solera. Igualmente, deberá evitarse todo contacto directo entre la solera y el forjado o losa. - Es recomendable instalar un mallazo antes de ejecutar la solera para evitar la fisuración de la misma. - Se recomienda que el espesor de la capa de mortero sea de al menos 5-6 cm. y adecuada al tipo de material aislante a ruido de impactos empleado (LM, EEPS o multicapa). - Instalar el material aislante a ruido de impactos en la fecha más próxima posible a la ejecución de la solera, para evitar su deterioro por el paso de oficios, instalaciones, otras labores que se lleven a cabo en el edificio…etc.	 Detalle R2

A evitar:	**SF-01-a**
- Comunicación directa entre la capa de mortero y los cerramientos verticales y pilares (Ver detalle V1).	 Detalle V1
- Comunicación directa entre la solera y el forjado (Ver detalle V2). - Que la solera no tenga el espesor que se indica en proyecto. - Que la lana mineral, poliestireno elastificado o multicapa no tenga las características que se indican en proyecto.	 MAL Detalle V2
- Que la solera entre en contacto con la LM, EEPS o multicapa por una mala instalación del material impermeable que la protege: falta de sellado o solape de éste (ver detalle V3).	 MAL  BIEN Detalle V3

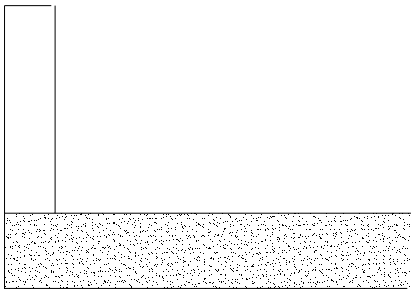
Ficha SF-01.a
CONTROL DE EJECUCIÓN

Suelo flotante
con lana mineral (LM), poliestireno elastificado, EEPS, multicapas·

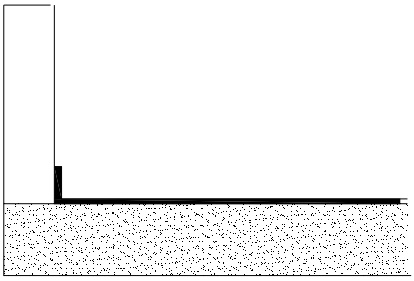
Obra: Recintos:			Fecha:
Condiciones	**SI**	**NO**	**Observaciones**
Antes de la ejecución			
Los materiales que componen el suelo flotante se encuentran en perfecto estado			
Los cerramientos verticales que delimitan cada unidad de uso están ejecutados, o si son de fábrica, se han ejecutado al menos las 2 primeras hiladas.			
Si corresponde, se ha ejecutado la tabiquería			
La superficie del forjado está limpia, seca y sin irregularidades significativas.			
Durante la ejecución			
Si en el proyecto las instalaciones van bajo el material aislante a ruido de impactos, se ha colocado una capa niveladora de arena, mortero pobre, etc.			
Los paneles de LM, EEPS o multicapa se han colocado a tope y cubren toda la superficie del forjado, así como el zócalo perimetral.			
El zócalo perimetral de material aislante a ruido de impactos sobresale al menos 5 cm por encima de la altura de la solera que se va a instalar			
El film plástico cubre toda la superficie del suelo, así como el zócalo perimetral.			
Antes de verter la solera de mortero, la superficie del film se ha colocado a matajuntas y no sufre roturas.			
Las instalaciones que van por el suelo no están en contacto directo con el forjado			
La solera de mortero no entra en contacto directo con los cerramientos verticales.			
La solera tiene el espesor que se indica en proyecto.			
Después de la ejecución			
La solera y el acabado de suelo final no están en contacto directo con cerramientos verticales de separación de distinta unidad de uso, fachadas, y/o pilares.			
Otros:			

Ficha SF-01.b. EJECUCIÓN

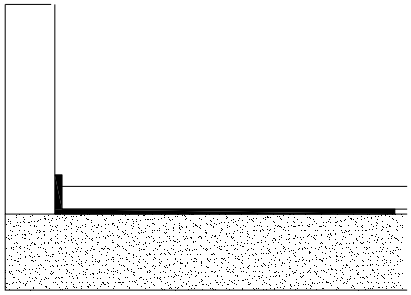
SUELOS FLOTANTES:
De mortero de cemento
Material aislante a ruido de impactos: **Con láminas antiimpacto de PE.**



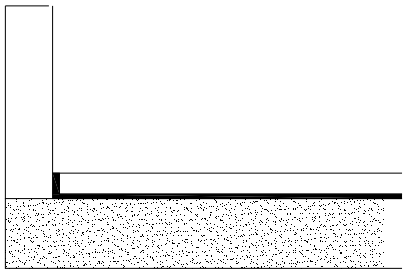
1-2



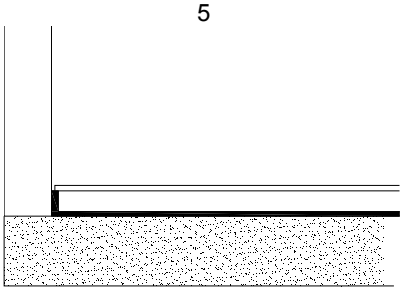
3



4



5



6

Fases de la ejecución:

1. Los suelos flotantes se ejecutarán una vez que se haya llevado a cabo la ejecución de los cerramientos verticales de separación entre unidades de uso diferentes.

2. La superficie del forjado[4] debe encontrarse lisa y seca. Se barrerá el forjado de forma que no haya restos de obra ni imperfecciones con un espesor superior a 5 mm. sobre él.
   Si existen huecos en el forjado de profundidad mayor que 5mm, se rellenarán con mortero pobre o con arena.
   Estas indicaciones se tendrán especialmente en cuenta cuando se instalen láminas antiimpacto de 3 mm de espesor, que pueden rasgarse al ser colocadas sobre superficies irregulares.

   En el caso de que los conductos de instalaciones vayan bajo la lámina de impacto, estos se revestirán de un material elástico para evitar el estarán en contacto directo con el suelo, se pueden fijar la forjado y proteger con mortero. Véase detalle SF-01-Ci4.

3. Se colocará la lámina de impacto cubriendo toda la superficie del recinto, y se solapará con los cerramientos verticales y pilares al menos 5 cm por encima de la solera que esté previsto instalar. Entre láminas de impacto se realizará un solape de al menos 5 cm. y se sellará con cinta adhesiva.

   Se procurará que no se produzcan roturas en las láminas, se tendrá especial cuidado con las láminas de 3 mm de espesor.
   Si se produjeran dichas roturas, se corregirán colocando trozos de lámina antiimpacto con al menos 5 cm de solape y sellándolos con tira adhesiva.

4. Se colocarán el mallazo de reparto y si así estuviera previsto en el proyecto, los conductos de instalaciones.
   Se verterá el mortero encima de la lámina de impacto sin que llegue a entrar en contacto con los cerramientos verticales perimetrales del recinto.

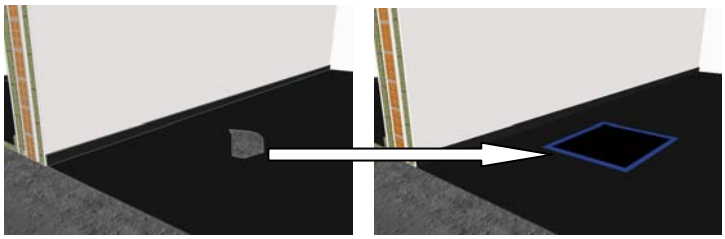
5. Una vez seca la solera, se cortará a ras el solape vertical de la lámina de impacto.

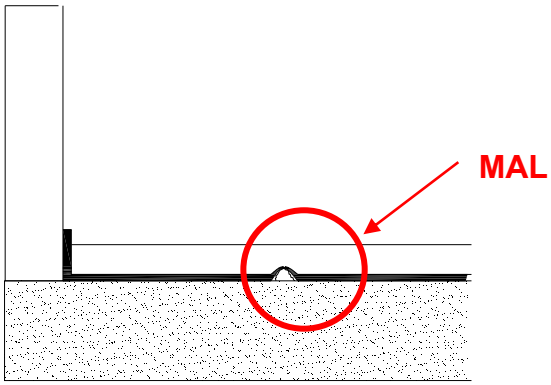
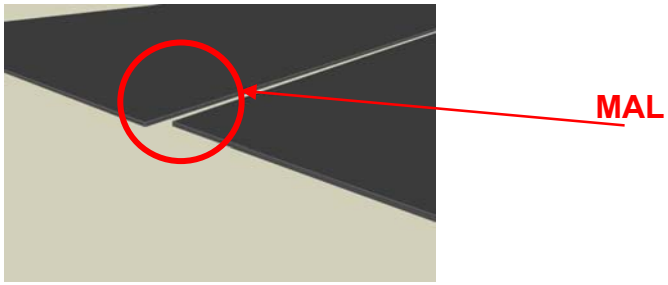
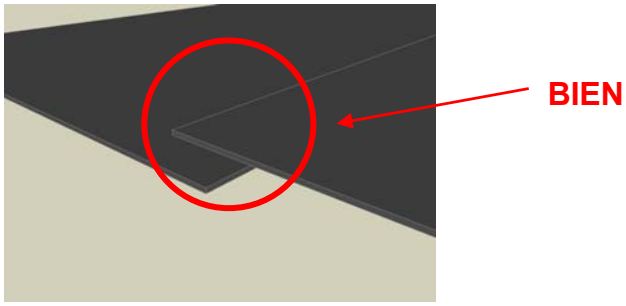
6. Se cubrirá toda la superficie con el acabado final sin que éste llegue a tocar directamente a los cerramientos verticales.

   El rodapié no puede conectar el suelo y la partición, para ello se colocará en su base un sellado de un material elástico, como por ejemplo, un cordón de silicona. (Véase detalle SF-01-P)

[4] O losa

Observaciones:
Si en el proyecto estuviera previsto que los tabiques apoyaran en el forjado o sobre bandas elásticas, los suelos flotantes se ejecutarán una vez se hayan ejecutado todas los cerramientos verticales del edificio (elementos de separación verticales, tabiquería, fachadas…etc.)

Recomendaciones:	**SF-01.b**
- Si se produce una rotura o desgarro de la lámina de impacto, ésta se deberá cubrir con el mismo producto, fijándolo con cinta adhesiva, de forma que se evite la comunicación directa entre el suelo flotante y el forjado original (ver detalle R1). - Si existen instalaciones por el suelo, estas deben ejecutarse preferiblemente por encima de la lámina de impacto. En caso de imposibilidad, dichas instalaciones deberán estar revestidas de un material elástico que evite su contacto directo con el forjado. - Es recomendable instalar un mallazo en la ejecución de la capa de mortero. - Se recomienda que el espesor de la solera sea de al menos 5-6 cm. y adecuado a la lámina empleada. - Instalar la lámina antiimpacto en la fecha más próxima posible a la ejecución de la solera, para evitar su deterioro por el paso de oficios, instalaciones, otras labores que se lleven a cabo en el edificio…etc.	 Detalle R1

A evitar:	**SF-01.b**
- Que las imperfecciones o restos existentes en el suelo dañen a la lámina (ver detalle V1).	 Detalle V1
- Solapes mal realizados que posibiliten la filtración de la solera y su comunicación con el forjado (ver detalle 2). - Comunicación directa entre la solera y el forjado. - Comunicación directa entre la solera y los cerramientos verticales y pilares. - Que la solera no tenga el espesor que se indica en proyecto.	  Detalle 2

Ficha SF-01.b
CONTROL DE EJECUCIÓN
.
Suelo flotante con láminas antiimpacto de PE

Obra: Recintos:	Fecha:

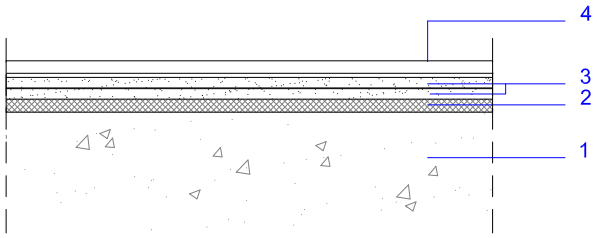
Condiciones	SI	NO	Observaciones
Antes de la ejecución			
Los materiales que componen el suelo flotante se encuentran en perfecto estado			
Los cerramientos verticales que delimitan cada unidad de uso están ejecutados, o si son de fábrica, se han ejecutado al menos las 2 primeras hiladas.			
Si corresponde, se ha ejecutado la tabiquería			
La superficie del forjado está limpia, seca y sin irregularidades significativas.			
Durante la ejecución			
La lámina de polietileno cubre toda la superficie del suelo, así como el zócalo perimetral.			
Antes de verter la solera de mortero la superficie del suelo no presenta deterioros ni roturas.			
Las instalaciones que van por el suelo no están en contacto directo con el forjado y se han revestido de un material elástico			
La solera de mortero no entra en contacto directo con los cerramientos verticales.			
La solera tiene el espesor que se indica en proyecto.			
Después de la ejecución			
La solera y el acabado del suelo no están en contacto directo con cerramientos verticales de separación de distinta unidad de uso, fachadas, y/o pilares.			

Otros:

Ficha SF-02. DISEÑO

SUELOS FLOTANTES. **Suelo flotante con solera seca**

SF-02



Componentes:

1. Soporte resistente: Forjado o losa

2. **Material aislante a ruido de impactos**.
   Puede tratarse de:
   h. Lana mineral, LM:
   Espesor comprendido entre 12 y 30 mm
   i. Poliestireno expandido elastificado, EEPS
   Espesores comprendidos entre 20 y 40 mm

3. **Placas de yeso laminado.**
   Al menos 2 placas de 10 mm de espesor cada una.

4. **Acabado**
   Pavimento (madera, grés, etc.)

Observaciones:

- Se recomienda que las tuberías se lleven cámaras registrables, si es posible, como por ejemplo falsos techos. Aún así, los detalles de los encuentros entre el suelo flotante y las tuberías que discurran por él se encuentran en la ficha SF-02 Encuentros, detalles SF-02-Ci.

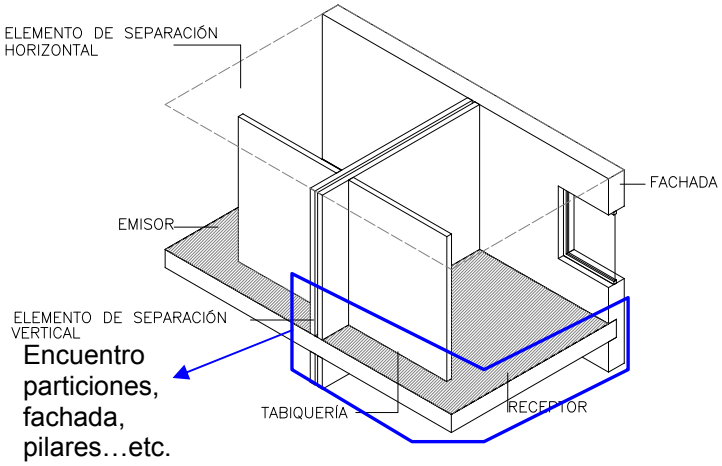
- Entre el forjado y la capa de material aislante a ruido de impactos puede disponerse de una capa de nivelación de arena, de mortero pobre, autonivelante…etc. que puede utilizarse para el paso de instalaciones.

- La solera seca no debe instalarse sobre rastreles.

- En el caso de que se proyectara un sistema de calefacción por suelo radiante, debe consultarse con el fabricante de las placas, la posibilidad de utilizar tal sistema con una solera seca.

Ficha SF-02. ENCUENTROS

SUELOS FLOTANTES: **Solera seca**



ENCUENTROS:

Con particiones verticales, tabiquería, fachadas, pilares…etc.:

- SF-02-P

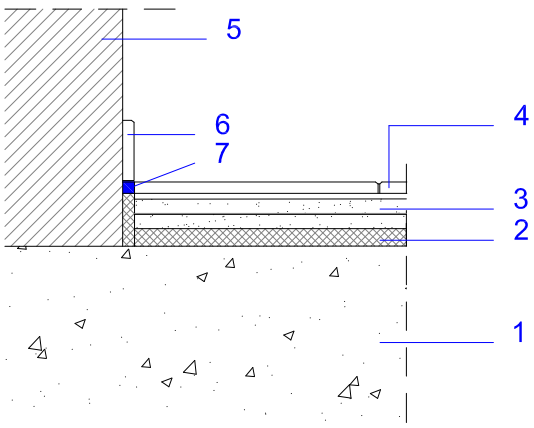
Con conductos de instalaciones

- SF-02-Ci01: Con los conductos de instalaciones dentro del suelo.

SF 02-P. ENCUENTRO PARTICIONES VERTICALES, TABIQUERÍA, FACHADAS, PILARES…ETC.

ESV-02-P

SECCIÓN



OBSERVACIONES:

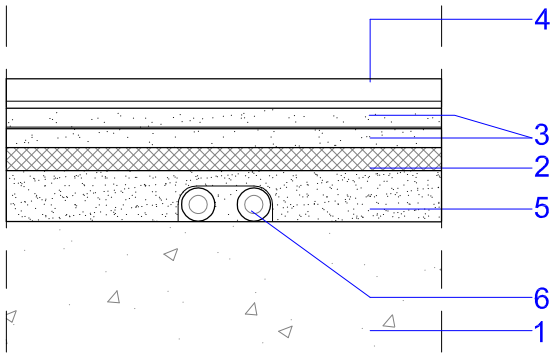
- La solera no debe entrar en contacto con los elementos verticales: particiones, pilares, fachadas, trasdosados, tabiquería…etc. Entre el suelo y los paramentos debe interponerse una capa de material aislante a ruido de impactos, que impida el contacto entre el suelo y las particiones.
- El rodapié no debe conectar simultáneamente el suelo y la partición, para ello, debe colocarse una junta elástica en la base del rodapié, por ejemplo: Un cordón de silicona o espuma de PU.
- La tabiquería debe apoyar en el forjado.

En el detalle ESV-02-P es válido para particiones de fábrica o de entramado.
No se han representado los acabados del cerramiento vertical.
El encuentro dibujado corresponde a cualquiera de los materiales aislantes a ruido de impactos citados en el apartado SF-02 Diseño.

1. Soporte resistente: Forjado o losa	4. Acabado de suelo (madera, gres…etc.)	7. Junta elástica en la base del rodapié, por ejemplo: Un cordón de silicona, espuma de PU, etc.
2. Material aislante a ruido de impactos	5. Partición, fachada, pilar…etc.	
3. Placas de yeso laminado. Espesor mínimo: 2x10 mm	6. Rodapié	

SF 02-C1. ENCUENTRO CON TUBERÍAS DE INSTALACIONES

SF-02-Ci1
SECCIÓN



OBSERVACIONES:

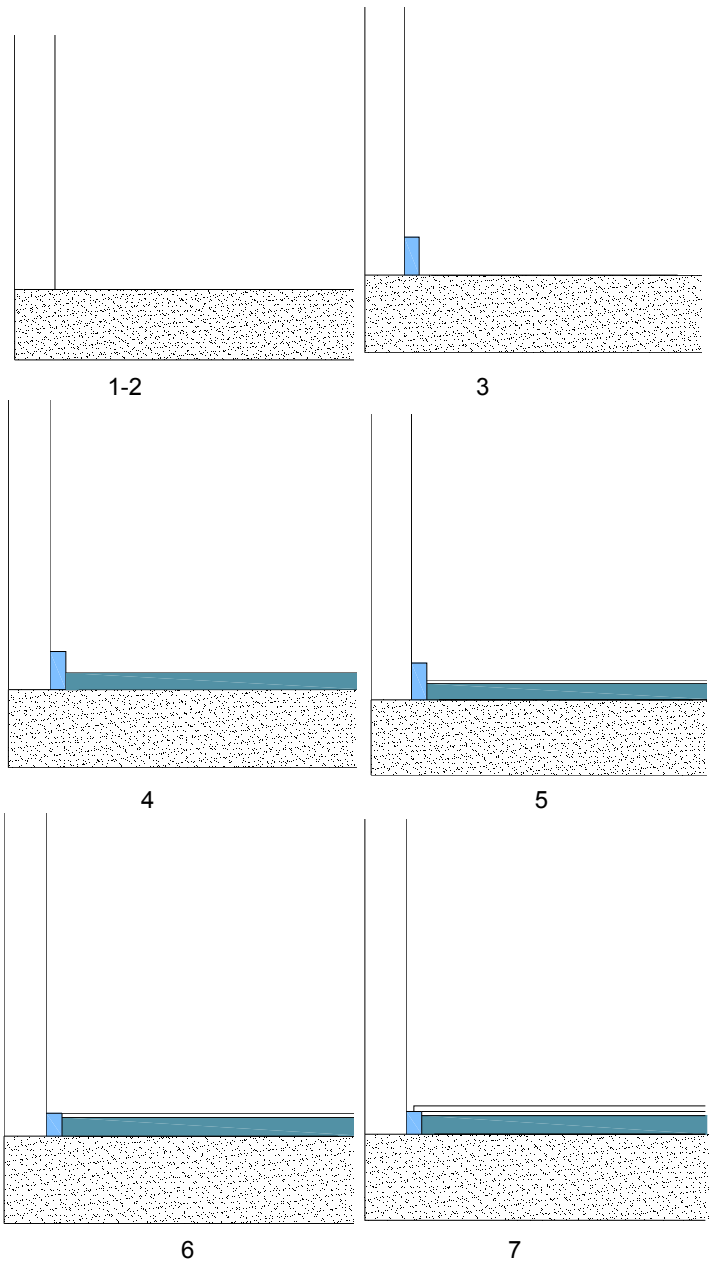
- Las tuberías no pueden poner en contacto las placas de yeso laminado y el forjado.
- En caso de que las tuberías se lleven por el suelo, siempre lo harán bajo el material aislante a ruido de impactos. Para salvar el desnivel, se colocará una capa niveladora, que puede ser de arena, mortero pobre etc. (Véase detalle SF-01-Ci1).
  En los casos en los que se instale una capa de arena o de cualquier otro material granular, se recomienda instalar una placa de yeso sobre la capa niveladora, previa a la instalación del material aislante a ruido de impactos, para distribuir el peso.
- Las tuberías que discurran por el suelo estarán protegidas preferiblemente con coquillas de un material elástico. Por ejemplo, coquillas de espuma PE, espuma elastomérica, etc.

Detalle no válido para el caso de suelo radiante.

1. Soporte resistente: Forjado o losa
2. Material aislante a ruido de impactos
3. Placas de yeso laminado. Espesor mínimo: 2x10 mm
4. Acabado de suelo (madera, terrazo, gres…etc.)
5. Capa niveladora Por ejemplo: arena, mortero pobre…etc.
6. Tuberías de instalaciones con tubo de protección

Ficha SF-02. EJECUCIÓN

SUELOS FLOTANTES:
Solera seca
Material aislante a ruido de impactos:
Lana mineral (LM) y poliestireno elastificado, EEPS.



Fases de la ejecución:

1. Los suelos flotantes se ejecutarán una vez que se haya llevado a cabo la ejecución de los cerramientos verticales de separación.

2. La superficie del forjado[5] debe encontrarse lisa y seca.
   Se barrerá el forjado de forma que no haya restos de obra ni imperfecciones significativas sobre él, que puedan deteriorar el material aislante a ruido de impactos.
   Si en el proyecto estuviera previsto, las instalaciones irán bajo el material aislante a ruido de impactos. Las instalaciones deberán revestirse con un material elástico previamente. Se colocarán y se ejecutará una capa niveladora, por ejemplo de arena o mortero pobre.

3. Se colocará un zócalo de material absorbente o aislante a ruido de impactos en todo el perímetro del recinto hasta una altura de al menos 5 cm. por encima del nivel previsto para la solera seca terminada. También se instalará ese zócalo en los pilares.

4. Se colocará los paneles de material aislante a ruido de impactos, cubriendo toda la superficie del recinto, y yendo a morir contra el zócalo perimetral. Los paneles se colocaran a tope y si fuera preciso se sellarán conforme a las especificaciones del fabricante del material aislante a ruido de impactos.

5. Se colocarán las placas de yeso laminado yendo a morir contra el zócalo perimetral. Cada una de las fases de placas se desfasarán al menos 5 cm y se unirán entre sí mediante grapas, tornillos o pasta.

6. Se cortará el solape sobrante.

7. Se cubrirá toda la superficie con el acabado final del suelo sin que éste llegue a tocar directamente a los cerramientos verticales. El rodapié no puede conectar el suelo y la partición, para ello se colocará en su base un sellado de un material elástico, como por ejemplo, un cordón de silicona. (Véase detalle SF-02-P)

[5] O losa

Recomendaciones:	**SF-02**
- Si existen instalaciones por el suelo, el material de relleno de la solera deberán cubrir dichas instalaciones o bien cajearse para permitir el paso de dichas instalaciones. Por su parte, dichas instalaciones deberán estar recubiertos de un material elástico que evite su contacto directo con el forjado.	

A evitar:	**SF-02**
- Fisuras o roturas en la solera seca. - Roturas o desperfectos del material aislante a ruido de impactos. - Comunicación directa entre la solera y los cerramientos verticales y pilares.	

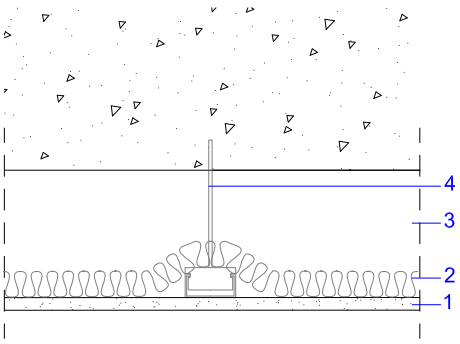
Ficha SF-02.
CONTROL DE EJECUCIÓN

Solera seca
con lana mineral (LM) o poliestireno elastificado (EEPS)

Obra: Recintos:			Fecha:
Condiciones	**SI**	**NO**	**Observaciones**
Antes de la ejecución			
Los materiales que componen el suelo flotante se encuentran en perfecto estado			
Comprobar que están ejecutados los cerramientos verticales			
La superficie del forjado está limpia, seca y sin irregularidades significativas.			
Durante la ejecución			
Se ha colocado el zócalo perimetral de material absorbente acústico.			
Si en el proyecto está previsto, las instalaciones se han colocado apoyadas en el forjado y se ha ejecutado una capa niveladora, por ejemplo de arena o mortero pobre.			
El material aislante a ruido de impactos cubre toda la superficie del suelo. Se instala según indicaciones del fabricante y del proyecto.			
Las placas de yeso laminado se han colocado contrapeadas y se han fijado entre sí.			
La solera seca no entra en contacto directo con los cerramientos verticales.			
Después de la ejecución			
La solera seca y el acabado de suelo final no están en contacto directo con cerramientos verticales de separación de distinta unidad de uso, fachadas, y/o pilares.			
Otros:			

Ficha T-01. DISEÑO

TECHOS SUSPENDIDOS CONTINUOS. De placas de yeso laminado con tirantes metálicos



Componentes:

1. **Placas de yeso laminado**.
   Espesor mínimo 1 placa: 15 mm
   Espesor mínimo 2 o más placas: 2x12,5 mm

2. Material absorbente acústico[1]
   Por ejemplo:
   Lana mineral, de resistividad al flujo del aire, r ≥ 5kPa.s/m^2
   Espesor mínimo: 50 mm
   Densidad recomendada: de 10 a 70 kg/m^3.

3. Cámara de aire.
   Espesor mínimo: 100 mm.[2]

4. Tirantes metálicos y anclaje al forjado o losa

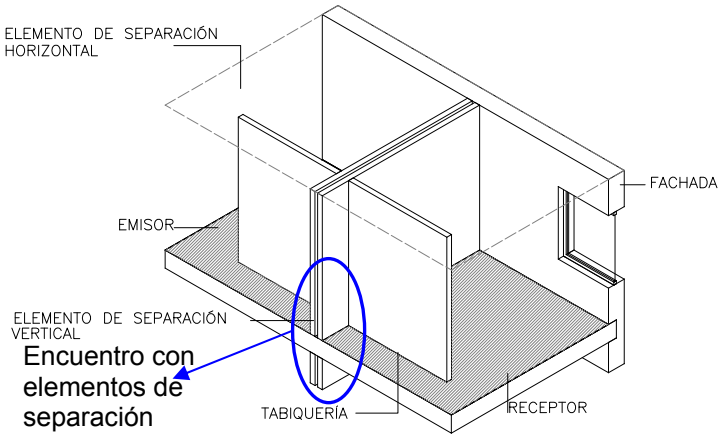
Observaciones:

- El material absorbente acústico será del tipo manta, que se colocará reposando sobre el dorso de las placas de yeso laminado y de la perfilería portante.
- Las tuberías o conductos de instalaciones deben sujetarse firmemente al forjado, sin apoyarse en las placas de yeso laminado.
- Las trampillas de registro de los techos deben disponer de cierres herméticos que eviten el paso de la luz, aire o ruido a las zonas de registro.
- En el caso de que el aislamiento acústico exigido sea mayor que el exigido entre unidades de uso diferentes, se utilizarán soportes antivibratorios. Véase apartado 3 de instalaciones.

[1] No es obligatorio el uso de un material absorbente acústico en el techo, sin embargo su uso aumenta el aislamiento del techo. La conveniencia de colocar la lana mineral o cualquier otro tipo de absorbente, depende de lo especificado en las soluciones que recogidas en el apartado 2.1.4 de la opción simplificada.
2 En general, con cámaras mayores se obtiene un aislamiento acústico mayor. Véase el Catálogo de Elementos Constructivos.

Ficha T-01. ENCUENTROS

TECHOS SUSPENDIDOS CONTINUOS. De placas de yeso laminado con tirantes metálicos



ENCUENTROS:

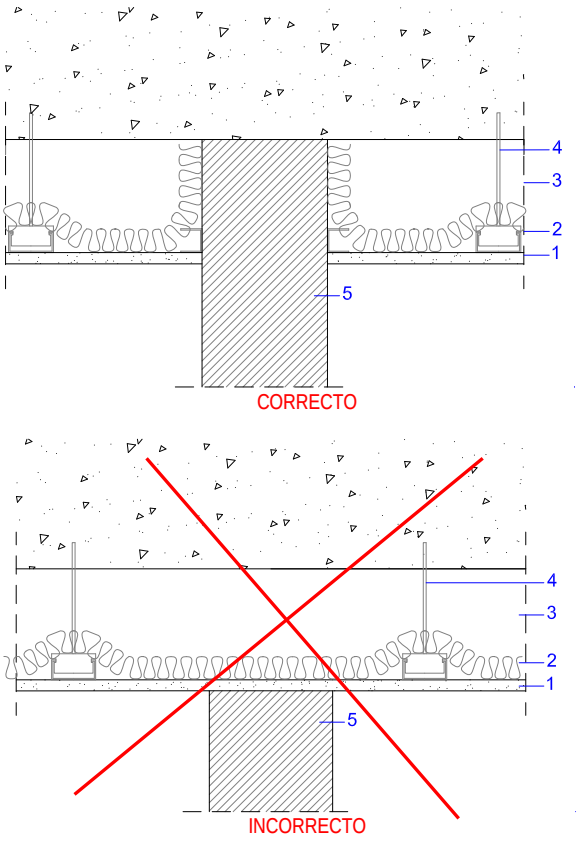
Con elementos de separación
- T-01-ESV1
- T-01-ESV2

Con conductos de ventilación e instalaciones
- T-01-Ci1

ESV 01-Fo. ENCUENTRO CON ELEMENTOS DE SEPARACIÓN VERTICALES

T-01-ESV01

SECCIÓN



- Cuando se trate de elementos de separación entre unidades de uso diferentes, debe ejecutarse primero el ESV y después le techo. (Véase detalle T-01-ESV01). La cámara o plénum no puede ser continua[3] y conectar ambas unidades de uso, ya que sería una vía de transmisión aérea directa. (Véase detalle T-01-ESV02).

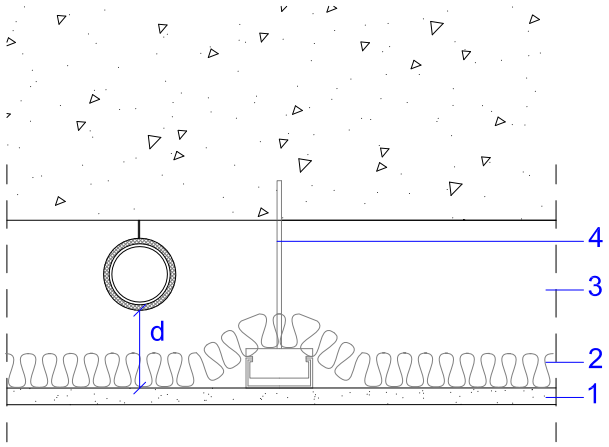
- Si en la cámara del techo se ha introducido un material absorbente acústico, por ejemplo, una lana mineral, se recomienda que al material de la cámara suba hasta el forjado por todos los lados del plénum. (Véase detalle T-01-ESV01)

1. Placas de yeso laminado	3. Cámara de aire
2. Material absorbente acústico. Por ejemplo: Lana mineral	4. Perfilería metálica.
	5. ESV entre unidades de uso diferentes

ESV 01-C. ENCUENTRO CON CONDUCTOS DE INSTALACIONES

T-01-Ci1

SECCIÓN



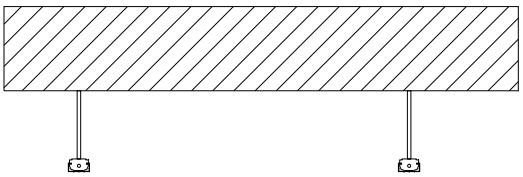
OBSERVACIONES:

- En el caso de que existan conductos de instalaciones o tuberías colgadas del forjado, dichas instalaciones deben quedar separados de las placas de yeso laminado una distancia **d ≥ 5 mm**.
- Si se prevé que los conductos tengan una posible flecha, la distancia d será d **≥ flecha + 5 mm, para evitar movimientos**

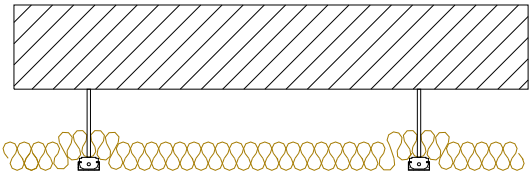
1. Placas de yeso laminado
2. Material absorbente acústico. Por ejemplo: Lana mineral
3. Cámara de aire
4. Perfilería metálica.

Ficha T-01 EJECUCIÓN

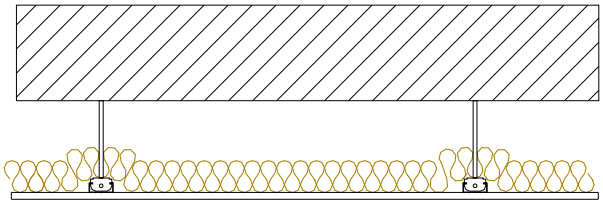
TECHOS SUSPENDIDOS CONTINUOS. De placas de yeso laminado con tirantes metálicos



1



2



3-4-5

Fases de la ejecución:

1. Una vez ejecutados los cerramientos verticales que delimitan el recinto, se suspenderá del forjado la perfilería o elementos de fijación del techo suspendido, a la distancia contemplada en el proyecto. Igualmente, según lo especificado en el proyecto, la perfilería podrá ir suspendida o no mediante elementos elásticos (amortiguadores).

2. En caso de que se contemple en proyecto, se colocará un material absorbente acústico en el plenum que se va a formar entre el techo original y el techo suspendido. Este material debe ser del tipo manta, debe cubrir toda la superficie del techo y reposar sobre el dorso de las placas y de los perfiles de sujeción del techo.

   Es recomendable que el material absorbente suba hasta el forjado por todos los lados perimtrales del plénum.

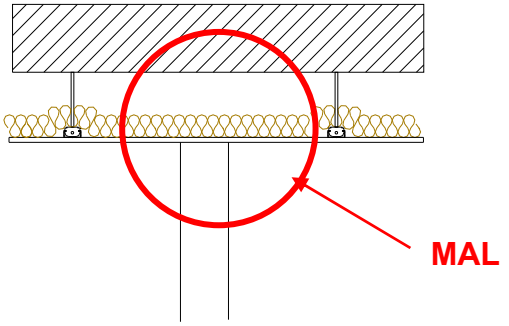
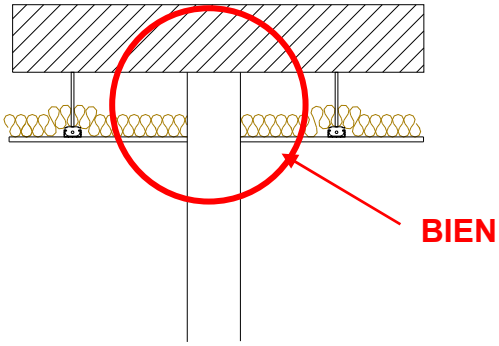
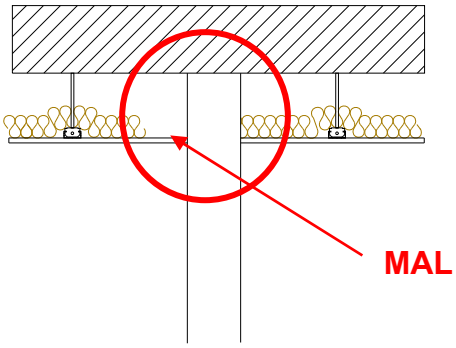
3. Se fijarán las placas del techo suspendido mediante las piezas de fijación indicadas en proyecto (tornillos, clavos, etc.)

4. Se procederá al tratamiento de juntas entre placas y al plastecido de tornillos, de tal forma que se garantice la estanquidad de la solución. El tratamiento de las juntas se realizará:
   - Interponiendo pasta de juntas de yeso, para asentar cinta de papel microperforado. Tras el secado de la junta, se aplicarán las manos de pasta necesarias según la decoración posterior del paramento.
   - Pegando una cinta de malla autoadhesiva en las juntas y posteriormente aplicando las manos de pasta de juntas necesarias según la decoración posterior.

5. De forma análoga, se procederá al tratamiento con pasta de yeso y cinta de juntas en las juntas perimetrales del trasdosado con el forjado y otras particiones.

Observaciones:
Si se hubieran proyectado 2 o más placas para formar el falso techo, cada una de las placas se colocará contrapeada respecto a las placas de la fase anterior y se procederá al tratamiento de juntas tal y como se expresa en el punto 4 anterior.

Recomendaciones:	**T-01**
– Suspender el falso techo mediante amortiguadores que eviten la conexión rígida entre él y el techo original. – Dejar el mayor plénum posible. – Colocar un material absorbente acústico en el interior del plénum. – Si el techo tiene trampillas de registro, las juntas perimetrales de dichas trampillas deben ser herméticas.	

A evitar:	**T-01**
– Ejecutar el falso techo antes que los tabiques (Ver detalle V1). – No cubrir toda la superficie del techo con material absorbente en los casos en que se haya contemplado su instalación en proyecto (Ver detalle 2). – No colocar los amortiguadores si así se indica en proyecto. – Dejar un plenum con menor distancia de la que se indique en proyecto. – Que no se revista y remate adecuadamente la zona del cerramiento vertical que va a quedar oculta por el techo suspendido.	  Detalle V1  Detalle V2

Ficha T-01
CONTROL DE EJECUCIÓN

TECHOS SUSPENDIDOS CONTINUOS. De placas de yeso laminado con tirantes metálicos

Obra: Recintos:	Fecha:

Condiciones	SI	NO	Observaciones
Antes de la ejecución			
Ya están ejecutados todos los cerramientos verticales que delimitan el recinto, y estos llegan hasta el forjado Dichos cerramientos verticales deben tener el revestimiento que se indica en proyecto, incluso en la zona que va a quedar tapada por el techo suspendido.			
Los materiales que componen el techo suspendido se encuentran en perfecto estado			
Durante la ejecución			
La perfilería o elementos de fijación del techo suspendido se colocan según se indica en proyecto (amortiguados o no)			
En caso de que se contemple en proyecto, se coloca un material absorbente en el plenum y cubre toda la superficie del techo.			
Se colocan las placas del techo suspendido formando el plenum que se indicaba en el proyecto (distancia entre placas y techo original)			
Los conductos de instalaciones no reposan sobre las placas de yeso laminado			
Se han tratado las juntas entre las placas de yeso con pasta de juntas y cintas de papel o malla. No existen roturas en las placas.			
En caso de colocarse dos o más fases de placas de yeso, la segunda fase se ha anclado de forma contrapeada con respecto a la fase anterior			
Después de la ejecución			
Las perforaciones para el paso de instalaciones se ejecutan únicamente en el punto de salida y según se indica en proyecto.			
Las cajas los mecanismos eléctricos y luminarias son apropiadas para las placas de yeso laminado			

Otros:

Ficha VC-1
EJECUCIÓN

VENTANAS Y CAJAS DE PERSIANA dispuestos por el interior [1]

Fases de la ejecución:

1. Se colocará el premarco y/o marco en una de las hojas de la fachada según se indique en proyecto, teniendo especial precaución en no dejar más apertura de la necesaria para su colocación.

2. Se sellarán con un material adecuado todas las posibles holguras existentes entre el premarco y/o marco y el cerramiento ciego de la fachada, debiendo rellenarse completamente toda la holgura (espesor del cerramiento de fachada), no sólo superficialmente.

3. Se instalará la ventana y en su caso se sellarán las holguras entre el marco y el premarco con un material elástico, cubriendo todo el espesor del marco.

4. Se colocarán los acabados previstos en el perímetro de la ventana.

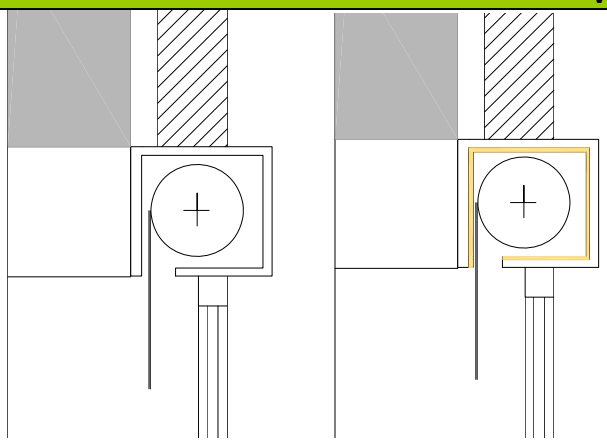
Observaciones:
- Es vital que las uniones entre el precerco y la fábrica y de los cercos de la carpintería a la fábrica se sellen, de tal forma que la solución sea lo más estanca posible.
- En caso de que la ventana lleve una caja de persiana con persiana, se seguirán los mismos pasos que se han indicado anteriormente.

Recomendaciones: **VC-1**

- Ajustar las dimensiones del hueco donde se instalará la ventana a las dimensiones que vaya a tener ésta. No hacer huecos mucho más grandes que las dimensiones de la ventana.

- En las fachadas de dos hojas, es recomendable que la carpintería se apoye en una sólo de las hojas.

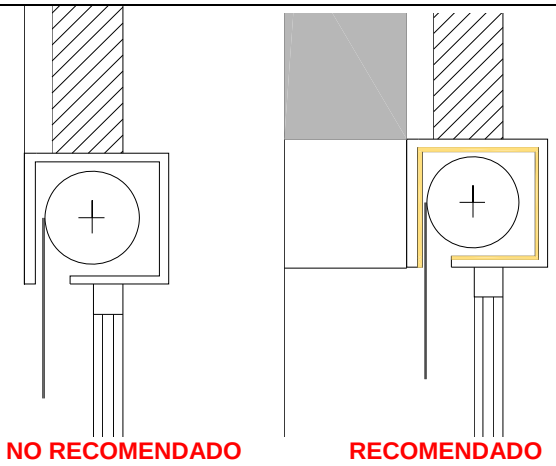
- Utilizar cajas de persiana prefabricadas, y si es posible, con un material absorbente acústico en la cámara[2] (Ver detalle R1).

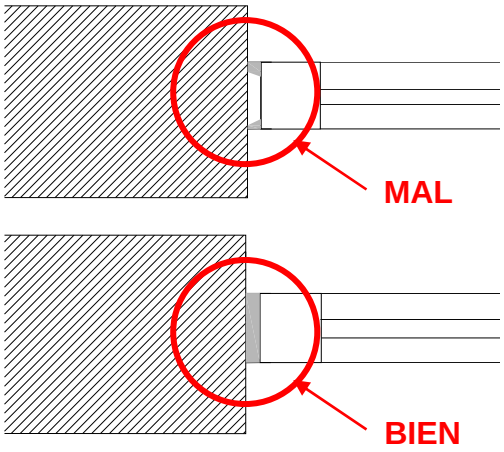


Detalle R1

[1] Véanse comentarios sobre las cajas de persiana del apartado 2.1.4.1.2. Los caja de persianas instalados por la hoja interior de la fachada tienen un aislamiento acústico bajo. Existen otras formas de dispositivos de control solar que no afectan al aislamiento acústico de las fachadas.

[2] En el mercado existen diversos tipos de caja de persianas. Existen caja de persianas con aislante térmico, pero que no son buenos absorbentes acústicos, por ejemplo, el poliestireno expandido, EPS, en el tambor. A efectos de aislamiento acústico, la existencia de un material aislante térmico, no absorbente acústico, no significa una mejora significativa del aislamiento acústico de la caja de persiana respecto a la solución sin material aislante.

- Procurar en el diseño que en la zona de la cajonera de la persiana, ésta no sea el único elemento de separación entre el interior el exterior del recinto (Ver detalle R2).	 Detalle R2

A evitar:	**VC-1**
- No rellenar completamente las holguras entre marco y/o premarco con los cerramientos de fachada (Ver detalle V1). - No rellenar completamente las holguras entre el marco y el premarco. - No ajustar adecuadamente las ventanas con su marco, o entre hojas. - Deterioro de los posibles burletes de las ventanas. - No instalar material absorbente acústico en la caja de persiana o hueco de persiana, si así se indicaba en proyecto.	 Detalle V1

Ficha VC-1
CONTROL DE EJECUCIÓN
Ventanas y caja de persianas dispuestos por el interior

Obra: Recinto:	Fecha:

Condiciones	SI	NO	Observaciones
Antes de la ejecución			
El hueco de la ventana no es mucho mayor que las dimensiones de la ventana.			
Los marcos, premarcos y ventanas se encuentran en perfecto estado y no les falta ninguno de sus componentes (burletes, etc...)			
Las ventanas tienen las características que se indican en el proyecto (dimensiones, burletes, espesores del acristalamiento, etc...)			
Durante la ejecución			
Los marcos y/o premarcos se fijan adecuadamente, según se indique en proyecto.			
Las holguras y fisuras entre el cerramiento de fachada y los marcos y/o premarcos se rellenan totalmente (se rellena el ancho del premarco) con un material sellante adecuado.			
Las holguras y fisuras entre el marco y el premarco se rellenan totalmente (se rellena el ancho del marco) con un material sellante adecuado.			
Las ventanas no sufren golpes en su instalación, ni presentan alabeos que eviten su colocación adecuada.			
Las cajas de persiana tienen un material absorbente acústico en la cámara, si así se contempló en proyecto.			
Después de la ejecución			
Comprobar que no se ha deteriorado ninguno de los componentes de las ventanas, especialmente los burletes, juntas perimetrales, etc.			
Comprobar que las ventanas ajusten bien y que no existan fisuras en su superficie.			
Comprobar que no haya fisuras y que se han sellado adecuadamente las holguras entre marco y/o premarco con los cerramientos de fachada.			

Otros

Ficha PUE-01
CONTROL DE EJECUCIÓN

Puertas de separación entre[3]:

- Unidades de uso y otros recintos del edificio
- Recintos habitables y recintos de instalaciones o de actividad

Obra: Lote/nº pedido: Características de la puerta (espesor/tipo): Lugar de uso:	Fecha recepción:

Condiciones	SI	NO	Observaciones
Recepción			
Las puertas se encuentran en buen estado a su recepción.			
Llegan todos sus componentes (puertas, marcos,…).			
Las características físicas de la puerta se corresponden con las indicadas en el pedido y en el proyecto (espesor, tipo, juntas de estanqueidad, burletes, etc…)			
Almacenamiento			
Las puertas, hasta su uso final, se protegen de posibles golpes, lluvia y/o humedad en su lugar de almacenamiento.			
El lugar de almacenamiento no es un lugar de paso de oficios que puedan dañar las puertas.			
Las puertas no se desprotegen hasta el momento en que se vayan a emplear.			
Se desplazan a la zona de ejecución justo antes de ser instaladas.			

Otros

[3] Véanse apartados: 2.1.2.3.1 y 2.1.4.2 para determinar el valor del índice de reducción acústica ponderado A, R_A, exigido en cada caso.

3.3 Fichas de control de obra terminada

El objetivo de estas fichas es orientar a arquitectos, promotores, y en definitiva a cualquier agente de la edificación sobre los aspectos a tener en cuenta en el control de la obra terminada, por ejemplo sobre las características de los laboratorios que realizan los controles, las características del informe de ensayo, etc.
En ningún caso se pretende que estas fichas sirvan para la realización de un ensayo acústico que deberá realizarse conforme a la norma UNE correspondiente.

- **Índice de fichas de control de obra terminada:**

  - Medición in situ del aislamiento a ruido aéreo entre recintos;
  - Medición in situ del aislamiento a ruido de impactos entre recintos;
  - Medición in situ del aislamiento a ruido aéreo en fachada;
  - Medición del tiempo de reverberación de un recinto.

Ficha CTRL-01-AER.
CONTROL DE OBRA TERMINADA

Medición in situ del aislamiento a ruido aéreo entre recintos

Obra: Recinto emisor: Recinto receptor:	Fecha control / ensayo:

Condiciones	SI	NO	Observaciones
Ensayos			
El laboratorio que efectúa los ensayos está **acreditado**[1] para la realización de ensayos según la norma UNE EN ISO 140-4:1999.			
El informe de ensayo está firmado por el director técnico del laboratorio.			
En el informe de ensayo están identificados claramente el recinto emisor y el recinto receptor.			
En el informe de ensayo se muestra un croquis orientativo de los recintos.			
En el informe de ensayo figura la identificación y descripción del elemento separador evaluado.			
En el informe de ensayo figura la identificación y descripción del resto de elementos constructivos constituyentes de los recintos.			
En el informe de ensayo están identificados claramente los equipos de medida (fabricante, modelo y número de serie).			
Se presentan los valores de aislamiento acústico a ruido aéreo, D_{nT}, para todas las bandas de tercio de octava comprendidas entre 100 y 5000 Hz, con una cifra decimal, de forma tabular y en forma gráfica.			
Se presenta como resultado final el valor del aislamiento acústico a ruido aéreo, $D_{nT,}A$, calculado según el procedimiento del Anexo A del DB-HR a partir de los resultados del aislamiento acústico a ruido aéreo, D_{nT}, en las bandas de tercio de octava comprendidas entre 100 y 5000 Hz.			
El valor del aislamiento acústico a ruido aéreo, $D_{nT,A}$, en el caso de que el ensayo se haya llevado a cabo entre un recinto protegido y cualquier otro del edificio colindante con			

[1] En tanto la Administración competente en el municipio donde se encuentre el edificio no establezca sus criterios de acreditación, se entenderá por laboratorios acreditados aquellos acreditados por ENAC (Entidad Nacional de Acreditación).

él vertical u horizontalmente, y que pertenece a otra unidad de uso, siempre que no comparta puertas o ventanas, es mayor o igual que 50 dBA.			
El valor del aislamiento acústico a ruido aéreo, $D_{nT,A}$, en el caso de que el ensayo se haya llevado a cabo entre un recinto protegido y un recinto de instalaciones o actividad, es mayor o igual que 55 dBA.			
El valor del aislamiento acústico a ruido aéreo, $D_{nT,A}$, en el caso de que el ensayo se haya llevado a cabo entre un recinto habitable y cualquier otro del edificio colindante con él vertical u horizontalmente, y que pertenece a otra unidad de uso, siempre que no comparta puertas o ventanas, es mayor o igual que 45 dBA.			
El valor del aislamiento acústico a ruido aéreo, $D_{nT,A}$, en el caso de que el ensayo se haya llevado a cabo entre un recinto habitable y un recinto de instalaciones o actividad, siempre que no comparta puertas o ventanas, es mayor o igual que 45 dBA.			
Otros:			

Ficha CTRL-02-IMP.
CONTROL DE OBRA TERMINADA

Medición in situ del aislamiento a ruido de impactos entre recintos

Obra: Recinto emisor: Recinto receptor:	Fecha control / ensayo:

Condiciones	SI	NO	Observaciones
Ensayos			
El laboratorio que efectúa los ensayos está **acreditado**[2] para la realización de ensayos según la norma UNE EN ISO 140-7:1999.			
El informe de ensayo está firmado por el director técnico del laboratorio.			
En el informe de ensayo están identificados claramente el recinto emisor y el recinto receptor.			
En el informe de ensayo se muestra un croquis orientativo de los recintos.			
En el informe de ensayo figura la identificación y descripción del elemento separador evaluado.			
En el informe de ensayo figura la identificación y descripción del resto de elementos constructivos constituyentes de los recintos.			
En el informe de ensayo están identificados claramente los equipos de medida (fabricante, modelo y número de serie).			
Se presentan los valores de aislamiento acústico a ruido de impactos, L'_{nT}, para todas las bandas de tercio de octava comprendidas entre 100 y 5000 Hz, con una cifra decimal, de forma tabular y en forma gráfica.			
Se presenta como resultado final el valor del nivel global de presión de ruido de impactos, $L'_{nT,W}$, calculado según la norma UNE EN ISO 717-2 a partir de los resultados del nivel de ruido de impacto, L'_{nT}, en las bandas de tercio de octava comprendidas entre 100 y 5000 Hz.			
El valor del nivel global de presión de ruido de impactos, $L'_{nT,W}$, en un recinto protegido, procedente de cualquier otro recinto del edificio colindante con él vertical, horizontalmente o con una arista horizontal común, y que pertenece a otra unidad de uso, es menor o igual que 65 dB.			

[2] En tanto la Administración competente en el municipio donde se encuentre el edificio no establezca sus criterios de acreditación, se entenderá por laboratorios acreditados aquellos acreditados por ENAC (Entidad Nacional de Acreditación).

El valor del nivel global de presión de ruido de impactos, $L'_{nT,W}$, en un recinto protegido, procedente de un recinto de actividad o de un recinto de instalaciones colindante con él vertical, horizontalmente o con una arista horizontal común, es menor o igual que 60 dB.			
El valor del nivel global de presión de ruido de impactos, $L'_{nT,W}$, en un recinto habitable, procedente de un recinto de actividad o de un recinto de instalaciones colindante con él vertical, horizontalmente o con una arista horizontal común, es menor o igual que 60 dB.			
Otros:			

Ficha CTRL-03-FAC.
CONTROL DE OBRA TERMINADA

Medición in situ del aislamiento a ruido aéreo en fachada

Obra: Recinto receptor:	Fecha control / ensayo:

Condiciones	SI	NO	Observaciones
Ensayos			
El laboratorio que efectúa los ensayos está **acreditado**[3] para la realización de ensayos según la norma UNE EN ISO 140-5:1999.			
El informe de ensayo está firmado por el director técnico del laboratorio.			
En el informe de ensayo está identificado claramente el recinto receptor.			
En el informe de ensayo se muestra un croquis orientativo del recinto.			
En el informe de ensayo figura la identificación y descripción del elemento separador evaluado (fachada).			
En el informe de ensayo figura la identificación y descripción del resto de elementos constructivos constituyentes de los recintos.			
En el informe de ensayo están identificados claramente los equipos de medida (fabricante, modelo y número de serie).			
Se presentan los valores de aislamiento acústico a ruido aéreo, $D_{2m,nT}$, para todas las bandas de tercio de octava comprendidas entre 100 y 5000 Hz, con una cifra decimal, de forma tabular y en forma gráfica.			
Se presenta como resultado final el valor del aislamiento acústico a ruido aéreo, $D_{2m,nT,Atr}$, calculado según el procedimiento del Anexo A del DB-HR a partir de los resultados del aislamiento acústico, $D_{2m,nT}$ en las bandas de tercio de octava comprendidas entre 100 y 5000 Hz.			
El valor del aislamiento acústico a ruido aéreo respecto al ruido procedente del exterior, $D_{2mnT,Atr}$, es mayor o igual que el contemplado en proyecto (en función del índice de ruido día, L_d, en el exterior).			

[3] En tanto la Administración competente en el municipio donde se encuentre el edificio no establezca sus criterios de acreditación, se entenderá por laboratorios acreditados aquellos acreditados por ENAC (Entidad Nacional de Acreditación).

Otros:

Ficha CTRL-04-TR.
CONTROL DE OBRA TERMINADA

Medición del tiempo de reverberación de un recinto

Obra: Recinto:	Fecha control / ensayo:

Condiciones	SI	NO	Observaciones
Ensayos			
El laboratorio que efectúa los ensayos está **acreditado**[4] para la realización de ensayos según la norma UNE EN ISO 3382-2:2008.			
El informe de ensayo está firmado por el director técnico del laboratorio.			
En el informe de ensayo está identificado claramente el recinto donde se medirá el tiempo de reverberación.			
En el informe de ensayo se muestra un croquis orientativo del recinto.			
En el informe de ensayo están identificados claramente los equipos de medida (fabricante, modelo y número de serie).			
Se presenta como resultado final el valor del tiempo de reverberación con una cifra decimal, calculado según se indica en el Anexo A del DB HR a partir de los resultados del tiempo de reverberación en las bandas de 500, 1000 y 2000 Hz.			
El valor del tiempo de reverberación en un aula o sala de conferencias vacía (sin ocupación y sin mobiliario), con un volumen menor de 350 m^3, es menor o igual que 0,7 segundos.			
El valor del tiempo de reverberación en un aula o sala de conferencias vacía, pero incluyendo el total de las butacas, con un volumen menor de 350 m^3, es menor o igual que 0,5 segundos.			
El valor del tiempo de reverberación en un restaurante o comedor vacío, es menor o igual que 0,9 segundos.			
Otros:			

[4] En tanto la Administración competente en el municipio donde se encuentre el edificio no establezca sus criterios de acreditación, se entenderá por laboratorios acreditados aquellos acreditados por ENAC (Entidad Nacional de Acreditación).

ANEJO 01

Conceptos previos

ÍNDICE

1. CONCEPTOS PREVIOS 3
1.1 SONIDO Y RUIDO 3
1.2 PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DE LAS ONDAS SONORAS 3
1.2.1 AMPLITUD 3
1.2.2 PERÍODO Y FRECUENCIA 3
1.2.3 LONGITUD DE ONDA 3
1.2.4 VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN 4
1.3 ANÁLISIS ESPECTRAL: LAS BANDAS DE FRECUENCIA 4
1.4 LA ESCALA DE MEDIDA: EL DB 5
1.5 TIPOS DE RUIDO 6
1.6 EL CAMPO SONORO 7
1.7 AISLAMIENTO ACÚSTICO Y ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO 8
1.8 AISLAMIENTO ACÚSTICO 10
1.8.1 EL RUIDO EN LA EDIFICACIÓN 10
1.8.2 EL PROBLEMA DEL AISLAMIENTO ACÚSTICO EN OBRA 11
1.8.2.1 VÍAS DE TRANSMISIÓN DEL SONIDO 11
1.8.2.2 DIFERENCIAS ENTRE LA NBE CA 88 Y EL DB HR DEL CTE 12
1.8.3 AISLAMIENTO ACÚSTICO A RUIDO AÉREO 13
1.8.3.1 ÍNDICES DE AISLAMIENTO ACÚSTICO A RUIDO AÉREO 13
1.8.3.2 LEY DE MASA PARA PARTICIONES DE UNA HOJA 16
1.8.3.3 AISLAMIENTO MIXTO 18
1.8.4 AISLAMIENTO ACÚSTICO DE FACHADAS 19
1.8.5 AISLAMIENTO ACÚSTICO A RUIDO DE IMPACTOS 20
1.8.5.1 ÍNDICES DE AISLAMIENTO ACÚSTICO A RUIDO DE IMPACTOS 20

1.8.6 RESUMEN DE LAS MAGNITUDES DE AISLAMIENTO UTILIZADAS EN EL DB HR21
1.8.6.1 AISLAMIENTO A RUIDO AÉREO....21
1.8.6.2 AISLAMIENTO A RUIDO DE IMPACTOS 22
1.8.7 LAS MEJORAS DE AISLAMIENTO.... 22
1.9 ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO 23
1.9.1 TIEMPO DE REVERBERACIÓN Y ABSORCIÓN ACÚSTICA 23
1.9.2 INTELIGIBILIDAD DE LA PALABRA.... 25

ANEJO 01. CONCEPTOS PREVIOS

1.1 PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DE LAS ONDAS SONORAS

Las ondas sonoras se caracterizan por los parámetros siguientes:

1.1.1 AMPLITUD

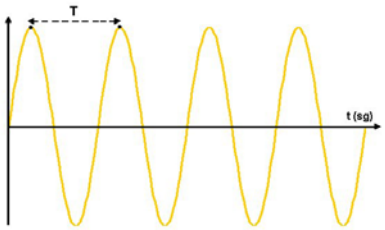
La **amplitud** es la magnitud con que se expresan las variaciones de presión de una onda sonora y es la responsable de la sensación sonora de intensidad o volumen de un sonido; a mayor amplitud mayor intensidad.

La unidad de medida absoluta de la amplitud es el Pascal (Pa = N/m^2). El rango audible está entre 20 μPa y 100 Pa. Sin embargo, esta escala no es muy manejable al tener que manejar muchísimos valores fluctuando entre esos márgenes. Por otra parte el oído no responde a los estímulos de forma lineal sino logarítmicamente. Por tanto se utiliza una escala relativa, en decibelios (dB), utilizando como referencia los 20 μPa del umbral de audición.

1.1.2 PERÍODO Y FRECUENCIA

El **período (T)** es el tiempo que tarda en producirse una oscilación completa. Se mide en segundos.

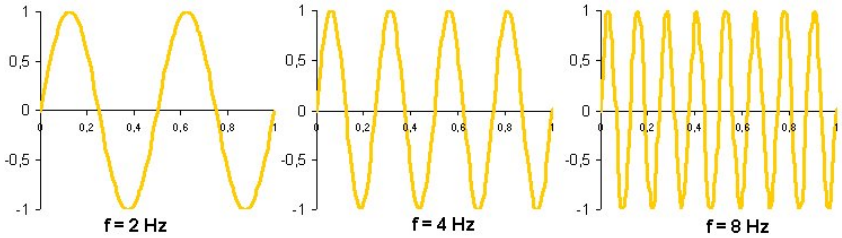
$$T = \frac{1}{f} \quad [s]$$



La **frecuencia (f)** es el número de oscilaciones (ciclos) por segundo. La unidad de medida es el Hertzio (Hz) que corresponde a un ciclo por segundo. El rango de frecuencias audibles para el oído humano va desde los 20 Hz a los 20kHz, siendo los valores por debajo de este margen infrasonidos y los valores por encima se ultrasonidos.
La frecuencia determina el tono de un sonido, siendo las frecuencias más bajas las que se corresponden con los sonidos graves y las frecuencias más altas las que se corresponden con los sonidos agudos.

Se calcula como el inverso del período:

$$f = \frac{1}{T} \quad [Hz]$$

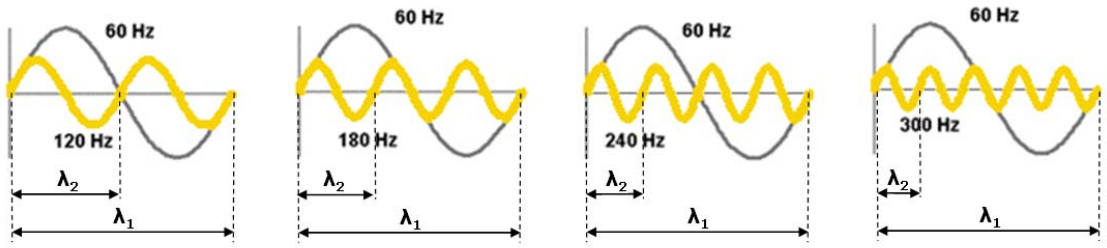


1.1.3 LONGITUD DE ONDA

La **longitud de onda (λ)** es la distancia recorrida por la onda en un ciclo o período completo. Se mide en unidades de longitud (m). Se relaciona con la frecuencia, el período y la velocidad de propagación del sonido:

$$c = \lambda \cdot f \quad [m/s]$$

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad [m]$$



$f_2 = 2 \cdot f_1$ $f_2 = 3 \cdot f_1$ $f_2 = 4 \cdot f_1$ $f_2 = 5 \cdot f_1$

1.1.4 VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN

La velocidad de propagación del sonido es la velocidad con que se desplazan las ondas sonoras en un medio elástico. Depende de las condiciones ambientales (presión y temperatura). Cuando el medio de propagación es el aire, la velocidad del sonido es:

$$c = 344 \text{ [m/s]}$$

El sonido viaja mucho más deprisa en los sólidos que en el aire. Por ejemplo, la velocidad del sonido en ladrillo es aproximadamente 11 veces mayor que en el aire

1.2 ANÁLISIS ESPECTRAL: LAS BANDAS DE FRECUENCIA

Generalmente, las fuentes de ruido en edificación no son emisoras de una única frecuencia (tono puro) sino que generan sonidos que se componen de una combinación de ondas sonoras, a distintas frecuencias, y con distinto nivel de energía para cada una de ellas. Un **espectro sonoro** será, por tanto, la representación de los niveles de presión sonora en función de estas frecuencias, es decir, cómo se distribuye la energía de un sonido en función de las frecuencias que lo componen.

El interés del análisis espectral radica en que el comportamiento acústico de los materiales y de los sistemas constructivos depende de la frecuencia, así como de la respuesta del oído humano.

El aislamiento acústico y la absorción acústica dependen de la frecuencia.

En el análisis espectral se utilizan grupos de frecuencias de anchos normalizados: octavas o tercios de octava, normalmente. Posteriormente será posible caracterizar un ruido, un aislamiento, etc. mediante un único valor global en dB(A).

Banda de octava: Grupo de frecuencias comprendidas entre dos frecuencias f_1 y f_2 que cumplen:

$$f_2 = 2 \cdot f_1 \text{ [Hz]}$$

La frecuencia central de esta banda cumplirá: $f_c = \sqrt{f_1 \cdot f_2}$ [Hz]

Se utilizan las octavas que tienen como frecuencia central:

125	250	500	1000	2000	4000	8000	Hz

En acústica arquitectónica, para aislamientos acústicos a ruido aéreo y a ruido de impactos, se suelen utilizar las bandas de octava de 125 a 4000 Hz.

Banda de 1/3 de octava: Se divide la octava en tres partes. Con un análisis en 1/3 de octava se obtiene información más detallada.

En cada banda se cumple la relación: $f_2 = 2^{1/3} \cdot f_1$ [Hz]

Y la relación entre los extremos de la banda y la frecuencia central: $f_1 = \frac{f_c}{2^{1/6}}$ [Hz]

$$f_2 = f_c \cdot 2^{1/6} \text{ [Hz]}$$

Las frecuencias centrales de las bandas de 1/3 de octava son las siguientes:

OCTAVA (Hz)	**125**			**250**			**500**			**1000**			**2000**			**4000**			**8000**		
1/3 OCTAVA (Hz)	100	**125**	160	200	**250**	315	400	**500**	630	800	**1000**	1250	1600	**2000**	2500	3150	**4000**	5000	6300	**8000**	10000

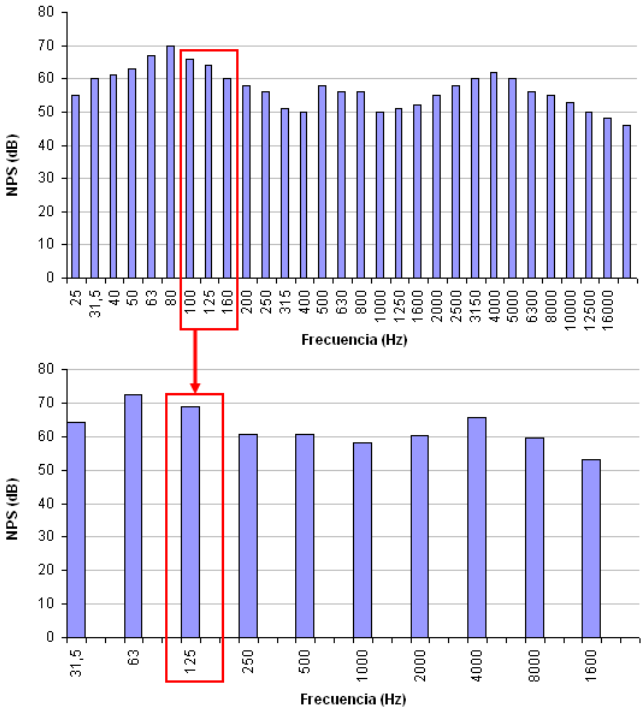


Figura A.1 – Representación del espectro de un sonido en bandas de octava y de 1/3 de octava

A la frecuencia central de cada banda se le asigna el nivel resultante de componer los niveles de todas las frecuencias contenidas entre los límites superior e inferior del intervalo:

Ejemplo: Composición de niveles

$f_{1/3\ OCT}$	NPS (dBA)	f_{OCT}	NPS (dBA)
800 Hz 1000 Hz 1250 Hz	55 dBA 56 dBA 63 dBA	1000 Hz	**64,3 dBA**

$$NPS_{Total\ 1000Hz} = 10 \cdot \log\left(\sum_{i=1}^{3} 10^{\frac{NPS_i}{10}}\right) = 10 \cdot \log\left(10^{\frac{55}{10}} + 10^{\frac{56}{10}} + 10^{\frac{63}{10}}\right) = 64{,}3 \text{ dBA}$$

1.3 LA ESCALA DE MEDIDA: EL dB

Como se ha visto anteriormente el margen de variación de la presión acústica dentro del rango audible por el oído humano es muy amplio y, por tanto, se utiliza el **nivel de presión sonora (NPS ó L_p)** que se expresa en decibelios (dB). Existe una relación logarítmica entre la presión sonora y el nivel de presión sonora que consiste en comparar un determinado valor de presión sonora con un valor de referencia:

$$L_p = 10 \cdot \log\left(\frac{p^2}{p_0{}^2}\right) = 20 \cdot \log\left(\frac{p}{p_0}\right) \quad [dB]$$

Donde:

- V volumen del recinto receptor, [m^3]
- L_p nivel de presión sonora, [dB]
- p presión sonora, [Pa];
- p_0 presión sonora de referencia de valor 20 μPa, que coincide con el umbral de audición.

Para adaptar el nivel de presión sonora (dB) a la sensibilidad del oído humano se aplican unas correcciones (reducción o aumento de nivel) y se obtienen niveles ponderados. La ponderación más utilizada, ya que es la que mejor refleja la respuesta del oído para niveles habituales de ruido, es la **curva de ponderación A**, obteniendo a partir de ella niveles ponderados A (dBA).

Frecuencia (Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630
Curva de ponderación (dBA)	-19,1	-16,1	-13,4	-10,9	-8,6	-6,6	-4,8	-3,2	-1,9

Frecuencia (Hz)	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000
Curva de ponderación (dBA)	-0,8	0	0,6	1,0	1,2	1,3	1,2	1,0	0,5

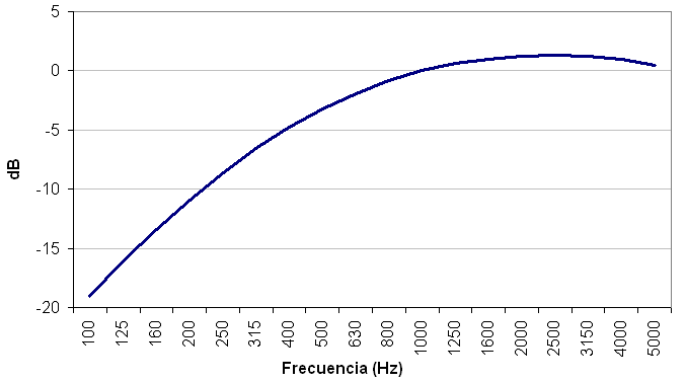


Figura A.2 – Curva de ponderación A

Además de la Curva de Ponderación A, existen otras ponderaciones: B, C, D, con distintos usos.

1.4 TIPOS DE RUIDO

Una vez definido el ruido (sonido indeseado) se puede hacer una clasificación del mismo atendiendo a dos dominios diferentes: tiempo y frecuencia.

Clasificación en el dominio del tiempo

- **Ruido estacionario:** Ruido cuyo nivel de presión sonora permanece constante a lo largo del tiempo. Por ejemplo, el ruido procedente de una unidad de aire acondicionado o de un motor eléctrico.
- **Ruido fluctuante:** Ruido cuyo nivel de presión sonora varía en función del tiempo. Las fluctuaciones pueden ser periódicas o aleatorias (no periódicas). Por ejemplo, el tráfico rodado.
- **Ruido intermitente:** Ruido que aparece solamente en determinados instantes. Por ejemplo, el accionamiento de un taladro.
- **Ruido impulsivo:** Ruido cuyo nivel de presión sonora aumenta de manera muy acusada por encima del ruido de fondo en instantes muy cortos de tiempo (impulsos). Los impulsos pueden presentarse de manera aleatoria o repetitiva. Suele ser bastante más molesto que el ruido continuo. Por ejemplo, una sucesión de martillazos.

Clasificación en el dominio de la frecuencia

- **Ruido Blanco:** Es un tipo de ruido con espectro plano, es decir, tiene la misma energía en todas las frecuencias. Si se representa esta energía en bandas de frecuencia el nivel aumenta 3dB por octava.
- **Ruido Rosa:** Es un tipo de ruido que no tiene respuesta uniforme en todo el ancho de banda, sino que el nivel de energía decrece a razón de 3dB por octava. Si se representa esta energía en bandas de frecuencia vemos que el nivel permanece constante.
- **Ruido Tonal:** Este tipo de ruido presenta en su espectro una marcada componente tonal y es puede oírse claramente el tono puro. Suele presentar armónicos de la frecuencia fundamental. Por ejemplo, un ventilador o un compresor.

Otros criterios

Por otra parte, en edificación es habitual diferenciar el ruido en función de su origen y forma de propagación. Se pueden distinguir:

- **Ruido aéreo:** Ruido que tiene origen en una perturbación en el aire, se transmite a través del aire (u otro medio sólido) y es percibido por el receptor a través del aire. Por ejemplo, ruido de tráfico o una conversación.
- **Ruido de impactos o ruido estructural:** Ruido que tiene origen en la excitación mecánica de elementos sólidos, se transmite por vía sólida (estructural) y es percibido por el receptor a través del aire. Dado que la velocidad de propagación en sólidos es mayor que en el aire, el ruido de impactos se transmite a gran distancia. Por ejemplo, pisadas, caídas de objetos o vibraciones de equipos e instalaciones.

1.5 EL CAMPO SONORO

El sonido producido por una fuente continua dentro de un recinto cerrado, incide sobre las superficies límites del mismo, reflejándose una parte -absorbiéndose otra-, tendiendo estas reflexiones a aumentar el nivel de presión sonora en el recinto.

También se afectará la intensidad de cada reflexión con respecto a la emisión de la fuente y a las componentes en frecuencia. Cada nueva reflexión será afectada por el coeficiente de absorción de la superficie, disminuyendo así su intensidad. También habrá disminución de intensidad por recorrido de distancia.

Se denomina **campo sonoro** en un recinto al valor que adquiere la presión sonora en cada punto del espacio. Tiene dos componentes:

Campo directo: Es aquella zona en la que el sonido llega a un punto determinado en línea directa desde la fuente, sin ninguna reflexión.

El nivel de presión sonora en el campo directo disminuye con la distancia a la fuente a razón de -6dB cada vez que se duplica la distancia.

Campo reverberante: Es aquella zona en la que el sonido sufre multitud de reflexiones que se superponen entre sí dando lugar a una distribución prácticamente uniforme del sonido, de manera que el nivel de presión sonora se mantiene constante.

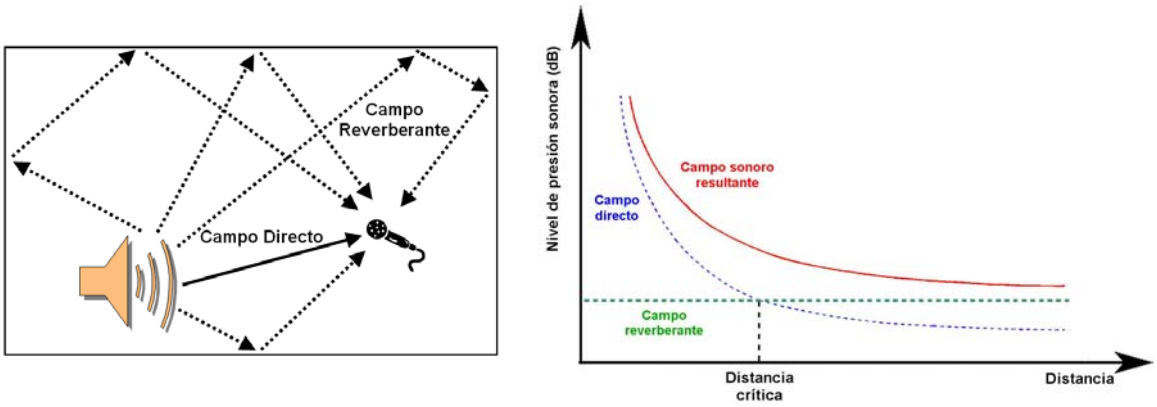


Figura A.3 – Campo directo y campo reverberante

Analizando la relación temporal entre el sonido directo y el sonido reflejado (véase figura A.4):

- La onda directa siempre será la primera en llegar al receptor, pues se propaga por el camino más corto posible.
- A partir de ese momento comienzan a llegar las distintas reflexiones.
- Si la separación temporal de onda directa y la primera reflexión supera un cierto tiempo, llega el fenómeno del eco, lo que disminuye la inteligibilidad de la sala.

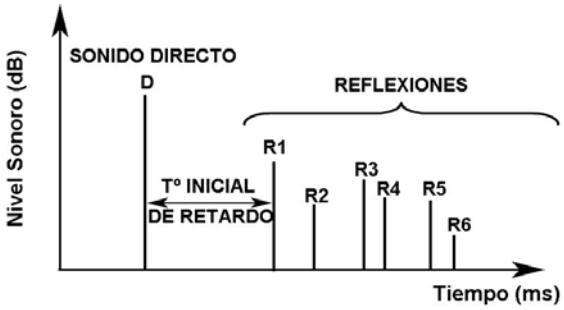


Figura A.4 – Representación del sonido directo y reflejado en función del tiempo

1.6 AISLAMIENTO ACÚSTICO Y ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO

Aislamiento acústico y acondicionamiento acústico son los dos conceptos principales en el ámbito de la acústica arquitectónica o acústica de la edificación. Los objetivos de uno y otro, aunque relacionados entre sí, son distintos pero deben emplearse conjuntamente para unir y complementar su potencial.

Aislamiento acústico

Se entiende por **aislamiento** al conjunto de procedimientos empleados para reducir o evitar la transmisión de ruidos (tanto aéreos como estructurales) de un recinto a otro o desde el exterior hacia el

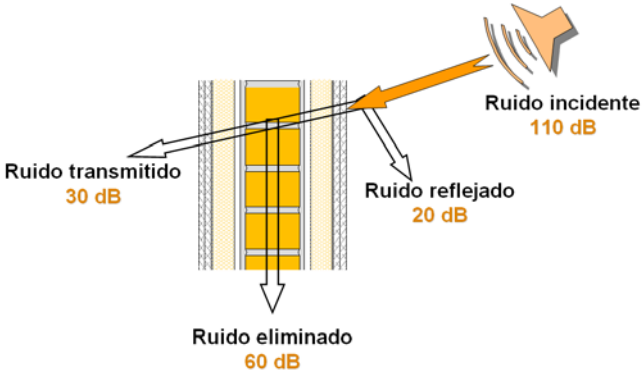
interior de un recinto o viceversa, con el fin de obtener una calidad acústica determinada. Cuando se habla de aislamiento siempre se tiene en consideración a dos recintos diferentes, es decir, se considera el sonido que se genera en un recinto, que se transmite y es percibido en otro recinto.

El aislamiento depende de las propiedades de los materiales, de las soluciones constructivas utilizadas y del contexto arquitectónico que las integra.

Definido en términos de magnitud física el aislamiento es la cantidad de energía sonora que se atenúa al propagarse del recinto emisor al recinto receptor. Cuando hablamos del aislamiento acústico de un elemento constructivo, nos referiremos a la cantidad de ruido que es capaz de eliminar.

De la energía acústica incidente en una partición:

- Una parte es reflejada por la superficie;
- Una parte es absorbida por la superficie;
- El resto se transmite.



Al cociente entre la energía transmitida (E_t) y la energía incidente (E_i) se le llama **Coeficiente de transmisión**, siendo su inversa las **Pérdidas de transmisión o Aislamiento** (recordemos que esta magnitud es dependiente de la frecuencia):

$$PT = R = 10 \cdot \log\left(\frac{E_i}{E_t}\right) \quad [dB]$$

Acondicionamiento acústico

A diferencia del aislamiento acústico, el acondicionamiento acústico implica a un único recinto, es decir, el sonido es generado y percibido en el mismo recinto.

Por **acondicionamiento acústico** se entiende una serie de medidas que se toman para conseguir en un recinto unas condiciones acústicas y un ambiente sonoro interior determinados conforme al uso que se le va a dar al recinto. Por ejemplo:

- Una iglesia tiene muchas superficies reflectantes, y difusores para conseguir una alta reverberación.
- Un aula o una sala de reuniones deberán tener superficies absorbentes para conseguir una correcta inteligibilidad de la palabra.

Ya hemos visto lo que es el **ruido reverberante**: cuando la onda sonora se propaga en el recinto, ésta se va reflejando en las superficies del recinto. Estas reflexiones seguirán propagándose, volviendo a incidir en las superficies y dando lugar a reflexiones de mayor orden. Es muy importante considerarlo porque:

- Contribuye al aislamiento;
- Determina la inteligibilidad de la palabra;
- Se obtiene un determinado confort acústico (ambiente sonoro).

Un correcto acondicionamiento acústico está vinculado a los tiempos de reverberación, y, por tanto, a la absorción acústica de las superficies del recinto, y se logrará mediante revestimientos de las superficies interiores, reduciendo las componentes reflejadas del sonido.

El acondicionamiento acústico pretende crear espacios de calidad o confort acústico para las actividades que se vayan a desarrollar en él.

1.7 AISLAMIENTO ACÚSTICO

1.7.1 EL RUIDO EN LA EDIFICACIÓN

Las fuentes de ruido en edificación son muy diversas. Fundamentalmente se pueden clasificar en ruido aéreo y ruido de impactos, es decir, aquellos ruidos que se originan en el aire y aquellos ruidos que se generan en los sólidos. Esta clasificación de los ruidos es muy importante ya que en función de que la naturaleza de un ruido sea una u otra, los mecanismos de actuación para la reducción de ruido serán diferentes.

Los ruidos que aparecen en edificación provienen de focos emisores con origen diverso:

- Ruido exterior (tráfico rodado, trenes, aviones, actividades comerciales o industriales, etc.);
- Ruido interior (conversaciones, televisión, electrodomésticos e instalaciones y cualquier otro tipo de actividad de los vecinos);
- Ruido de máquinas (ascensores, sistemas de climatización, salas de máquinas);
- Ruido de impactos (caída de objetos al suelo, pisadas, etc.).

Ruido aéreo

Una fuente de ruido aéreo en edificación emite ondas sonoras que inciden sobre los sistemas constructivos separadores entre recintos. Cuando dicha onda sonora incide sobre el elemento constructivo, éste responde a la excitación entrando en vibración y convirtiéndose en un nuevo foco sonoro, que transmite el ruido al recinto colindante.

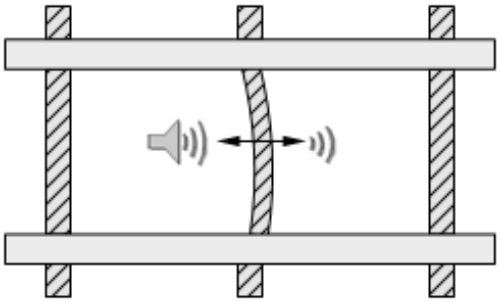
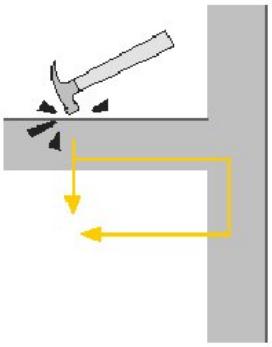


Figura A.5 – Excitación de un elemento constructivo.

Ruido de impactos

Una fuente de ruido de impactos sobre el forjado de un recinto excita a éste mecánicamente; el forjado, o receptor del impacto, se convierte en un generador de ruido aéreo y estructural, originando una serie de vibraciones que se propagan por el forjado a los elementos constructivos conectados a éste, como pilares y tabiques, que son excitados y a su vez se convierten en fuentes de ruido aéreo. Habida cuenta que la velocidad de transmisión del ruido en los sólidos es mas rápida que en el aire el ruido de impacto se transmite a gran distancia con muy escaso amortiguamiento.



La forma de actuar ante los ruidos de impacto consiste en interponer un material aislante elástico con el objeto de que la energía del impacto se transforme en una deformación elástica del material en vez de en energía sonora.

1.7.2 EL PROBLEMA DEL AISLAMIENTO ACÚSTICO EN OBRA

1.7.2.1 Vías de transmisión del sonido

El tema del aislamiento acústico en obra es un tema complejo ya que, como veremos a continuación, excepto bajo condiciones ideales de laboratorio, para determinar el aislamiento acústico de una partición hay que considerar que el sonido no se transmite de un recinto a otro únicamente a través de dicha partición sino que normalmente también se transmite a través de otra vías como conductos de instalaciones (de ventilación, por ejemplo), puentes acústicos, paredes laterales, etc.

La transmisión de ruido entre dos recintos (emisor y receptor), se produce por medio de dos vías diferenciadas (véase figura A.6): la transmisión directa a través del elemento separador y la transmisión indirecta o por flancos.

El sonido no se propaga exclusivamente a través del elemento separador sino que existen otras vías de transmisión indirectas que tienen gran influencia en el aislamiento final in situ de un elemento constructivo.

Transmisión por vía directa:

Se produce a través del elemento de separación (*Dd*). Esta transmisión depende básicamente del tipo de elemento constructivo. La transmisión aérea directa incluye la transmisión (*E*), a través de rejillas, aireadores o dispositivos de menos de un metro cuadrado de superficie que atraviesen en el elemento de separación vertical.

Transmisión por vía indirecta:

Se distinguen dos tipos de transmisiones indirectas:

a) Aérea indirecta, si la energía acústica se transmite de un recinto a otro a través de conductos de instalaciones tales como conductos tipo shunt, de aire acondicionado, falsos techos, suelos técnicos o puertas, (*S*).

b) Transmisión indirecta estructural o por flancos, producida por las vibraciones de los elementos de flanco conectados al elemento de separación entre recintos. El campo acústico produce en los elementos constructivos una serie de vibraciones que no quedan confinadas en el elemento constructivo, sino que se disipan en parte en forma de calor, y en parte se transmiten a los elementos constructivos adyacentes. Ya sea desde el elemento de separación a un elemento de flanco (*Df*), desde un elemento de flanco al elemento de separación (*Fd*) o a través de los flancos. (*Ff*). Las transmisiones indirectas dependen del tipo de elementos constructivos de flanco y de sus formas de unión entre sí.

Por tanto es muy importante vigilar la transmisión a través de **puentes acústicos**, por ejemplo cuando se conectan de forma rígida las dos hojas de una pared doble. Este defecto de ejecución puede darse por ejemplo en un paso de cables o de tuberías incorrecto, y va a degradar el aislamiento en gran medida.

En el caso de los conductos de instalaciones, por ejemplo, conductos de ventilación tipo shunt, deberá evitarse que los recintos emisor y receptor queden interconectados directamente a través de dichos conductos.

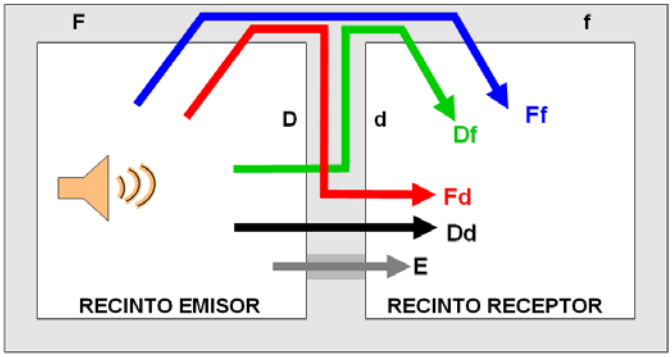


Figura A.6 – Vías de transmisión del sonido entre dos recintos.

1.7.2.2 Diferencias entre la NBE CA 88 y el DB HR del CTE

Todo esto que acabamos de ver acerca de las vías de propagación del sonido entre recintos pone de manifiesto cómo todos los elementos constructivos que conforman un recinto (y no sólo el elemento de separación como se ha considerado hasta ahora) están interrelacionados e influyen de forma conjunta en el valor de aislamiento final que se consiga.

La existencia de estas vías de transmisión indirectas además de la vía directa hace que el **aislamiento acústico final en obra** de un elemento, difiera del comportamiento en laboratorio, ya que aquí las transmisiones indirectas son despreciables. El nuevo enfoque del CTE se ajusta a un mejor comportamiento acústico de los elementos ya construidos ya que considera la existencia de todas estas vías de transmisión.

Para un mismo elemento constructivo, el aislamiento obtenido in situ, siempre es menor que el aislamiento teórico o de laboratorio.

Respecto a la NBE-CA-88, el DB HR supone un aumento de las exigencias de aislamiento, lo que se traduce en un aumento del confort acústico de la edificación.

Otra de las diferencias, es que los índices que definen el aislamiento en el DB-HR y en la NBE CA-88 son distintos. El aislamiento de la norma básica se corresponde con el valor obtenido en laboratorio de los elementos constructivos; para ruido aéreo se trata del índice de reducción acústica ponderado A (R_A) y para ruido de impactos del nivel de presión de ruido de impactos de laboratorio (L_n).

Sin embargo, en el CTE, el aislamiento acústico a ruido aéreo viene definido como la diferencia de niveles estandarizada ponderada A, $D_{nT,A}$, que es un índice que evalúa el aislamiento a ruido aéreo entre recintos y no únicamente el aislamiento de elementos constructivos. Lo mismo sucede con el aislamiento a ruido de impactos, que está definido como el nivel global de presión de ruido de impactos estandarizado, $L'_{nT,w}$, que también evalúa el nivel de presión de ruido de impactos entre recintos y no únicamente el del forjado.

Tabla A.1 – Índices en la NBE-CA-88 y en el DB HR

Índices de aislamiento	NBE-CA-88	DB HR - Protección frente al ruido
Ruido aéreo	R_A	$D_{nT,A}$
Ruido de impactos	L_n	$L'_{nT,w}$
Ruido procedente del exterior	a_g	$D_{2m,nT,Atr}$ / $D_{2m,nT,A}$
	Valores de laboratorio	**Valores obtenidos in situ**

Además de las transmisiones por vía indirecta, existen otros motivos por los cuales el aislamiento acústico proporcionado por un elemento constructivo en una situación de campo es menor que el proporcionado por el mismo en laboratorio, como son:

- Defectos en la ejecución (falta de sellado, rozas no macizadas, etc.)
- Presencia de instalaciones que pueden actuar como puentes acústicos, transmitiendo el sonido entre las hojas que componen los elementos de separación.

Las nuevas exigencias de aislamiento del DB HR suponen que es necesario el cálculo de las transmisiones indirectas, y tener en cuenta que la solución constructiva no depende únicamente del elemento de separación, por ejemplo: una pared, sino de todos los elementos que están en contacto con ella, como son tabiques, fachada y forjados. Además se deberán poner en práctica, unas condiciones de ejecución en obra que eliminen los puentes acústicos que puedan disminuir el aislamiento final de la solución.

Otra de las aportaciones del CTE es la posibilidad medir el aislamiento in situ y obtener un valor comparable al de la exigencia. Esto no sucedía en la norma básica, en la que los índices son obtenidos

en laboratorio. Por eso, en el caso de una medición in situ, el valor obtenido no es comparable con el valor de las exigencias de la NBE-CA-88.

El tratamiento de la envolvente del edificio, fachadas, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior es otra novedad en el CTE. El aislamiento a ruido aéreo de estos elementos se define en función del nivel de ruido exterior de la zona dónde se ubica el edificio y según el uso del recinto, y se expresa también mediante una magnitud de aislamiento in situ.

1.7.3 AISLAMIENTO ACÚSTICO A RUIDO AÉREO

1.7.3.1 Índices de aislamiento acústico a ruido aéreo

El aislamiento acústico se puede determinar y expresar mediante una serie de índices. A continuación se muestran los principales índices empleados en aislamiento a ruido aéreo en acústica de la edificación:

Aislamiento acústico bruto o Diferencia de niveles entre recintos, D:

Es la diferencia, en dB, existente entre el nivel medio de presión sonora que existe en el recinto emisor (L_1) y el del recinto receptor (L_2). Es función de la frecuencia:

$$D = L_1 - L_2 \quad [dB]$$

Aislamiento acústico normalizado o Índice de reducción acústica, R[1]:

Es el aislamiento acústico, en dB, de un elemento constructivo medido en laboratorio. Es función de la frecuencia:

$$R = L_1 - L_2 + 10 \cdot \lg \frac{S}{A} \quad [dB]$$

Como vemos la definición de este índice se basa en el aislamiento bruto, al que se le añade una corrección mediante el área de la muestra (S) y el área de absorción equivalente del recinto receptor (A).

- L_1 nivel medio de presión sonora en el recinto emisor, [dB];
- L_2 nivel medio de presión sonora en el recinto receptor, [dB];
- S área del elemento constructivo, [m^2];
- A área de absorción acústica equivalente del recinto receptor, [m^2].

Índice de reducción acústica aparente, R'[2]:

Es el aislamiento acústico, en dB, de un elemento constructivo medido in situ. Es función de la frecuencia:

$$R' = L_1 - L_2 + 10 \cdot \lg \frac{S}{A} \quad [dB]$$

Diferencia de niveles estandarizada entre dos recintos interiores, D_{nT}:

Diferencia entre los niveles medios de presión sonora producidos en dos recintos por una o varias fuentes de ruido emitiendo en uno de ellos, normalizada al valor 0,5 s del tiempo de reverberación. Es función de la frecuencia:

$$D_{nT} = L_1 - L_2 + 10 \cdot \lg \frac{T}{T_0} \quad [dB]$$

- T tiempo de reverberación del recinto receptor, [s]
- T_0 tiempo de reverberación de referencia, de valor 0,5 segundos, [s]

[1] R: UNE EN ISO 140-3
[2] R': UNE EN ISO 140-4

Relación entre las magnitudes D_{nT} y R':

A partir de una magnitud se puede obtener la otra. En el DB-HR se emplea la magnitud D_{nT}.

$$D_{nT} = R' + 10 \cdot \lg \frac{0{,}16 \cdot V}{T_0 \cdot S_S} = R' + 10 \cdot \lg \left(\frac{0{,}032 \cdot V}{S_S} \right) \quad [dB]$$

V volumen del recinto receptor, [m^3]

<u>Índices para aislamiento acústico para ruido exterior</u>

El índice utilizado para expresar el aislamiento acústico entre un recinto y el exterior es el siguiente:

<u>Diferencia de niveles estandarizada en fachadas, en cubiertas y en suelos en contacto con el aire exterior, $D_{2m,nT}$:</u>

Aislamiento acústico a ruido aéreo, en dB, cuando la medida del nivel de ruido exterior, $L_{1,2m}$, se realiza a dos metros de la fachada. Es función de la frecuencia:

$$D_{2m,nT} = L_{1,2m} - L_2 + 10 \cdot \lg \frac{T}{T_0} \quad [dB]$$

Todas estas magnitudes dependen de la frecuencia. En principio siempre debería evaluarse el aislamiento de una solución constructiva analizando su espectro; sin embargo, para evaluar y comparar los resultados obtenidos tanto entre sí, como con las exigencias de la normativa, se puede caracterizar el aislamiento acústico mediante un único valor: **índice global ponderado para la valoración del aislamiento**, identificado mediante el **subíndice w** (por ejemplo, **R_w, R'_w, $D_{nT,w}$, $D_{2m,nT,w}$**, etc.)

El índice global representa el valor en dB, a 500 Hz de una curva de referencia que se desplaza para ajustarse a los valores de aislamiento obtenidos experimentalmente, según el método que especifica la norma UNE EN ISO 717-1.

Los índices globales dependen del espectro acústico de la fuente de ruido, por eso suelen acompañarse de un término de corrección espectral (C, C_{tr}):

- C es el termino de adaptación espectral del índice de reducción acústica para ruido rosa incidente o ruido de tráfico ferroviario, en dB;

  Se utilizará cuando estamos hablando de elementos constructivos y aislamiento acústico entre dos viviendas.

- C_{tr} es el término de adaptación espectral del índice de reducción acústica para ruido de automóviles y de aeronaves, en dB.

  Se utilizará en los elementos constructivos y el aislamiento de fachadas.

Se obtienen del método de la curva de referencia de la norma UNE EN ISO 717-1.

Una vez que tenemos identificados los valores correspondientes al valor ponderado (por ejemplo, R_w), C y C_{tr}, la magnitud global se expresa de la siguiente manera R_w(C; C_{tr}).

Ejemplo:

En un catálogo de elementos constructivos podríamos encontrar un aislamiento ensayado en laboratorio de valor:

R_w(C; C_{tr}) = 52(-1;-4) ➔ R_w + C = 51 dB

R_w + C_{tr} = 48 dB

<u>Aislamiento acústico global expresado en dBA</u>

Hemos visto cómo se expresan las magnitudes globales con los términos de adaptación espectral C y C_{tr}.

En el DB-HR del CTE las magnitudes de las exigencias de aislamiento a ruido aéreo tanto en interiores ($D_{nT,A}$) como frente al exterior ($D_{2m,nT,Atr}$, R_{Atr}), así como las magnitudes intermedias relativas al

aislamiento de elementos constructivos (R_A), a los caminos de transmisión ($R_{Dd,A}$, $R_{Fd,A}$, $R_{Df,A}$, $R_{Ff,A}$), etc. vienen expresadas en dBA.

Un índice global expresado en dBA, lleva incorporado el término de adaptación espectral correspondiente.

El DB-HR acepta como **aproximación**, para expresar las magnitudes en dBA, las relaciones siguientes:

Para los elementos constructivos:

$R_w + C$	como aproximación de R_A	entre recintos interiores
$R_w + C_{tr}$	como aproximación de R_{Atr}	entre un recinto y el exterior (automóviles)

Y para las magnitudes in situ:

$D_{nT,w} + C$	como aproximación de $D_{nT,A}$	entre recintos interiores
$D_{2m,nT,w} + C$	como aproximación de $D_{2m,nT,A}$	entre un recinto y el exterior (trenes)
$D_{2m,nT,w} + C_{tr}$	como aproximación de $D_{2m,nT,Atr}$	entre un recinto y el exterior (automóviles)

En el caso de aislamiento de fachadas a ruido de tráfico ($D_{2m,nT,Atr}$) y cuando no se disponga de la caracterización acústica de todos los elementos constructivos mediante los índices R_w, C y C_{tr}, se puede optar por calcular esta magnitud de forma conservadora mediante la expresión $D_{2m,nT,Atr}=D_{2m,nT,A}+C_{tr}$, utilizando como valor C_{tr} el coeficiente de adaptación espectral del elemento de aislamiento más débil (la ventana normalmente). Para el resto de elementos constructivos se podrá utilizar el índice global de reducción acústica, ponderado A (R_A).

En el DB HR se establece la siguiente definición para la <u>Diferencia de niveles estandarizada, ponderada A, entre recintos interiores</u>, $D_{nT,A}$:

Es la valoración global, en dBA, de la diferencia de niveles estandarizada, entre recintos interiores, D_{nT}, para ruido rosa. Se define mediante la expresión siguiente:

$$D_{nT,A} = -10 \cdot \lg \sum_{i=1}^{n} 10^{(L_{Ar,i} - D_{nT,i})/10} \quad [dBA]$$

$D_{nT,i}$ diferencia de niveles estandarizada en la banda de frecuencia i, [dB];

$L_{Ar,i}$ valor del espectro normalizado del ruido rosa, ponderado A, en la banda de frecuencia i, [dBA];

i recorre todas las bandas de frecuencia de tercio de octava de 100 Hz a 5 kHz.

En el caso de **aislamiento de fachadas** las magnitudes globales ponderadas A que se utilizan son las siguientes:

<u>Diferencia de niveles estandarizada, ponderada A, en fachadas, en cubiertas y en suelos en contacto con el aire exterior, $D_{2m,nT,A}$:</u>

Valoración global, en dBA, de la diferencia de niveles estandarizada de una fachada, una cubierta o un suelo en contacto con el aire exterior, $D_{2m,nT}$, para ruido rosa:

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

$D_{2m,nT,i}$ diferencia de niveles estandarizada, en la banda de frecuencia i, [dB];

$L_{Ar,i}$ valor del espectro normalizado del ruido rosa, ponderado A, en la banda de frecuencia i, [dBA];

i recorre todas las bandas de frecuencia de tercio de octava de 100 Hz a 5 kHz.

En caso de ruido predominante de tráfico ferroviario o de estaciones ferroviarias también se utilizará este índice para la valoración global, pero usando los valores del espectro normalizado de ruido de tráfico ferroviario o de estaciones ferroviarias, ponderado A.

Diferencia de niveles estandarizada, ponderada A, en fachadas, en cubiertas y en suelos en contacto con el aire exterior para ruido de automóviles, $D_{2m,nT,Atr}$:

Valoración global, en dBA, de la diferencia de niveles estandarizada de una fachada, una cubierta, o un suelo en contacto con el aire exterior, $D_{2m,nT}$ para un ruido exterior de automóviles:

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

$D_{2m,nT,i}$ diferencia de niveles estandarizada, en la banda de frecuencia i, [dB];

$L_{Atr,i}$ valor del espectro normalizado del ruido de automóviles, ponderado A, en la banda de frecuencia i, [dBA];

i recorre todas las bandas de frecuencia de tercio de octava de 100 Hz a 5 kHz.

En caso de ruido predominante de aeronaves también se utilizará este índice para la valoración global, pero usando los valores del espectro normalizado de ruido de aeronaves, ponderado A.

Tabla A.2 – Espectros normalizados.

Espectro normalizado de ruido rosa, ponderado A			
f_i (Hz)	$L_{Aw,i}$ (dBA)	f_i (Hz)	$L_{Aw,i}$ (dBA)
100	-30,1	800	-11,6
125	-27,1	1000	-11,0
160	-24,4	1250	-10,4
200	-21,9	1600	-10,0
250	-19,6	2000	-9,8
315	-17,8	2500	-9,7
400	-15,8	3150	-9,8
500	-14,2	4000	-10
630	-12,9	5000	-10,5

Espectro normalizado de ruido de automóviles, ponderado A			
f_i (Hz)	$L_{Aw,i}$ (dBA)	f_i (Hz)	$L_{Aw,i}$ (dBA)
100	-20	800	-9
125	-20	1000	-8
160	-18	1250	-9
200	-16	1600	-10
250	-15	2000	-11
315	-14	2500	-13
400	-13	3150	-15
500	-12	4000	-16
630	-11	5000	-18

Espectro normalizado de ruido ferroviario, ponderado A			
f_i (Hz)	$L_{Aw,i}$ (dBA)	f_i (Hz)	$L_{Aw,i}$ (dBA)
100	-20	800	-9
125	-20	1000	-8
160	-18	1250	-9
200	-16	1600	-10
250	-15	2000	-11
315	-14	2500	-13
400	-13	3150	-15
500	-12	4000	-16
630	-11	5000	-18

Espectro normalizado de ruido de aeronaves, ponderado A			
f_i (Hz)	$L_{Aw,i}$ (dBA)	f_i (Hz)	$L_{Aw,i}$ (dBA)
100	-23,8	800	-9,5
125	-20,2	1000	-10,5
160	-15,4	1250	-11,0
200	-13,1	1600	-12,5
250	-12,6	2000	-14,9
315	-10,4	2500	-15,9
400	-9,8	3150	-16,6
500	-9,6	4000	-23,3
630	-8,7	5000	-29,9

1.7.3.2 Ley de masa para particiones de una hoja

Las particiones de una hoja son cerramientos compuestos por una sola capa de material o por varias capas de diferentes materiales que están rígidamente unidas entre sí (por ejemplo muros de hormigón, paredes de fabrica de ladrillo enlucidas, etc.) de manera que se mueve como se fueran una.

El aislamiento de una pared simple depende sobre todo de su masa por unidad de superficie, su rigidez y el amortiguamiento intrínseco en el material o en los bordes del panel.

Se espera un aumento en el aislamiento al aumentar la masa, ya que cuanto más pesada es la partición, menos vibra en respuesta a las ondas sonoras y, por tanto, menos energía radiará hacia el otro lado.

La **Ley de masa** es una expresión **teórica** que puede utilizarse para predecir el aislamiento de paredes homogéneas y simples en función exclusivamente de su masa:

$$R = 20 \cdot \log(m \cdot f) - 42 \quad [dB]$$

m densidad de masa por superficie, [kg/m^2]

f frecuencia, [Hz]

La constante depende según el autor.

La ley de masa predice que el aislamiento aumentará en 6dB al duplicar la masa superficial o la frecuencia (6dB/octava):

- Puede lograrse un aumento de masa aumentando el espesor del material o seleccionando materiales de mayor densidad de masa;
- Todos los materiales aíslan menos las bajas frecuencias (125 Hz, 250 Hz) que las frecuencias medias (500 Hz, 1000 Hz) y que las frecuencias altas (2000 Hz, 4000 Hz).

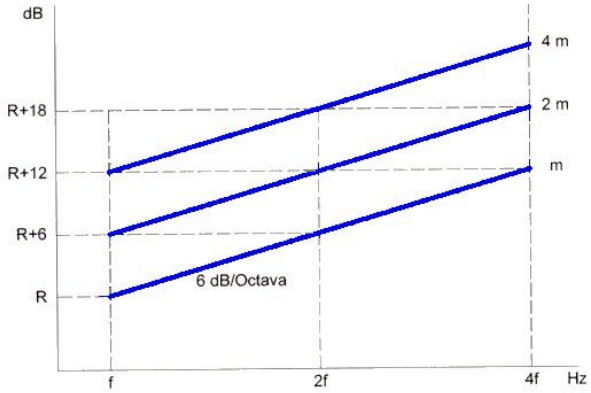


Figura A.7 – Representación gráfica de la ley de masa.

La ley de masas se puede utilizar como primera aproximación para determinar el aislamiento de una partición pero no explica bien su comportamiento real. La ley de masa sólo se cumple en un cierto intervalo de frecuencias comprendida entre la *frecuencia de resonancia* (f_0) y la *frecuencia crítica o de coincidencia* (f_c) en las cuales tenemos una disminución importante del aislamiento:

- La frecuencia de resonancia (f_0): es la frecuencia a la que vibra de forma natural un tabique cuando recibe la onda acústica incidente; depende de la masa de la pared y de las sujeciones perimetrales de la hoja. Está en las bajas frecuencias e interesa que sea lo más pequeña posible para que se sitúe fuera del rango de frecuencias de interés. La f_0 disminuye al incrementar el espesor y las dimensiones de la pared.
- La frecuencia crítica o de coincidencia, (f_c): la energía acústica se transmite a través de la partición en forma de ondas de flexión, acopladas con las ondas acústicas en el aire, con la consiguiente disminución del aislamiento; depende exclusivamente del material de la pared y su espesor y no de sus dimensiones. La f_c disminuye al incrementarse el espesor de la partición; interesa que la frecuencia crítica sea lo más alta posible.

También se buscaron expresiones que permitieran obtener un valor de **aislamiento acústico global** de un elemento constructivo a partir de su masa y, a partir de ensayos en laboratorio, se obtuvieron determinadas ecuaciones que constituyen la Ley de masa.

La Ley de masas empleada en el DB HR determina el aislamiento R_A en dBA, para un elemento constructivo de una hoja de materiales homogéneos, en función de la masa por unidad de superficie (m) expresada en kg/m^2:

$$m \leq 150\,kg/m^2 \qquad R_A = 16{,}6 \cdot \log(m) + 5 \quad [dBA]$$

$$m \geq 150\,kg/m^2 \qquad R_A = 36{,}5 \cdot \log(m) - 38{,}5 \quad [dBA]$$

Los elementos constructivos formados por elementos blandos a flexión (aquellos con f_c>2000Hz), por ejemplo, las particiones de placas de yeso laminado, no responden a estas ecuaciones. Su aislamiento suele mayor dependiendo en gran parte de su diseño y ejecución, por lo que aislamiento acústico se debe garantizar mediante ensayo.

1.7.3.3 Aislamiento mixto

Un elemento constructivo mixto es aquel formado por dos o más partes de cuantías de aislamiento diferentes, hasta cubrir el total de la superficie. Es el caso de fachadas con ventanas, puertas, cristaleras, etc., el de cubiertas con claraboyas o el de paredes interiores con puertas.

El aislamiento acústico de estos elementos mixtos se calcula de la siguiente manera:

$$R_{m,A} = -10 \cdot \lg \left(\sum_{j=1}^{n} \frac{S_i}{S} \cdot 10^{\frac{-R_{i,A}}{10}} \right) \quad [dBA]$$

$R_{m,A}$ índice global de reducción acústica ponderado A del elemento constructivo mixto, [dBA];

$R_{i,A}$ índice global de reducción acústica ponderado A, del elemento i, [dBA];

S área total del elemento constructivo mixto, [m^2];

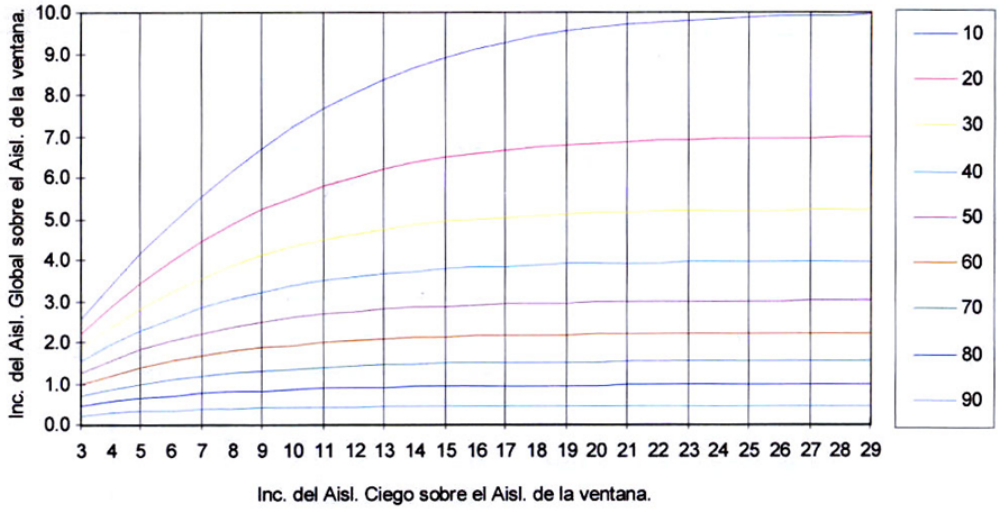
S_i área del elemento i, [m^2];

En esta ecuación, si un elemento constructivo tiene un aislamiento acústico menor que el de los demás elementos que constituyen la partición mixta, va a ser determinante en el aislamiento mixto final.

Las fachadas son el caso más representativo de elemento constructivo mixto; en ellas, estos elementos acústicamente más débiles y que limitan el aislamiento acústico que se puede alcanzar frente al ruido exterior suelen ser las ventanas.

En estos casos, el aislamiento mixto máximo que se puede obtener es 10 dB superior al aislamiento del elemento más débil (normalmente la ventana). Por ello, para mejorar el aislamiento acústico de fachadas, el esfuerzo hay que centrarlo en mejorar el aislamiento acústico de la ventana, empleando ventanas de mejor calidad.

La figura A.8 ilustra esta influencia del elemento de menos aislamiento en el aislamiento global. Se puede apreciar cómo para porcentajes de huecos habituales 30 – 40 %, el aislamiento final que se puede obtener será como máximo entre 4 y 5 dB mayor que el valor de aislamiento de la ventana.



% de huecos en fachada	10	15	20	25	30	35	40	50	60	70	80	90
Máx mejora del aislamiento de la fachada (dBA)	10	8.2	7	6	5.2	4.5	4	3	2.2	1.5	0.9	0.5

Figura A.8 – Relación entre el aislamiento global, el aislamiento de la ventana y de la parte ciega, en función del % de huecos

Ejemplo: Aislamiento mixto

Se tiene un dormitorio de volumen 3,3 x 3,5 x 2,7 m = 30,24 m^2 y 9 m^2 de fachada.

La parte ciega está formada por ladrillo macizo de 15 cm, con un índice de reducción sonora R_{Atr} = 46 dBA y se va a colocar una ventana de dimensiones 1,5 x 1,5 m = 2,25 m^2, con índice de reducción acústica R_{Atr}=27 dBA.

En principio no cabe esperar un aislamiento mixto mayor que 27 + 10 = 37 dBA.

Si calculamos el aislamiento global:

$$R_{m,Atr} = -10 \cdot \lg\left(\frac{S_c \cdot 10^{\frac{-R_{A,tr,c}}{10}} + S_v \cdot 10^{\frac{-R_{A,tr,c}}{10}}}{S_{total,fachada}}\right) = -10 \cdot \lg\left(\frac{(9-2{,}25)\cdot 10^{-4{,}6} + 2{,}25 \cdot 10^{-2.7}}{9}\right) = 32{,}86 \text{ dBA}$$

1.7.4 AISLAMIENTO ACÚSTICO DE FACHADAS

Ya hemos visto cómo a la hora de estimar el aislamiento de una fachada tenemos que considerar a ésta no como un elemento homogéneo sino mixto. Existen tres componentes que dificultan esta estimación: la parte ciega, la carpintería y el acristalamiento; además, el aislamiento conseguido variará el función de la proporción de superficie acristalada con respecto a la superficie ciega. De estos tres elementos que componen la fachada, la parte ciega no presenta muchos problemas.

La calidad acústica de una **carpintería** viene fijada principalmente por su estanquidad al aire determinada mediante ensayo y clasificada por la normativa[3] como Clase-1, Clase-2, Clase-3 y Clase-4. Es necesario elegir una carpintería con buena clasificación, normalmente Clases 3 y 4, y debe cuidarse

[3] UNE EN 12207: 2000

el sellado del marco con la pared de fachada que es otra causa de debilitamiento acústico, llegando hasta pérdidas de entre 3 y 5 dBA (como indicaba la NBE-CA-88).

El **sistema de apertura** también tiene influencia en el aislamiento para una misma clasificación de carpintería, obteniéndose mayor aislamiento con ventanas abatibles que con correderas.

Otro elemento muy importante en la estanquidad de la carpintería es el **registro de la persiana** que puede provocar por sus rendijas pérdidas importantes de aislamiento. Se recomienda utilizar carpinterías con capialzado prefabricado frente al capialzado tradicional; cada vez es más frecuente la incorporación del capialzado a la propia carpintería de la ventana, de forma que la clasificación acústica comprenda al conjunto.

El capialzado exterior es el que proporciona una mayor estanquidad, no influye en el aislamiento y éste dependerá únicamente de la carpintería.

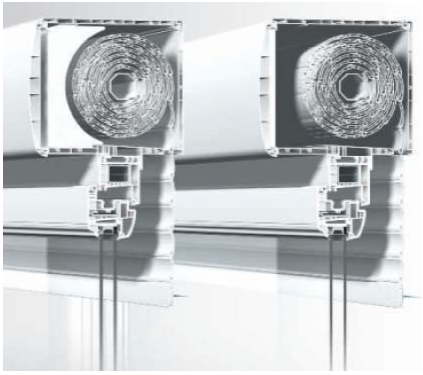


Figura A.9 – Capialzado con y sin material absorbente.

Para minimizar estas pérdidas es recomendable rellenar el tambor de la persiana con un material absorbente acústico de al menos 25 mm de espesor de manera que se reduzca el ruido por absorción (véase figura A.9) e incrementar la masa de la tapa de registro, por ejemplo añadiendo una lámina de plomo, una chapa de aluminio, una placa de yeso laminado, etc.

En aquellos casos en los que el ruido exterior sea elevado, será necesario colocar una **ventana doble**. Colocando una carpintería con su registro de persiana correspondiente, enrasada por la cara interior de la fachada y colocando exteriormente otra carpintería enrasada por la cara exterior del muro, se consigue que las zonas de entrada del ruido en el registro queden dentro de la cámara formada por ambas carpinterías. El ancho de la cámara de aire que separa las hojas debe ser grande (más de 10cm), los vidrios gruesos y de distinto espesor y la estanquidad muy buena, siendo preferible evitar correderas en la hoja interior.

Por último, hay que considerar la influencia del **vidrio** según su capacidad como aislante acústico. Los tres tipos de acristalamientos principales son: monolítico, laminado y doble/triple y deberán elegirse en función de las necesidades de aislamiento que se requiera en cada situación.

Por otra parte, en fachadas también deben satisfacerse otros requisitos del CTE; en concreto, para facilitar el cumplimiento de la exigencia sobre **calidad del aire interior** desarrollada en el DB-HS3, una de las opciones, cuando se utilicen ventanas de Clase 2 o superior (recuérdese que por ruido se recomiendan Clases 3 y 4), es la disposición de **aireadores** en las carpinterías exteriores o en la parte opaca de la fachada. Estos aireadores pueden ser regulables y permiten la entrada de un caudal de aire fresco determinado en función del uso del local al que sirve y de su ocupación.

Los aireadores además deben cumplir con las exigencias de HR, por lo que deben proporcionar el aislamiento a ruido aéreo exterior adecuado.

1.7.5 AISLAMIENTO ACÚSTICO A RUIDO DE IMPACTOS

1.7.5.1 Índices de aislamiento acústico a ruido de impactos

El aislamiento acústico se puede determinar y expresar mediante una serie de índices. A continuación se muestran los principales índices empleados en aislamiento a ruido de impactos en acústica de la edificación:

Nivel de presión de ruido de impactos normalizado, L_n:

Es el nivel de presión de ruido de impactos de un elemento constructivo horizontal ensayado en laboratorio cuando es excitado por la máquina de impactos normalizada. Es función de la frecuencia:

$$L_n = L + 10 \cdot \lg \frac{A}{10} \qquad [dB]$$

L nivel de presión sonora de impactos medido en laboratorio (UNE EN ISO 140-6) en el recinto receptor, [dB]

Nivel de presión de ruido de impactos normalizado medido in situ, L'_n:

Es el nivel de presión de ruido de impactos de un elemento constructivo horizontal ensayado in situ cuando es excitado por la máquina de impactos normalizada. Es función de la frecuencia:

$$L'_n = L + 10 \cdot \lg \frac{A}{10} \quad [dB]$$

L nivel de presión sonora de impactos medido in situ (UNE EN ISO 140-7) en el recinto receptor, [dB]

Nivel de presión de ruido de impactos estandarizado, L'_{nT}:

Es el nivel de presión de ruido de impactos in situ, en dB, en el recinto receptor normalizado a un tiempo de reverberación de 0,5 s, cuando el elemento constructivo horizontal es excitado por la máquina de impactos normalizada. Es función de la frecuencia:

$$L'_{nT} = L - 10 \cdot \lg \frac{T}{T_0} \quad [dB]$$

T tiempo de reverberación del recinto receptor, [s]

T_0 tiempo de reverberación de referencia, de valor 0,5 segundos, [s]

Relación entre las magnitudes L'_{nT} y L'_n:

$$L'_{nT} = L'_n - 10 \cdot \lg \frac{0{,}16 \cdot V}{A_0 T_0} = L'_n - 10 \cdot \lg (0{,}032 \cdot V) \quad [dB]$$

V volumen del recinto receptor, [m^3]

Todas estas magnitudes dependen de la frecuencia. En principio siempre debería evaluarse el aislamiento de una solución constructiva analizando su espectro; sin embargo, para evaluar y comparar los resultados obtenidos tanto entre sí, como con las exigencias de la normativa, se puede caracterizar el aislamiento acústico mediante un único valor: **nivel global de presión de ruido de impactos** identificado mediante el **subíndice w** (por ejemplo, **$L_{n,w}$, $L'_{n,w}$, $L_{nT,w}$**, etc.)

El nivel global representa el valor en dB, a 500 Hz de una curva de referencia que se desplaza para ajustarse a los valores de aislamiento obtenidos experimentalmente, según el método que especifica la norma UNE EN ISO 717-2.

1.7.6 RESUMEN DE LAS MAGNITUDES DE AISLAMIENTO UTILIZADAS EN EL DB HR

1.7.6.1 Aislamiento a ruido aéreo

Como hemos visto hay una serie de magnitudes que:

- Dependen de la frecuencia (D_{nT})
- Expresan una magnitud global ($D_{nT,w}$, $D_{nT,A}$)
- Se refieren a un elemento constructivo (R_A)
- Se refieren a los recintos (R', D_{nT})

La tabla siguiente resume todas estas magnitudes empleadas en aislamiento a ruido aéreo:

Tabla A.3 – Magnitudes de aislamiento a ruido aéreo.

Relativas a elementos constructivos (Laboratorio)				Relativas a recintos (In Situ)			
Nombre	Por frecuencias	Global	Pond. A	Nombre	Por frecuencias	Global	Pond. A
Índice de reducción acústica	R	R_w	R_A R_{Atr}	Índice de reducción acústica aparente	R'	R'_w	R'_A R'_{Atr}
				Diferencia de niveles estandarizada	D_{nT}	$D_{nT,w}$	**$D_{nT,A}$**
				Diferencia de niveles estandarizada en fachadas	$D_{2m,nT}$	$D_{2m,nT,w}$	**$D_{2m,nT,A}$** **$D_{2m,nT,Atr}$**

R_A es el aislamiento de un elemento constructivo en laboratorio.
NO SE PUEDE ENSAYAR IN SITU
$D_{nT,A}$ es el aislamiento in situ entre dos recintos ➔ ENSAYO IN SITU

1.7.6.2 Aislamiento a ruido de impactos

Como hemos visto hay una serie de magnitudes que:

- Dependen de la frecuencia (L_n)
- Expresan una magnitud global ($L'_{nT,w}$)
- Se refieren a un elemento constructivo (L_n)
- Se refieren a los recintos (L'_n)

La tabla siguiente resume todas estas magnitudes empleadas en aislamiento a ruido de impactos:

Tabla A.4 – Magnitudes de aislamiento a ruido de impactos.

Relativas a elementos constructivos (Laboratorio)			Relativas a recintos (In Situ)		
Nombre	Por frecuencias	Global	Nombre	Por frecuencias	Global
Nivel de presión de ruido de impactos normalizado	L_n	$L_{n,w}$	Nivel de presión de ruido de impactos normalizado medido in situ	L'_n	$L'_{n,w}$
			Nivel de presión de ruido de impactos estandarizado	L'_{nT}	**$L'_{nT,w}$**

L_n es el aislamiento de un elemento constructivo en laboratorio.
NO SE PUEDE ENSAYAR IN SITU
$L_{nT,w}$ es el aislamiento in situ entre dos recintos ➔ ENSAYO IN SITU

1.7.7 LAS MEJORAS DE AISLAMIENTO

El DB HR define el **revestimiento** como la "capa colocada sobre un elemento constructivo base o soporte. Se consideran revestimientos los *trasdosados* en elementos constructivos verticales, los *suelos flotantes*, las moquetas y los *techos suspendidos*, en elementos constructivos horizontales."

Un revestimiento nos proporcionará una mejora del aislamiento a ruido aéreo (caso del trasdosado, techo suspendido y suelo flotante en menor medida), y en el caso del suelo flotante una mejora al aislamiento del ruido de impactos. El valor en que se incrementa el aislamiento debido a la adición de estos elementos depende del elemento constructivo sobre el que se aplican, siendo un factor muy a tener en cuenta.

Se emplean las magnitudes siguientes:

- **Mejora del índice de reducción acústica (ΔR):**

  Es la mejora de aislamiento a ruido aéreo que aportan los trasdosados, suelos flotantes y techos suspendidos.

- **Reducción del nivel de presión de ruido de impactos o mejora del aislamiento acústico a ruido de impactos (ΔL)**

  Es la mejora de aislamiento a ruido de impactos que aportan los techos suspendidos y fundamentalmente los suelos flotantes y las moquetas.

Las mejoras de aislamiento es dependiente de la frecuencia en ambos casos y, por tanto, sigue siendo aplicable el uso de las magnitudes globales: ΔL_w, ΔR_w, ΔR_A, etc.

1.8 ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO

Como ya sabemos, el acondicionamiento acústico es una parte fundamental del diseño de salas y comprende todas aquellas técnicas necesarias para dotar a una sala de un campo acústico con unas características adecuadas, en función del uso que se le vaya a dar a la sala y supuesta ésta correctamente aislada del exterior.

Tradicionalmente el acondicionamiento acústico ha estado ligado a salas de acústica excepcional como es el caso de teatros, auditorios, etc. Sin embargo, éste es un aspecto que debe tenerse muy en cuenta en recintos que a priori puedan parecer de menor relevancia pero que deben ser dotados con un campo sonoro adecuado; es el caso de aulas y salas de conferencias, recintos en los que se va a necesitar una buena inteligibilidad de la palabra, y de restaurantes y comedores, recintos en los que es necesario limitar el ruido de fondo para proporcionar un mínimo confort acústico. Las zonas comunes de los edificios son otro caso importante a considerar puesto que si se les proporciona la absorción acústica adecuada contribuirán muy positivamente a mejorar el aislamiento con respecto a los recintos colindantes.

En el ámbito del acondicionamiento acústico se manejan dos conceptos fundamentales como son el tiempo de reverberación y la absorción acústica, que se describen en el apartado siguiente.

1.8.1 TIEMPO DE REVERBERACIÓN Y ABSORCIÓN ACÚSTICA

En los recintos, el sonido se propaga en forma de ondas en todas direcciones que rebotan en todas las superficies produciéndose numerosas reflexiones. Las reflexiones producen un nivel sonoro suplementario que se suma al principal, por lo que el sonido recibido aumenta, llegando a veces a ser molesto.

Este fenómeno de persistencia de la energía sonora en el espacio, incluso una vez que cesa la fuente que la produce, se conoce como **reverberación**. Se mide por medio del **tiempo de reverberación** que es el tiempo que se requiere en un espacio cerrado para que un sonido en una frecuencia determinada disminuya 60dB, después de haber cesado la fuente o bien, el tiempo que transcurre hasta que la densidad de la energía acústica en el recinto decrece una millonésima de su valor inicial. El proceso de decaimiento de la energía es diferente para cada posición dentro del recinto y además, varía con la frecuencia.

Es habitual calcular el tiempo de reverberación mediante ecuaciones basadas en la teoría estadística; de ellas, la más conocida y empleada es la fórmula de Sabine:

$$T = 0{,}16 \cdot \frac{V}{A} \quad [s]$$

Donde vemos que el tiempo de reverberación, en segundos, depende del volumen del recinto (V en m^3) y de su absorción acústica (A en m^2).

La **absorción acústica** es la disminución de la energía acústica en un recinto, que se disipa en energía calorífica, al ser absorbida por el medio que atraviesa. Esta pérdida de energía se deberá a la absorción debida al aire, a los materiales y acabados empleados en los elementos constructivos, caracterizados por un coeficiente de absorción, a los objetos y mobiliario presentes en el recinto y a las personas que se encuentren dentro de la sala.

Para calcular la absorción acústica de un recinto es necesario sumar la absorción que aporta cada una de las superficies de distinto material del recinto, así como los objetos o mobiliario que pudiera contener y la absorción del aire.

La absorción de una superficie se obtiene multiplicando su coeficiente de absorción por su superficie:

$$A = \sum_{i=1}^{n} \alpha_i \cdot S_i \qquad [m^2]$$

Desarrollando la fórmula:

$$A = A_{paramentos} + A_{objetos} + A_{aire} = \sum_{i=1}^{n} \alpha_i \cdot S_i + \sum_{j=1}^{N} N \cdot A_O + 4 \cdot m \cdot V \qquad [m^2]$$

donde:

α_i coeficiente de absorción acústica de cada paramento en bandas de frecuencia

S_i área de paramento cuyo coeficiente de absorción es $\square_i$, $[m^2]$

A_O área de absorción acústica media equivalente de cada objeto absorbente diferente en bandas de frecuencias, $[m^2]$

La absorción acústica de objetos se define como el área de absorción acústica equivalente, que es el área que tendría el objeto si su coeficiente de absorción fuera 1.

4mV absorción en el seno del aire, $[m^2]$

m coeficiente de absorción acústica medio en el aire

V volumen del recinto, $[m^3]$

El **coeficiente de absorción acústica** de un material es una magnitud adimensional que se define como la relación entre la energía absorbida y la energía total incidente.

El coeficiente de absorción por el que se caracterizan los productos es el coeficiente de absorción acústica de Sabine o de cámara reverberante. Viene dado en 6 bandas de octava de 125 Hz a 4000Hz.

En ocasiones podemos encontrarnos con otros coeficientes como:

- **NRC (noise reduction criteria)**, que es la media aritmética de los valores del coeficiente de absorción para las frecuencias de 250, 500, 1000 y 2000 Hz. Expresada en múltiplos de 0,05.
- α_w, que es el coeficiente ponderado según la norma UNE EN ISO 11654. Acústica. Absorbentes acústicos para su utilización en edificios. Evaluación de la absorción acústica.

El valor de coeficiente de absorción de un material va a depender de los siguientes factores:

- La rugosidad del material y en especial su **porosidad**;
- La pérdida de energía por procesos viscoelásticos debido al paso del aire a través del material, que se puede caracterizar por la **resistencia al paso del flujo del aire**;
- La conducción térmica entre el material y el aire;
- La difracción de la onda sonora debido a las irregularidades superficiales del material.

Por tanto los materiales más absorbentes han de ser los que presenten una elevada porosidad y una resistencia al paso del flujo del aire pequeña; estos materiales se conocen como **materiales porosos** entre los que destacan las lanas minerales y las espumas de poliuretano. Otros ejemplos de estos materiales son los tesos y morteros acústicos o los revestimientos textiles (moquetas, cortinas, etc.)

1.8.2 INTELIGIBILIDAD DE LA PALABRA

La inteligibilidad de la palabra es la capacidad de comprensión de la palabra en un recinto determinado, es decir, que en cualquier punto de la sala donde pueda situarse un oyente, éste sea capaz no sólo de oír el mensaje sino de entenderlo.

La inteligibilidad depende tanto de factores objetivos, por ejemplo el ruido de fondo, el tiempo de reverberación, la distancia al orador, su nivel y directividad de la voz, como de factores subjetivos como el conocimiento del orador, su forma de hablar, palabras que utiliza, etc.

Existen diferentes parámetros para cuantificar la inteligibilidad de la palabra como el %Alcons (porcentaje de pérdida de articulación de consonantes), el STI (sound transmisión index) o el RASTI (Rapid-STI).